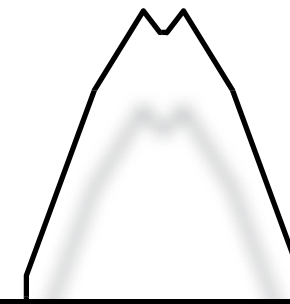


SUPERFICIES ARQUITECTÓNICAS SINGULARES

Francisco J. Sanchis Sampedro • Rafael J. Ligorit Tomás

ÁGORA INTERIOR

VALENCIA 2010 - 2011



PAU RUIZ TAMARIT

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación
Universidad Politécnica de Valencia

ÍNDICE

01. INTRODUCCIÓN	6
02. ANTECEDENTES URBANÍSTICOS	8
03. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO	24
04. LA GEOMETRÍA DEL ÁGORA	42
05. LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁGORA	62
06. ANEXO	88
07. BIBLIOGRAFÍA	90

A Carmen, la meua iaia, t'estime, molt, motíssim . . .
la teva força m'ha donat ànims per finalitzar aquest projecte.

INTRODUCCIÓN

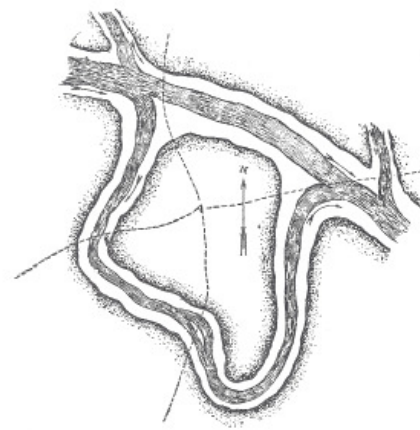
El presente proyecto nace del taller “Superficies Arquitectónicas Singulares” impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación impartido por los tutores, Rafael J. Ligorit Tomás y Francisco Sanchis Sampedro, ambos Arquitectos.

El título del proyecto “Ágora Interior” explicita el contenido del mismo. Es un análisis del Ágora, en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia y en concreto de su interior.

Los esbozos del Ágora actual, beben de antecedentes muy variados según su análisis. Para esta introducción nos centraremos en dos, antecedentes urbanísticos y referencias arquitectónicas.

Urbanísticos pues nuestro edificio está sujeto a un emplazamiento singular, el antiguo cauce del río Turia. La relación de un río y su cauce con la ciudad suele condicionar a lo largo del tiempo las formas de expansión urbanística de la misma.

Arquitectónicos, si hablamos de una edificación, como lo es el Ágora, hablamos de arquitectura y esta misma materia tiene un recorrido histórico ligado tanto al conocimiento común del ser humano sobre esta, como la experiencia vital, académica y profesional del proyectista, **Santiago Calatrava**.

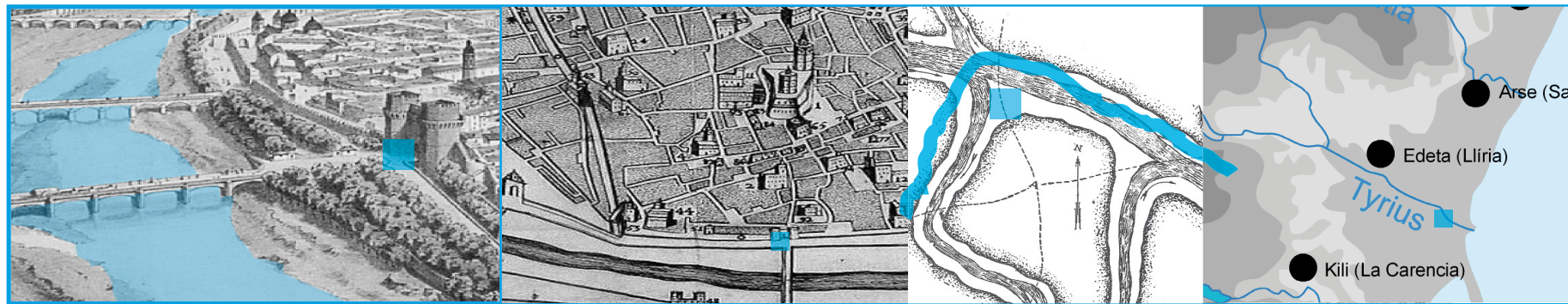


ÁGORA

ANTECEDENTES URBANÍSTICOS

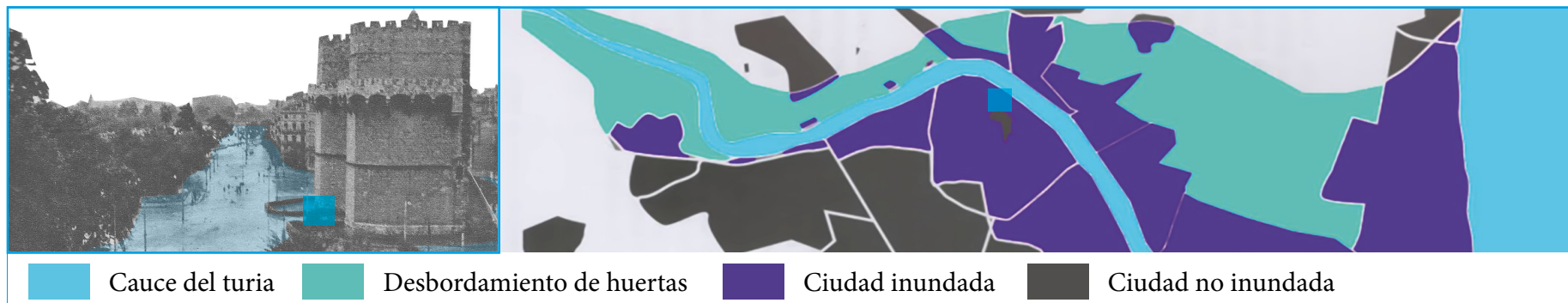
ANTECEDENTES URBANÍSTICOS

La ciudad de Valencia y su relación con el río Turia



Valencia hasta 1957
s. IV a.C. - s. XX d.C.

Formación de Valencia y breve historia hasta al año 1957.



Valencia 1957
s. XX

La riada de 1957.
El desvío del río Turia, "Plan Sur".



Valencia 1957 - 2011
s. XX - XXI

Proyectos para el cauce del Turia después de la riada.
El cauce del río Turia y la Ciudad y las artes y las Ciencias.

VALENCIA ~ RIO TURIA

s.IV a.C. - s. XX d.C.

VALENCIA

“ Pronunciación. [ba'len.θja] o [ba'len.sja]
Etimología. Del latín Valentia Edetanorum, nombre dado por sus fundadores romanos. ”

wiktionary.org

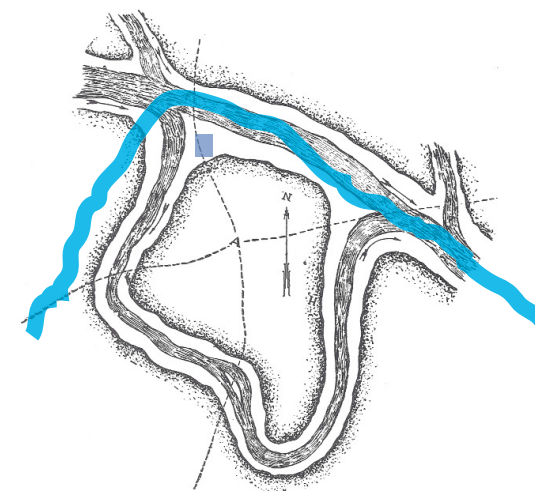
TURIA

Llamado también Guadalaviar, río situado al este de la Península Ibérica. Nace en la Muela de San Juan, término municipal de Guadalaviar, en el entorno de los Montes Universales, Sierra de Albarracín (Teruel) y desemboca en la ciudad de Valencia tras 280 km de recorrido. El nombre de Guadalaviar (wadi al biad 'río blanco') lo ha tenido desde el siglo X, y así se conoce actualmente su primer tramo hasta la confluencia con el río Alfambra (al-Ḥamrā 'el rojo') en la ciudad de Teruel, donde cambia el nombre por Turia; a partir de esta ciudad, las aguas del río cambian de color, teñidas por las aguas rojas del Alfambra.

Quizá fuera conocido en época prerromana como Tirio o Tyrius, tomando el nombre de la urbe íbera Tyris, cercana a su desembocadura.

“...Y no lejos de la separación de este río, el río Tirio rodea la ciudadela de Tiris...”
Rufo Festo Avieno, Ora maritima.

Valentia, Tyrin, son los nombres por los que se conoce a Valencia en la antigüedad y que vinculan la historia de la ciudad, en su formación, y sus habitantes, con el emplazamiento del río Turia.



1. Valentia. isla fluvial. 138 a.c.

Tyrin (IV - III a. C.)

Según recientes hallazgos arqueológicos de los siglos IV y III a.C. demuestran que ya antes de la fundación de la ciudad romana, Valentia, en lo que hoy es la ciudad de Valencia y su huerta, ya existía actividad humana. Tyrin, podría ser el nombre del pueblo ibero prerromano asentado junto al río Tyrius, Turia, en su denominación actual.

Valentia (II a. C.)

Otros historiadores, determinan la fundación de Valencia, coincidiendo con la fundación romana, en el año 138 a. C..

El cónsul romano Décimo Junio Bruto Galaico licenció sus tropas de las campañas lusitanas y como recompensa a la gallardía y coraje de sus hombres les concedió tierras en el levante hispano, exactamente en una isla fluvial (1.) cerca de la desembocadura del río Turia. La nueva aldea, que recibió el nombre de Valentia Edetanorum y pronto obtuvo el rango de colonia.

“Anno Urbis conditae DCXVI Junius Brutus cónsul in Hispania ist, sub Viriatho militaverunt, agros et loppidum dedit, quod vocatum est Valentia. ”

Acta fundacional del enclave, transcrita por el historiador latino Tito Livio



Estructura hipotética de la ciudad romana

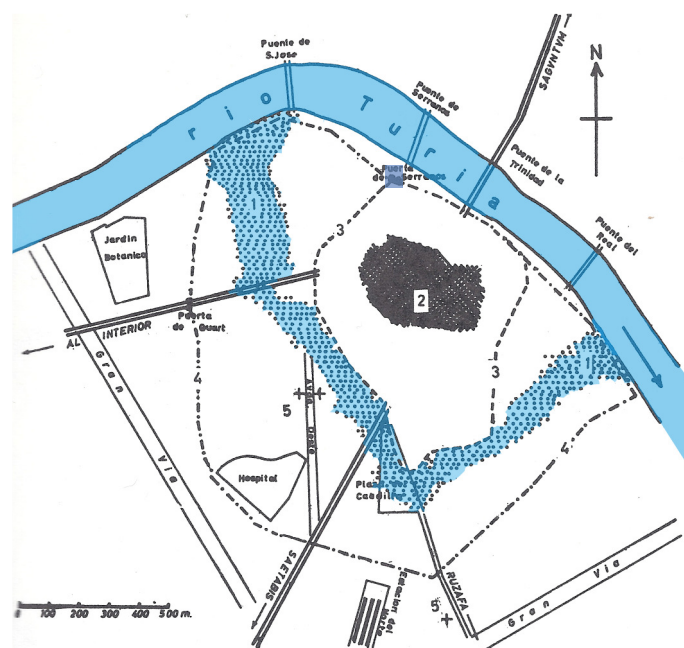
Valentia fue fundada por 2000 colonos sobre una de las terrazas del Turia. El núcleo principal estaba en el entorno de la actual Plaza de la Virgen y la Catedral. Allí se encontraba el foro y el cruce de las dos calles principales (Cardo norte-sur y Decumano este-oeste), ambos ejes siguen hoy en el trazado de la ciudad y serían las actuales calles Salvador-Almoína la primera y Caballeros la segunda. (1.)

Valentia Edetanorum

Nombre que recibió la ciudad de Valencia en la época romana (del latín Valentia, vigor, fortaleza y buen augurio y Edetanorum, en la región de Edetania).
 Varias ciudades de fundación romana llevan este nombre, Valença en Portugal y Valence en Francia, son algunos ejemplos de esto.



3.



2.

■ Cauce del Rio Turia en la ciudad romana, Valentia Edetanorum.

■ Puerta de Serranos

2. La Valencia romana y el desarrollo urbano posterior según Miguel Tarradell.

1. Cauce secundario del Turia. 2. Nucleo urbano romano 3. Muralla árabe s. XI 4. Muralla cristiana s. XIV 5. Necrópolis romanas

Ciudades Íberas. Edetania íbera.

Las ciudades íberas podían estar construidas junto a cerros, en lugares estratégicos, controlando las vías de paso, lo que les daban una importante ventaja frente a los enemigos; solían estar circundadas por muros de piedra y adobe, sobre los que se disponían torres de vigilancia y las puertas a la ciudad. Los asentamientos construidos en llano nunca estaban amurallados y tenían una funcionalidad económica, agrícola y ganadera.

Las ciudades más importantes de la Edetania íbera fueron Edeta, que pudo tener circunstancial y esporádicamente un papel de capital y centro administrativo del territorio, Sucro, en el entorno de la actual Cullera, la Carencia de Turís, el Pico de los Ajos en Yátova, La Punta de l'Orley en la Vall de Uxó y Arse (Sagunto). (4.)

Valentia Edetanorum. Colonia romana

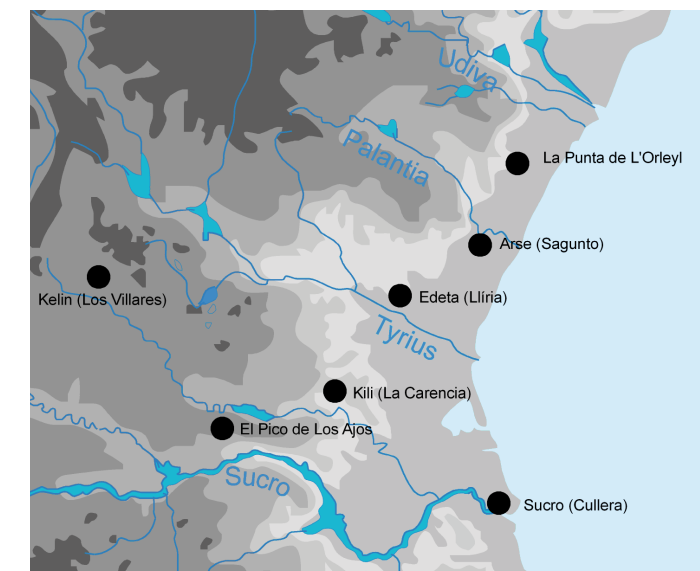
Se encontraba emplazada entre cuatro ciudades íberas: Arse (actual Sagunto), Edeta (Liria), Saetabis (Játiva) y Dianium (Denia). Esta conveniencia hizo que este nuevo emplazamiento romano controlase administrativamente la supuesta devotio ibérica ('fidelidad íbera') del entorno y sus fértiles tierras.

El asentamiento junto al río era usual en la fundación de muchas ciudades romanas, por diversas razones:

Los ríos proveían de agua a la ciudad, aseguraba por un lado pesca, y por otro lado terrenos fértiles a su vera.

Normalmente se buscaba un lugar donde el río fuese vadeable, porque era un lugar estratégico. En esos lugares se construyó un puente. Son las llamadas ciudades-puente.

De lo que en principio careció esta ciudad y las ciudades romanas colonizadas, fue de muralla, ya que el poder del imperio romano servía para disuadir los intentos de atacar los núcleos urbanos.



4.

3. Situación de la ciudad de Valencia.
 4. Turia o Tyrius y las ciudades edetanas. Edetanos es el gentilicio de las personas que vivieron en el territorio de Edeta. Y se conoce así tanto a los íberos edetanos como a los romanos de la ciudad de Leiria (actual Liria)



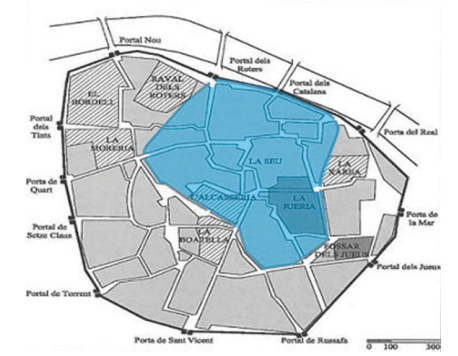
La Valentia Republicanana (75 a.C.)



La Valentia Imperial (260 d.C)
Puerto fluvial junto a las actuales Torres de Serranos



Trazado de la Muralla árabe de Valencia. Siete puertas de la muralla.



La Muralla Cristiana de Valencia en negro y la árabe-musulmana en azul.

Año 0

II a. C.

I a. C.

III d. C.

V d. C.

VII d. C.

1088 d. C.

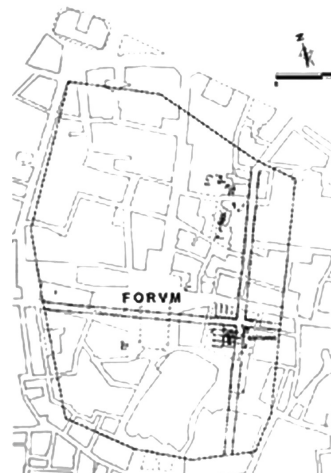
XIII d. C.

Acta fundacional de Valentia Edetanorum 138 a.C.



El emblema del cuerno de la abundancia entre rayos* de las monedas romanas de Valencia.

Valentia Ciudad republicana romana



Valentia en el año 100 a.C.

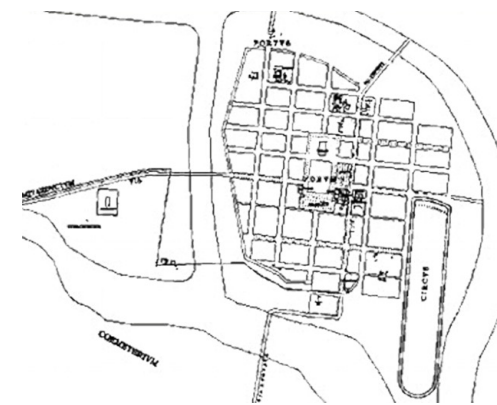
*El rayo, era el símbolo de Júpiter y en mitología romana, ostentaba el mismo papel que Zeus en la griega como principal deidad del panteón.

Valentia Imperial

La Destrucción de Valentia durante las guerras civiles (Pompeyo y Sertorio) implicó una necesidad de refundación de la ciudad. Amplio programa urbanístico, que culminará bajo las dinastías Flavia y Antonina.



Imperio Romano y Valentia atraviesan una etapa de crisis, la ciudad es destruida entre el 260 y el 270 d. C., y reconstruida rápidamente pero con un perímetro inferior.



Forma urbis de Valentia en el 200 d.C.

La iglesia asume las riendas de la ciudad transformando los templos romanos en edificios de culto cristianos.

Valencia Musulmana

En el 711 se inicia la llegada de musulmanes, aunque no existe una verdadera conquista bélica ya que, tras unas escaramuzas, la ciudad pacta una capitulación ventajosa.

En 1088 una **riada**, de las que tenía por costumbre el Guadalaviar (**Turia**), causo grandes pérdidas en la zona, arrasó los dos puentes que había en la ciudad y alguna de las torres.

Valencia Cristiana

Conquista de Valencia por Jaime I de Aragón en 1238.

La muralla árabe no se destruyó, si no que se mantuvo como medida de protección. Se abrieron puertas para una mejor comunicación. La muralla cristiana, la última en construirse, se terminó de construir en 1370.



1563. Detalle del plano** del dibujante del siglo XVI, Anton Van den Wyngaerde, el rio Turia, el puente y las torres de Serranos. (1)(2)



1608. Valencia Antonio Manceli.



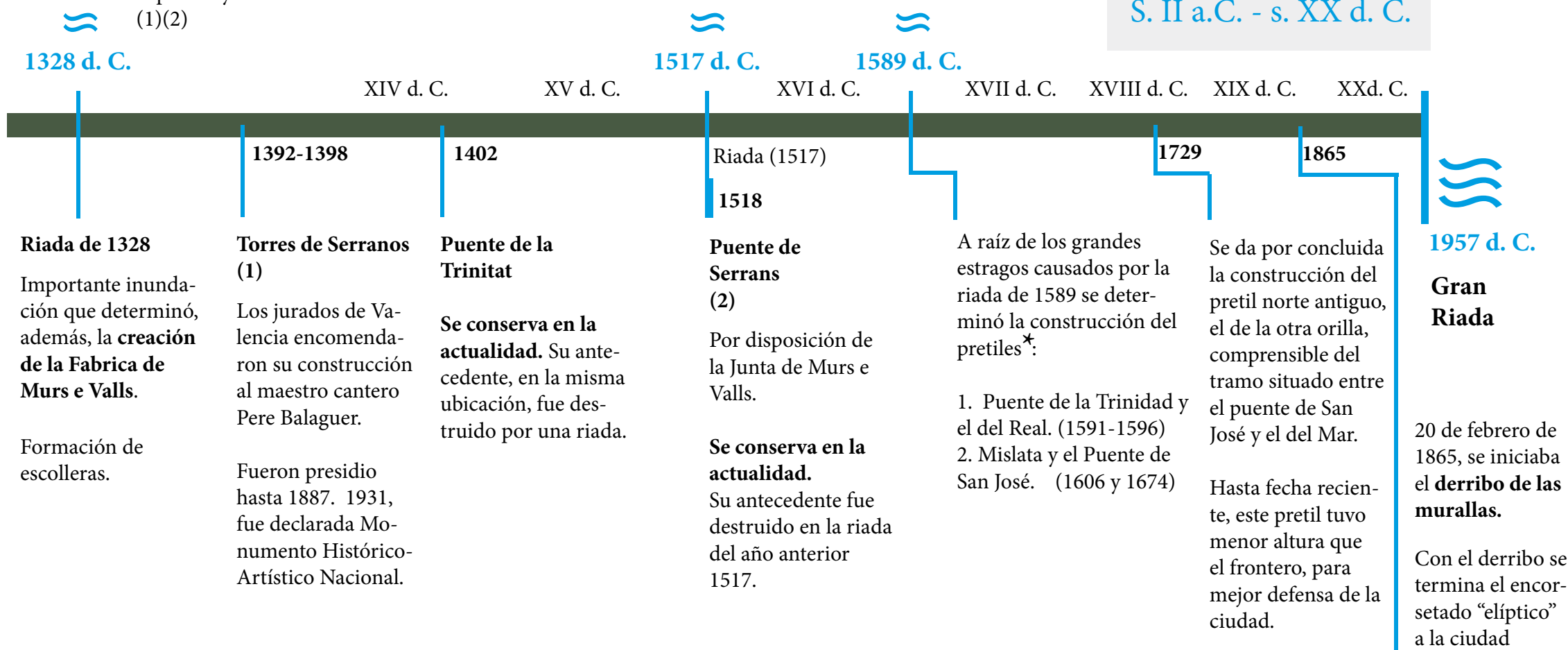
1869. Valencia. Cuerpo de Ingenieros del Ejército.



PRI Valencia. 1910 Federico Aymami Faura.



Fotografía, rio Turia. s. XX, Torres de Serrano al fondo.



CONCLUSIONES

Factores clave de actuaciones urbanísticas desde la fundación de la ciudad.

- Crecimiento demográfico y residencial:

- Por protección, junto a los centros de poder. Detrás de la muralla. Hasta el fin de la Edad Media.

- Social - Comercial. En torno al foro, luego al mercado, las plazas, etc.

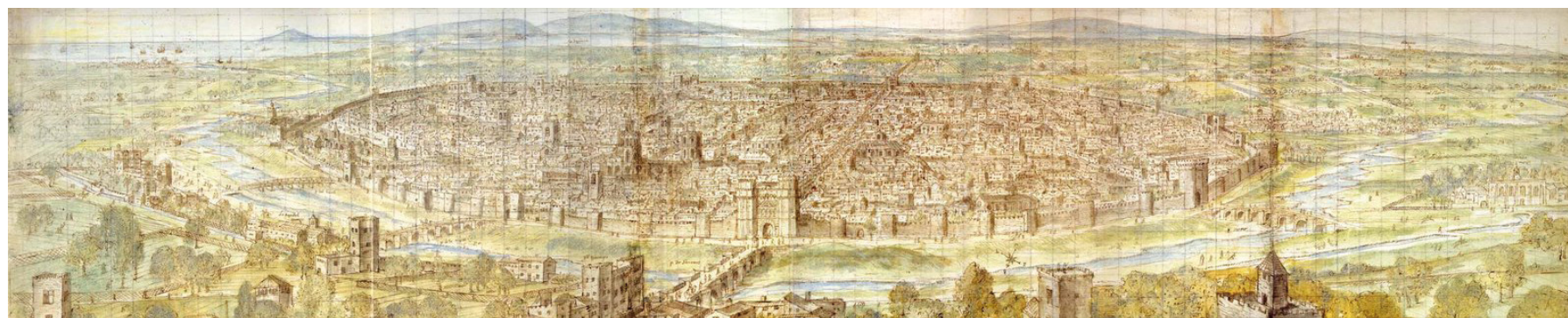
- Morfología y situación del cauce del río Turia.

- Régimen del río Turia. Riadas. Los puentes se hacen de piedra para soportar las crecidas del río.

* Pretil.

(Por *petril, del lat. *pectorile, de pectus, -ōris, pecho).

Murete o vallado de piedra u otra materia que se pone en los puentes y en otros lugares para preservar de caídas.



**Plano Valencia (1563). Anton Van den Wyngaerde.

VALENCIA Riada, 1957

s. XX

Plan Sur

Lunes, 14 Octubre 1957

Breve crónica de los acontecimientos,

1. La riada que sufre Valencia en 1957 marca un antes y un después en la historia de la ciudad. Según cifras oficiales, 59 muertos en la capital y 29 en la provincia, y miles de personas sin hogar es el desolador balance al que los valencianos tienen que hacer frente hace apenas 50 años.

2. **Sábado 12 de octubre de 1957 estuvo lloviendo intensamente sobre la ciudad.**

3. **Domingo 13 de octubre,** amaneció desapacible aunque llovió poco y sin intensidad. La noche del domingo 13 se recibieron las primeras llamadas de alarma en Gobierno Civil, anunciando desde Pedralba y Vilamarxant la crecida del río. A las once de la noche se decidió dar la voz de alarma a la Guardia Civil, Policía, vigilantes y serenos de Valencia para que estuvieran en situación de alerta. Curiosamente en Valencia no llovía en esos momentos.

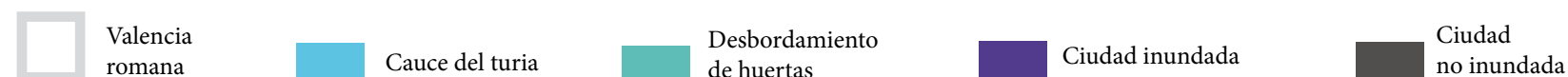
4. **Madrugada del 14 de octubre de 1957,** troncos flotantes empezaron a taponar los ojos de los puentes de la ciudad. Las alarmas empezaron a sonar y los guardias y vigilantes a alertar a la población. Y entonces el Turia rompió el límite, el agua comenzó a desbordar el pretil del río y las primeras olas inundaron las calles. La ciudad se está convirtiendo en una gran balsa. 4.500 metros cúbicos por segundo de corriente se ha llevado por delante puentes, edificios, caminos, cosechas y carreteras. La primera tromba de agua arrancó de cuajo el Puente de Madera y la pasarela de Campanar, que comunicaba con el caserío del Patronato. La segunda hacia la una de la tarde, mayor que la primera, cedieron los cimientos y cayeron casas y puentes. **Los únicos que resistieron fueron los cinco puentes clásicos.** Se calcula que el caudal del Turia sumado al del Carraixet superó los 6000 metros cúbicos por segundo. La zona inundada alcanzó las 2200 hectáreas.

1957 - 2007,
En 2007 se cumplieron 50 años de la última gran riada de Valencia.

La Valencia romana quedó intacta: la colina primera de la ciudad demostró que sin duda sus fundadores sabían dónde situarse.



Mapa de la crecida del río en la riada de 1957.



Se originaron dos ondas de crecida sobre Valencia, la primera de 2.700 m³/s y una velocidad media de 3,25 m/s; la segunda, más violenta, de 3.700 m³/s y 4,16 m/s, inundando la mayor parte de la capital valenciana.

Wikipedia.org

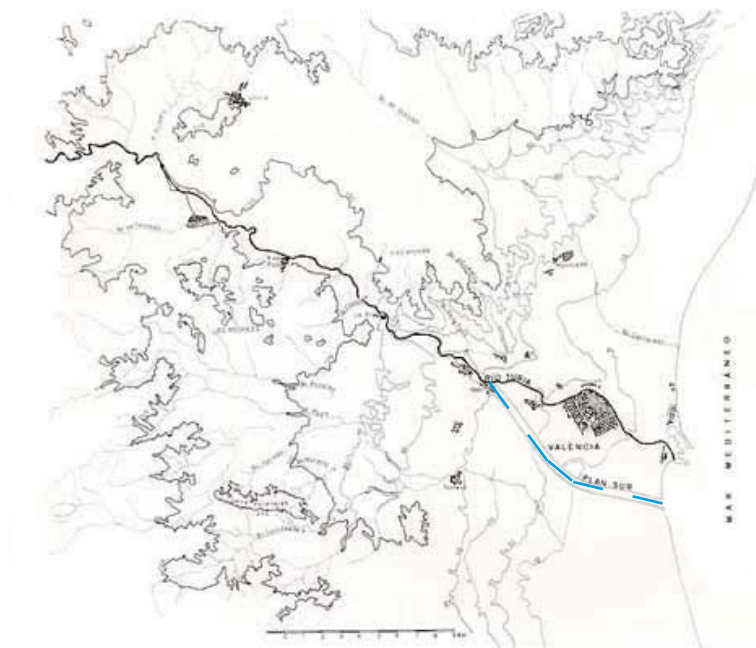


Fotografías de la crecida del río.



Pérdidas materiales y humanas. Puente provisional en Pont de fusta. Ciudadanos y soldados codo con codo en las tareas de limpieza de la ciudad.

5.- Tras el desastre, toneladas de basura y barro cubren la ciudad. Los valencianos empiezan a recibir ayuda pero no con la cantidad ni con la celeridad que la catástrofe requiere. Pasan los meses y las soluciones no llegan.



Antiguo cauce en negro. Desvío del cauce en azul.



Maqueta del plan Sur.

PLAN SUR



Arriba, obras del Plan Sur. Bajo, Avenida del Cid a su paso por el nuevo cauce.

6. Enero.1958

Eustaquio Berriochoa, en 1946 Ingeniero de Caminos propuso un plan que consistía entre otros desviar el Turia por el sur. En aquel momento su propuesta **fue desestimada por considerarse excesiva y grandilocuente, pero había llegado el momento de reconsiderarla.** Los encargados de preparar el proyecto fueron el Arquitecto Fernando Martínez García-Ordóñez y el ingeniero de Caminos Claudio Gómez Perreta.

El primer borrador del proyecto estuvo listo en enero de 1958, cuando fue presentado al Ministro de Vivienda. Incluía el desvío del río, la presa de Villamarchante, la reorganización ferroviaria y la recuperación de suelo con un presupuesto estimado de 5.000 millones de pesetas. Y entonces el proyecto pareció guardarse en un cajón.

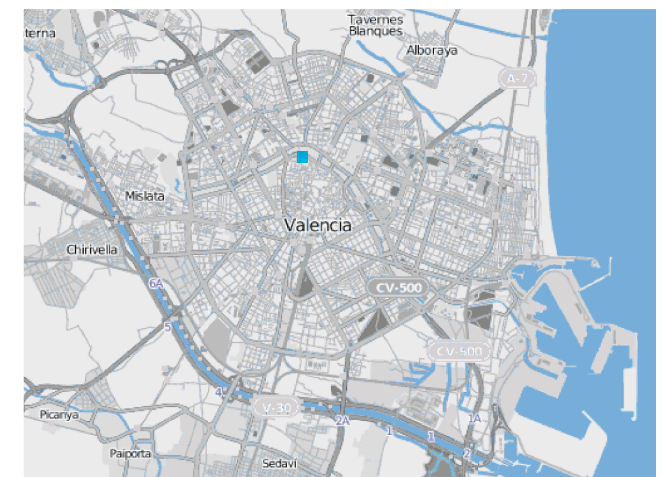
7. Junio.1958

Nuevo temporal provocó una riada en el Marítimo y otros barrios de la ciudad. Muchos colectores y acequias estaban aún cegados por toneladas de barro reseco. Esta situación provocó que el alcalde Tomás Trénor pronunciara un discurso muy crítico con el gobierno por su poca implicación. La difusión del discurso fue prohibida y tiempo más tarde el alcalde fue cesado y sustituido, pero tuvo su efecto. En julio Franco dio su aprobación al Plan Sur y el 28 de ese mes se aprobó por el Consejo de Ministros.


8. Hasta **1961** la **“Solución Sur” no se convirtió en Ley** aprobada por las Cortes Españolas.

9. **1965** Empiezan las obras.
1969 se termina la construcción del nuevo cauce.

10. **Riada el 18 de junio de 1972,** llenó el nuevo cauce de orilla a orilla.



Mapa con la situación actual del cauce del río Turia, en azul. Situación Torres de Serranos (■)

VALENCIA  Proyectos para el antiguo cauce.
s. XX - s. XXI
Cauce en la actualidad.
CAC (Ciudad de las artes y las Ciencias)

1971. El viejo cauce era propiedad estatal en esos momentos, con la reforma del PGOU de Valencia para adaptarse al Plan Sur y a instancias del Ministerio de Obras Públicas se proyectó que el espacio del cauce fuera ocupado por una autopista de 28 metros de ancho y todas las conexiones para distribuir el tráfico por la ciudad.

1976 se crea la comisión Pro cauce, integrada por numerosos colectivos profesionales y vecinales, que popularizan el que sería el eslogan aglutinador de la voluntad general:

“El llit del Turia es nostre
i el volem verd”*

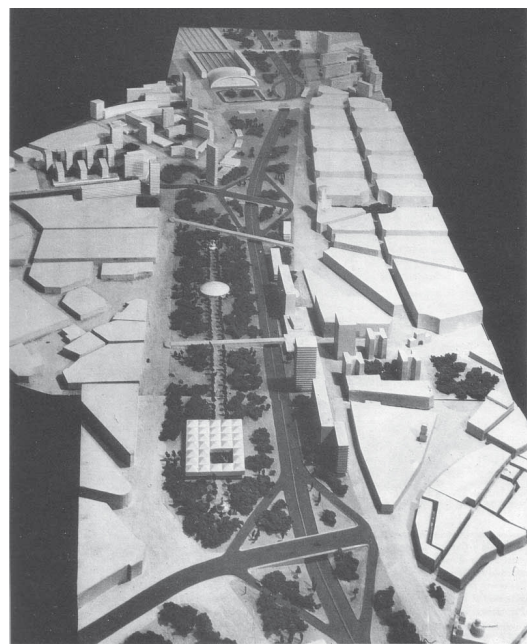
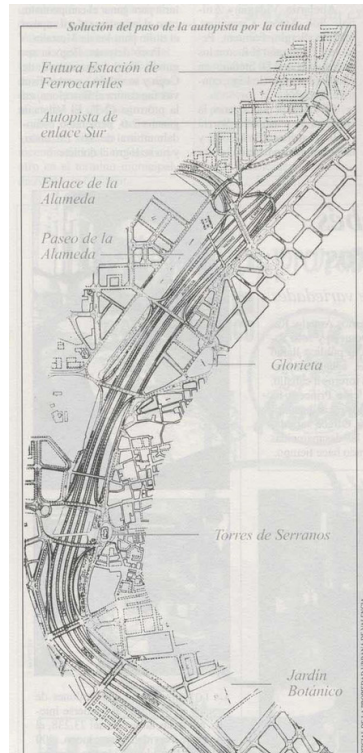
*"El cauce del Turia es nuestro y lo queremos verde"

1 de diciembre (1976), el Rey Don Juan Carlos firma la cesión gratuita al Ayuntamiento de Valencia de los terrenos procedentes del antiguo cauce del Turia con una extensión de 1.193.217 metros cuadrados. El Estado se reserva 170.000 metros cuadrados cercanos a la desembocadura.

1978, 7 de diciembre, convoca un concurso de ideas para la redacción del Plan Especial del Parque Urbano del río Turia.

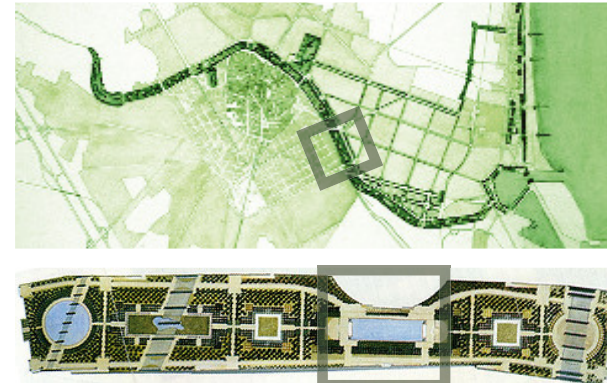
1979, marzo, se celebran las primeras elecciones municipales democráticas. Diciembre, se falla el concurso declarándose desierto el primer premio.

1981. El Ayuntamiento firmara el contrato con Ricardo Bofill por valor de 12 millones de pesetas por el cual se desarrollaría el plan urbanístico del viejo cauce. El proyecto fue presentado en 1982 y su realización se ha alargado hasta la actualidad, quedando pendiente la conexión del ahora llamado Jardín del Turia con el Puerto y el mar.



Proyecto de autopista rechazado

para el cauce del Turia.
Arriba, mapa. Bajo, maqueta.



Jardines del Turia

1988, Valencia, España
Programa diseño de parque urbano, con plantaciones, fuentes y estanques, un jardín botánico, equipamientos deportivos y culturales.
cliente: Ayuntamiento de Valencia
superficie 15 ha

El diseño se basa en el ajardinamiento, con la permanencia del agua en puntos clave para recordar la presencia del río. Este jardín se desarrolla a partir de bases geométricas que, desde el eje longitudinal central, definen las diferentes zonas y ordenan el espacio y los recorridos. Los diversos recintos definidos por esta geometría y rodeados por vegetación tienen diversos tratamientos: espacio público monumental, jardín botánico, equipamiento deportivo, etc.



Puente del mar.

Jardines del Turia

Proyecto, Ricardo Bofill.
Maqueta, izquierda.
Plano, derecha.

Maqueta izquierda.
Fotografías satélite, derecha.

Ampliación zona, "Palau de la música"

ricardobofill.es

Cauce del Turia.

60's-80's



Río Turia. 1967



Río Turia. Años 70.



Cauce verde. Años 80.

PC | PARQUE DE CABECERA
2002-2004

ARQUITECTOS:
Arancha Muñoz,
Eduardo de Miguel,
Vicente Corell y
Joaquín Monfort.

El agua, elemento vertebrador del Bosque de Ribera, actúa de punto de referencia visible desde cualquier área del parque.



Fotografías del parque de cabecera.
Fuente: Valencia.es

El viejo cauce del Turia dota en la actualidad de un gran pulmón verde a la ciudad de Valencia.

El antiguo curso del agua está presente en todo el recorrido del cauce; olvidar que el viejo cauce un día llevó agua sería un error no permisible para una ciudad con una historia tan harta en riadas como la nuestra.

VTM | Equipo "Vetges Tú - Mediterrania"
TRAMO 2. 1985-1989

El agua era un elemento fundamental del proyecto. «Cuando empezamos -rememora Tito Llopis (Vetges Tú)- era obligatorio dejar a cada lado un canal para el agua. Todavía existía riesgo». Y lo vivieron de cerca, porque en 1985, cuando empezaron los trabajos, se registraron unas lluvias intensas y entonces los colectores no estaban terminados. En el margen izquierdo se dejó una sección que hubiera permitido el paso del agua y en el tramo I se había previsto un lago para laminarla con la función de recoger el agua y cuando el nivel subiera, abrir las compuertas. Había un sistema de bombeo para impulsarla y que circulara hasta el final del cauce. Por una parte, podía absorber el agua en una virtual crecida del Turia y por otro se mantenía el curso del agua hasta el final. Pero en los tramos siguientes no se mantuvo.

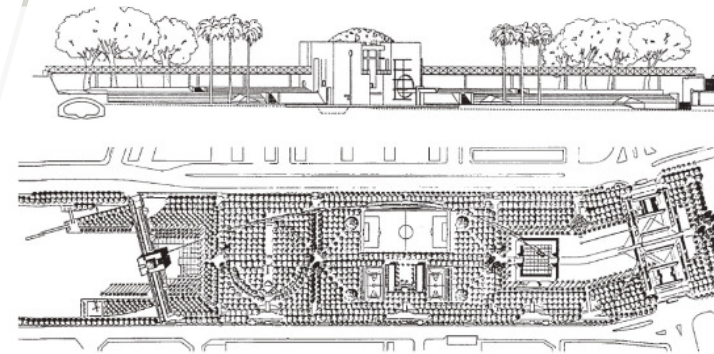
Declaraciones para **Levante-emv.com**



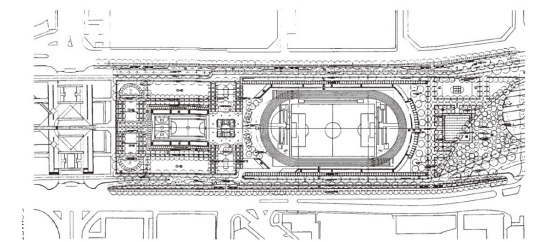
TRAMO 1 |
Es un pequeño segmento desde el puente Nou d'Octubre a la Casa del Agua. (T2, VTM).

T4-5-6 | Zona forestal - Deportiva
Tramos 4 a 6
1988-91

Entre 1988 y 1991 se fueron urbanizando otros tramos de manera definitiva con usos forestales (T4 y 5, Consellería de Agricultura) o con usos deportivos (Rugby, T5, Béisbol T6)



Tramo 2. **Vetges Tú - Mediterrania.**



TRAMO 3 |
Equipamientos deportivos. Entre ellos, una gran pista de atletismo.



Santiago Calatrava
1991-1995



T7-8-9

Tramos 7 a 9
1989

TRAMOS 7-8
Bosques urbanos.

TRAMO 9
Espacio polivalente.
Mutiactividades.



Fotografía aérea, tramos 7 a 9.
Puente del Real en primer plano

RB Ricardo Bofill

1988
Jardines del Turia
Tramos 10-11

Santiago Calatrava
2004 - 2008



G Gulliver

1990
TRAMO 12
Espacio lúdico-infantil

Arquitecto:
Rafael Rivera

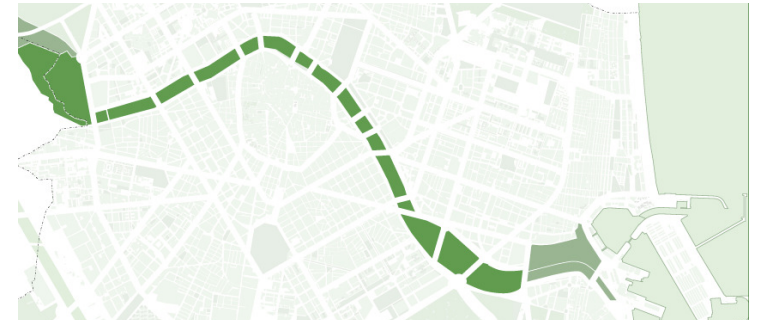
Artista fallero:
Manolo Martín con un diseño de Sento Llobell.



En previsión de inundaciones, se diseñó el vaso del Gulliver con un sistema de drenaje para evacuar las aguas.



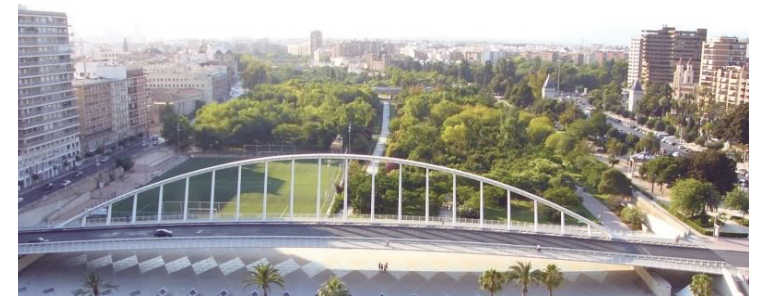
Maqueta. Proyecto, 1982.



Cauce verde. Valencia. 2011



Puente Nou d'Octubre. Terminado 1989.
Santiago Calatrava.



Puente de la Exposición. Estación de metro. 1991-1995
Santiago Calatrava.



Puente de l'Assut de l'Or. Construcción 2004 - 2008
Santiago Calatrava.

CAC

“La Ciudad de las Ciencias”

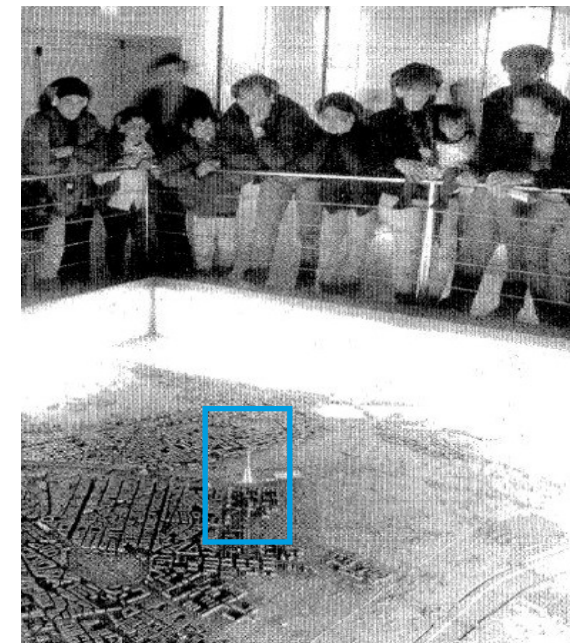
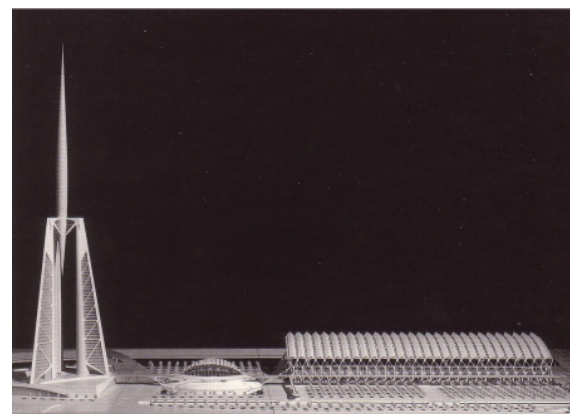
Primer nombre con el que se dio a conocer el proyecto que finalmente se convertiría en la realidad actual, en este enclave, esta vez como “Ciudad de las Artes y las Ciencias”.

TRAMOS 13 - 14 - 15 - 16

1989

El entonces presidente de la Generalidad Valenciana, Joan Lerma, asumió la idea de José María López Piñero, catedrático de historia de la ciencia de la Universidad de Valencia, de construir un museo científico en los terrenos del Jardín del Turia que lindaban con el camino de las Moreras.

El museo iba a ser el centro a partir del cual giraría un complejo, mitad cultural, mitad turístico, que iba a servir para “hacer de Valencia un lugar emblemático”, según expresó el propio Lerma en la presentación de las obras, dos años después. La Ciudad de las Ciencias, que era el nombre que el gobierno autonómico daba a la iniciativa, constaba de una torre de comunicaciones de 370 metros de altura -la tercera más alta del mundo en aquellos momentos-, un planetario y el museo de carácter científico.



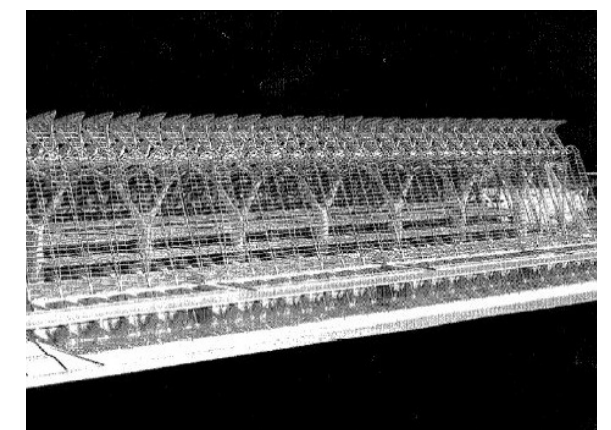
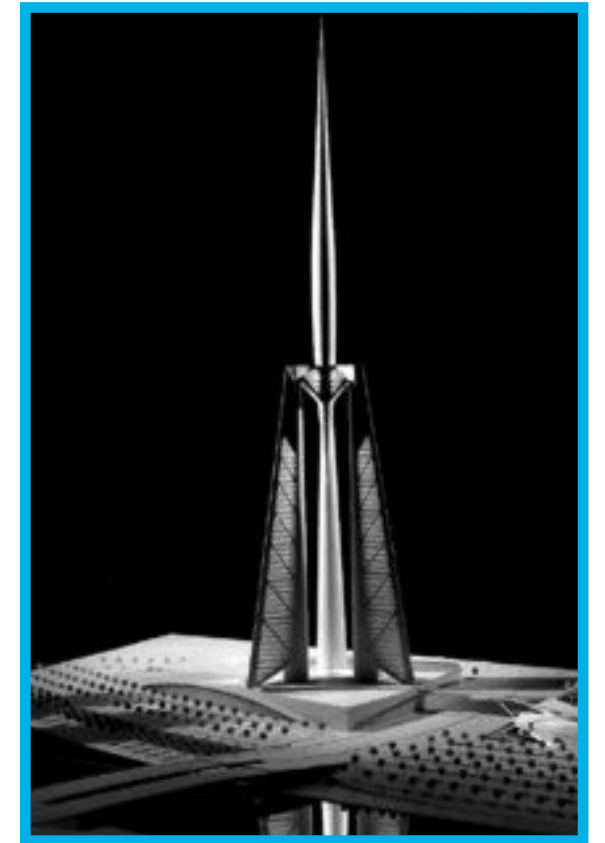
Maqueta, de “La ciudad de las Ciencias”, torre de telecomunicaciones, marcada en azul, hemisférico y museo de las ciencias de izquierda a derecha.

1991

El Consell aprobó la cesión de terrenos, cuatro meses después presentó el proyecto diseñado por Santiago Calatrava y, a finales de aquel año, dio luz verde a la constitución de una empresa pública que sirviera de puente para las concesionarias de las obras. Las obras se iniciaron a finales de 1994.

1995

Con las obras adjudicadas y los cimientos de la torre construidos, el PP accedió a la Generalidad y al poco tiempo detuvo el proyecto. José Luis Olivas, consejero de Economía y Hacienda, ordenó la paralización de las obras y anunció que el gobierno autonómico rediseñaría la Ciudad de las Ciencias “con una filosofía distinta”.



Maqueta, en detalle, Museo de las Ciencias.



1998 - 2011

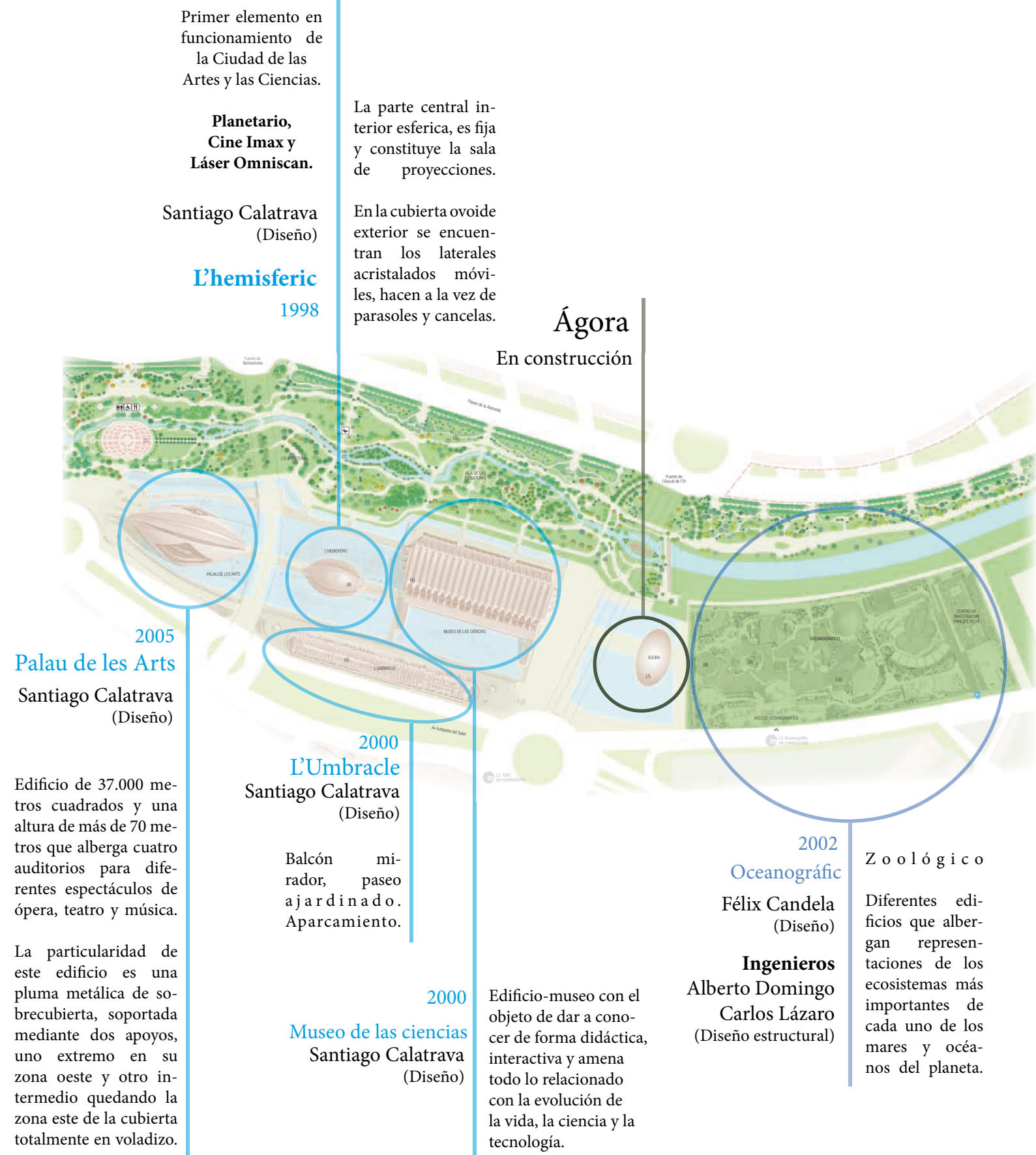
La redefinición del complejo añadía el arte a la ciencia para conformar, la Ciudad de las Artes y las Ciencias, que mantenía dos de los edificios proyectados por el gobierno de Lerma (el museo de las ciencias y el planetario), sustituía el icono de la iniciativa socialista -la torre-, por un palacio de la ópera y añadía un nuevo elemento: un parque oceanográfico (l'Oceanogràfic)-.

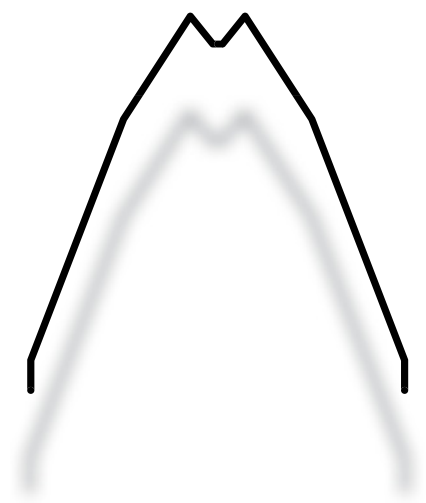
20 de Junio de 1996,

Calatrava una vez rediseñado su trabajo inicial, presentó su segundo proyecto, en el que él se haría cargo del diseño de tres de los edificios: L'Hemisfèric en forma de ojo humano, el Palacio de las Artes, y el Museo de las Ciencias. El hispano-mexicano Félix Candela, uno de los maestros del arquitecto valenciano, elaboraría el L'Oceanogràfic.



Panorámica de la Ciudad de las artes y de las ciencias. 2011





ÁGORA
ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO

ÁGORA

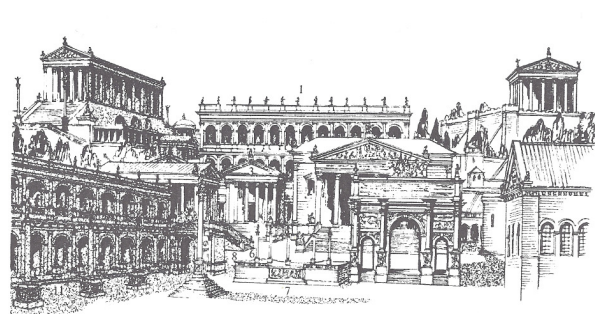
Del lat. medieval agora <gr. ἀγορά = asamblea ἀγείρω = reunir

Plaza pública en el centro de la antigua ciudad griega, rodeada de edificios oficiales y privados más importantes, destinada a celebración de asambleas de ciudadanos libres, transacciones mercantiles e incluso administración de la justicia. Venía a constituirse en el centro de la vida urbana.

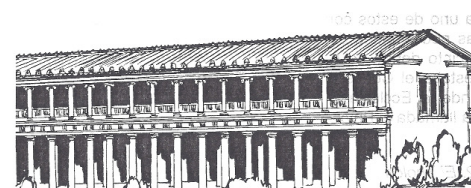
Vocabulario Básico de Arquitectura (1978). Ediciones Cátedra. **José Ramón Paniagua**



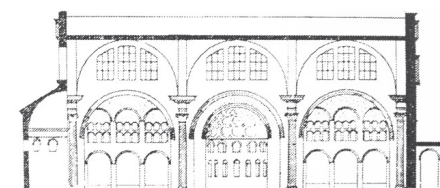
Maqueta del Ágora de Atenas.



Reconstrucción de un foro romano, según D. Yarwood.



Estoa griega
Reconstrucción de la estoa de Zeus, según D. Yarwood.



Basílica Romana
Sección Basílica de Constantino, según B. Fletcher.

Ágoras Clásicas

Griega

Es de allí donde viene la palabra y su objeto. Lugar de reunión al aire libre donde se realizaban transacciones y los negocios. Cada ciudad tenía una o varias, en ellas había mercados, salas de comercio y negocios.

Ágora de Atenas

Era una gran zona de terreno relativamente plano que poseía una serie de pozos de agua fresca. Los caminos que venían desde el puerto convergían allí.

Romana

Foro es el equivalente romano al Ágora griega. Ambos empiezan como mercados al aire libre, situados centralmente, y se desarrollan hasta formar elaborados conjuntos arquitectónicos, pero con diferencias.

El foro romano se definía como un espacio, con una simetría axial marcada, rodeado de pórticos, un gran templo en un extremo y gran variedad de edificios a que se disponían a su alrededor. Basílica, hileras de tiendas, comitium (reuniones políticas), curia (consejo municipal o Senado), macellum (mercado de la carne).

La Estoa griega.
Un antecedente histórico arquitectónico lejano, compartía muchas similitudes con la obra actual del Ágora de Calatrava.

Es una tipología edificatoria griega asociada al Ágora exterior griega, era mejor dicho, la alternativa a la plaza descubierta y cumplía una función similar. Eran dos pisos con cubículos destinados a comercios.

Tenía además gran variedad de usos públicos: políticos, económicos, financieros y filosóficos.

Basílica Romana.
La tipología romana de la estoa griega.

Era un área protegida cercana a la plaza principal (foro) donde se trataban asuntos de negocios o se celebraban juicios en tribunales allí dispuestos para tales fines.

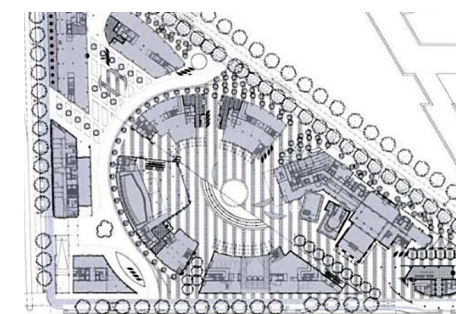


Vista aérea. Cúpula del Sony Center. Berlín. Helmut Jahn

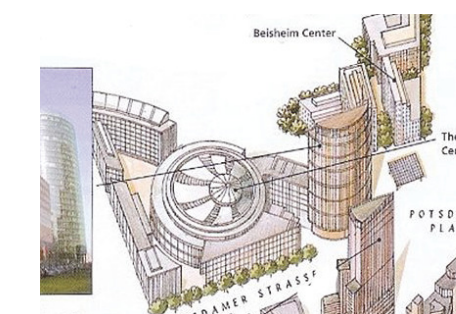
Ágoras Actuales

Atendiendo a la definición de Ágora podemos encontrar ejemplos de tipologías actuales similares a esta.

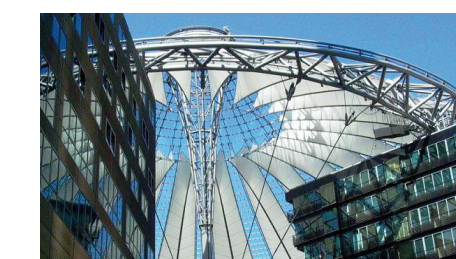
Las plazas como puntos de reunión públicos, son un buen ejemplo de ello.



Plano en planta. Sony Center.



Dibujo esquemático. Sony Center.



Lona tensada. Sony Center.

Sony Center.
1996–2000

Es un complejo compuesto por siete edificios y una zona central a modo de foro. Este foro es un espacio público en forma oval y comunica con las calles de los alrededores a través de pasos peatonales que desembocan en la plaza ocupada por cafés y restaurantes, destacando una “cúpula” de lona tensada. Así que es una plaza con uso ocio-comercial y además está cubierta, como la estoa griega o la basílica romana.



Simulación del proyecto, derecha, 2006, Ágora, en primer plano y rascacielos, en el fondo.

2006

La comisión del Ágora cambia de edificabilidad un espacio, el llamado manzana M1, a otro, el M3, porque el nuevo equipamiento sólo ocupará 5.000 de los 45.000 metros cuadrados previstos de uso terciario con lo cual los 40.000 pasan a la zona de los tres rascacielos. El concejal de Urbanismo, Jorge Bellver, dijo que el «Ágora es uno de los elementos arquitectónicos más importantes

de la Ciudad de las Artes y las Ciencias de 70 metros de alzada».

Este proyecto sufre variaciones y los rascacielos quedan fuera, aun así se prevé la terminación del Ágora para 2007 en la entrega de premios de la Copa América, cosa que no sucede.

2009

Se inaugura en noviembre de 2009 para el nuevo Open 500 de Tenis. Se entrega la estructura fija a la Generalitat Valenciana, a través de la mercantil C.A.C. S.A.

2011

A la espera de la finalización de la obra. Esta vuelve a manos de la UTE (LUBASA / CYES / ROVER ALCISA). Aunque se siguen celebrando eventos en su interior, como la CAMPUS PARTY.

Agora. CAC. Cronología

FICHA TÉCNICA

PROPIEDAD

CAC / GENERALITAT VALENCIANA

PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA

SANTIAGO CALATRAVA S. A.

CONTRATISTA

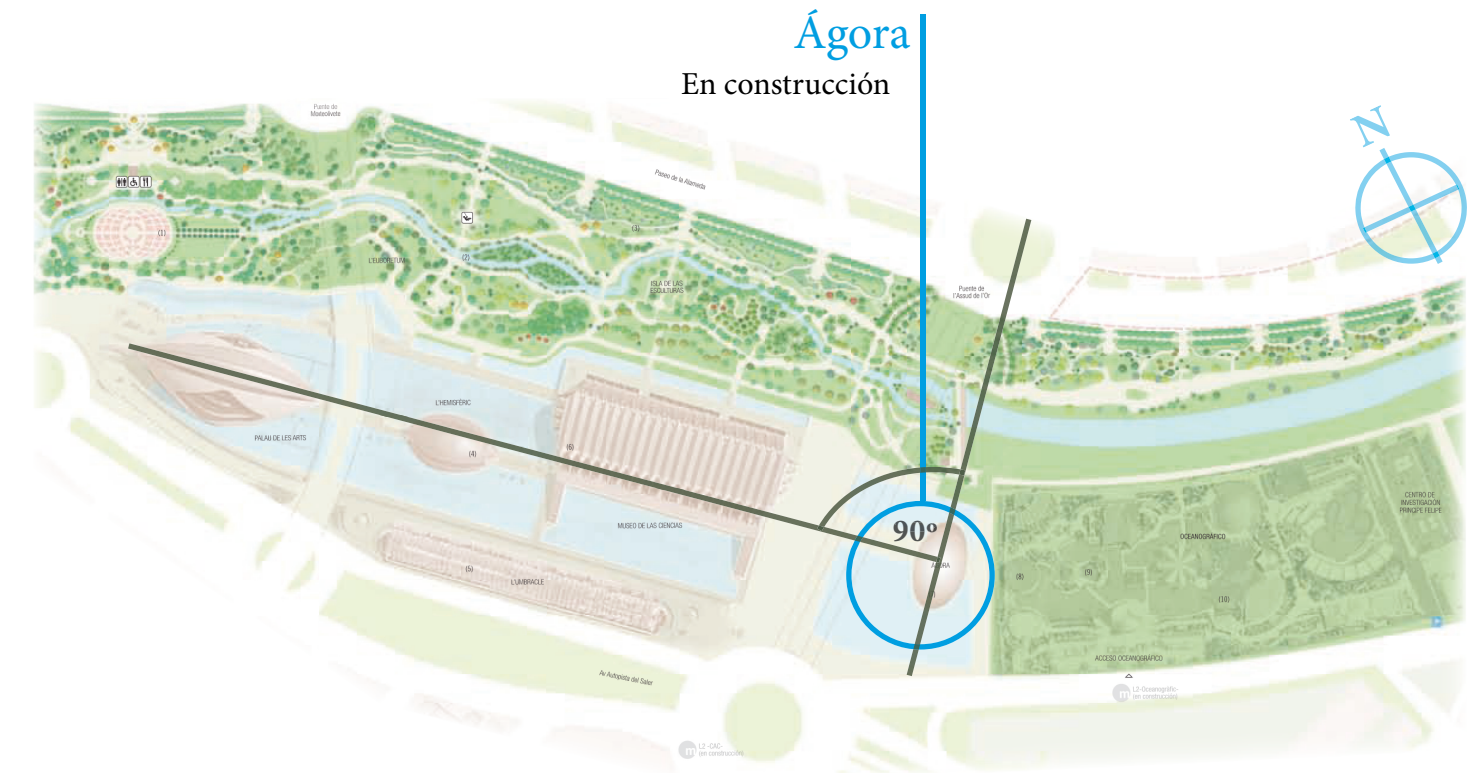
UTE-ÁGORA (LUBASA / CYES / ROVER ALCISA)

CUANTÍA DE ACERO EN ESTRUCTURA FIJA: 5842 TON
 CUANTÍA DE ACERO EN ESTRUCTURA MÓVIL: 1388 TON
 HORMIGÓN EN CIMENTACIÓN Y SÓTANOS: 3400 M³
 PILOTES PREFABRICADOS (0.4x0.4 M): 5200 M

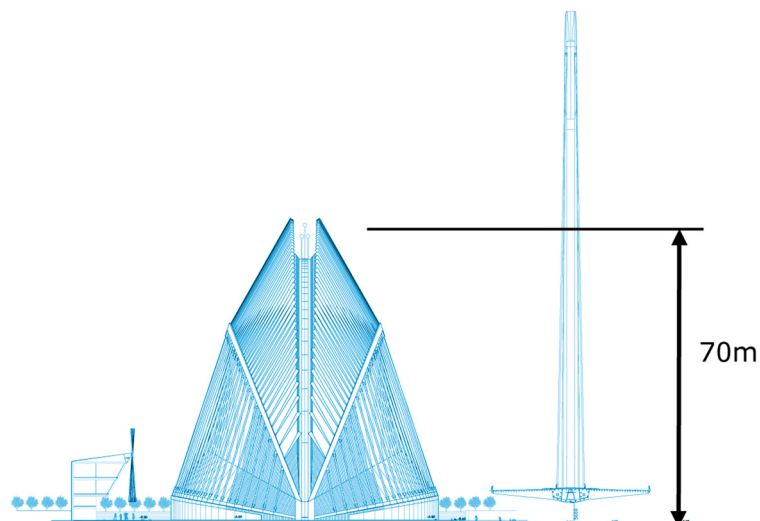
¿QUÉ ES?

Un edificio con un espacio multifuncional capaz de absorber un público numeroso y con una versatilidad tal que le permita acoger eventos de naturaleza diversa. A tal fin se proyecta el edificio del Ágora que consta de una gran sala diáfana de aproximadamente 5.000 metros cuadrados, sobre la cota -5.90. Este espacio conecta al sur con un semisótano donde se alojan los aseos para público, sala vip, servicios de instalaciones y almacenes.

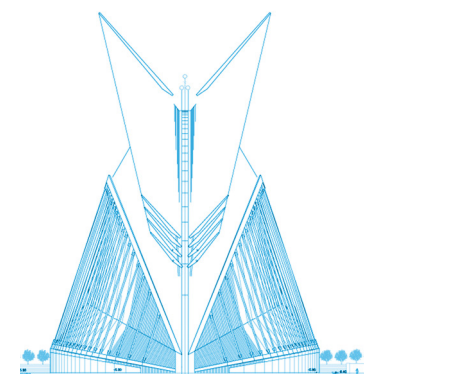
Extracto memoria descriptiva del proyecto de ejecución.



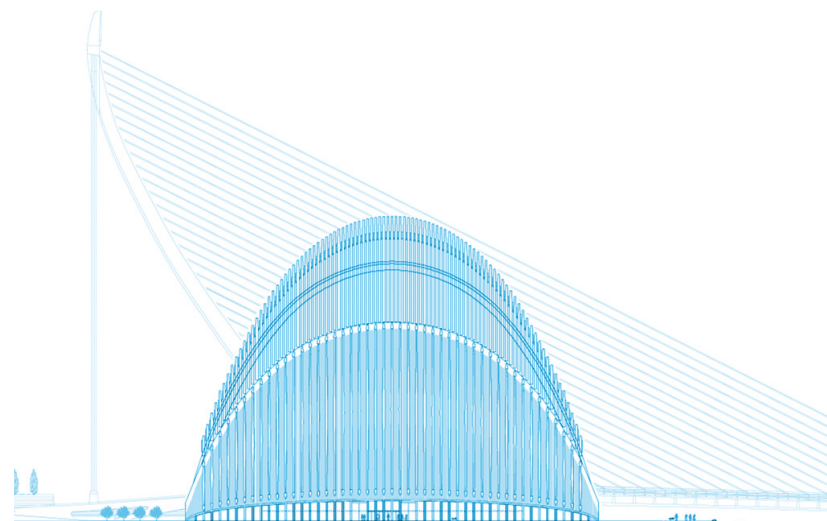
El Ágora supone la conclusión de la ciudad del complejo Ciudad de las Artes y las Ciencias, debido a ser el último edificio proyectado por Santiago Calatrava y a la forma de la parcela, éste, se dispone en perpendicular al resto. El acceso al mismo se realiza en este mismo eje.



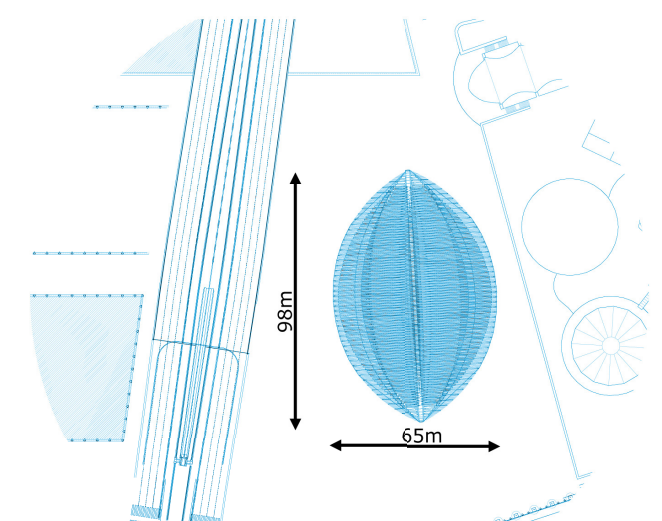
Plano. Alzado, fachada este. Briseleil cerrado



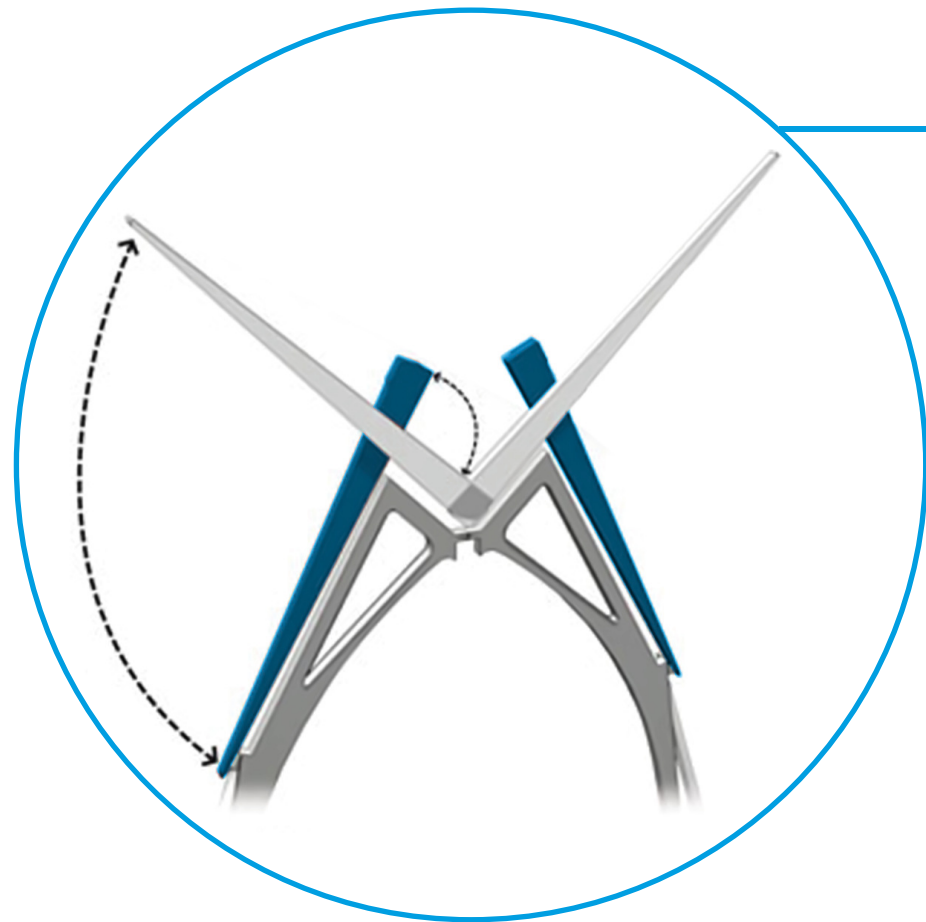
Plano. Alzado, fachada este. Briseleil abierto



Plano. Alzado, fachada sur. Briseleil cerrado

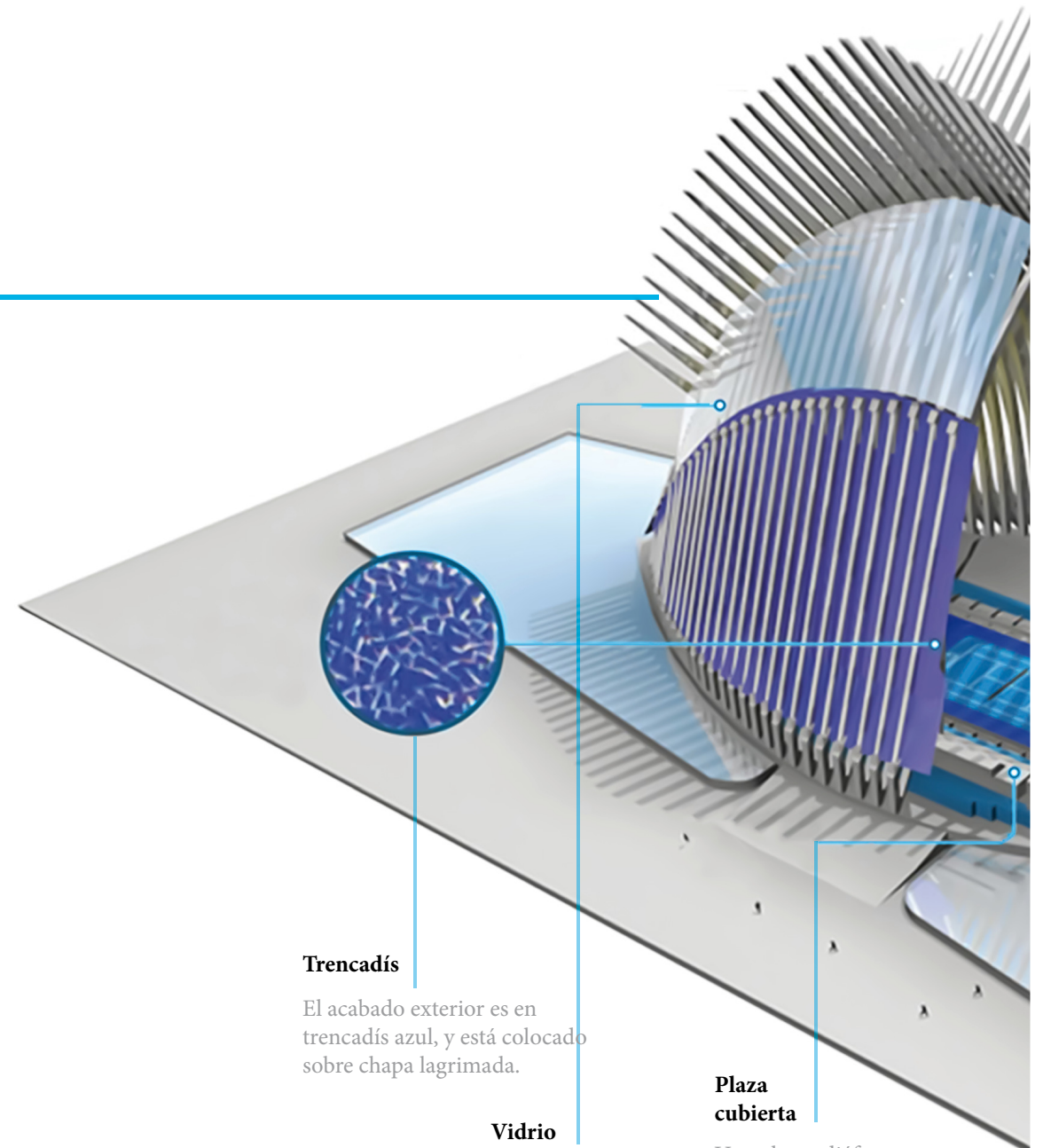
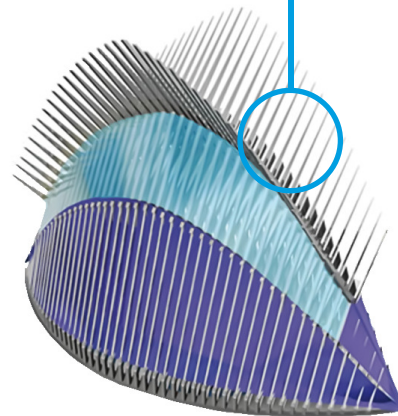


Plano en Planta



Brise - soleil

Lamas móviles, regulan la entrada de luz al interior.

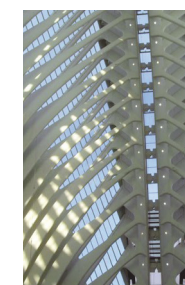


Trencadís

El acabado exterior es en trencadís azul, y está colocado sobre chapa lagrimada.

Vidrio

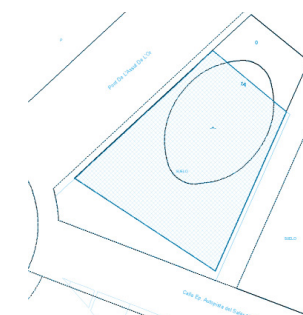
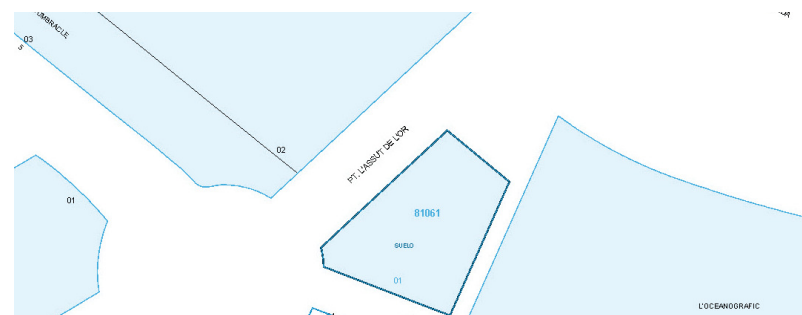
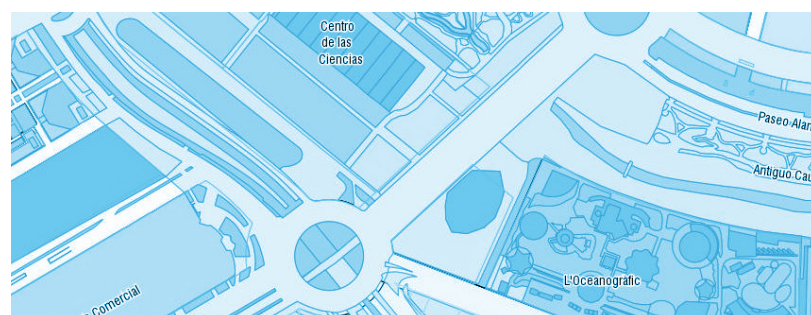
Con este revestimiento en la zona superior de la cubierta se dota de luz natural diurna al interior y superior como si de una catedral gótica se tratara.



Plaza cubierta

Una planta diáfana de 4.811 metros cuadrados, permite la realización de eventos diversos en su interior. En la imagen, pista de tenis del Open500, evento de inauguración del Ágora.

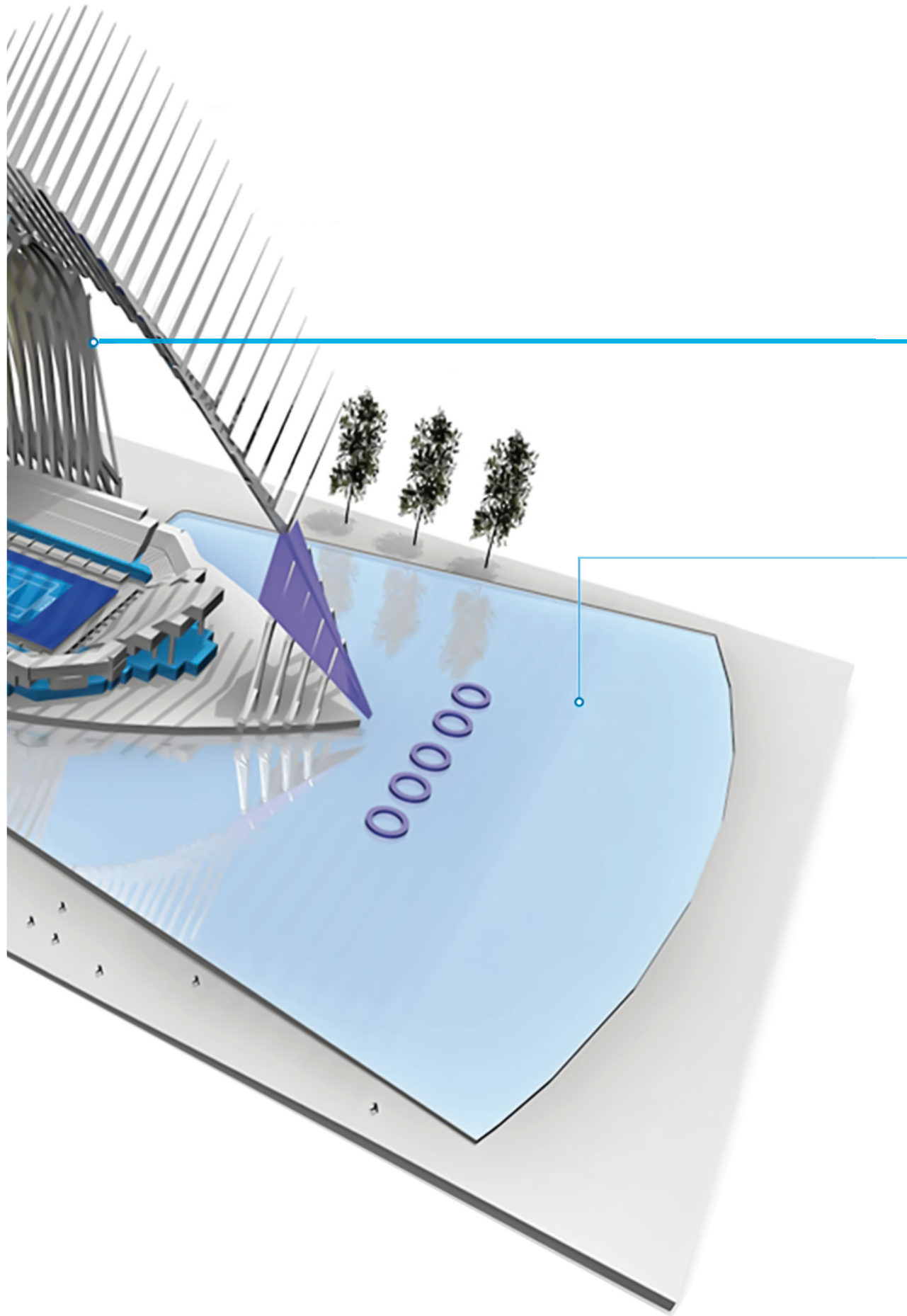
Descomponiendo el Ágora, ...



Planos de la parcela donde se ubica el Ágora

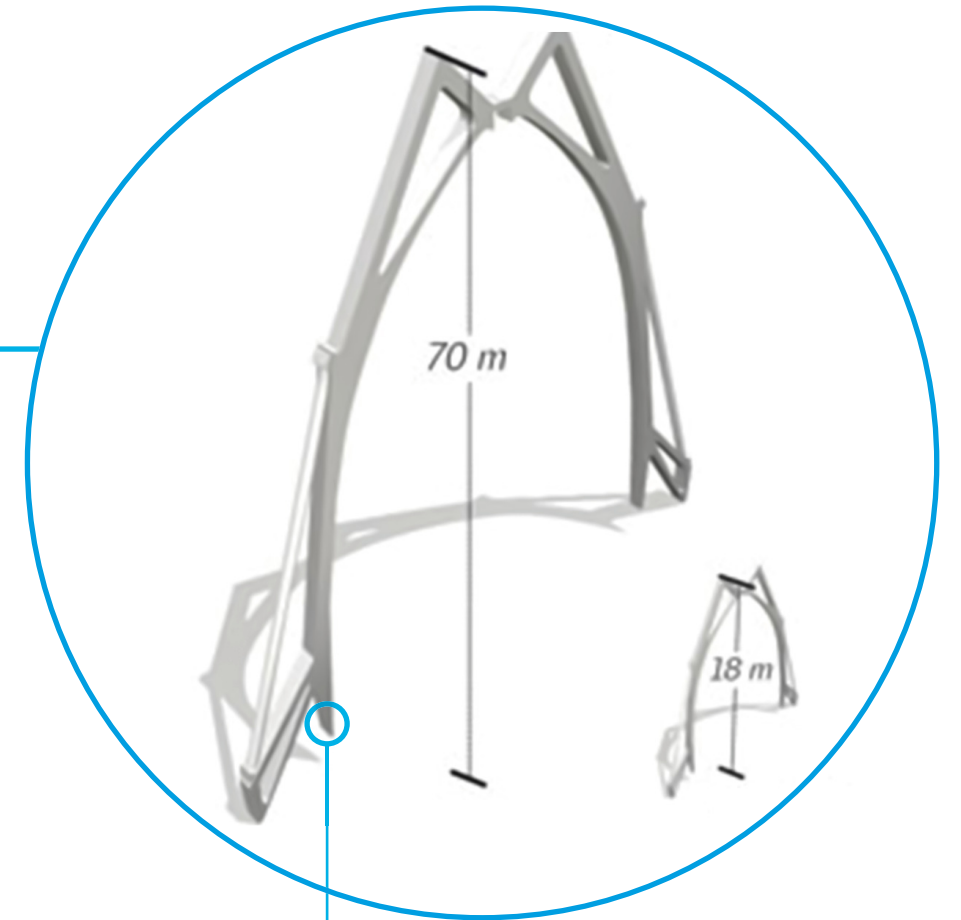
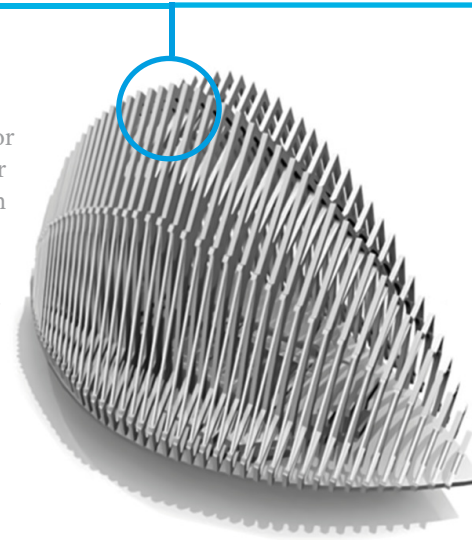
Se trata de una parcela de forma sensiblemente trapezoidal de unos 13.566 m2, en el que aproximadamente la base tendría 200 m y las alturas mayor y menor tendrían 135 y 50 m respectivamente.

<<Extracto memoria descriptiva>>



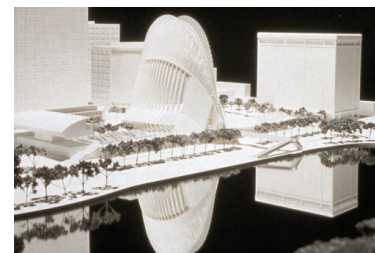
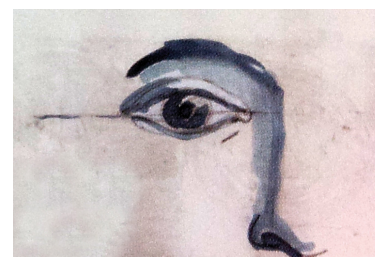
Pórticos

También llamadas costillas, por su similitud una vez colocadas. El mayor de 70 m y el menor de 18 m posibilitan la altura, espacio interior i silueta exterior del Ágora.



Estanques

Dos estanques, y un curso de agua adyacente recuerdan el antiguo paso del río por el cauce. La generación de simetrías de Calatrava mediante el reflejo en el agua, es un recurso que utiliza en esta obra y en l'Hemisferic para completar el ojo humano que sirve de inspiración para su diseño.



Arriba, derecha, bocetos de Calatrava, para l'Hemisferic. Bajo, simetría de la maqueta en el "lago Merritt", del proyecto de Catedral para Oakland, EEUU.



Fotografía, de bajo a arriba del elemento recortado, que sirve actualmente en la iluminación artificial interior.

Dos "cámaras laterales"

La forma de los pórticos en su diseño conformaban el símil de unas cámaras laterales como en una catedral, la necesidad de disponer de gradas en eventos, ocasiono que se debiera modificar el diseño y esta pieza del pórtico fuera recortada en tamaño.

Funcionalidad del Ágora

Cumple las exigencias que se solicitaron en su diseño, un espacio multifuncional con sala VIP y servicios de instalaciones audiovisuales para cubrir grandes eventos. El tiempo dirá si además de cumplir la normativa vigente es perdurable en el mismo, sin grandes desperfectos.

Programa de necesidades

En la actualidad vienen realizándose gran cantidad de eventos, algunos de ellos ya institucionalizados como L'Eclctic, en los distintos espacios exteriores e interiores de la Ciudad de Las Artes y de Las Ciencias, espacios, sobre todo los exteriores, que en gran medida no han sido proyectados para ese fin, por lo que se deben ejecutar instalaciones provisionales y elementos de arquitectura efímera que además de causar un impacto no deseable en las estructuras fijas, entorpecen e imposibilitan el uso de los edificios y viales afectados, no solo durante la duración del acto sino también a lo largo del tiempo de montaje y desmontaje, lo que puede duplicar el tiempo total de afectación..

Es por esto que surge la necesidad de contar con un espacio multifuncional capaz de absorber un público numeroso y con una versatilidad tal que le permita acoger eventos de naturaleza diversa. A tal fin se proyecta el edificio del Ágora que consta de una gran sala diáfana de aproximadamente 5.000 metros cuadrados, sobre la cota -5.90. Este espacio conecta al sur con un semisótano donde se alojan los aseos para público, sala vip, servicios de instalaciones y almacenes.

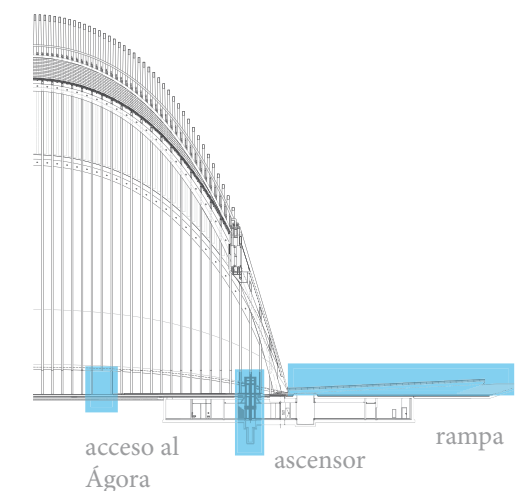
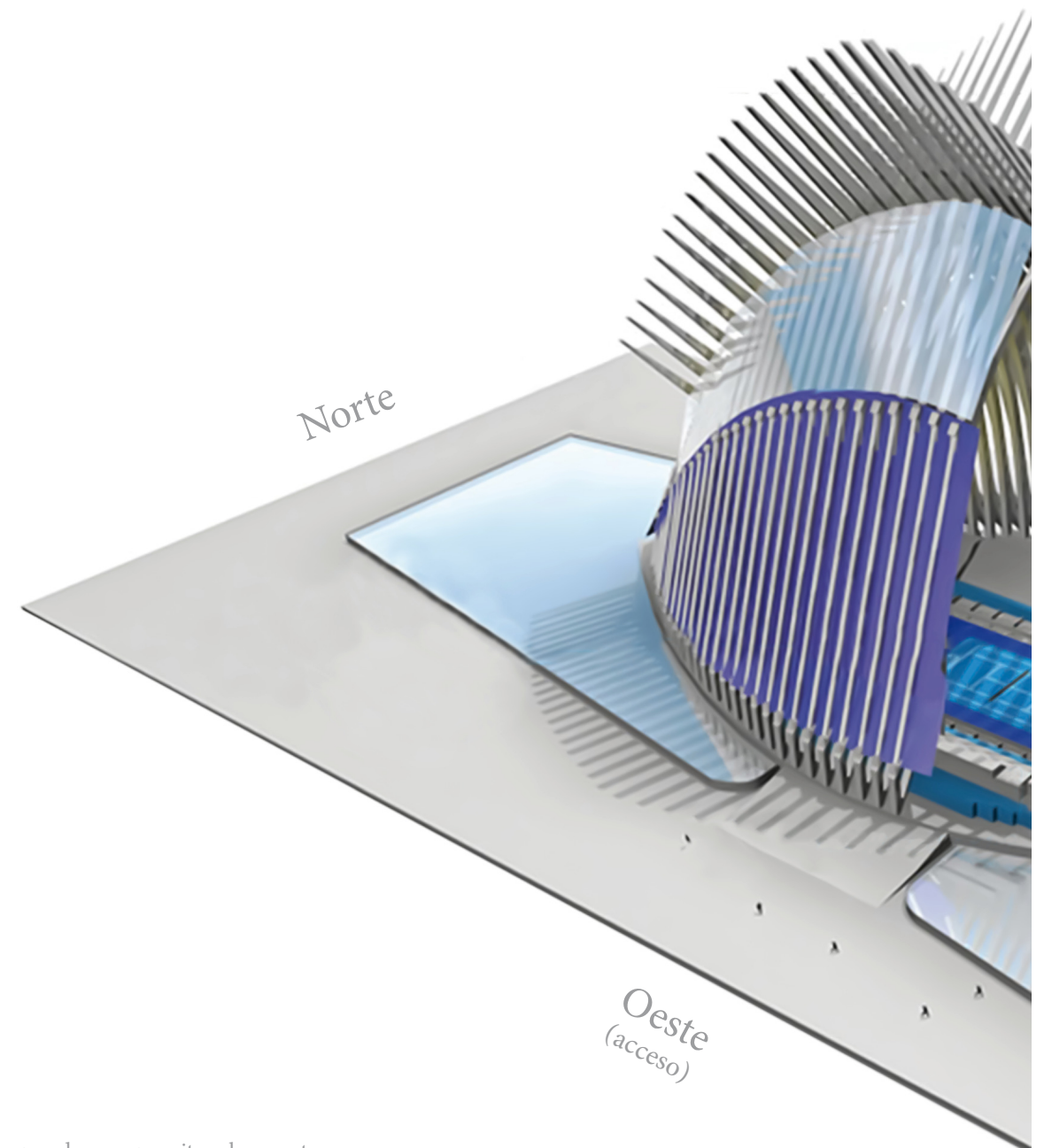
Accesibilidad

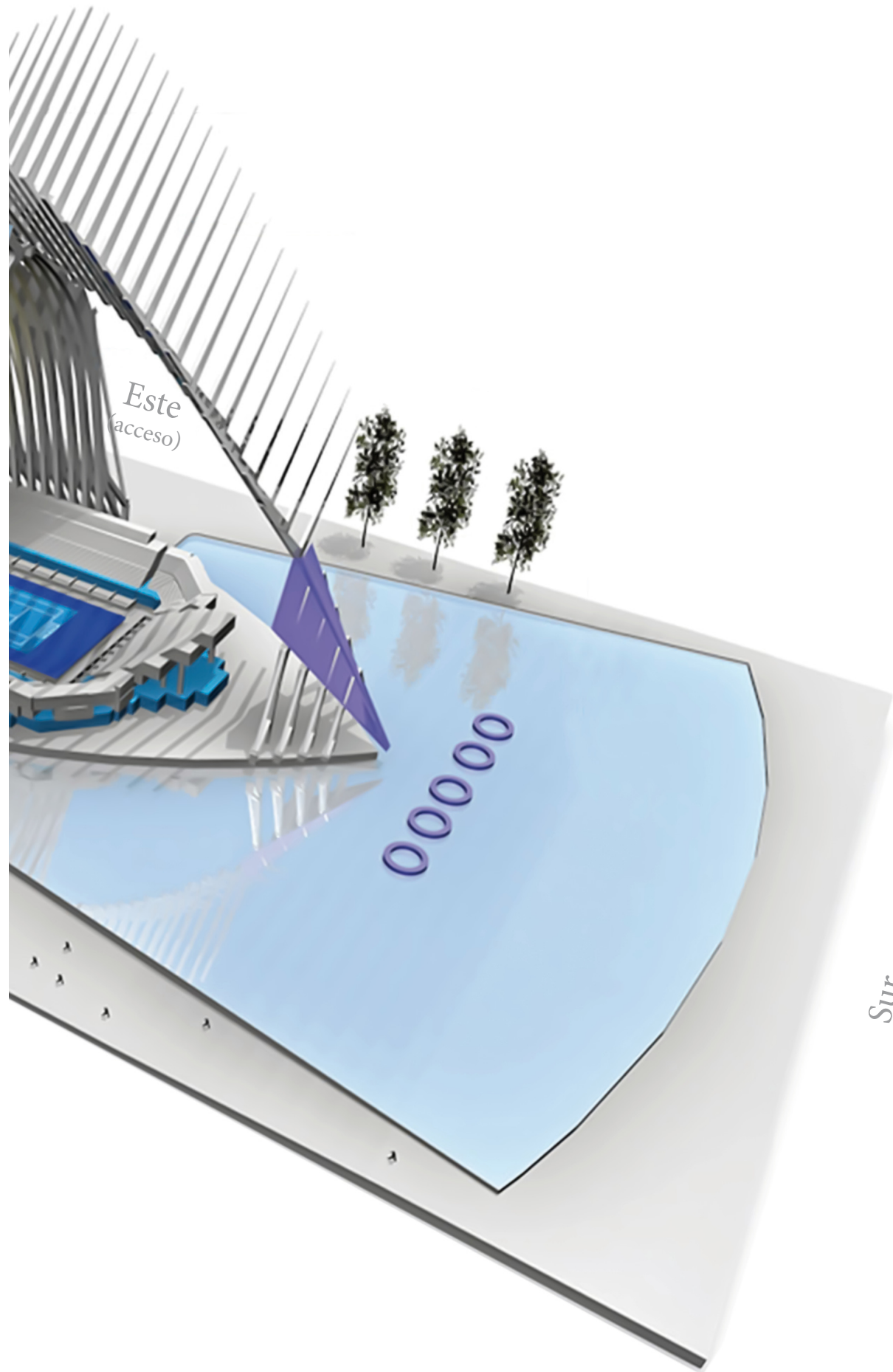
Los accesos a la parcela se realizan por dos rampas sitas al suroeste y sureste, cuya pendiente es menor al 6%, por lo que de acuerdo con lo expresado en el artículo 9º de la Orden de 9 de junio del 2004 no tendrá, a efectos de lo estipulado en las normas, consideración de rampas.

El acceso al Ágora para todo el público se realiza por sendas entradas situadas al este y al oeste del edificio, la entrada este se realiza a pie llano, la oeste cuenta con un pequeño desnivel de aproximadamente 50cm, este se salva mediante una rampa con una pendiente menor al 8 %.

La bajada a la zona de servicios se realiza por dos escaleras laterales y un ascensor adaptado circular de 1,60 metros de diámetro, con entradas con un ancho útil de 0.85m..

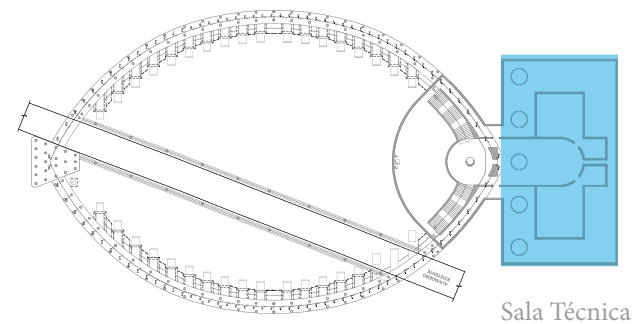
Se han previsto aseos adaptados, a razón de uno cada seis, tanto en los núcleos para mujeres como en los de hombres, el acceso a estos se produce por pasillos y puertas adaptados.





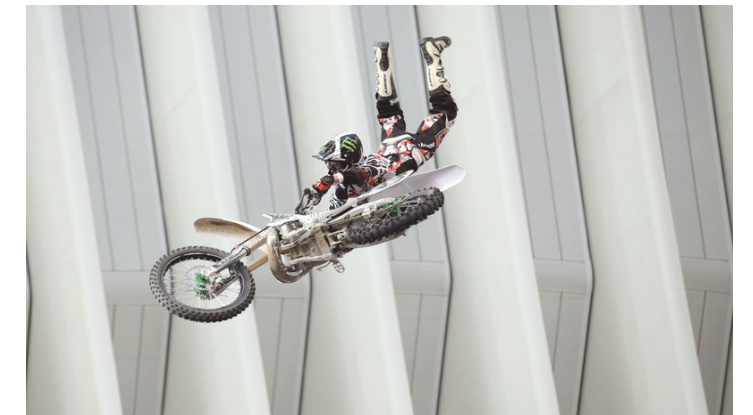
Instalaciones

- Electricidad:
 - o Media Tensión
 - o Cuadros Baja Tensión
 - o Iluminación y Fuerza
 - o Grupo Electrónico y SAI.
- Instalaciones Especiales:
 - o Megafonía
 - o CCTV
 - o Cableado Voz y Datos
 - o Cableado Audio
 - o Cableado Video
 - o TV
- Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado, tanto del Ágora como de las estancias anexas.
- Mecánica:
 - o Agua potable
 - o Aguas Residuales
 - Red de Aguas Pluviales
 - Red de Riego y Baldeo
 - Filtración Estanques

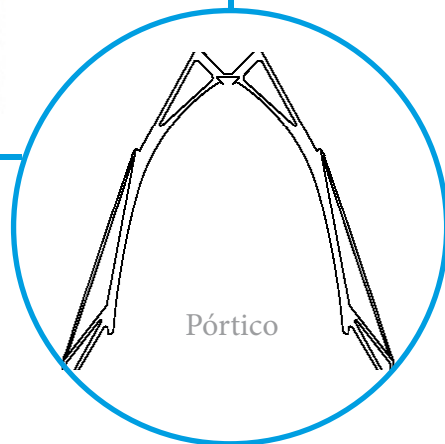
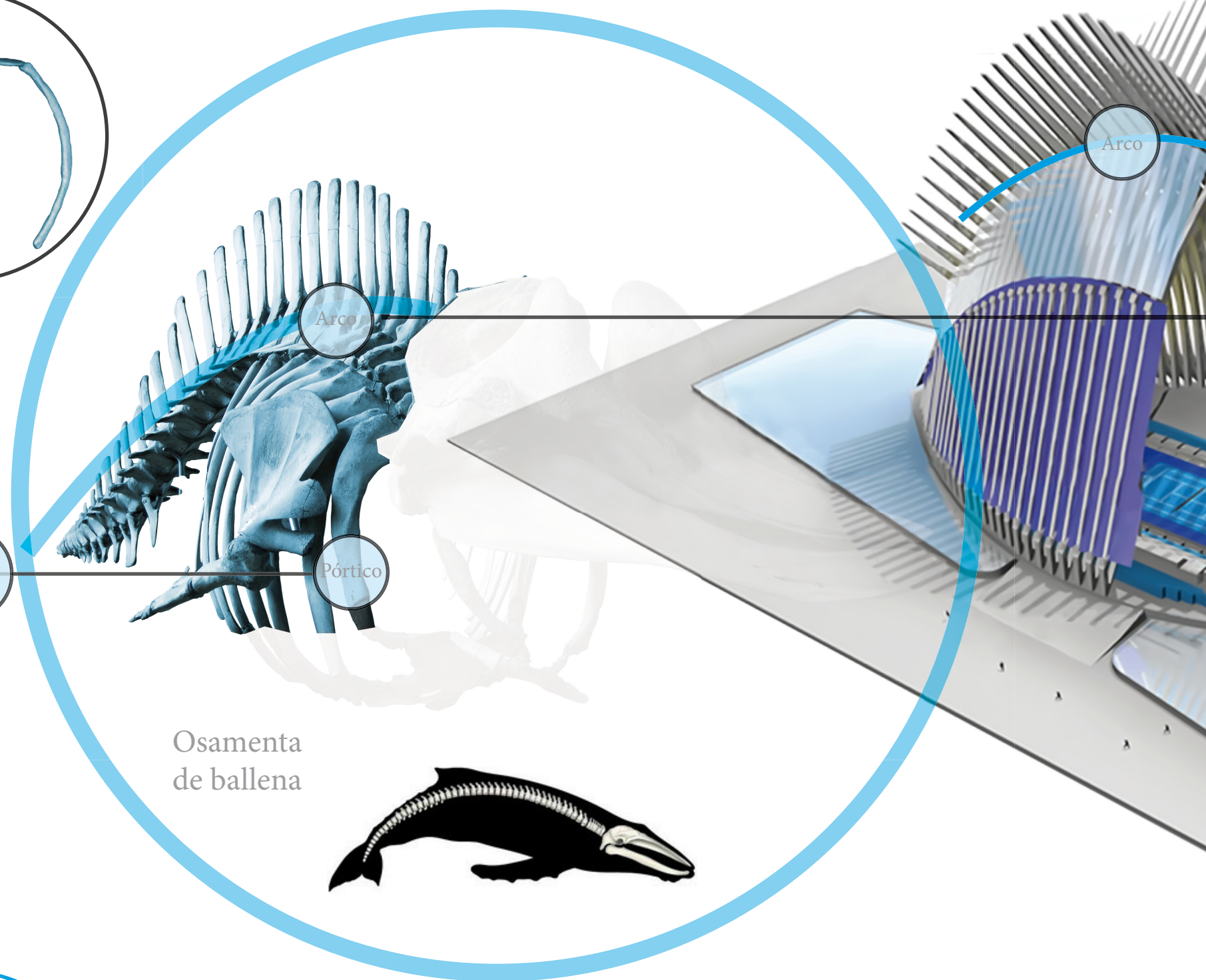
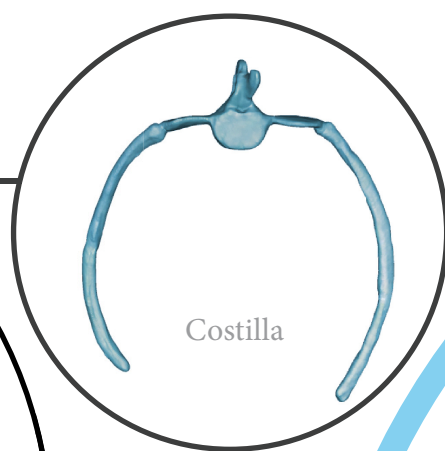
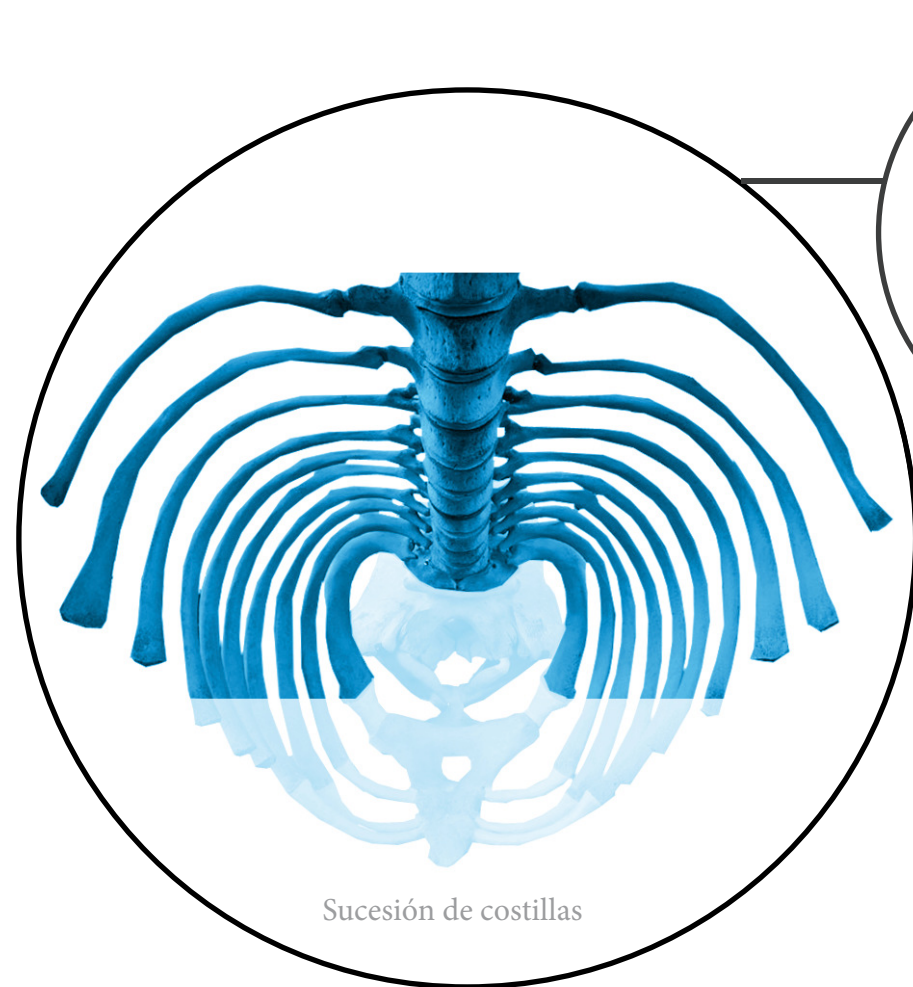


En la parte Sur del edificio se encuentra la Sala Técnica, de donde parten todas las instalaciones.

Eventos



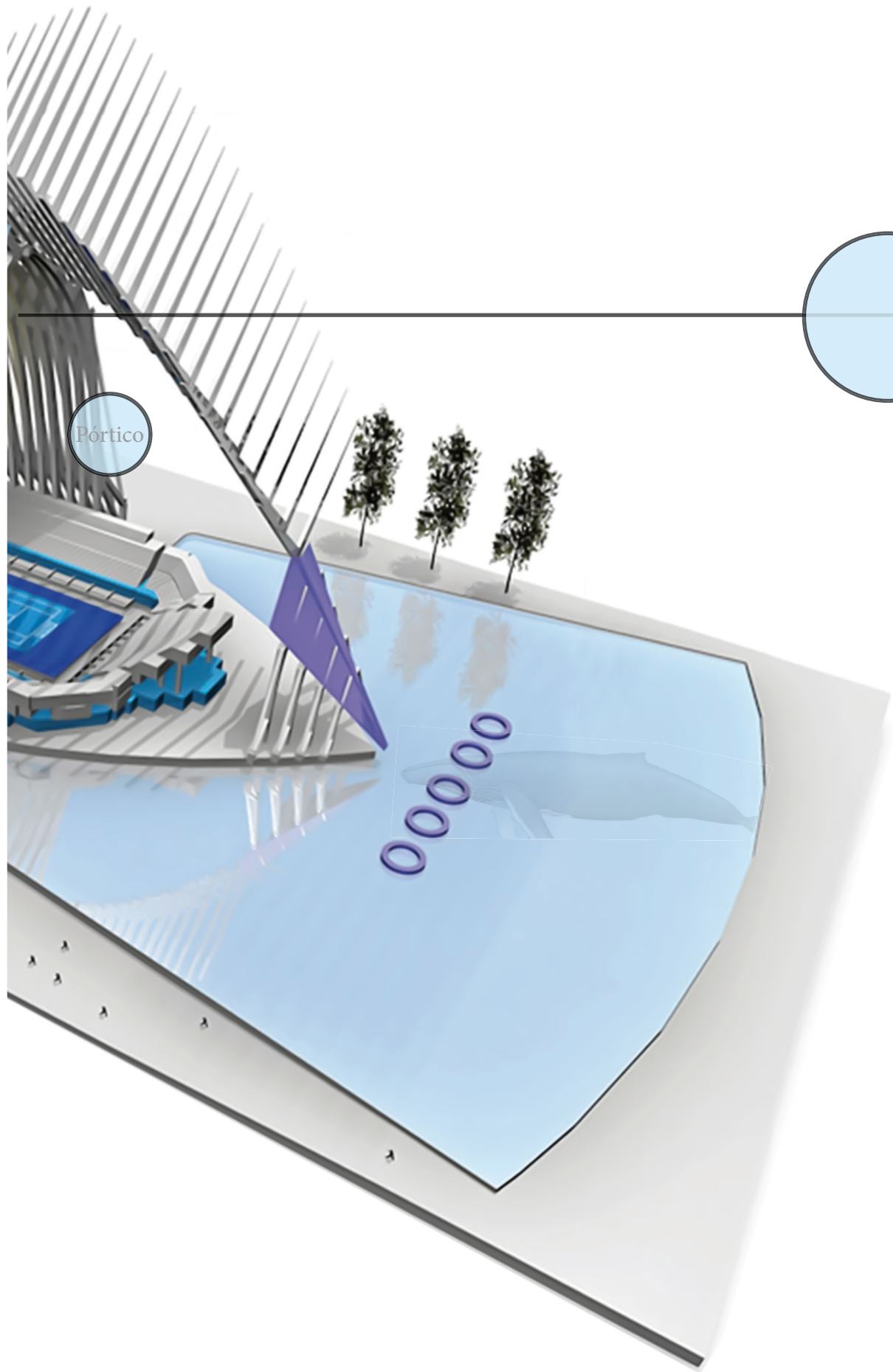
Fotografías de eventos en el Ágora. De arriba a bajo, Open500 de Tenis, copa de España de la Burn Freestyle 2010 y Valencia Fashion Week.



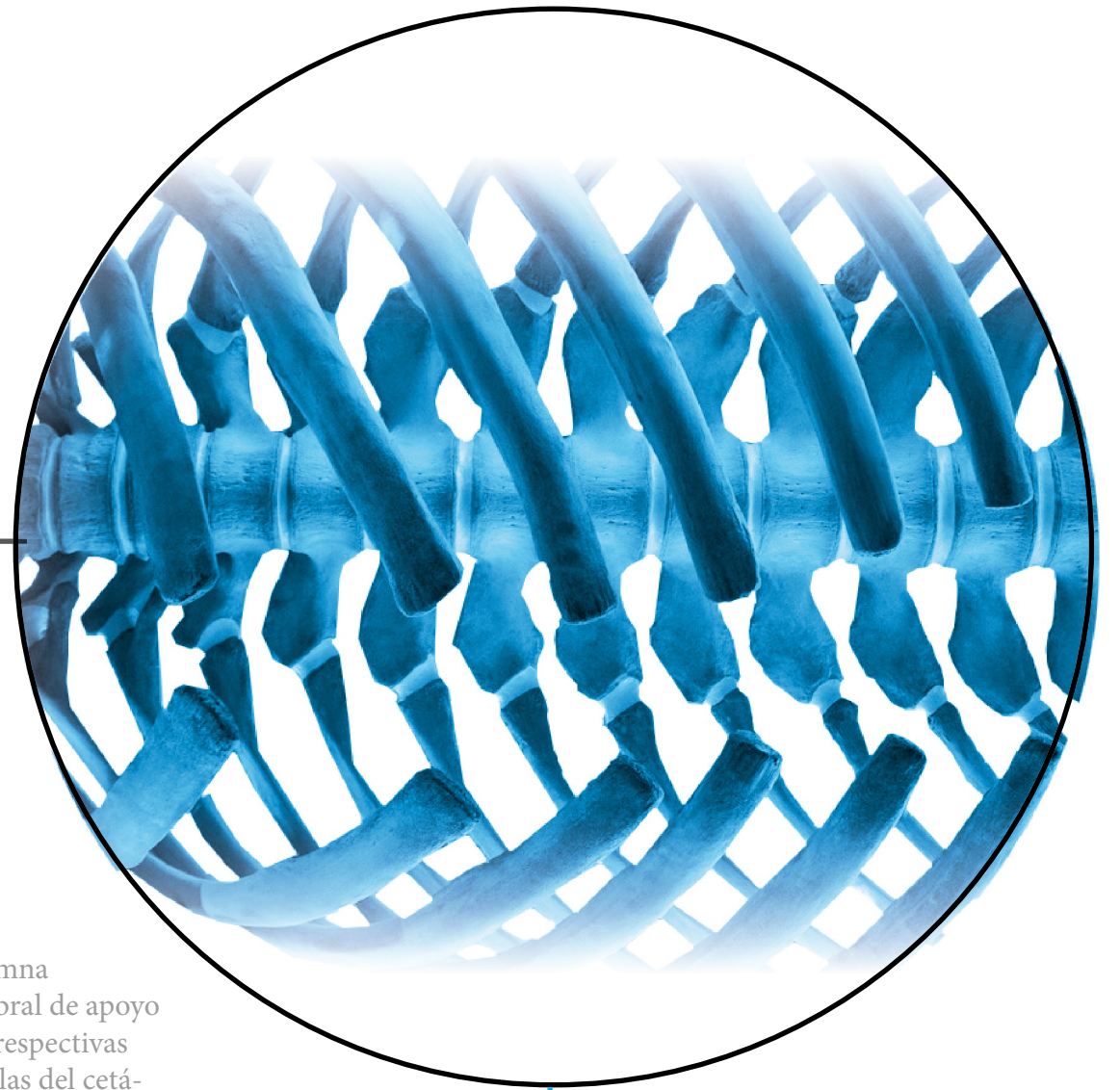
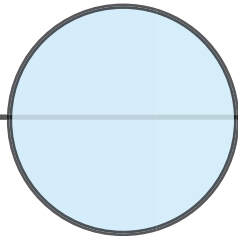
Osamenta de ballena

¿Qué se esconde detrás de un diseño?, ...

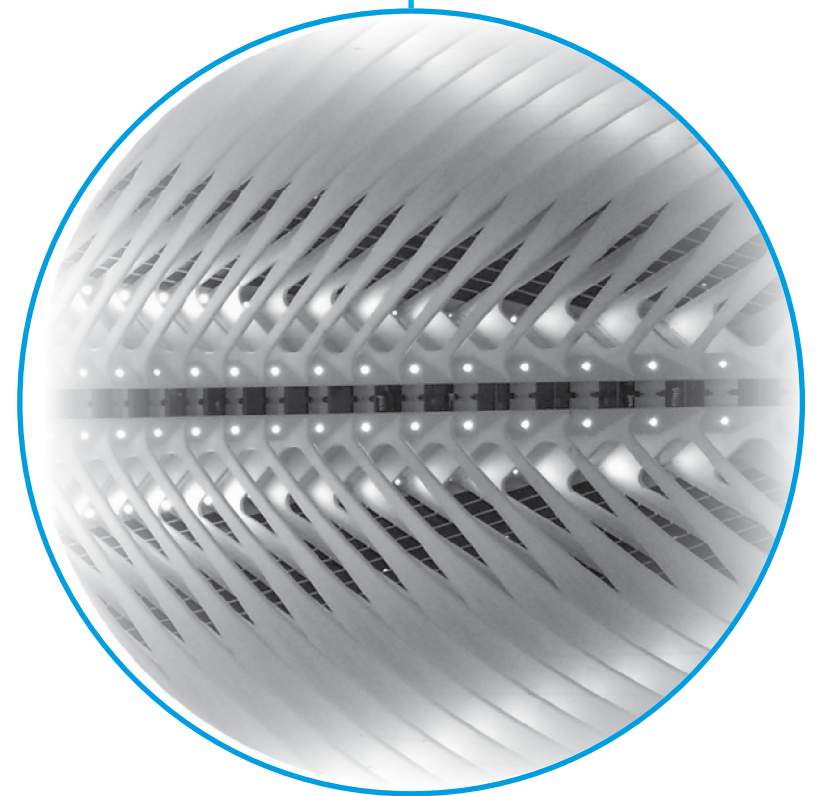
¿De dónde proviene la forma para el diseño de este edificio tan singular? Sin duda, encontramos parecidos entre la osamenta de un cetáceo y la estructura del Ágora. Para saber si esta inspiración ha llevado al autor a esta conclusión debemos remitirnos a él y a su obra. Santiago Calatrava Valls, como autor y especialista en cálculo estático, ha estudiado numerosas osamentas de animales y las ha reinterpretado en diversas estructuras metálicas y de hormigón armado. Según palabras de Manuel Alcaide, director técnico del Ágora y arquitecto de Santiago Calatrava S.A. en más de una ocasión se le ha llamado “osamenteros” a su estudio de arquitectura por el parecido de sus obras con osamentas animales (Museo de las Ciencias, Príncipe Felipe) o humanas (Turning Torso).



Pórtico



Columna vertebral de apoyo a las respectivas costillas del cetáceo.



Doble arco superior de apoyo de pórticos, visto desde el interior del Ágora



SANTIAGO CALATRAVA VALLS

Responsable del diseño del Ágora. Intentaremos hallar los referentes arquitectónicos sobre los que ha trabajado, sus ideas y las influencias que haya podido tener su formación académica y vital.

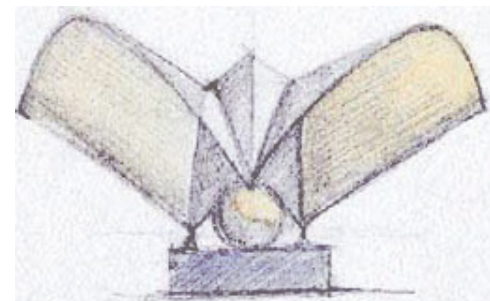
Arquitecto, ingeniero y escultor, nació en la localidad valenciana de Benimamet, a unos cinco kilómetros de la ciudad, el 28 de julio de 1951.

A los ocho años estudió en la Escuela de Bellas Artes donde empezó formalmente su preparación como dibujante y pintor. A los 13 años su familia le envió a París a través de un programa de intercambio estudiantil. De regreso a Valencia, terminó sus estudios escolares en el colegio de las Escuelas Pías, calle Carniceros, y se matriculó en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, donde se graduó como arquitecto y donde realizó un curso de post-graduado en urbanismo.

Poco tiempo después, se traslada a Zúrich, donde complementa sus estudios, estudiando Ingeniería Civil en la ETH, y doctorándose entre 1979-1981, en Ciencias Técnicas por el Departamento de Arquitectura de la ETH con la Tesis “Acerca de la Plegabilidad de las Estructuras”, y realizando su actividad como docente en el Instituto de Estática de la Construcción de la ETH, en el Departamento 1, y como profesor auxiliar en el Instituto de Estática Plana y Construcciones Ligeras de la ETH, Departamento 3.

Es en 1981, cuando abre su primer estudio de arquitectura e ingeniería civil en Zúrich, ciudad en la que reside actualmente.

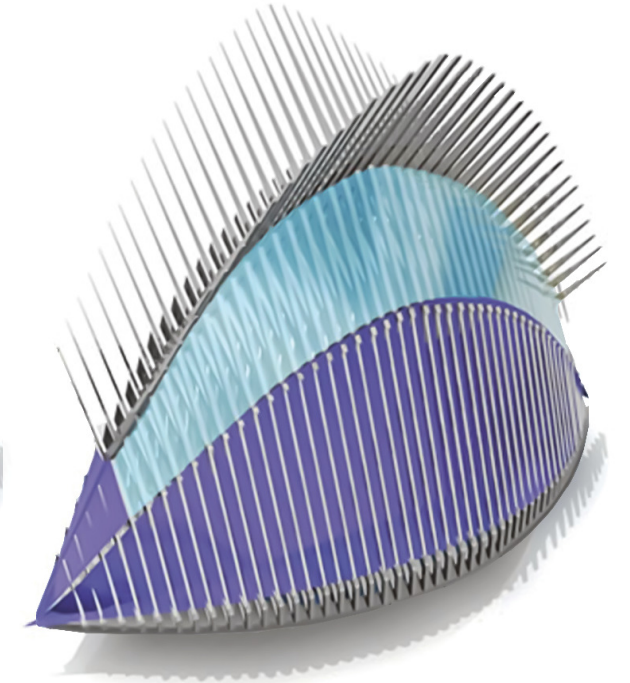
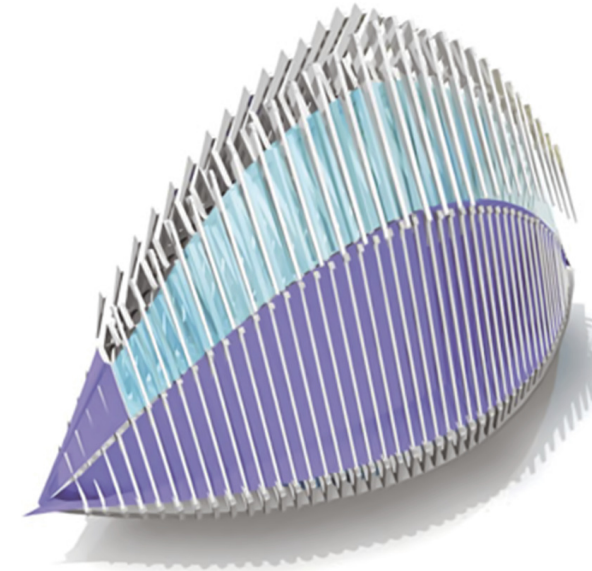
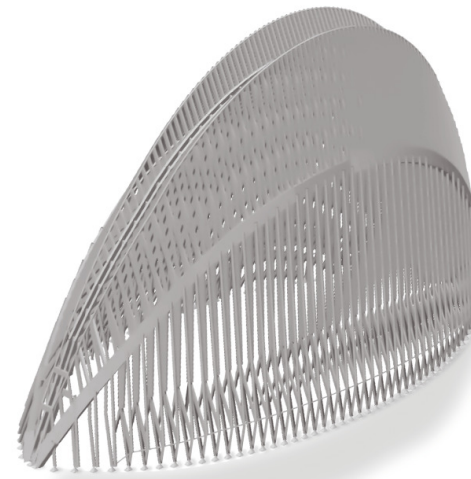
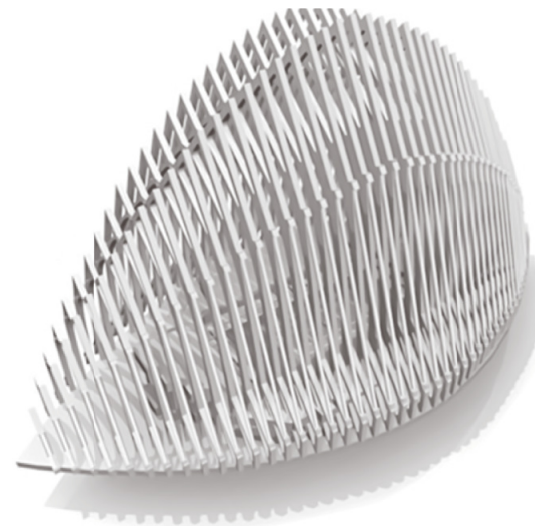
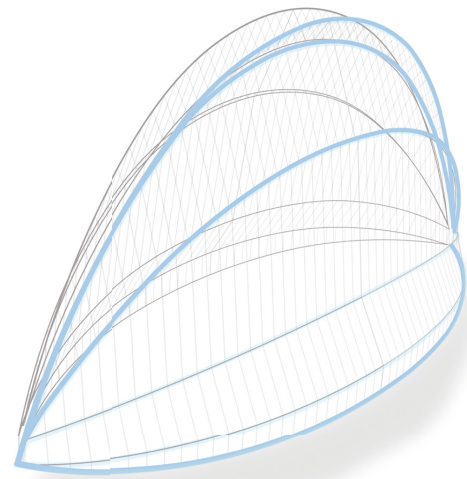
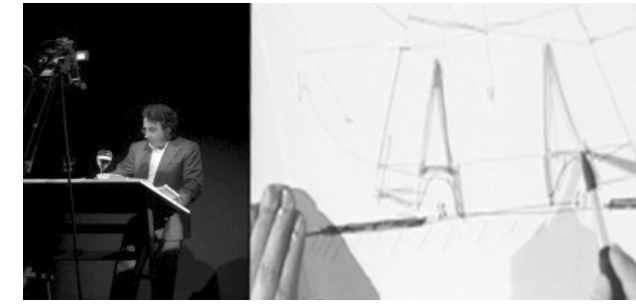
de la escultura a la realidad arquitectónica,



De arriba a bajo y de izquierda a derecha. Boceto con acuarela, escultura, Bird I, de 1986 y Estación de Lyon-Saint-Exupéry TGV.

Santiago Calatrava



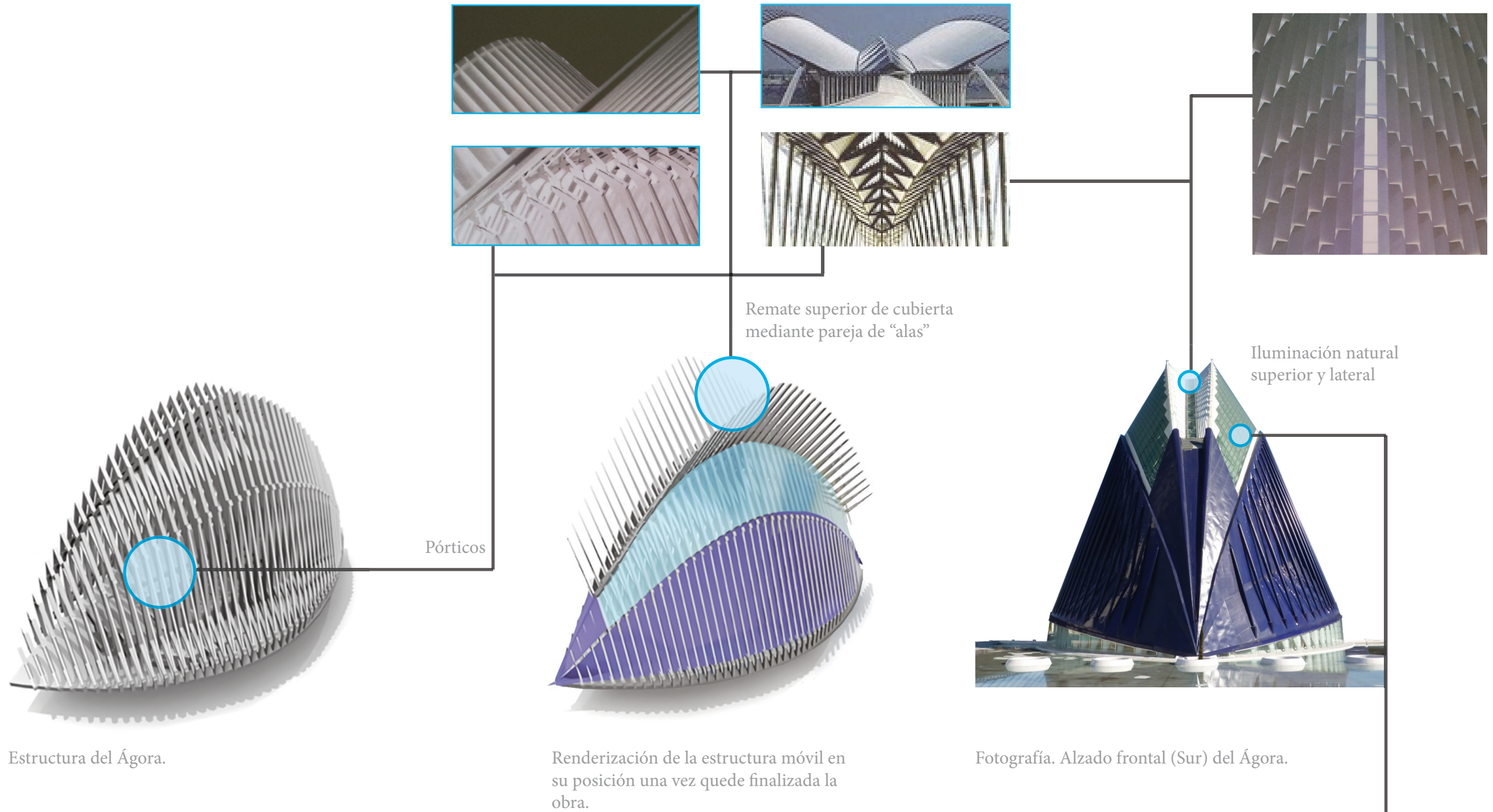


arte, arquitectura e ingeniería

en la vida de Santiago Calatrava van juntos desde sus inicios y se fusionan en sus obras.

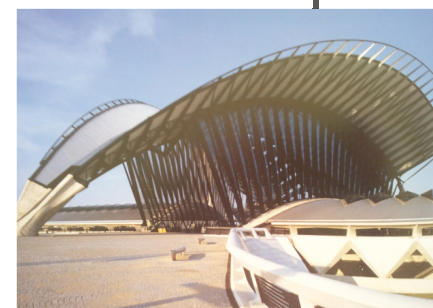
1951

	1959	1964	1968	1969	1974	1975-79	1979	1979 -81	1981	1982	1984 - 87	1985
Nace el 28 de julio en Benimamet, Valencia.	Inicia estudios en la Escuela de Artes y Oficios de Burjasot, Valencia.	Su familia lo envía a Francia en intercambio de estudios.	Termina la educación secundaria en Valencia.	Estudia en la Escuela de Bellas Artes de Valencia.	Título de arquitecto en la ETSA de Valencia.	Estudia ingeniería en la ETH de Zúrich, Suiza.	Contrae matrimonio.	Doctor en ciencias técnicas por el Departamento de Arquitectura de la ETH, Zúrich.	Oficina de Arquitectura e ingeniería en Zúrich, Suiza.	Miembro de la Asociación Internacional para Ingeniería de Puentes y Estructural, Zúrich.	El puente Bach de Roda - Felipe II de Barcelona le reporta prestigio internacional.	Exposición de su trabajo, con nueve de sus esculturas, en una galería de arte de Zúrich.



En busca de la forma del Ágora

Atendiendo a los proyectos y obras del autor encontramos similitudes con el Ágora en muchos de ellos, esto nos confirma el afán del mismo por perfeccionar o trabajar sin más, en el diseño de unas formas similares que sirven de recurso para sus obras y en las que podemos ver una evolución o una adecuación al edificio.

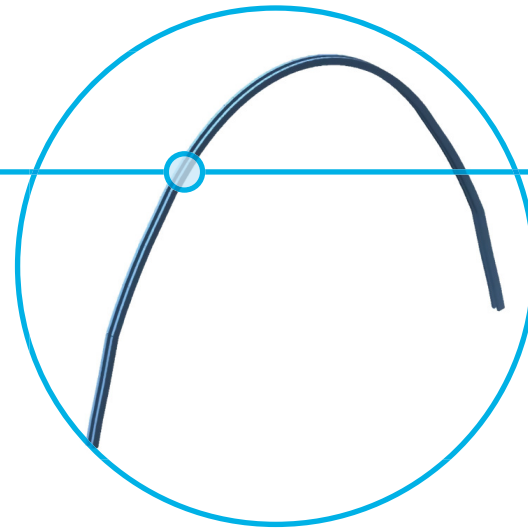
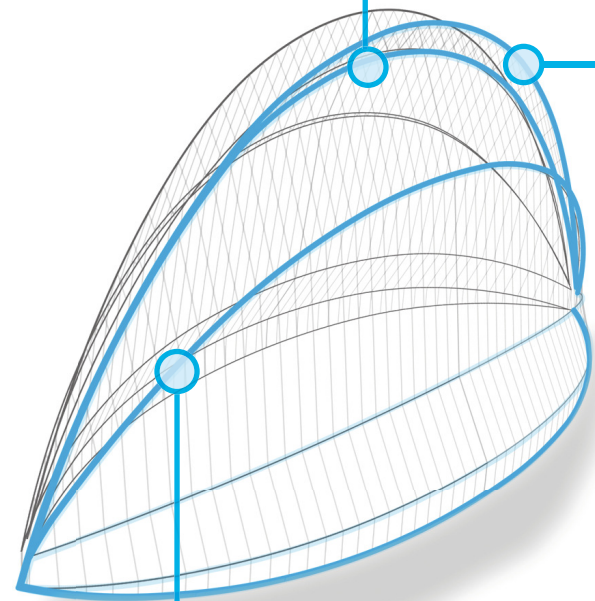


Derecha a izquierda, maqueta para el Intercambiador de transportes de Nueva York (adjudicado, en 2003, se encuentra en construcción), Estación de Lyon-Saint-Exupéry TGV. (1994). Vestíbulo de recepción de acero y vidrio, Milwaukee Art Museum.

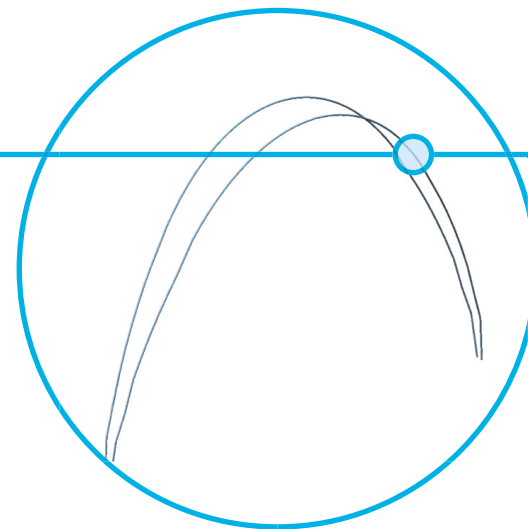


Los arcos del Ágora y sus formas nos remiten a arcos de puentes y edificios del autor

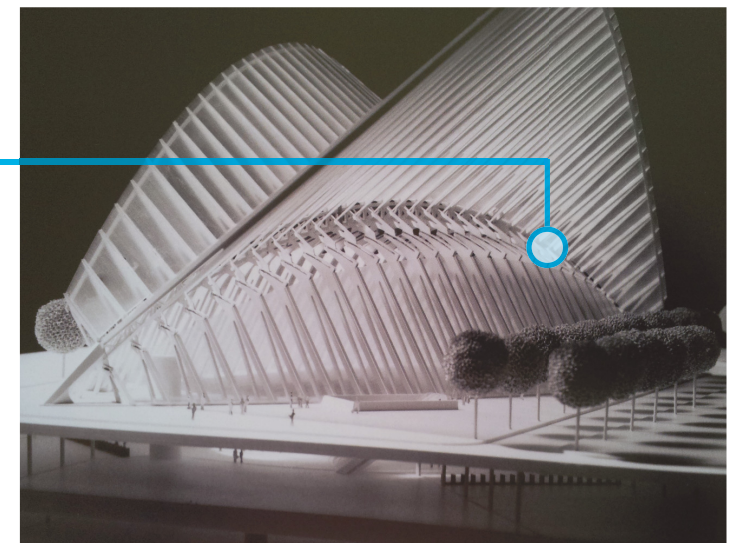
Ingeniería y arquitectura se unen en la búsqueda del diseño de Santiago Calatrava.



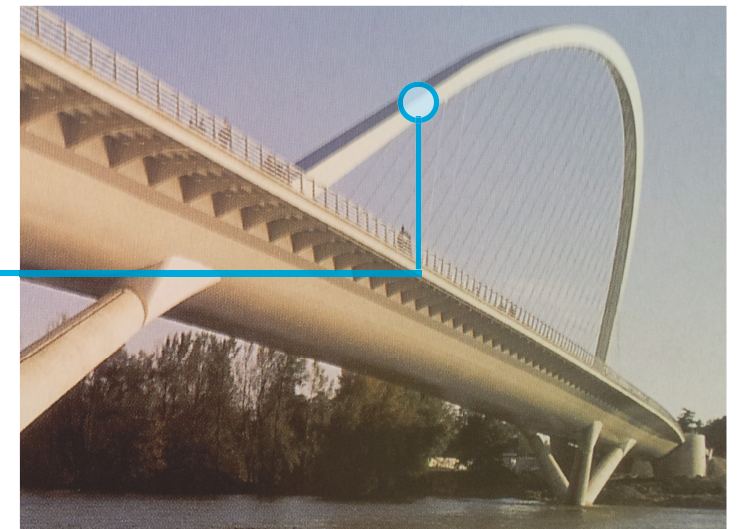
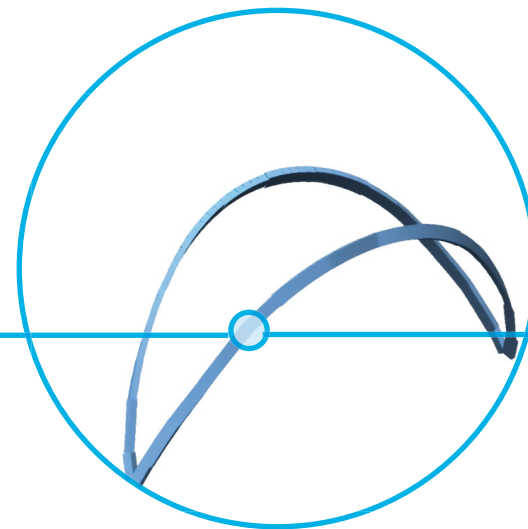
Puente de Reggio Emilia, Italia



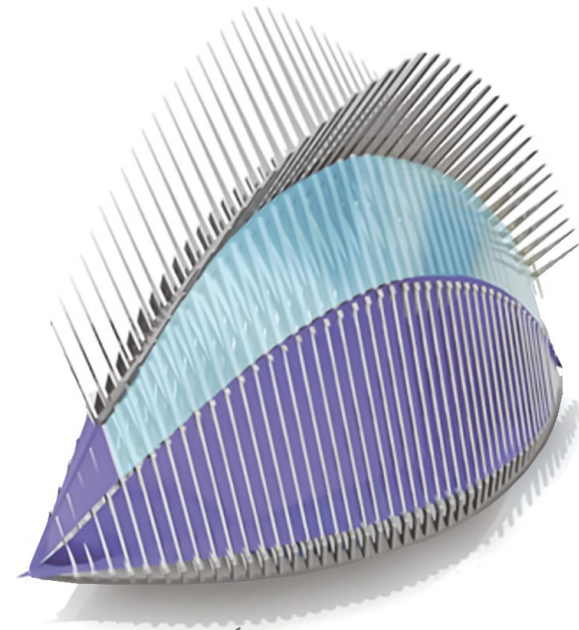
Si bien la forma del arco no es similar, si lo es, la función estructural del mismo, sirven ambos de apoyo a los pórticos.



Intercambiador de transportes, Nueva York, EEUU.



Puente de Europa, Orléans, Francia



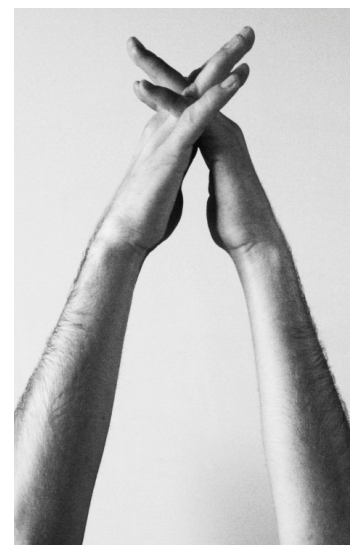
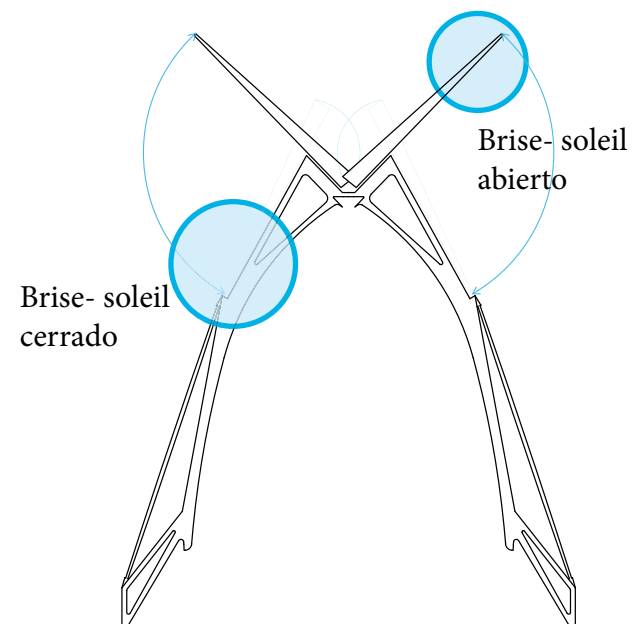
Render Ágora terminada



Fotografía, manos entrelazadas

Dos manos entrelazadas

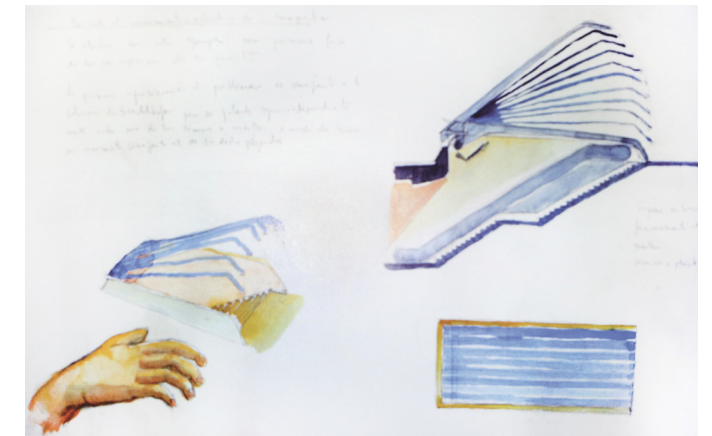
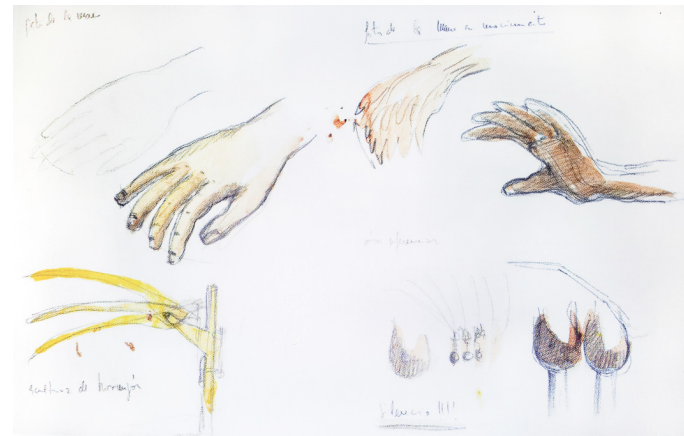
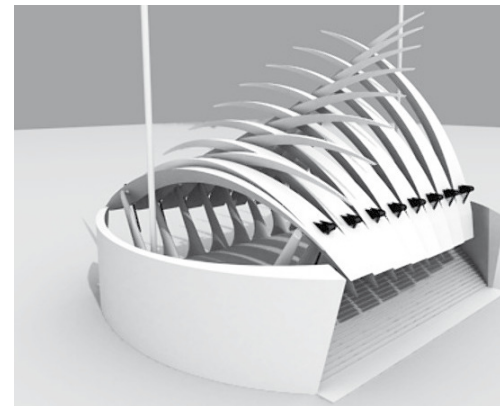
“Su forma recuerda, según el propio Calatrava, a dos manos entrelazadas pues el Ágora constará en su parte superior de unas alas (los dedos en el símil de las manos) que permitirán filtrar la cantidad de luz que entrará en su interior.” CAC S.A.



Secuencia de apertura de las lamas del Brise - soleil, representado en el plano de la izquierda y a su derecha, fotografías representando las posiciones de las lamas con dos manos entrelazadas, donde las lamas son los dedos.

Pavellón de Kuwait.
Santiago Calatrava
 Expo '92,
 Isla de la Cartuja
 Sevilla, España

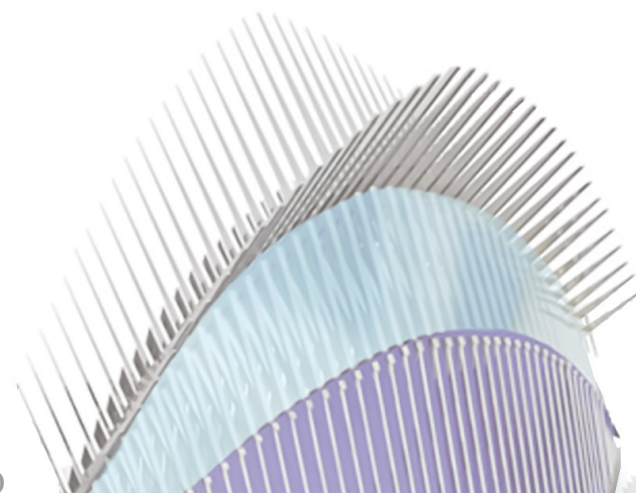
El pabellón se proyecta como una explanada cuadrada, cubierta y elevada. A la derecha render en 3d del pabellón y secuencia de apertura y cierre de la cubierta compuesta por 17 nervios articulados que encajan entres si como dedos entrelazados.



Fotografía. Escultura con movimiento, **Shadow Machine. 1992. Santiago Calatrava.** The Museum of Modern Art. New York, USA. Bocetos de la escultura y el movimiento de las manos como referencia para su diseño.

Fotografías. Secuencia de plegado de la cancela de entrada a la estación de metro de la Alameda de Valencia desde el exterior. Bocetos de esta misma cancela y su relación con la mano humana.

Formas anatómicas son un recurso ampliamente utilizado por Santiago Calatrava en sus bocetos que eventualmente llegan a obras arquitectónicas. Las manos como recurso anatómico aparecen para proyectar el Ágora y otras obras del autor.



Detalle del parasol a la izquierda en una simulación del Ágora en comparación con las manos entrelazadas, derecha.

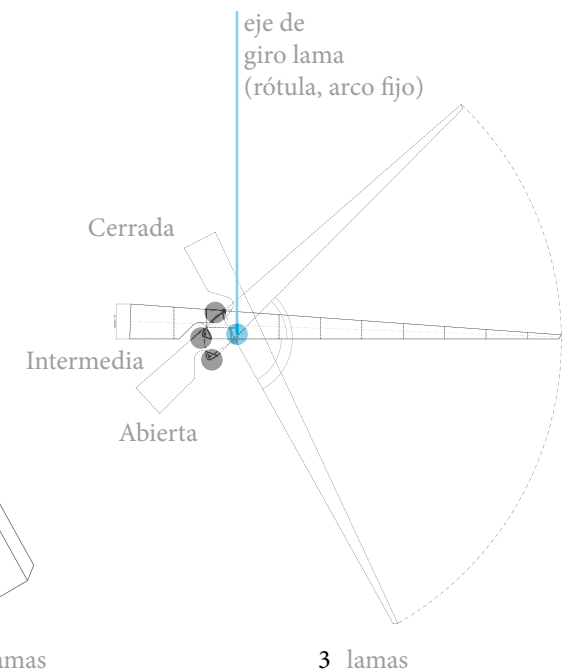
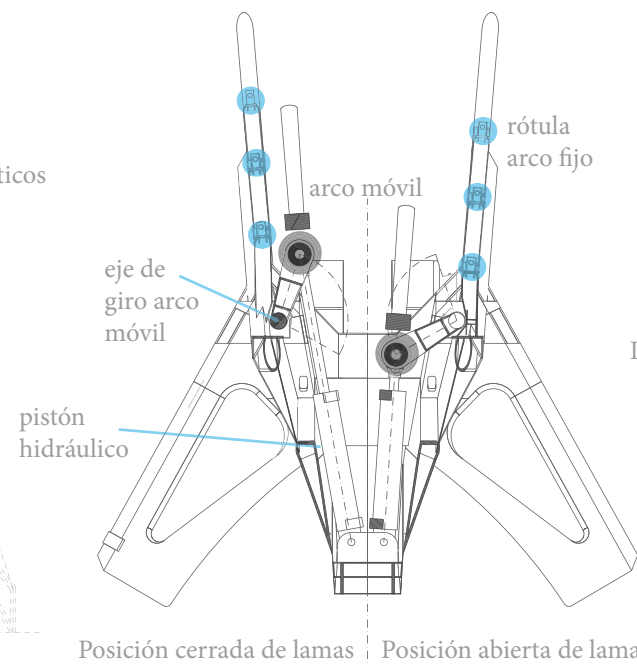
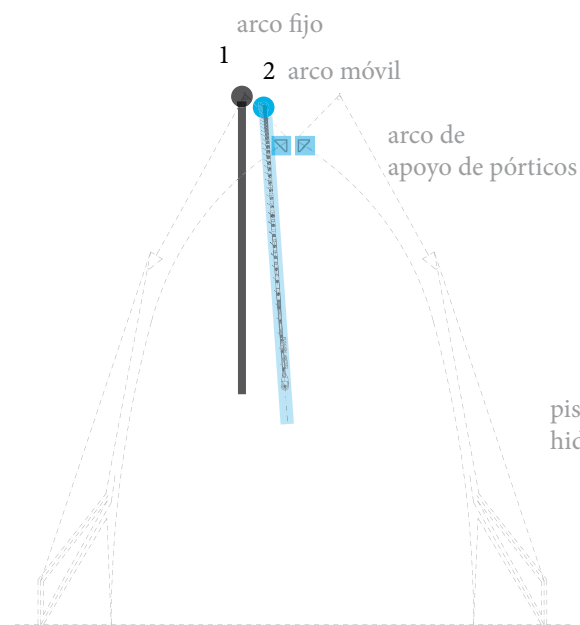
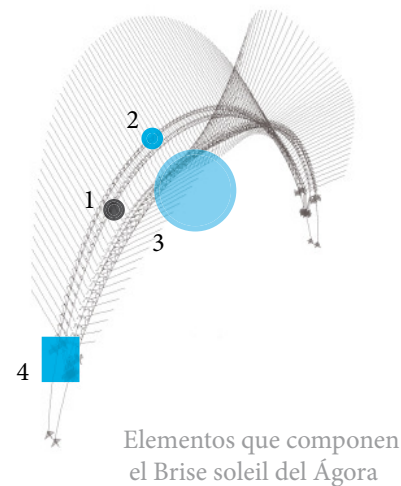


LUZ

Por las oberturas entre las lamas de acero pasa la luz al interior del edificio. Este hecho se traslada a las oberturas que dejan los dedos de las manos al entrelazarse.

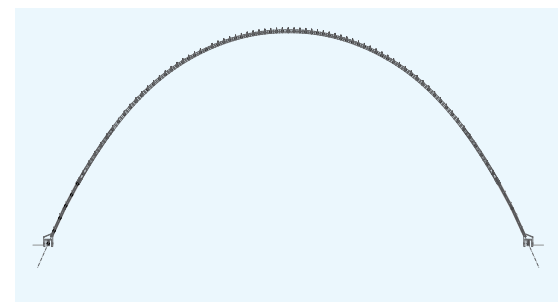
Brise soleil

Funcionalidad y funcionamiento en el Ágora

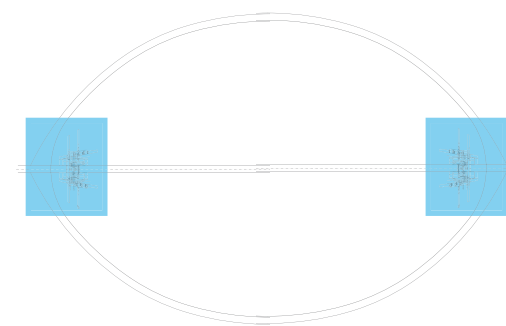


Brise soleil, algunas veces también llamado brise-soleil (breez-soh-ley, del Francés), Parasol en Castellano, en arquitectura hace referencia a una gran variedad técnicas de protecciones solares permanentes.

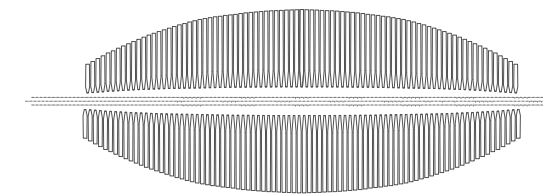
En fachadas altamente vidriadas su uso común es combatir el sobre-calentamiento sobretodo en época de verano cubriendo la luz del sol y en invierno, si tienen movilidad, permiten cambiar la orientación para dar paso de luz y calor del mismo a la estancia.



Alzado y planta, arco móvil



Localización en planta de la pareja de gatos hidráulicos



En planta, 163 elementos lineales de acero denominados lamas (82 a un lado y 81 al otro)

Fotografías de las posiciones cerrada, abierta y vista acelerada del movimiento de la pantalla “Burke Brise Soleil”.

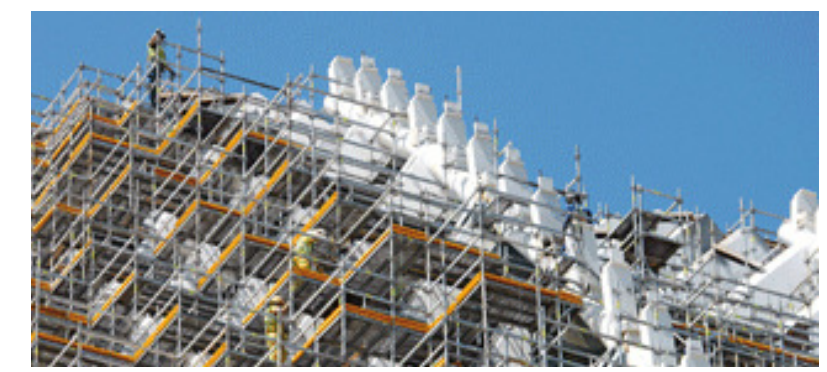
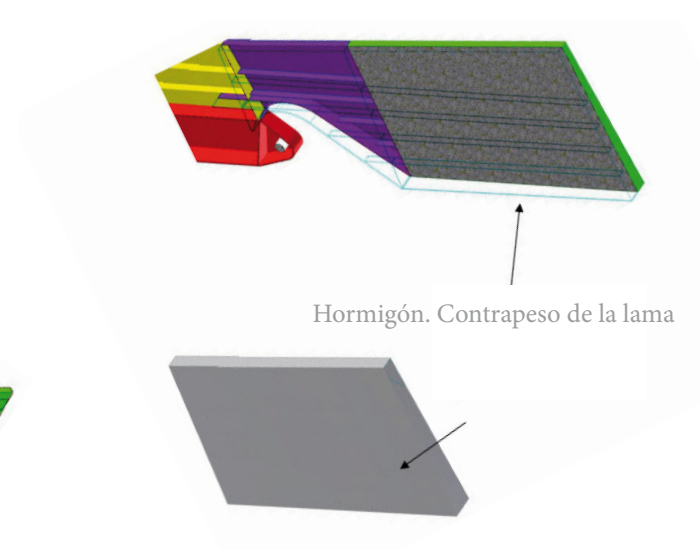
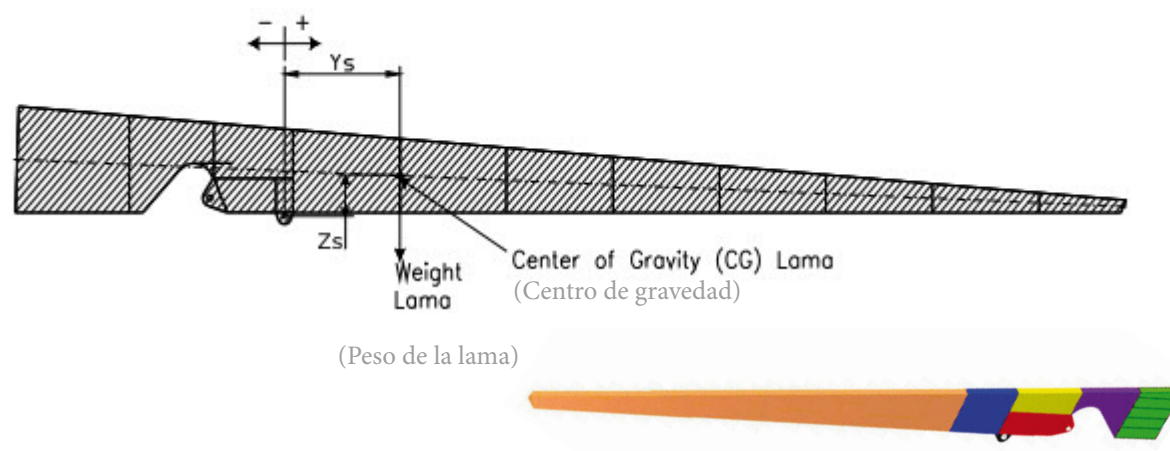
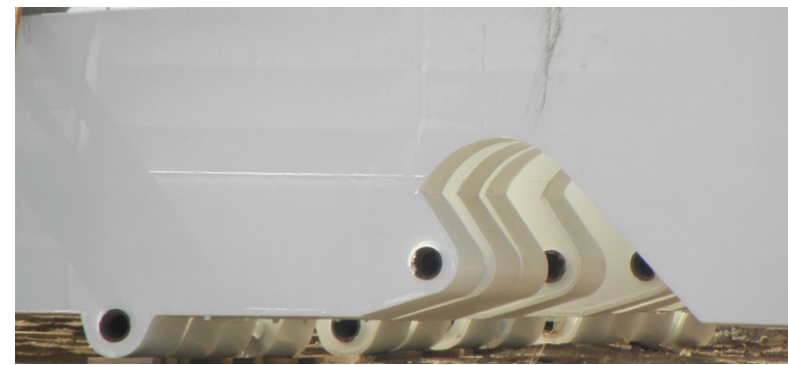
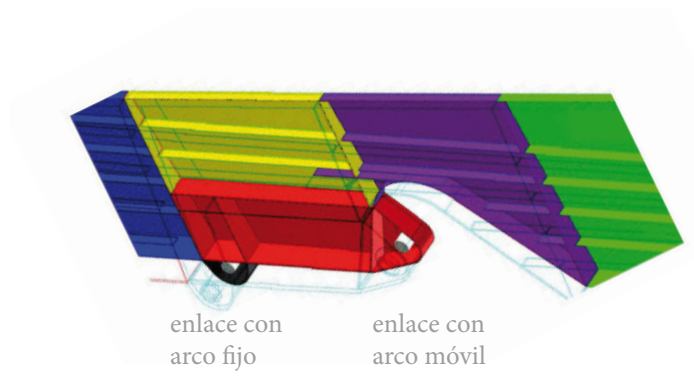
Vestíbulo de recepción de acero y vidrio, Milwaukee Art Museum.

Santiago Calatrava.

Milwaukee, Wisconsin, USA

Burke Brise Soleil es una pantalla solar plegable confeccionada con placas de acero soldadas y rigidizadas internamente, 115 toneladas de peso en dos elementos en forma de alas con 36 aletas de longitudes entre 8 y 32 metros que proyectan una sombra u otra según su orientación respecto al sol debido a su posición.

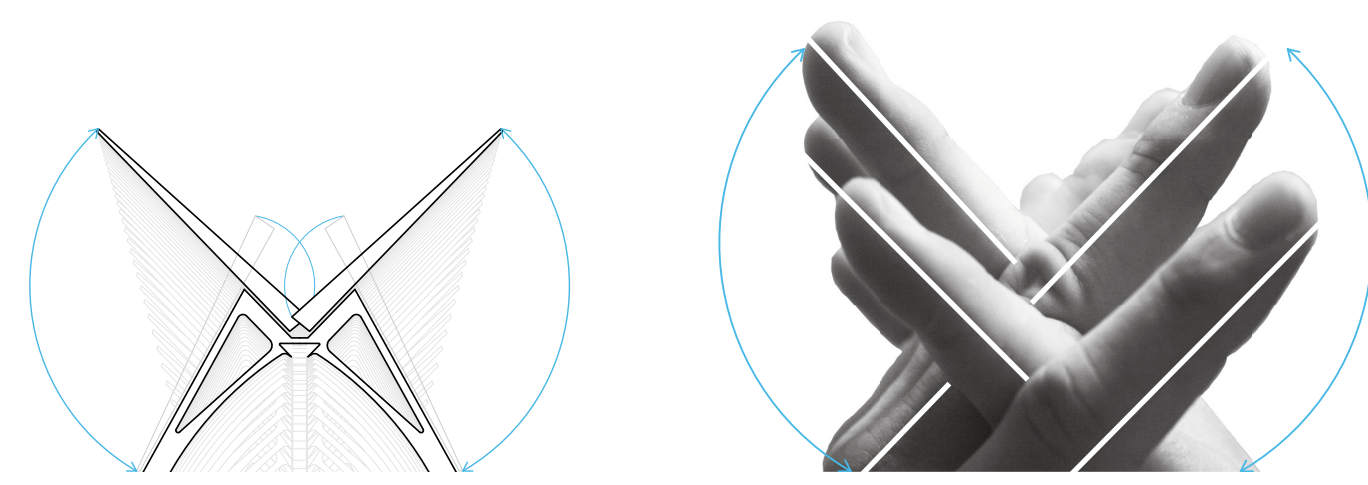


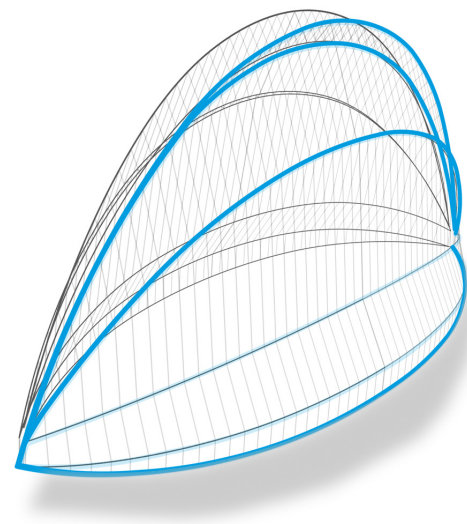


Fotografías. Superior, izquierda detalle de elementos de unión de la loma con los arcos fijo y móvil. Inferior, detalle de montaje de arco fijo y de la rótulas del mismo, que sirven de enlace con las lamas y de eje de rotación para estas.

La peor posición, con respecto al peso, es la posición cerrada a causa de la reducción del brazo de palanca entre rótula y el arco móvil

Las lamas, prefabricadas de acero, contienen hormigón, en su parte inferior e interiormente para contrapesarlas y estabilizarlas.



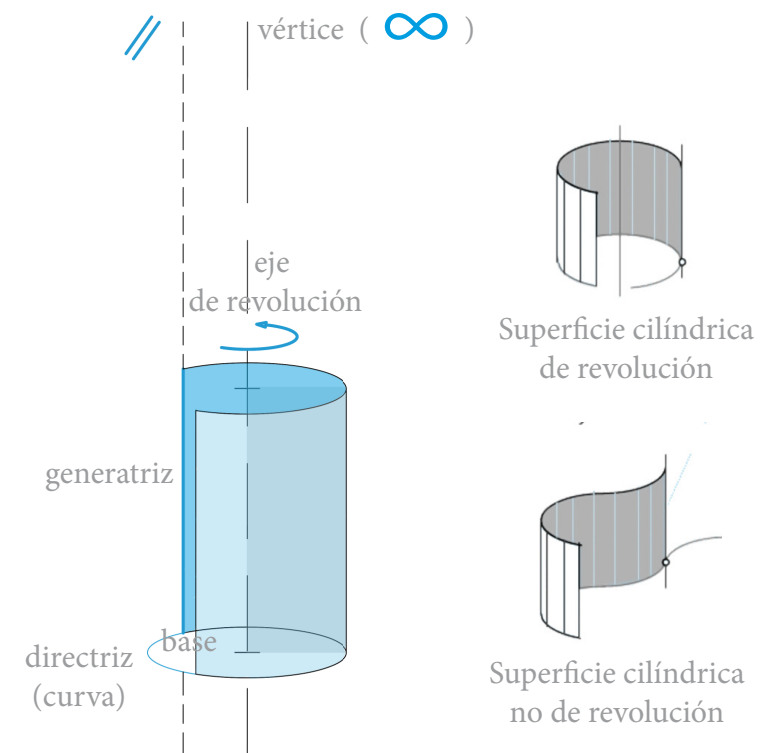
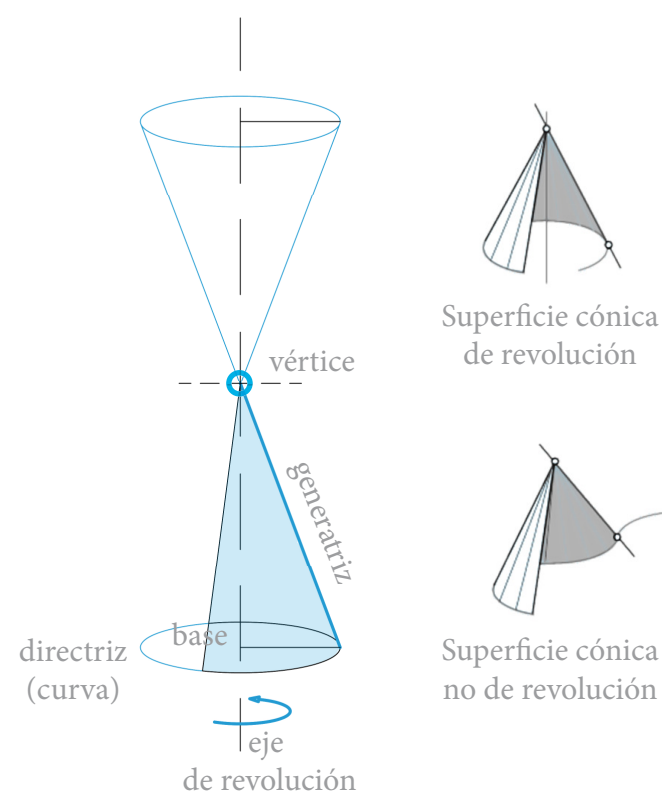


LA GEOMETRÍA DEL ÁGORA

de la forma al plano a través del análisis geométrico de la misma
idea, boceto, forma, geometría y plano

Superficie de curvatura simple

Superficie reglada en la cual cada dos posiciones adyacentes de la generatriz (g) son coplanares, pertenecen a un mismo plano. (sean paralelas o se corten).



Cuerpos geométricos que preceden al Ágora

CONO

Recto
De Revolución
Base Circular

Se genera por la revolución de una recta que corta en un punto al eje de revolución, vértice en un ángulo constante.

Las generatrices del cono de revolución, cortan al eje en un punto propio.

CILINDRO

Recto
De Revolución
Base Circular

Se genera por la revolución de una recta, generatriz, alrededor de otra recta, eje de revolución paralela.

El cilindro tiene generatrices que cortan al eje en el infinito (dado que son rectas paralelas). A esto se le llama punto impropio.

Cono / Cilindro

Tres criterios de clasificación

1. Recto / Oblicuo

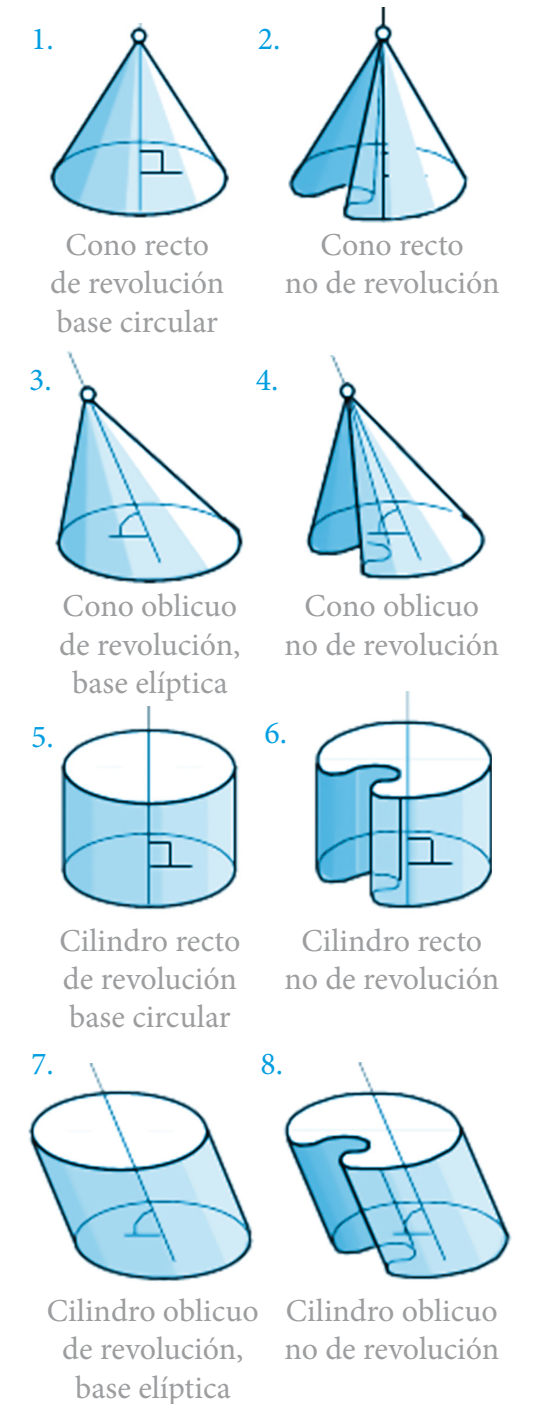
Eje es o no perpendicular al plano de la base.

2. De revolución / No de Revolución

Si se puede generar revolucionando una recta alrededor del eje.

3. Base: Circular, elíptica, parabólica,...

Tipo de curva que se define como base.



Apunte

Superficie reglada

Es la generada por una recta, denominada generatriz, al desplazarse sobre una curva o varias, denominadas directrices.

Superficies alabeadas (no desarrollables)

Superficie reglada y no desarrollable. En éstas, dos posiciones sucesivas de la generatriz no son coplanares.

Superficies radiadas

Regladas y desarrollables. Se generan por una recta (generatriz) que se desplaza apoyándose en un punto (vértice) y en una recta.

Superficie cónica

Se denomina a toda superficie reglada, radiada, conformada por el conjunto de rectas que teniendo un punto común (el vértice), intersectan a una circunferencia no coplanaria.

Generatriz

Línea recta o curva que construye la forma. Depende de la directriz. La generatriz puede ser una línea recta o curva.

Directriz

Línea recta o curva sobre la cual se desplaza la generatriz.

Plano Director

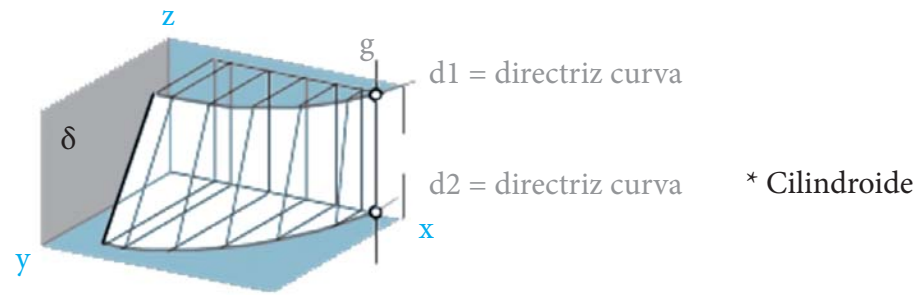
Indica la dirección en la que deberán trasladarse las generatrices (paralelas o perpendiculares al mismo.)

Superficie doblemente reglada

Superficie alabeada en la cual por cada uno de sus puntos pasan dos generatrices.

Curvas cónicas

Son las que surgen a partir de las secciones producidas por un plano, cuando corta la superficie de un cono recto.



SUPERFICIES ALABEADAS

2 DIRECTRICES CURVAS	CILINDROIDE (CONVOLUTA)
2 DIRECTRICES RECTAS	PARABOLOIDE HIPERBÓLICO

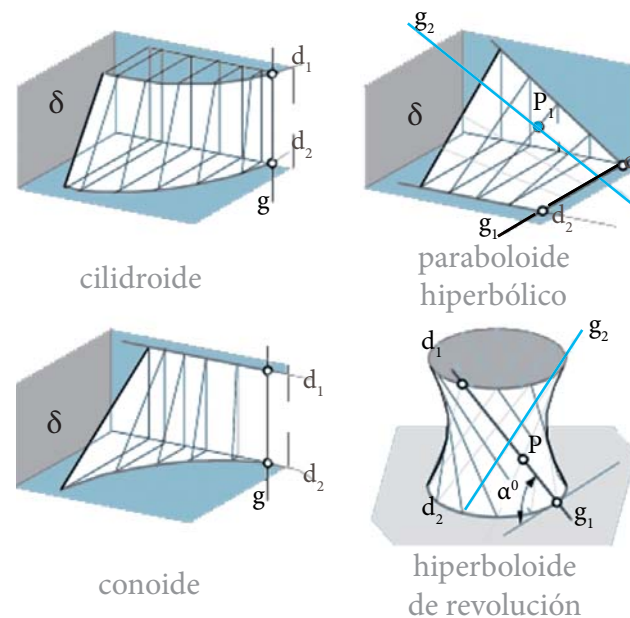
cilindroide*: La generatriz (g) se desplaza manteniéndose paralela a un plano director (δ) y apoyada sobre dos directrices (d_1 y d_2)

conoide: La generatriz (g) se desplaza manteniéndose paralela a un plano director (δ) y apoyada sobre dos directrices, siendo una de ellas recta (d_1) y la otra curva (d_2)

paraboloide hiperbólico: La generatriz (g) se desplaza manteniéndose paralela a un plano director (δ) y apoyada sobre dos directrices rectas (d_1 y d_2) que se cruzan.

hiperboloide de revolución: La generatriz (g) se apoya sobre dos directrices (d_1 y d_2) circulares, paralelas, y se mueve manteniendo constante el ángulo (α^0) que forma ellas.

1 DIRECTRIZ RECTA 1 DIRECTRIZ CURVA	CONOIDE
2 DIRECTRICES CIRCULARES	HIPERBOLOIDE DE REVOLUCIÓN



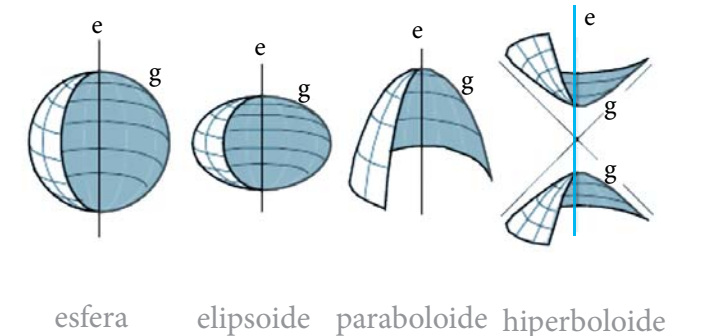
Una superficie es aquello que sólo tiene longitud y anchura.

Euclides, Los Elementos, Libro I, definición 5ª.

Superficie alabeadas de doble curvatura

Son superficies generadas por el movimiento de una generatriz (g) curva. Estas superficies no contienen líneas rectas y por lo tanto no son desarrollables. Entre ellas son muy conocidas las cuádricas, las cuales son superficies generadas por la rotación de una curva cónica alrededor de uno de sus ejes. Las cuádricas son:

esfera: la generatriz (g) es una circunferencia,
elipsoide: la generatriz (g) es una elipse,
paraboloide: la generatriz (g) es una parábola,
hiperboloide: La generatriz (g) es una hipérbola.



δ = plano director ; d = directriz ; g = generatriz; e = eje de revolución

Superficies cónicas / Curvas cónicas de izquierda a derecha

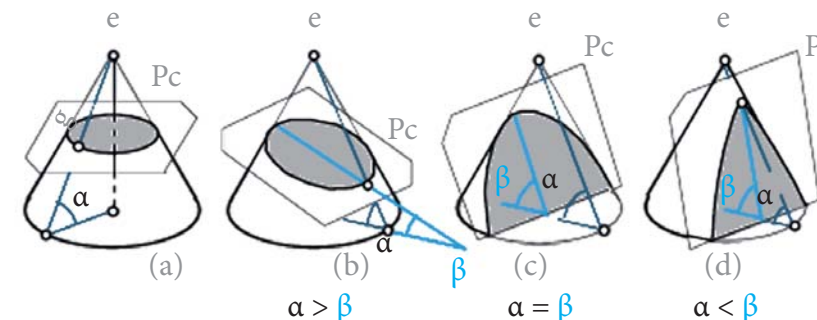
a. Superficie circular. $P_c \parallel$ a la base / Circunferencia

b. Superficie elíptica. / Elipse

c. Superficie parabólica. / Parábola

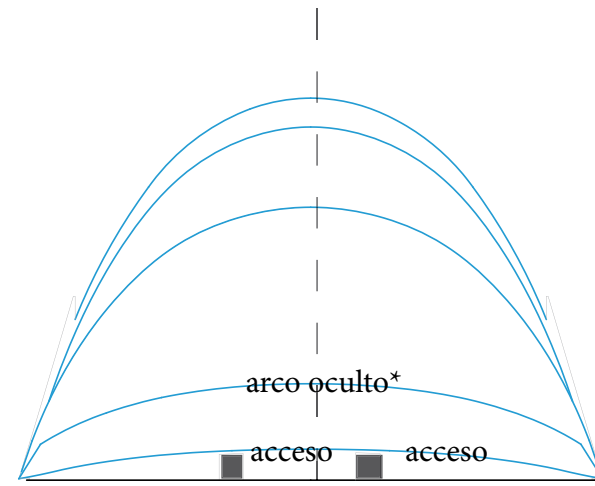
d. Superficie hiperbólica / Hipérbola.

α = ángulo de la generatriz; β = ángulo del plano de corte;
 P_c = plano de corte; e = eje de revolución;

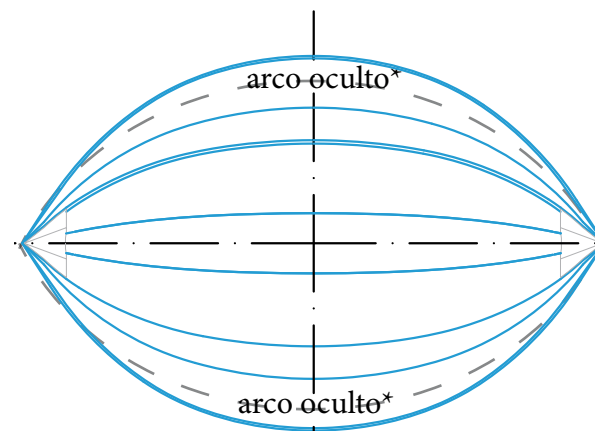


Apolonio Perge

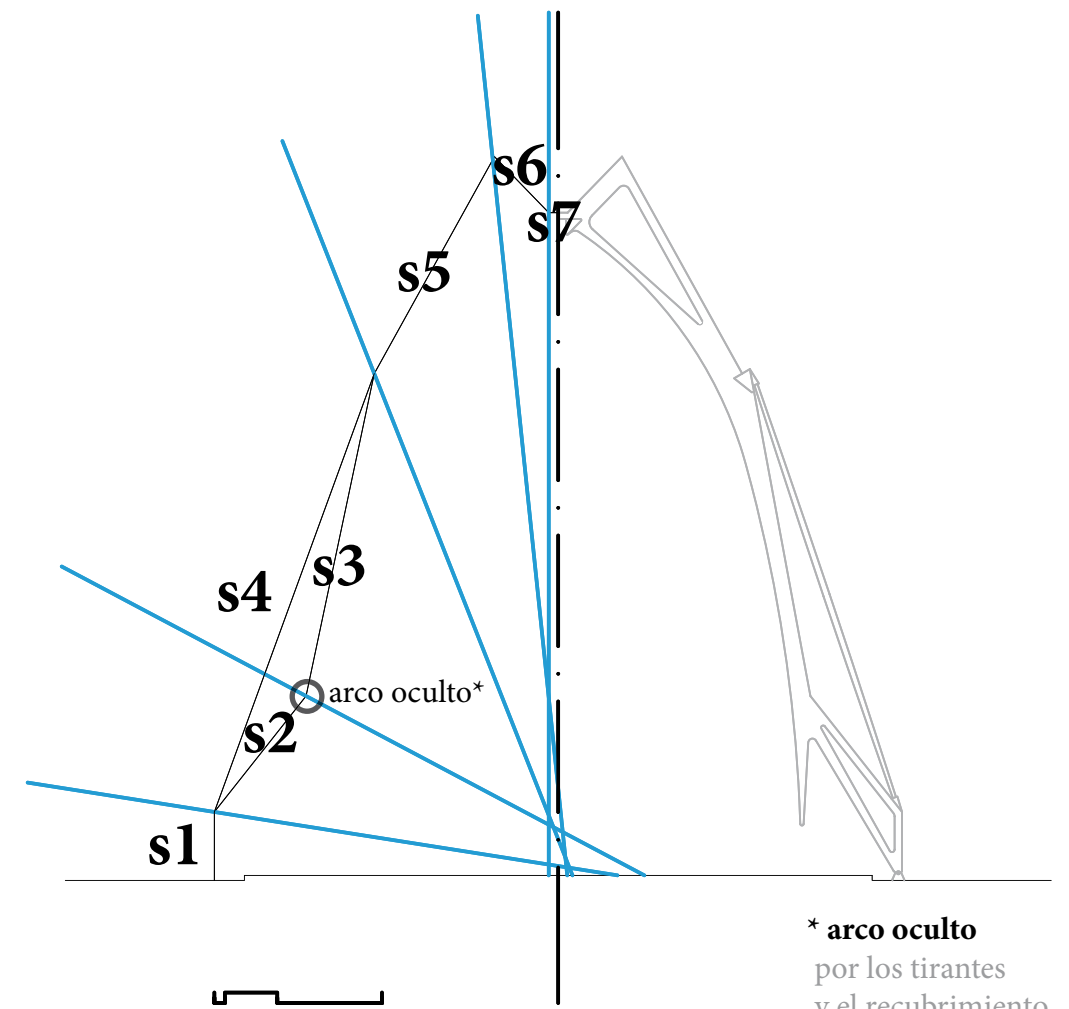
Gran geómetra griego de la antigüedad. "Las Cónicas" es la obra más importante de él y una de las más importantes de las matemáticas. Apolonio dio el nombre de elipse, parábola e hipérbola, a las figuras que conocemos.



Alzado longitudinal

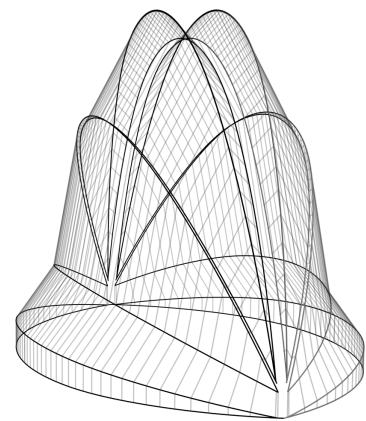


Planta aérea



Sección Pórtico Central

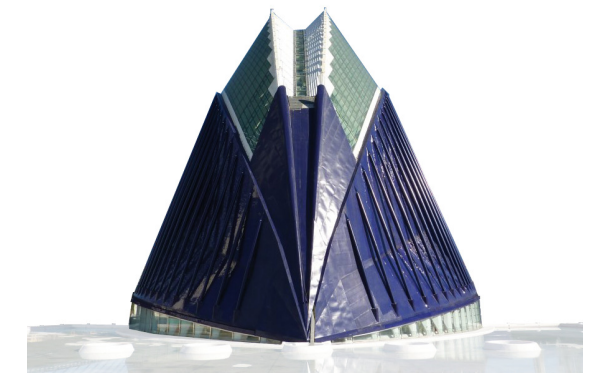
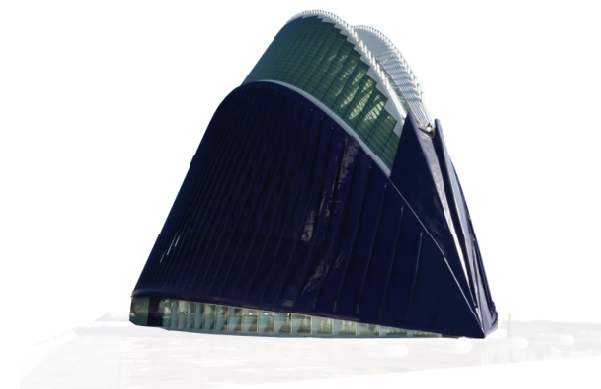
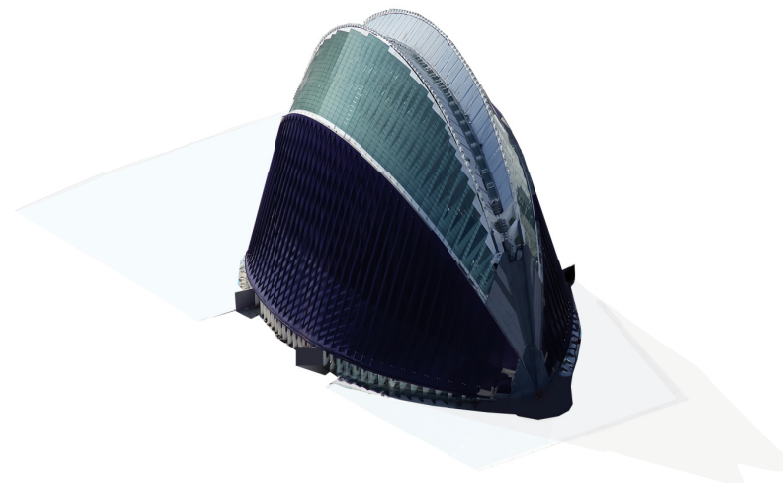
* arco oculto por los tirantes y el recubrimiento de trencadís

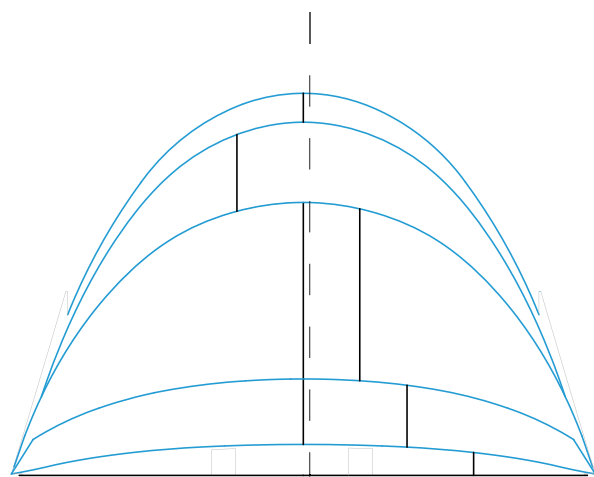


Geometría del Ágora

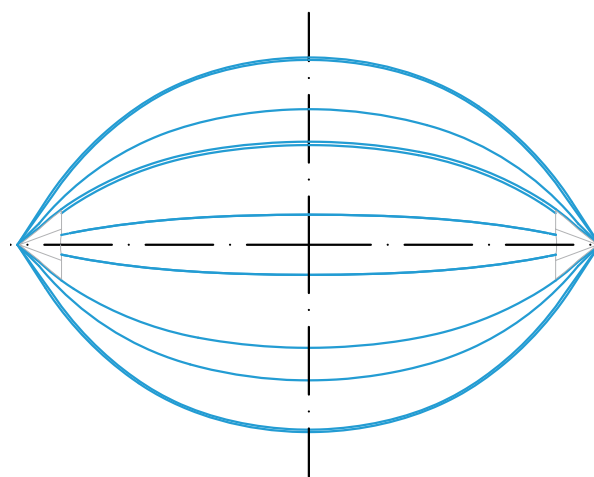
las superficies

El Ágora esta compuesta por superficies diversas. Localizaremos cada una de ellas y analizaremos su procedencia, atendiendo a los conceptos señalados anteriormente.

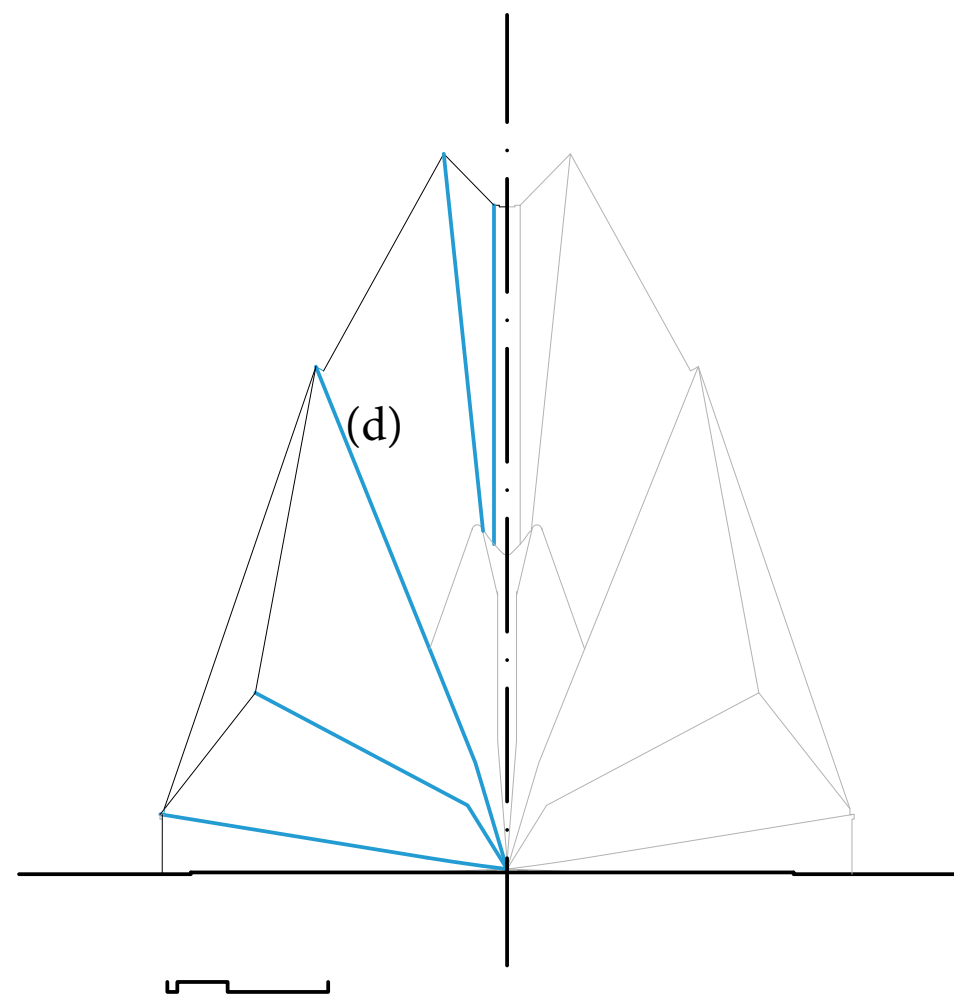




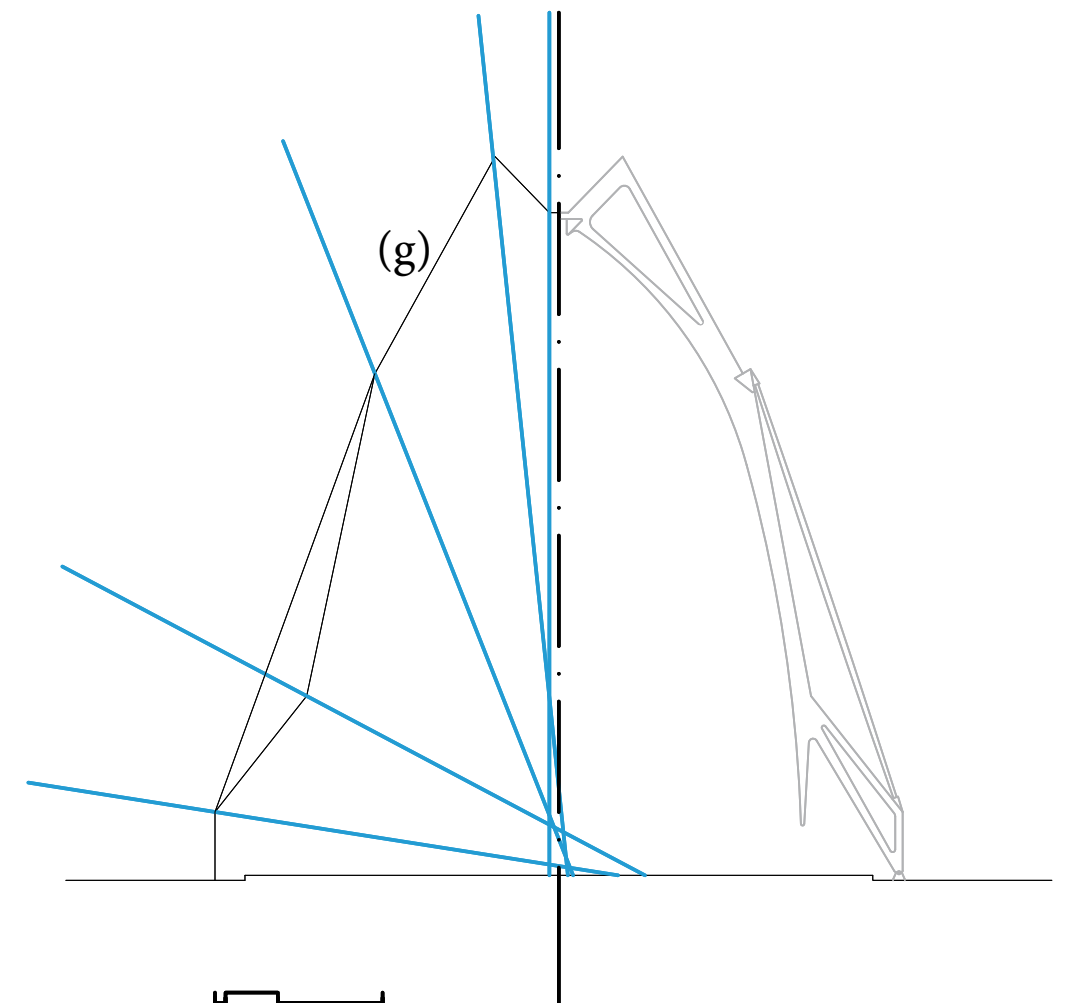
Generatrices. Negro



Directrices curvas. Azul



Alzado Frontal



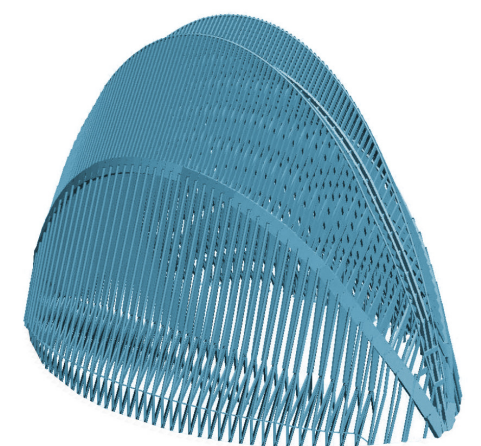
Planos cortantes. Azul.
Delimitan las superficies del Ágora a estudio.

Geometría del Ágora

directrices y generatrices

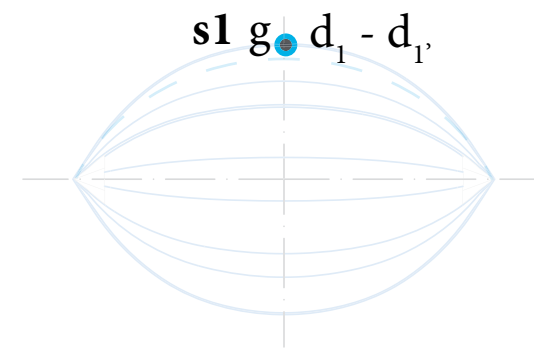
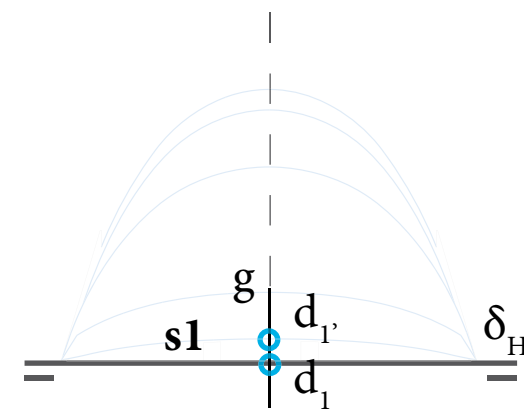
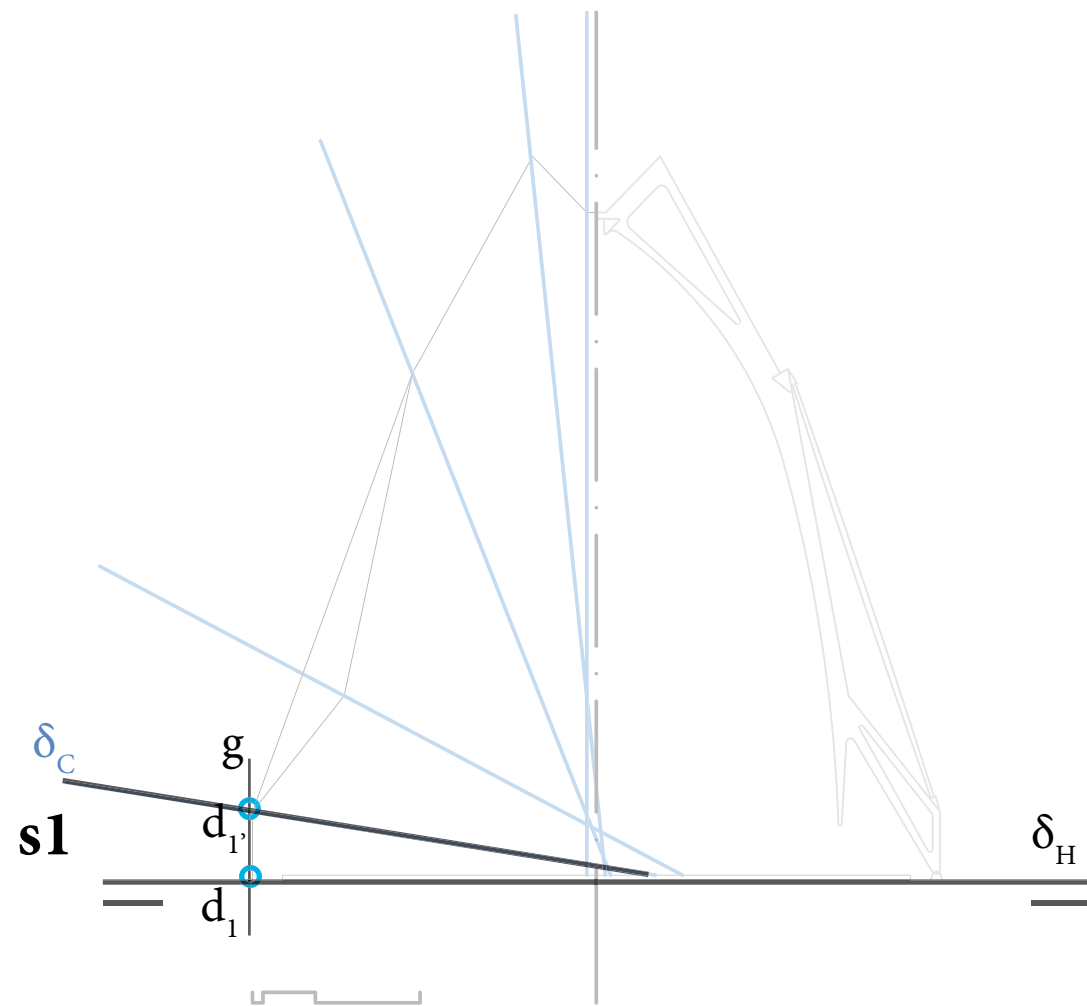
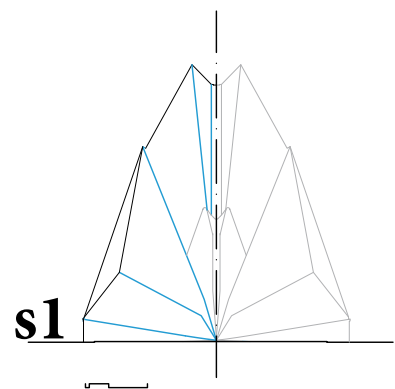
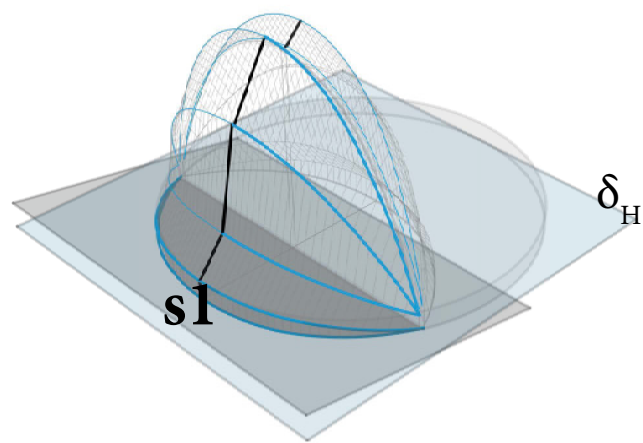
Analizaremos a qué superficie pertenecen y cómo se forman. Esto es de utilidad para transponer una forma en dibujo a plano, buscando la superficie reglada a la que pertenece.

Localizaremos que elementos constructivos generan las superficies del Ágora.



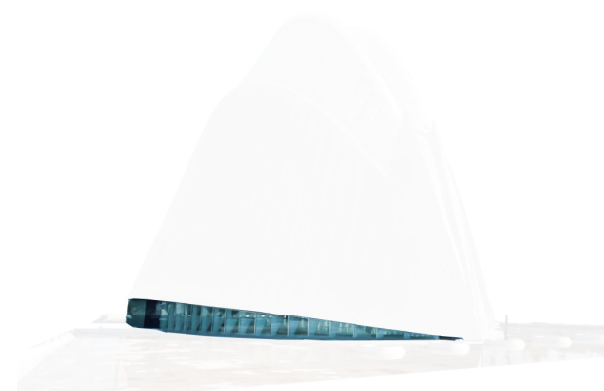
Renderización.
Estructura del Ágora

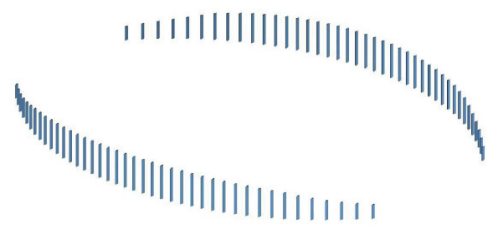
- plano de corte (δ_C)
- Sólido de análisis



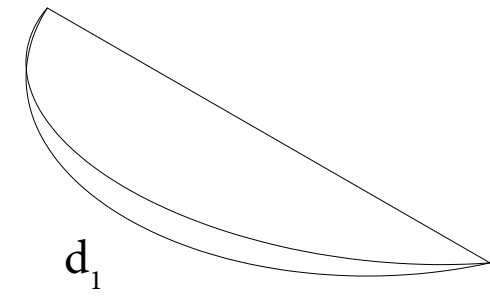
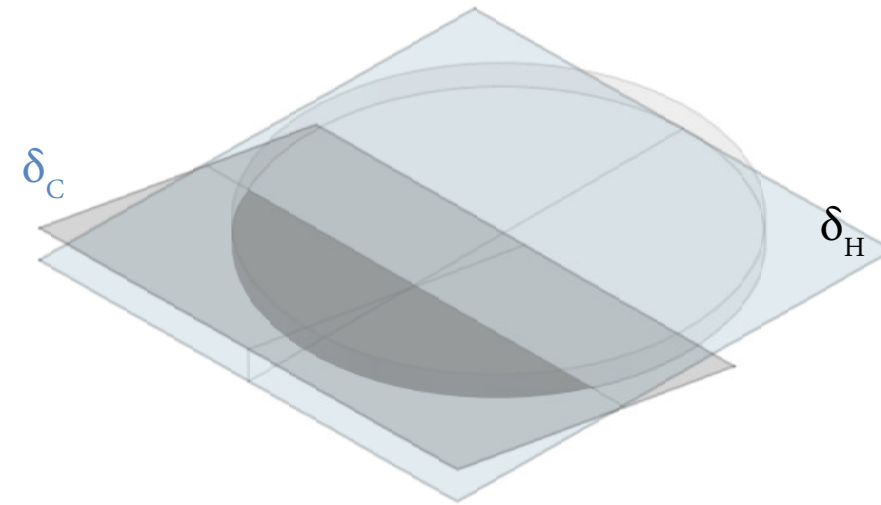
Superficie 1

Dos directrices curvas, $d1$ y $d1'$, no coplanarias, y generatrices (g), rectas a lo largo de esta superficie reglada, conforman este cilindroide.

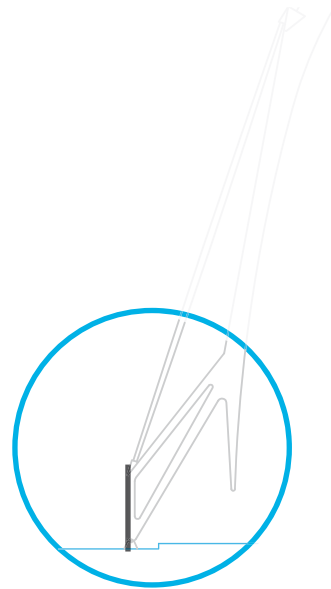




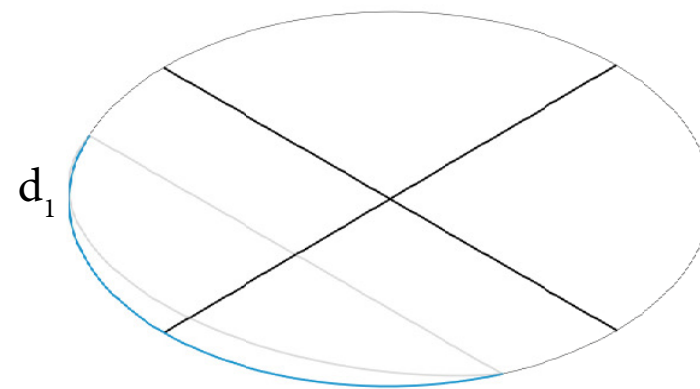
Superficie formada a partir de generatrices rectas.



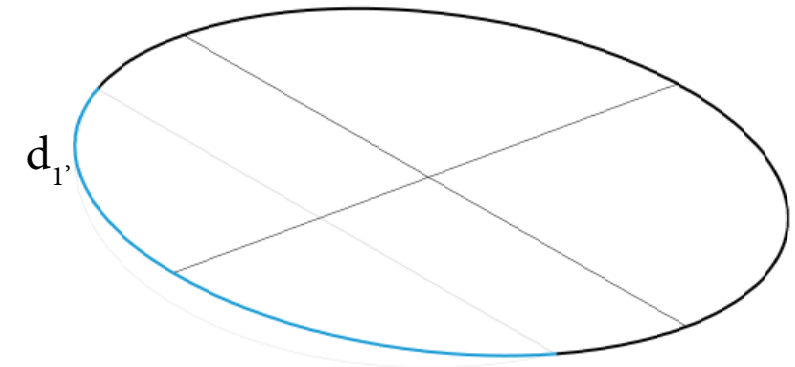
Planos de corte



Estas generatrices rectas son las costillas inferiores.

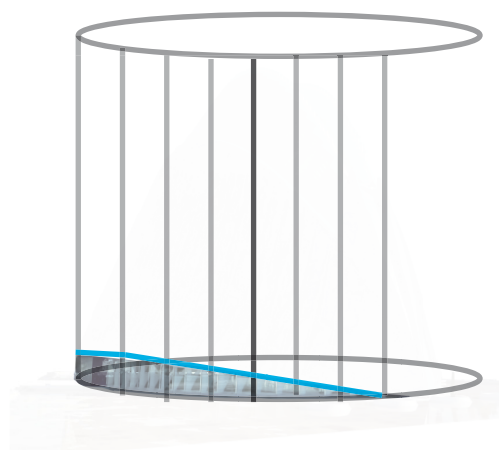


Circunferencia. La curva esta contenida es coplanaria con la base del cilindro.



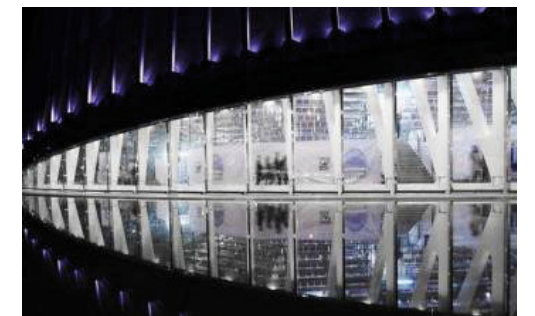
Elipse. El plano de la curva no es paralelo a las bases del cilindro.

Directrices curvas

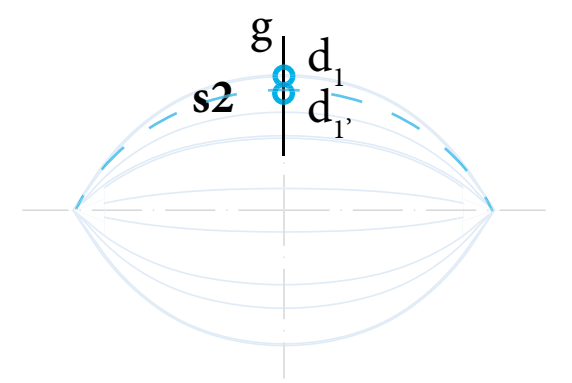
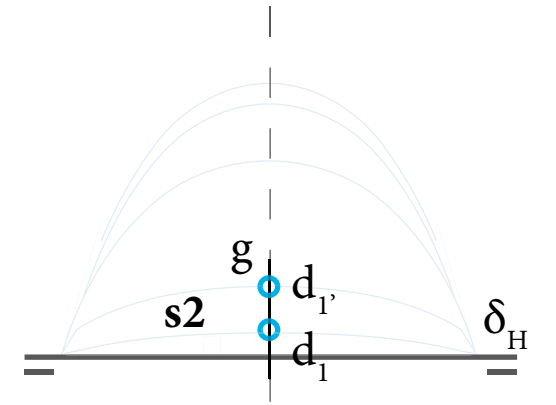
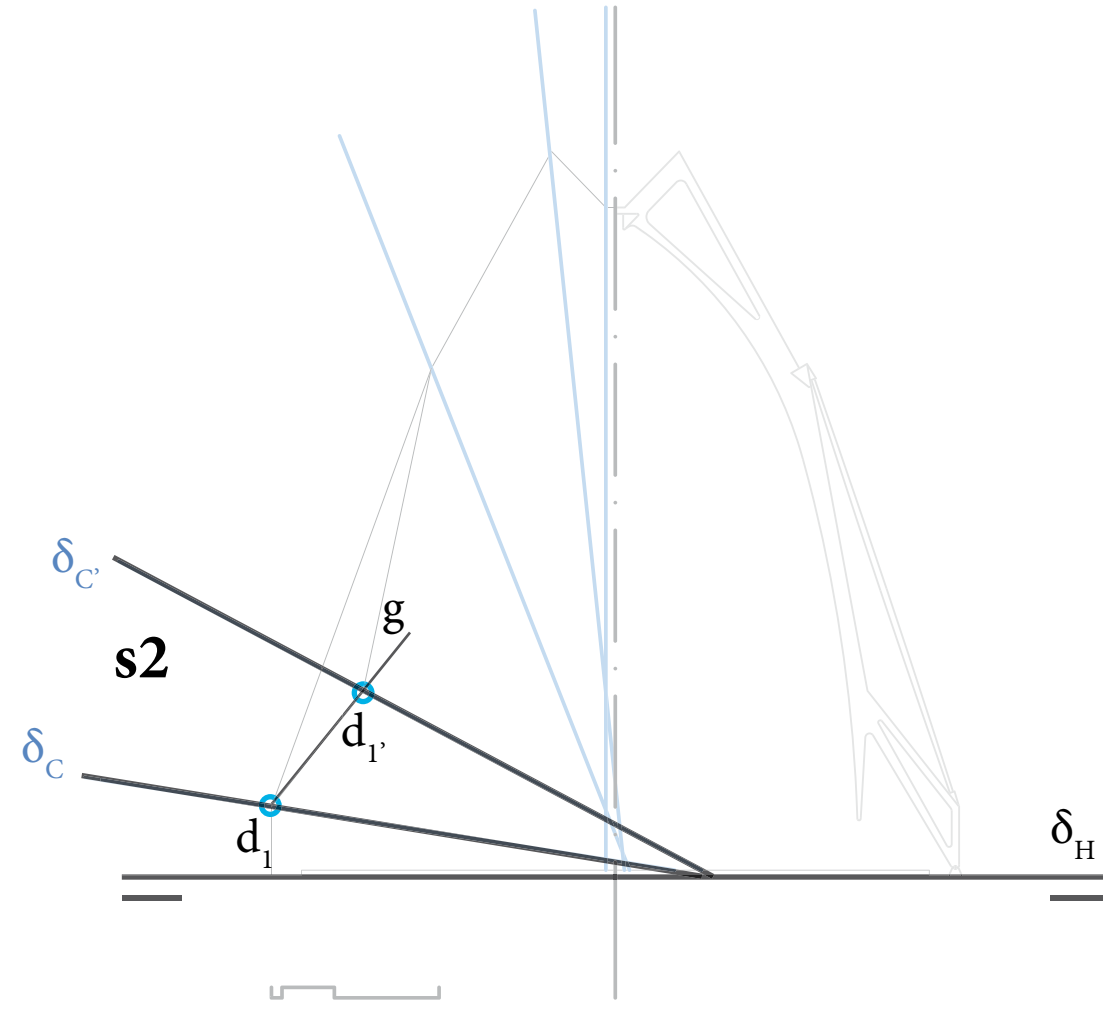
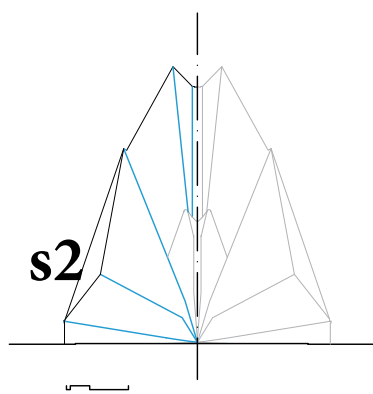
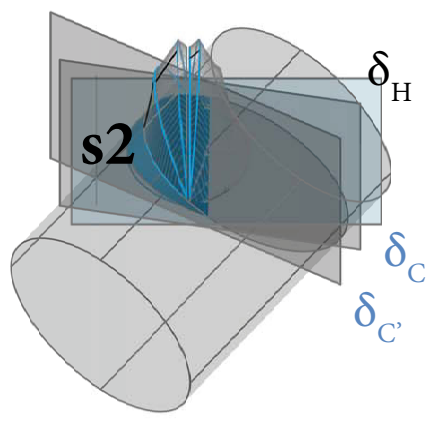


Al tratarse de una superficie generada a partir de un cilindro. Las curvas que genera sólo pueden encontrarse entre las circunferencias y/o elipses.

Fotografías, superficie 1, diurna izquierda nocturna, derecha.

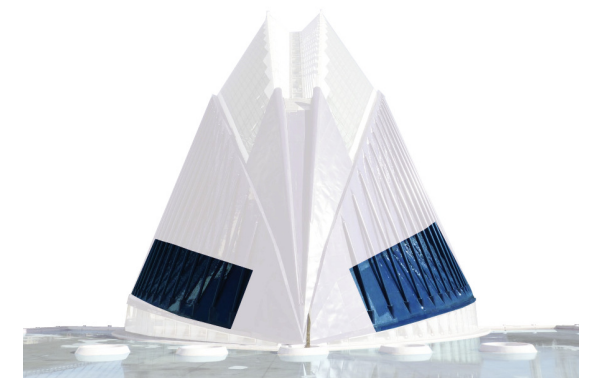
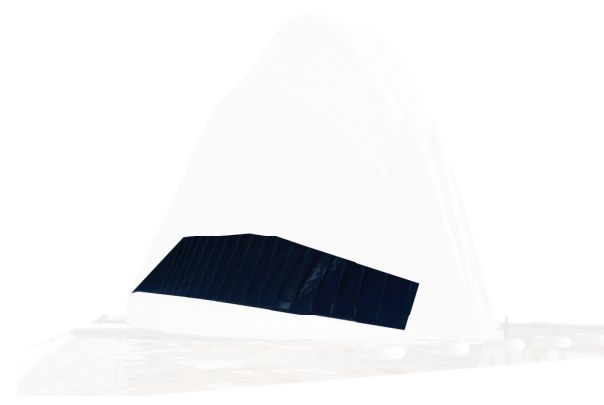


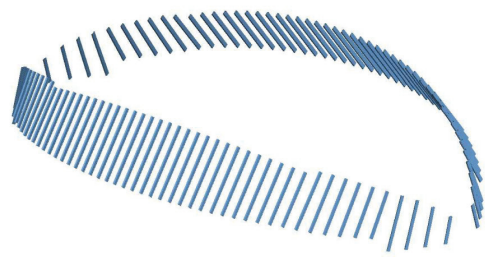
- plano de corte (δ_C)
- Sólido de análisis



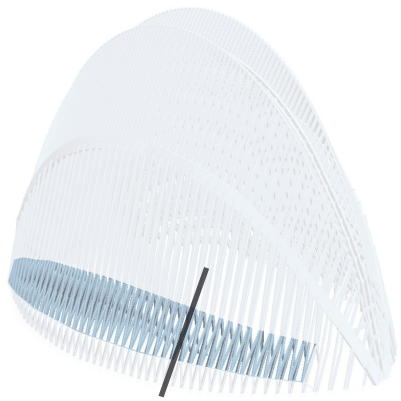
Superficie 2

Dos directrices curvas, d_1 y d_1' , no coplanarias, y generatrices (g), rectas a lo largo de esta superficie reglada, conforman este cilindroide.

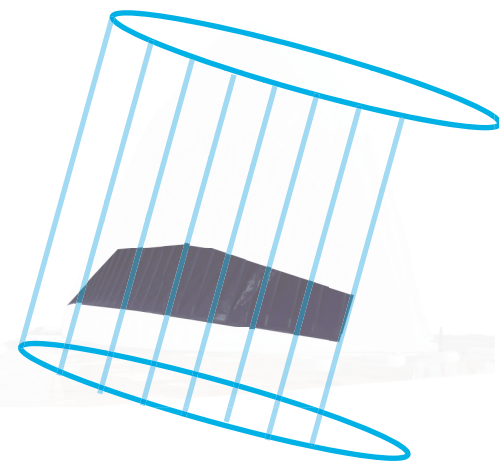
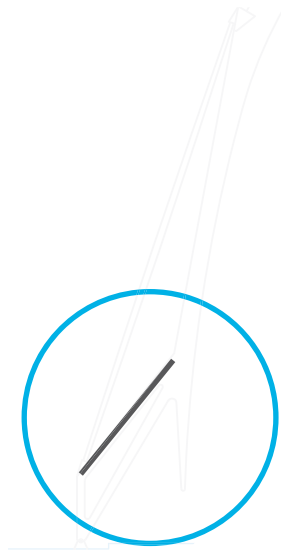




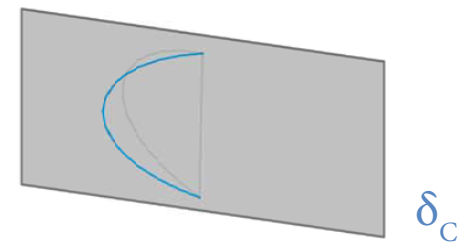
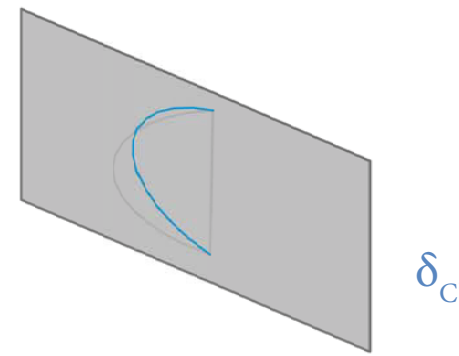
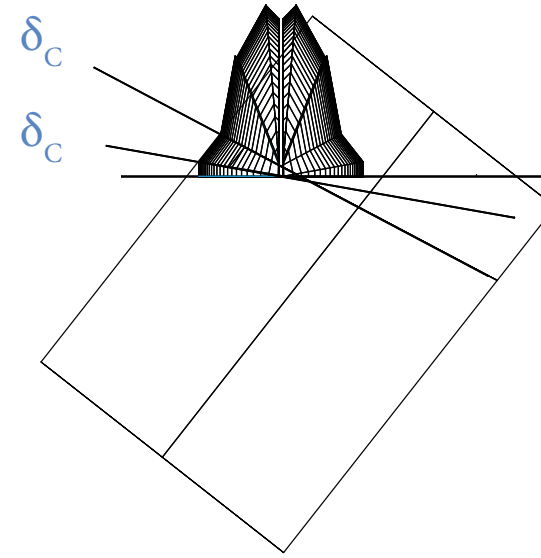
Superficie formada a partir de generatrices rectas.



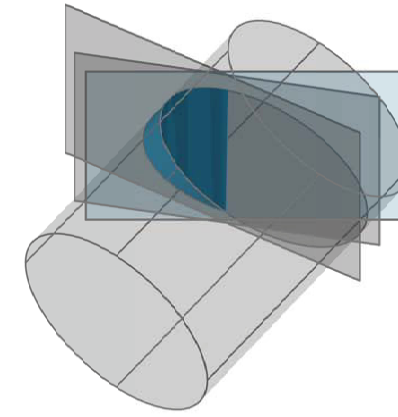
Estas generatrices rectas son las costillas inferiores. (P1)



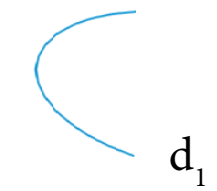
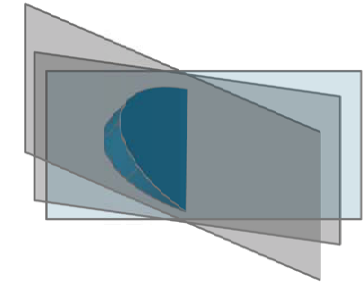
Al tratarse de una superficie generada a partir de un cilindro. Las curvas que genera sólo pueden encontrarse entre las circunferencias y/o elipses.



Planos de corte

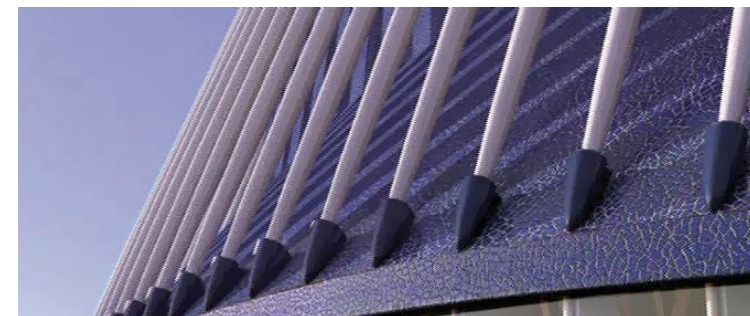


Directrices curvas

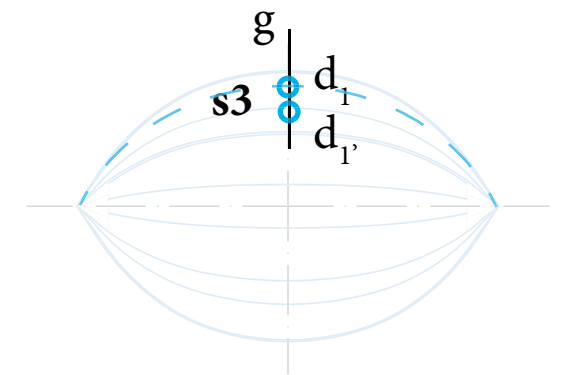
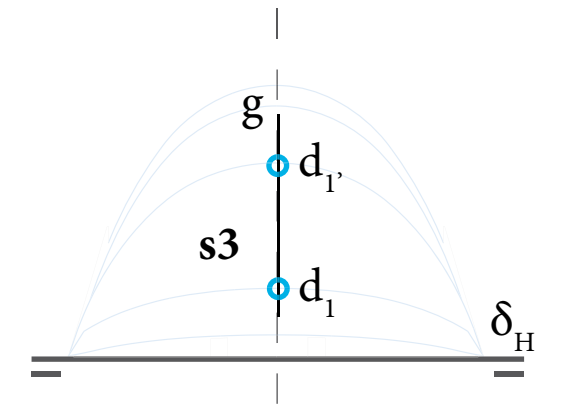
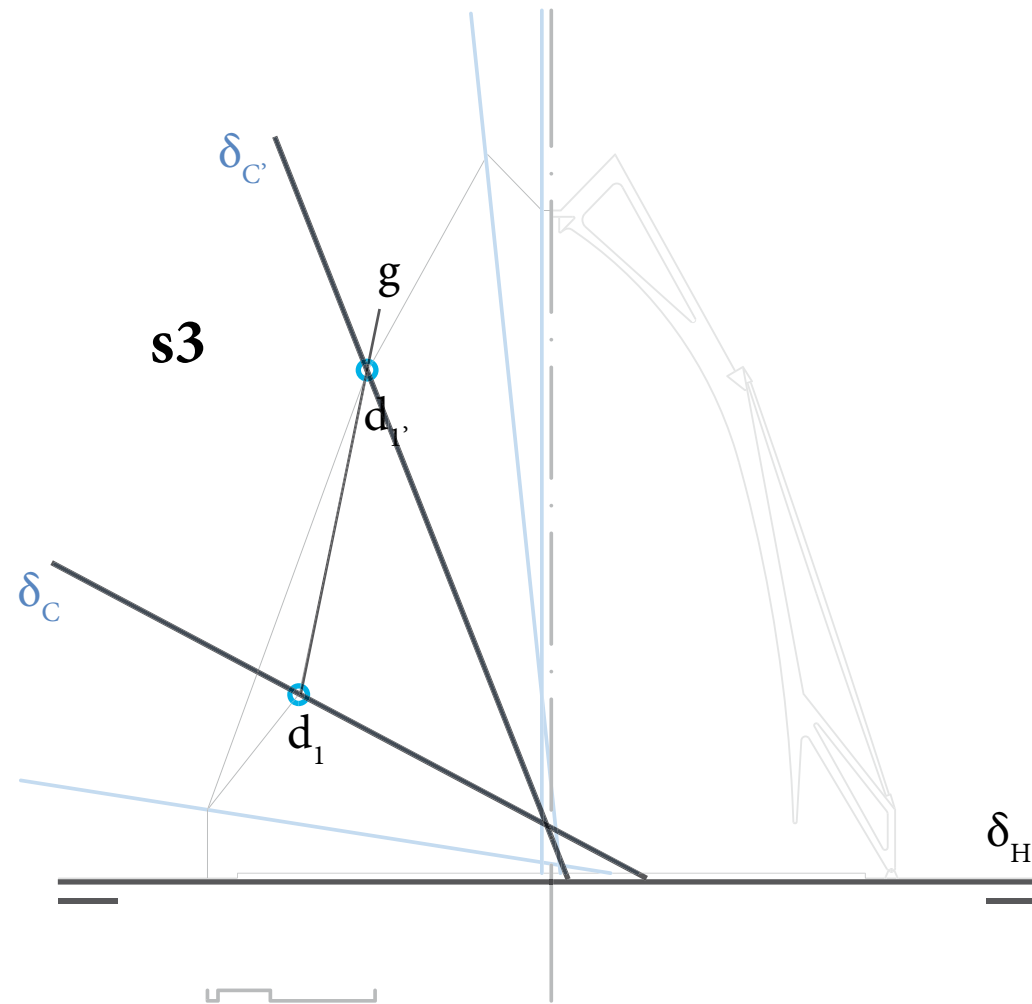
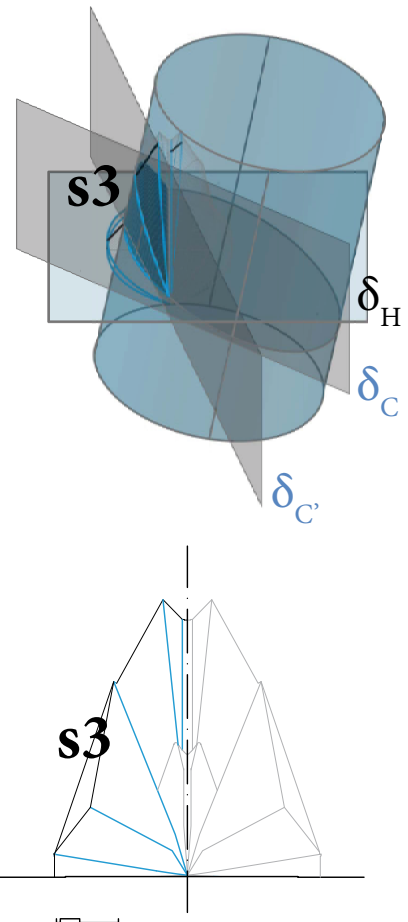


Ambas son elipses, ninguna pertenece a un plano paralelo a la base del cilindro

Fotografías, superficie 2, acabada izquierda, en construcción, derecha.

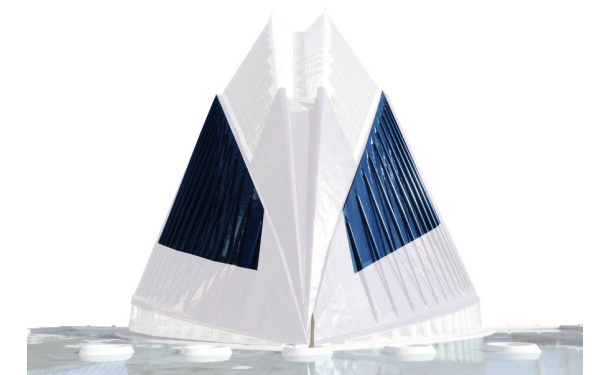
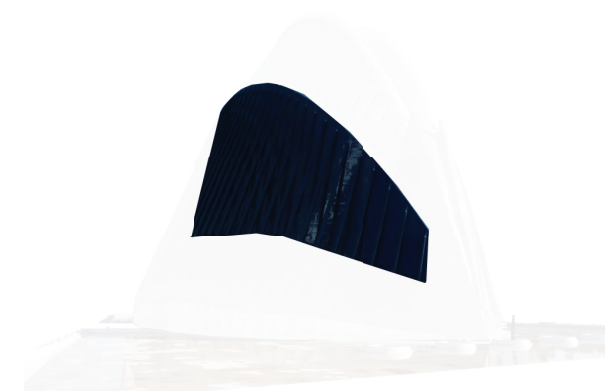
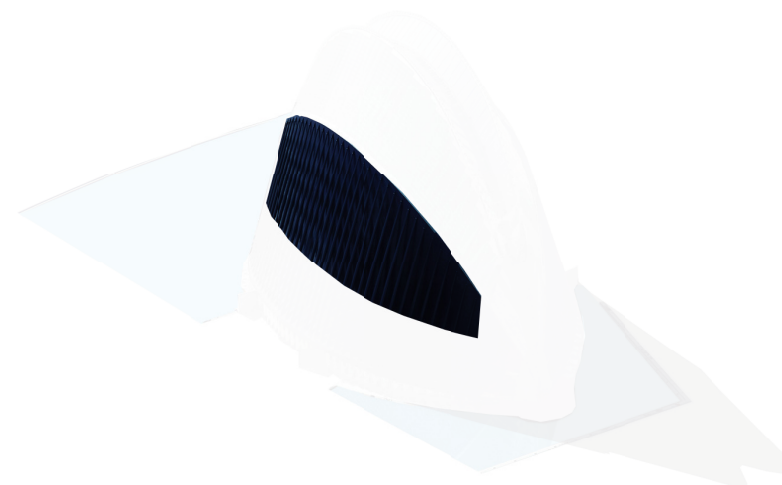


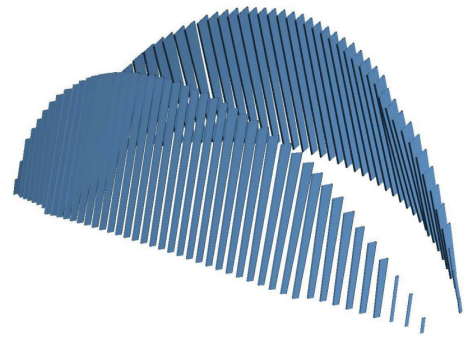
- plano de corte (δ_C)
- Sólido de análisis



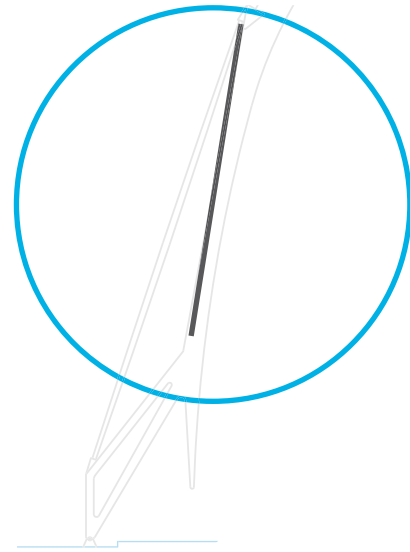
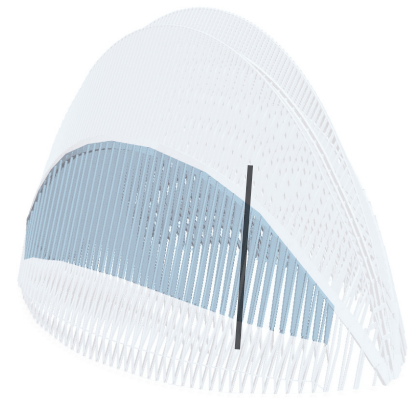
Superficie 3

Dos directrices curvas, d_1 y d_1' , no coplanarias, y generatrices (g), rectas a lo largo de esta superficie reglada, conforman este cilindroide.

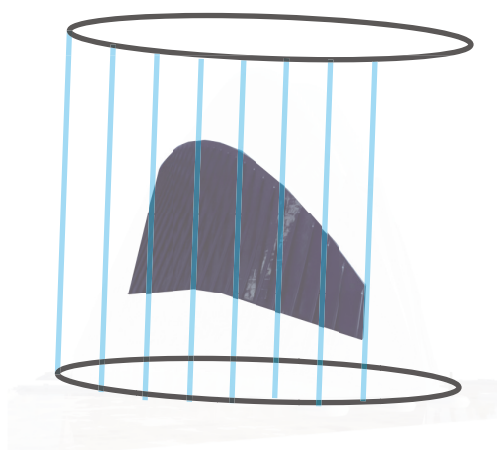




Superficie formada a partir de generatrices rectas.

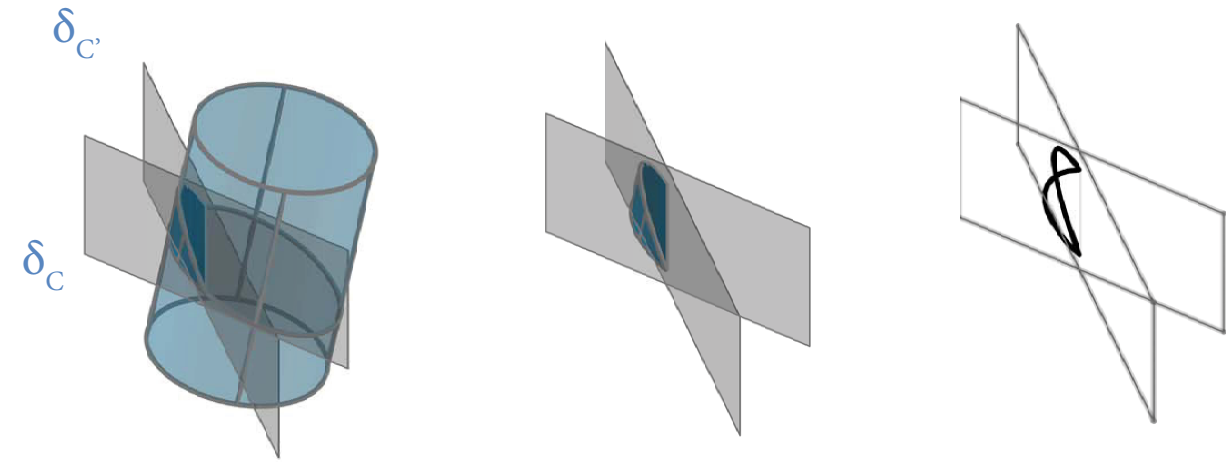


Estas generatrices rectas son las costillas inferiores. (P2)

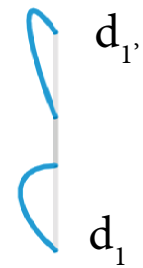


Al tratarse de una superficie generada a partir de un cilindro. Las curvas que genera sólo pueden encontrarse entre las circunferencias y/o elipses.

Fotografías, superficie 3, acabada izquierda, en construcción, derecha.

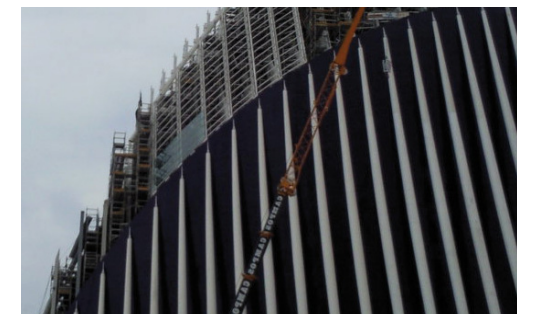
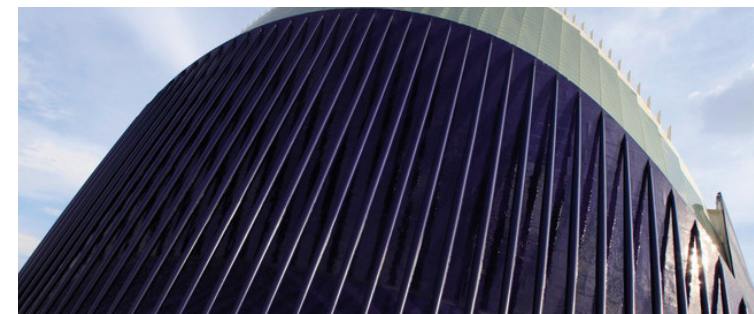


Planos de corte

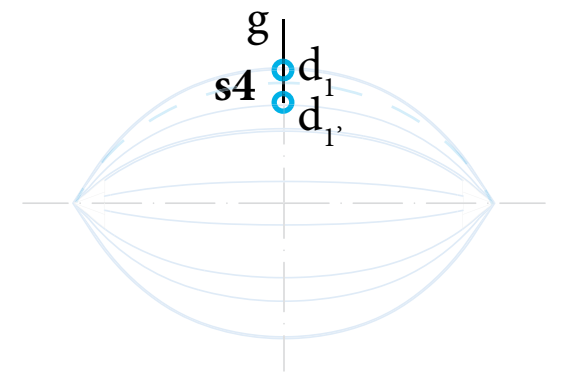
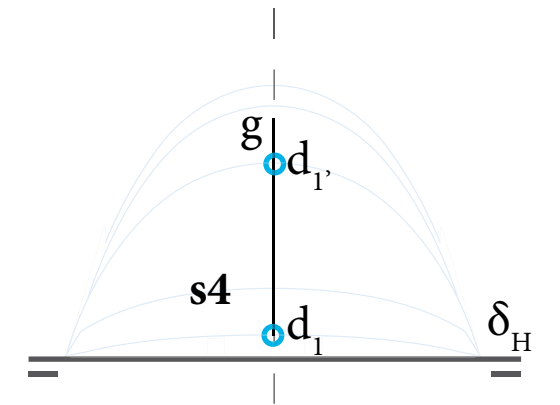
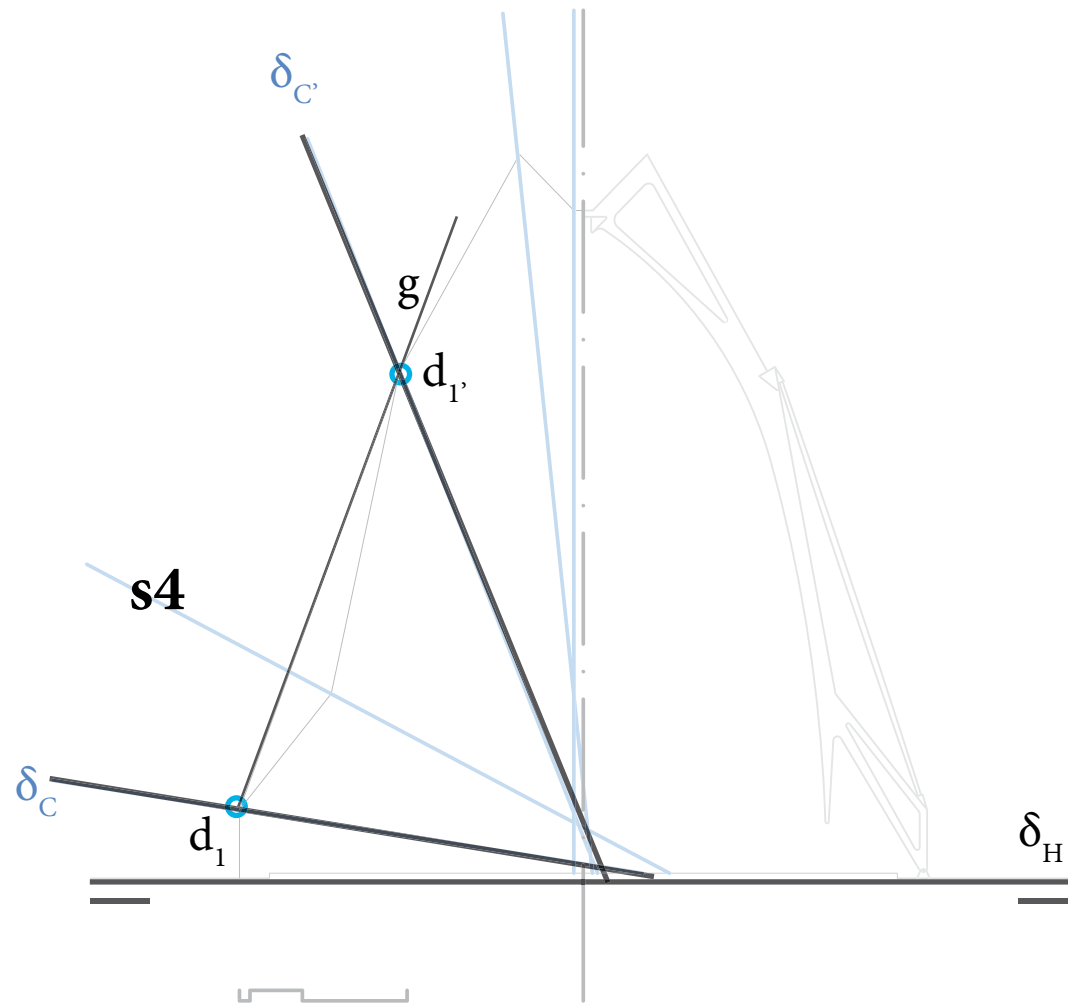
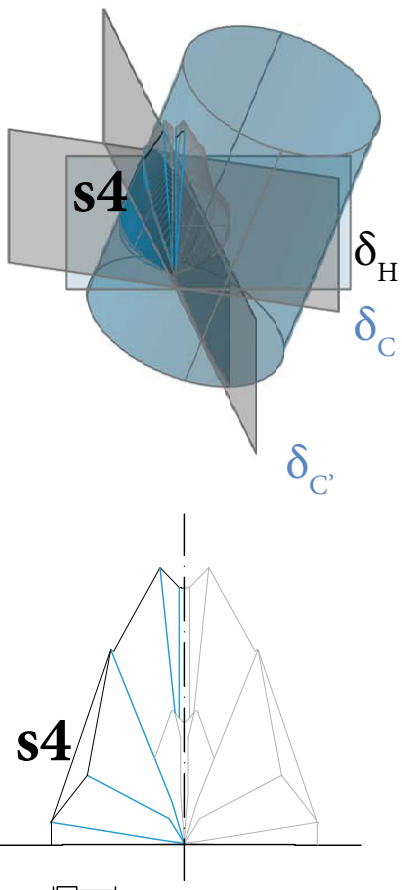


Ambas son elipses, ninguna pertenece a un plano paralelo a la base del cilindro

Directrices curvas

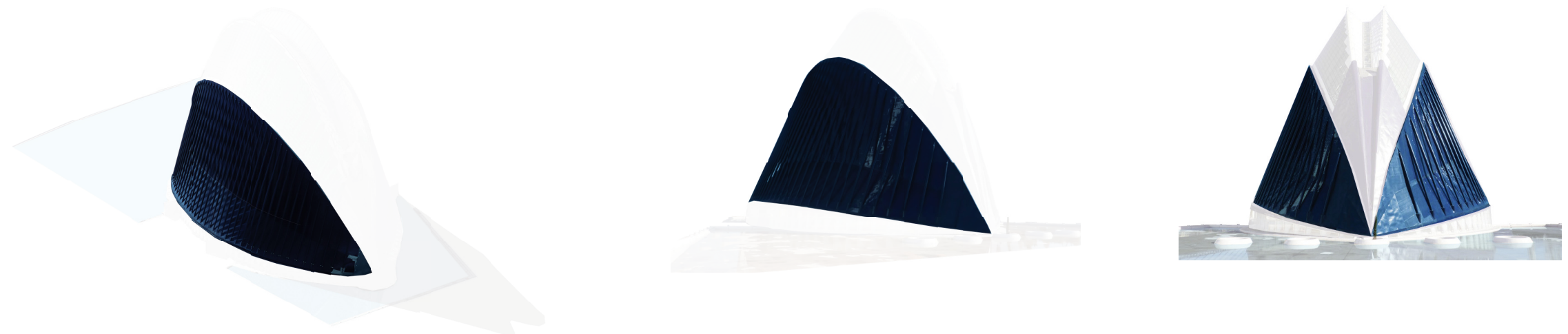


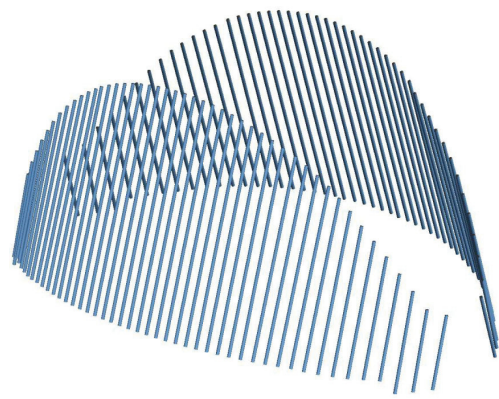
- plano de corte (δ_C)
- Sólido de análisis



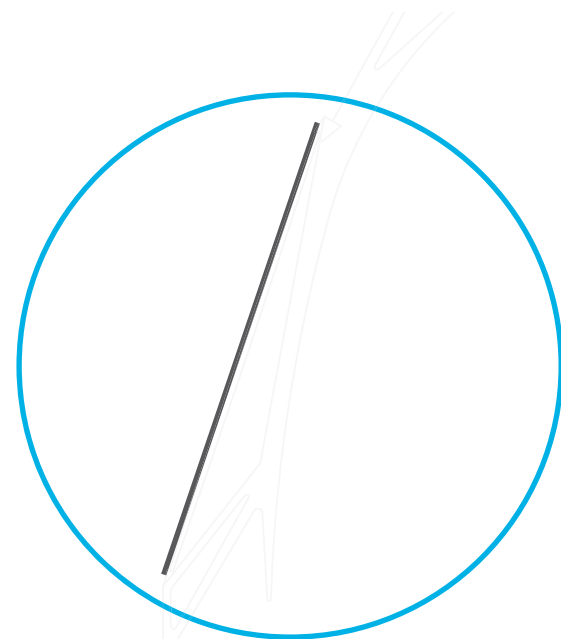
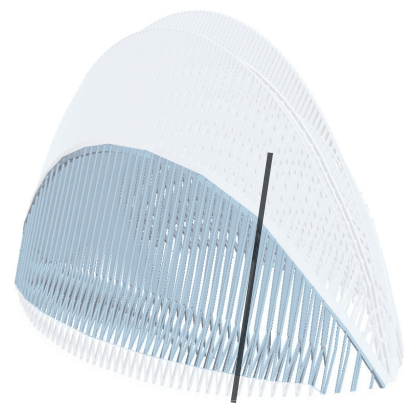
Superficie 4

Dos directrices curvas, d_1 y d_1' , no coplanarias, y generatrices (g), rectas a lo largo de esta superficie reglada, conforman este cilindroide.

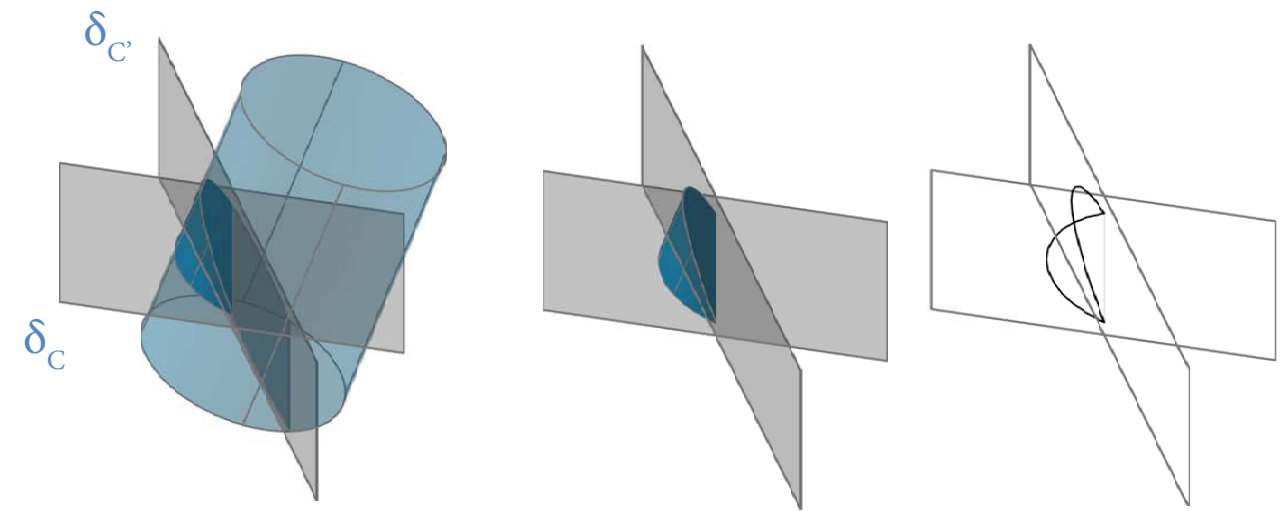




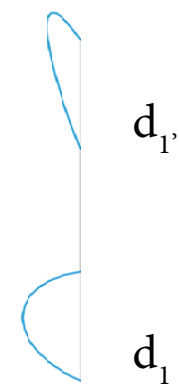
Superficie formada a partir de generatrices rectas.



Estas generatrices rectas son los tornapuntas.

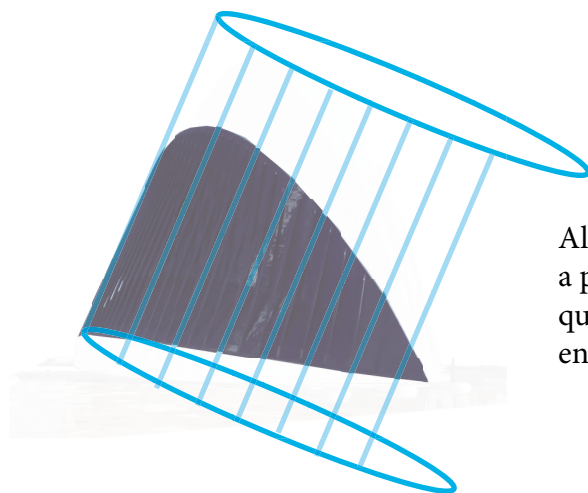


Planos de corte



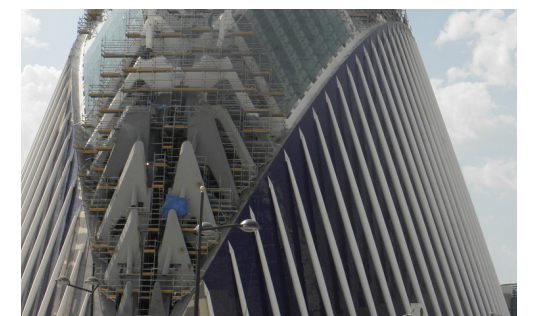
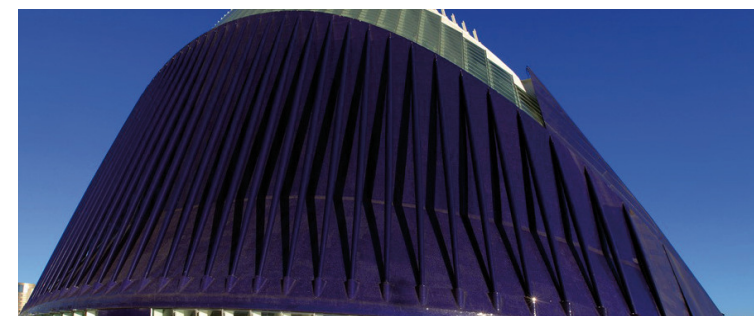
Ambas son elipses, ninguna pertenece a un plano paralelo a la base del cilindro

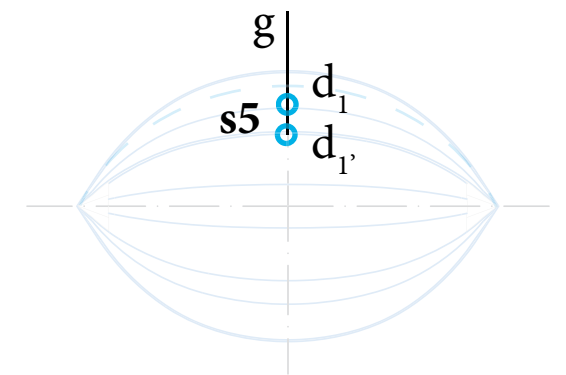
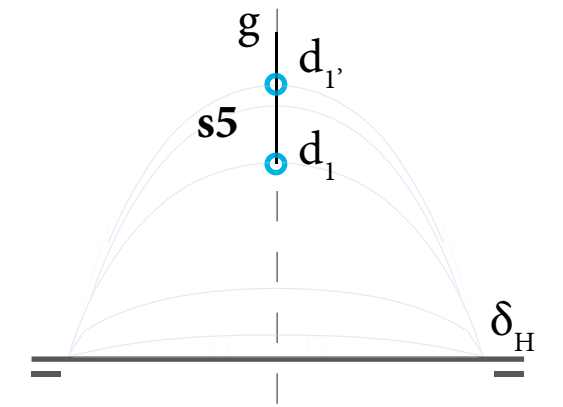
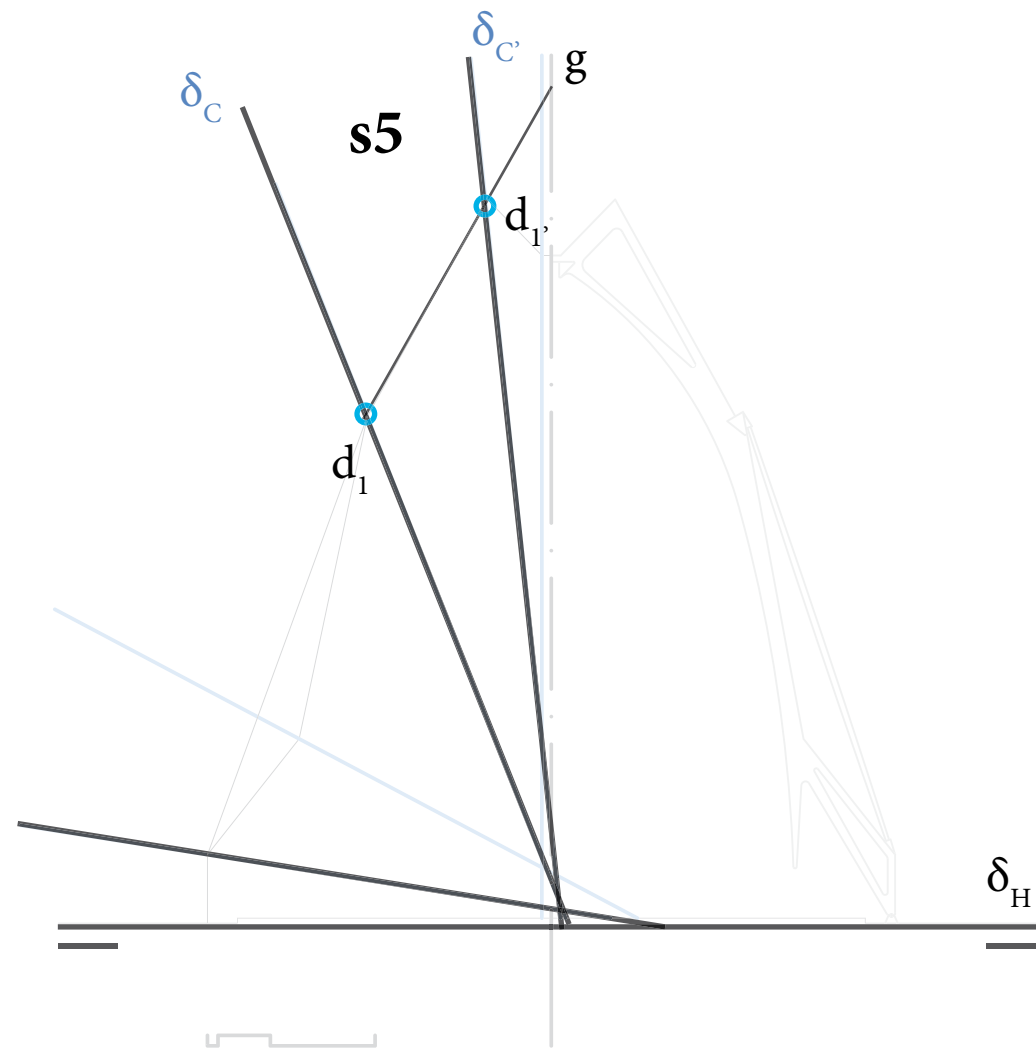
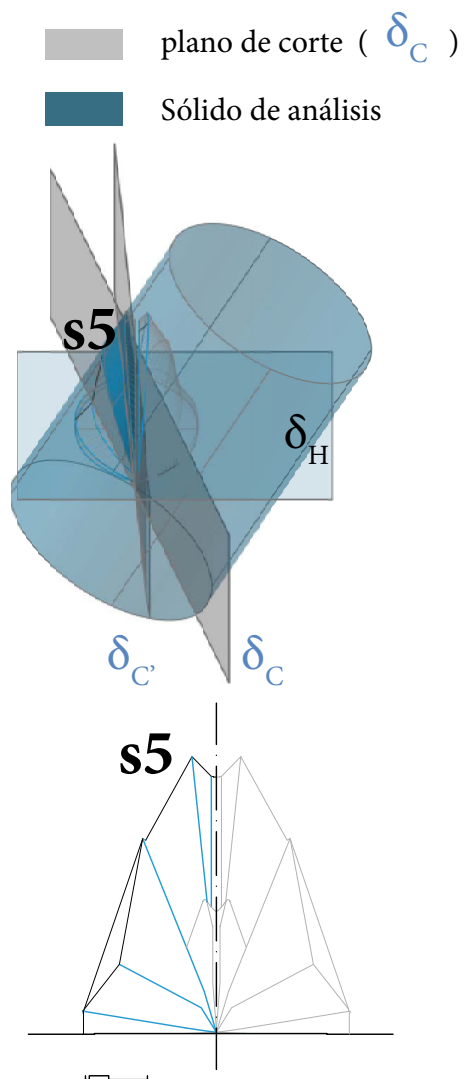
Directrices curvas



Al tratarse de una superficie generada a partir de un cilindro. Las curvas que genera sólo pueden encontrarse entre las circunferencias y/o elipses.

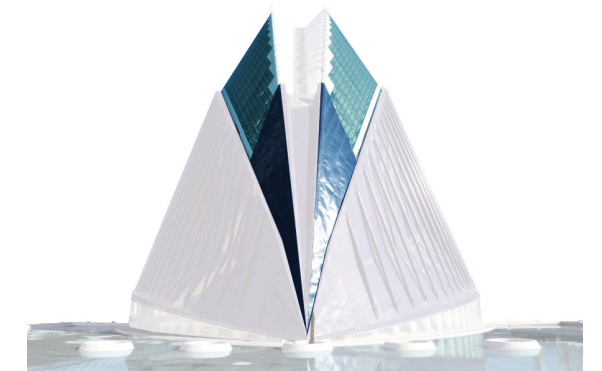
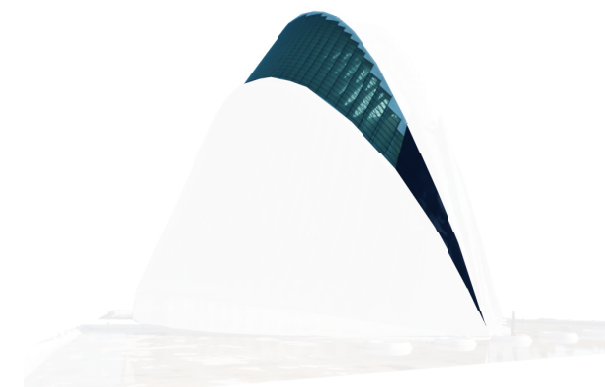
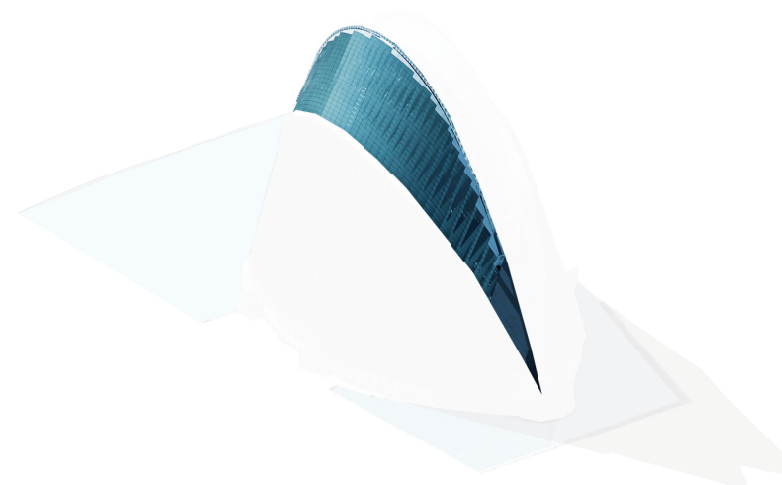
Fotografías, superficie 4, acabada izquierda, en construcción, derecha.

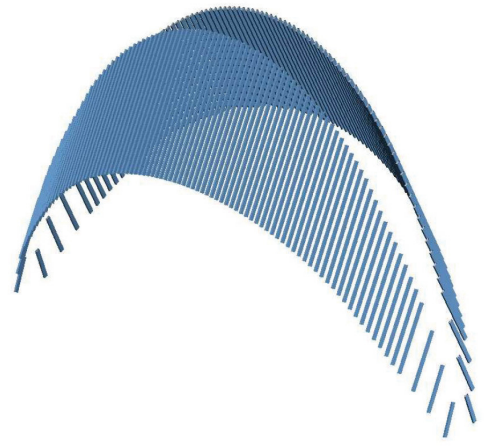




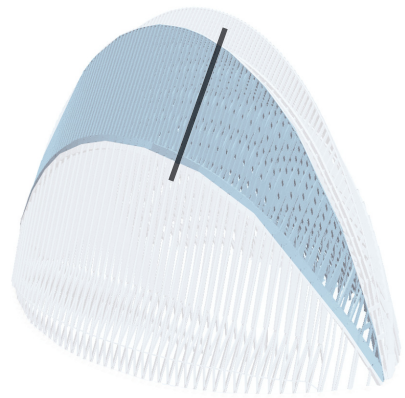
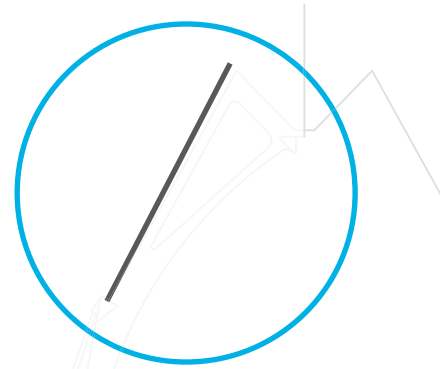
Superficie 5

Dos directrices curvas, d_1 y d_1' , no coplanarias, y generatrices (g), rectas a lo largo de esta superficie reglada, conforman este cilindroide.

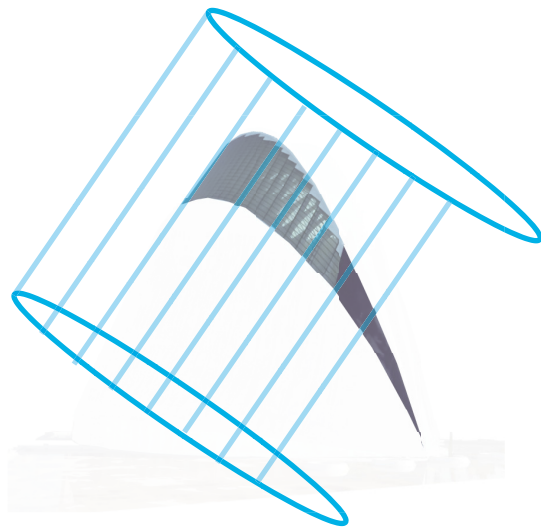




Superficie formada a partir de generatrices rectas.

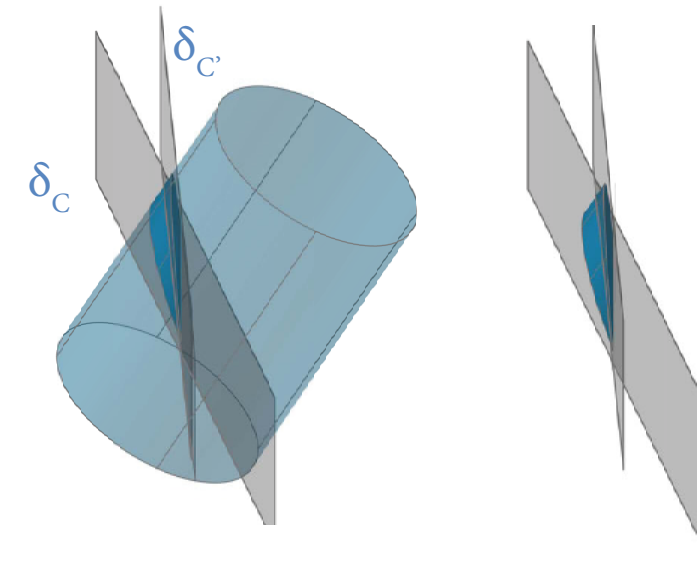


Estas generatrices rectas son las costillas superiores. (P3)

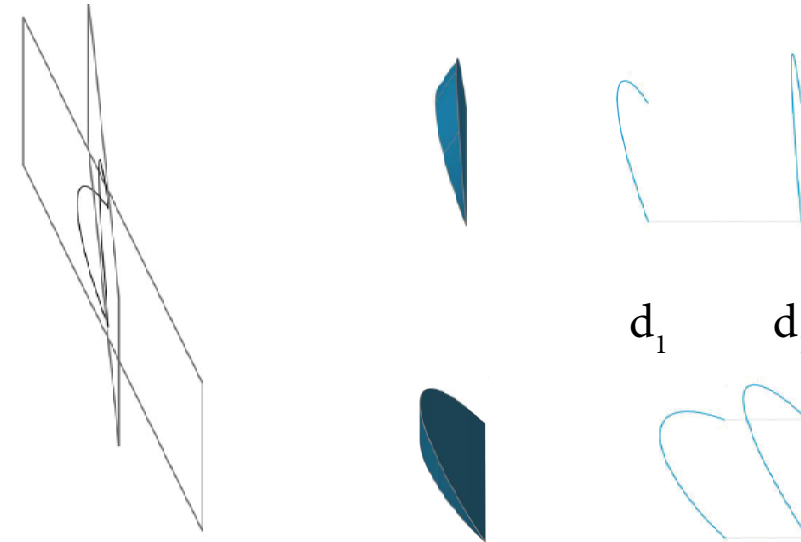


Al tratarse de una superficie generada a partir de un cilindro. Las curvas que genera sólo pueden encontrarse entre las circunferencias y/o elipses.

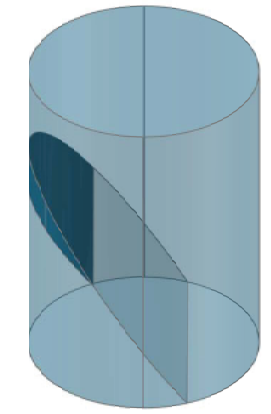
Fotografías, superficie 5, acabada izquierda, en construcción, derecha.



Planos de corte



Directrices curvas



Cilindro en vertical

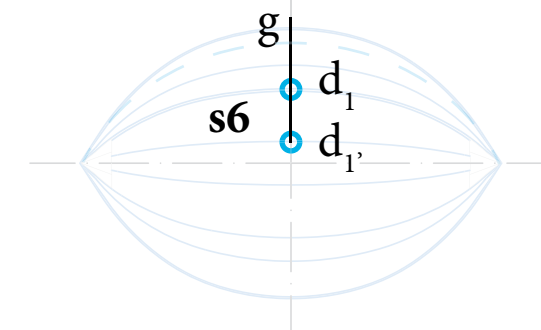
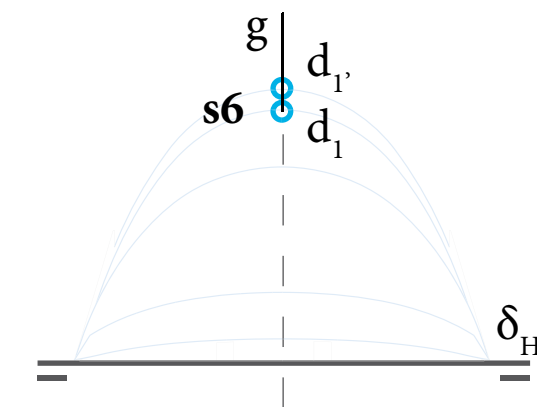
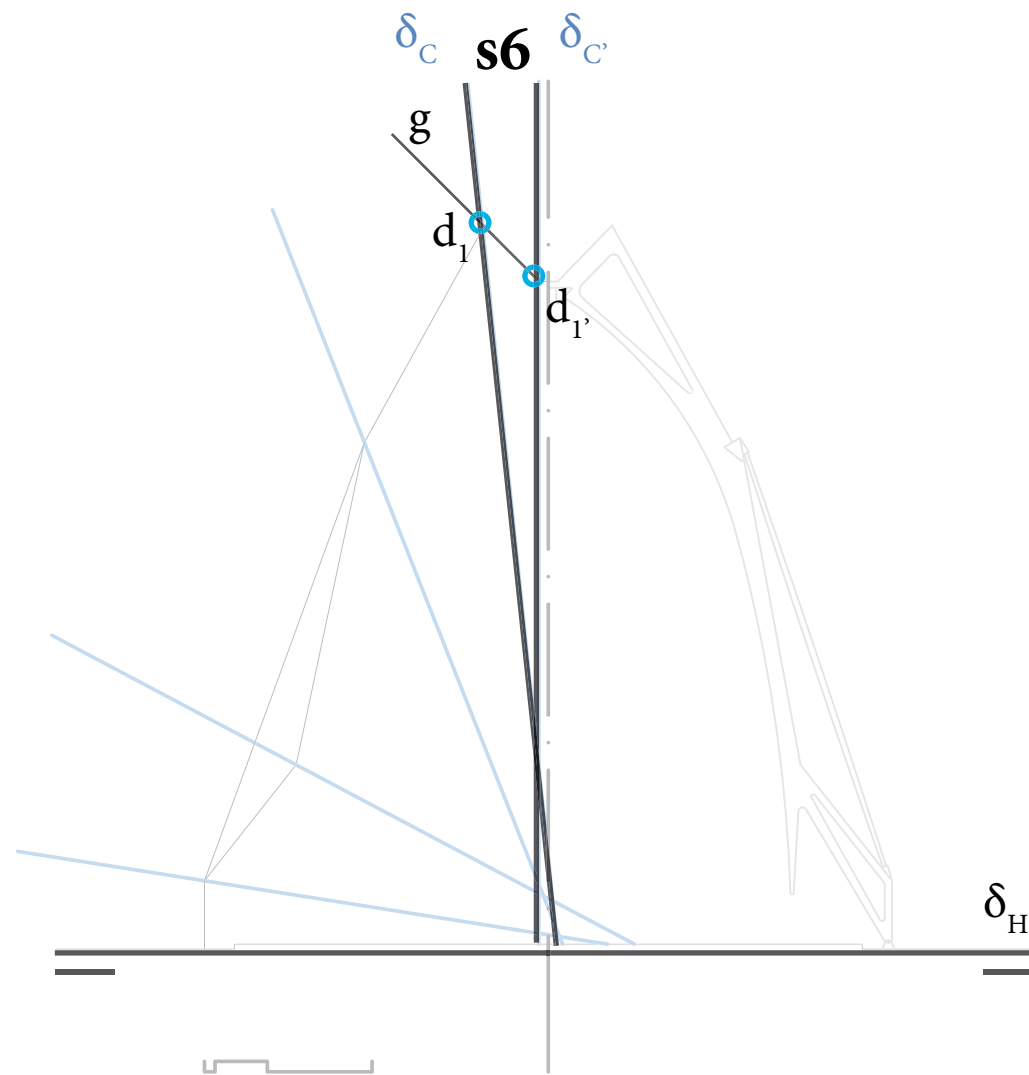
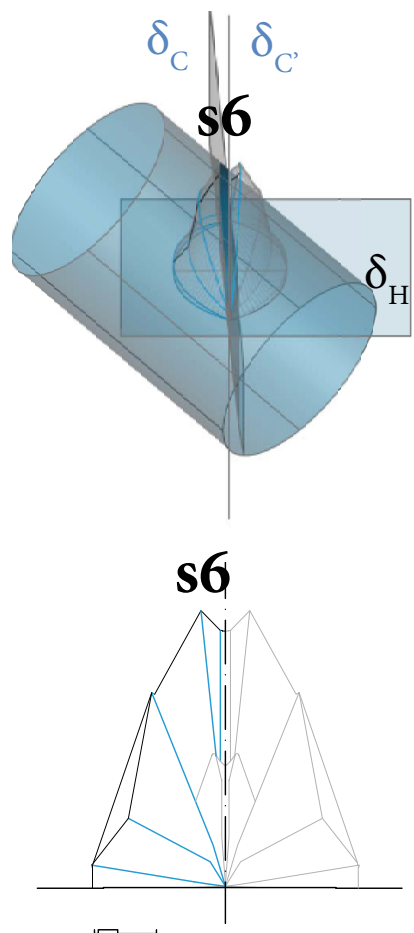
Sólido y curvas con las generatrices del cilindro coincidentes a las de la superficie a análisis.

Ambas son elipses, ninguna pertenece a un plano paralelo a la base del cilindro

Sólido y curvas con el cilindro en vertical

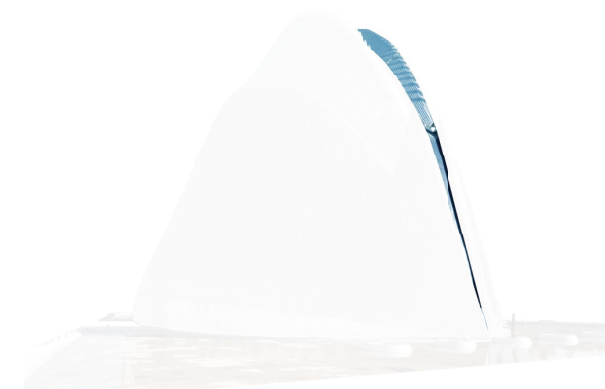
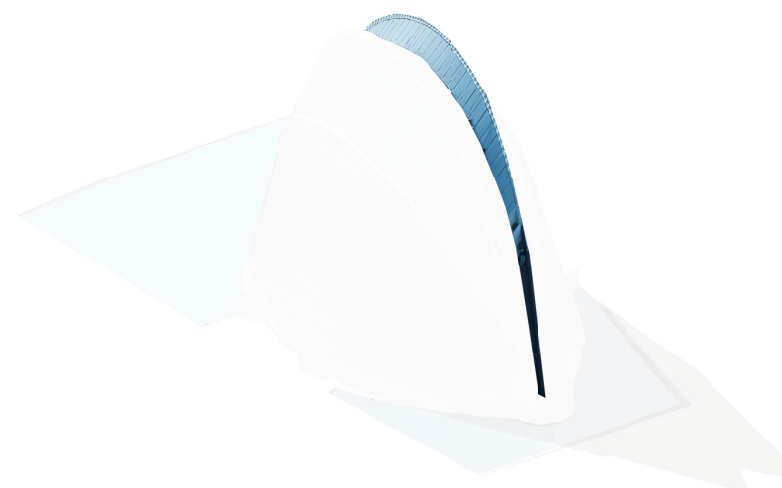


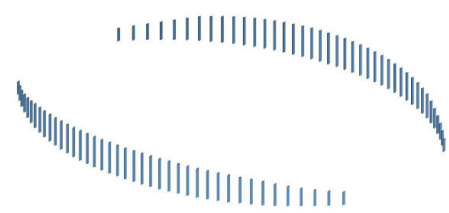
- plano de corte (δ_C)
- Sólido de análisis



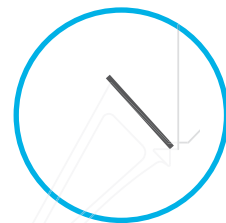
Superficie 6

Dos directrices curvas, d_1 y d_1' , no coplanarias, y generatrices (g), rectas a lo largo de esta superficie reglada, conforman este cilindroide.

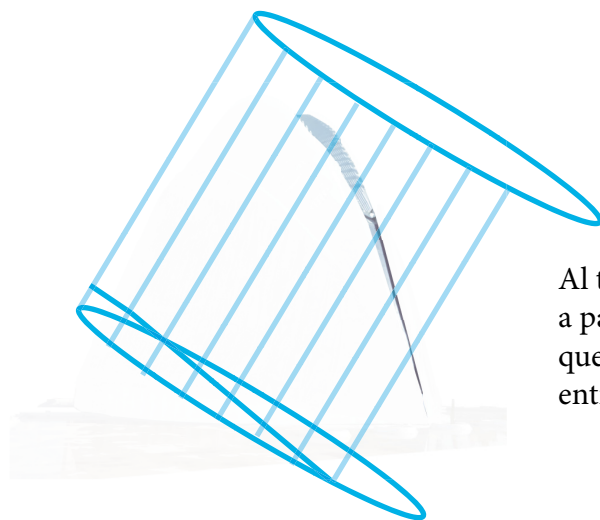




Superficie formada a partir de generatrices rectas.

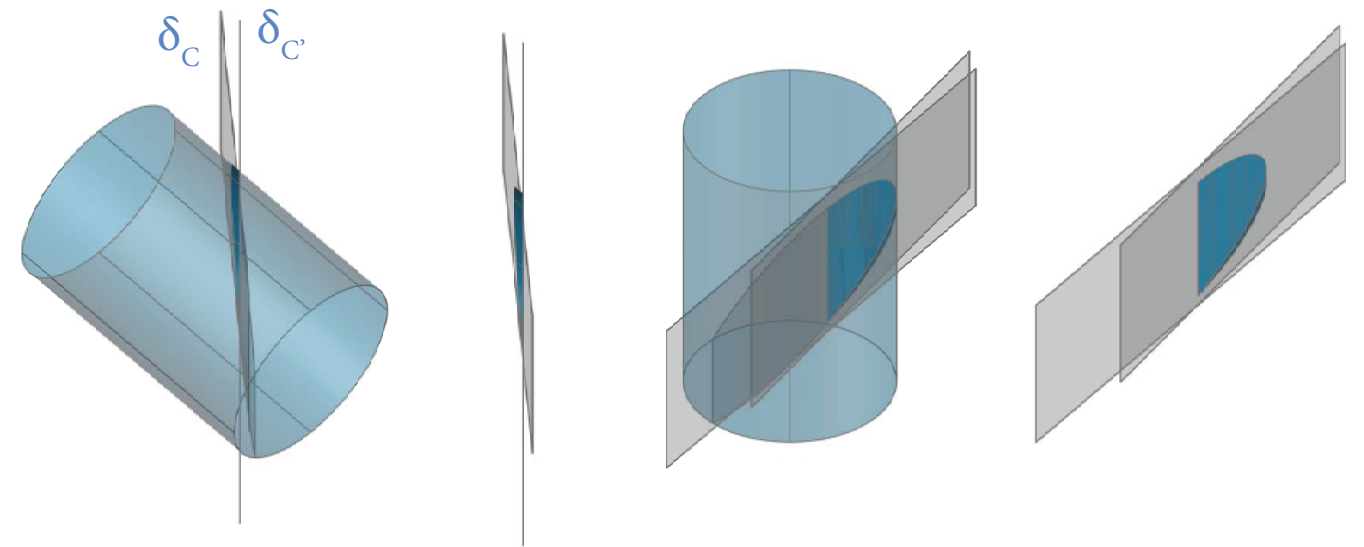


Estas generatrices rectas son las costillas superiores. (P3)

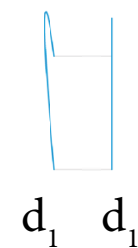


Al tratarse de una superficie generada a partir de un cilindro. Las curvas que genera sólo pueden encontrarse entre las circunferencias y/o elipses.

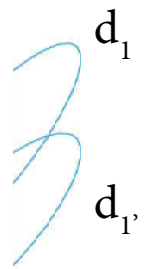
Fotografías, superficie 6, acabada izquierda, en construcción, derecha.



Planos de corte



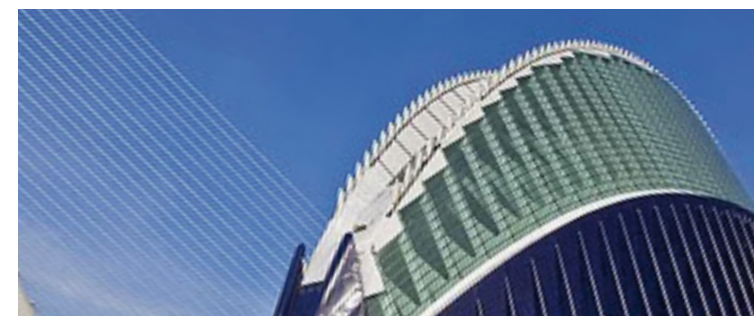
Sólido y curvas con las generatrices del cilindro coincidentes a las de la superficie a análisis.



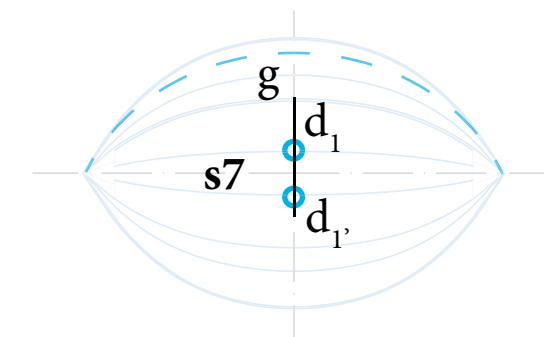
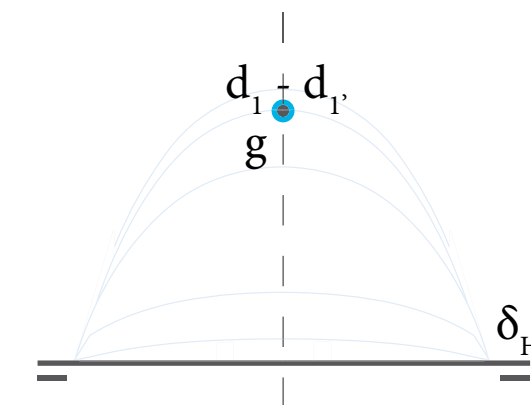
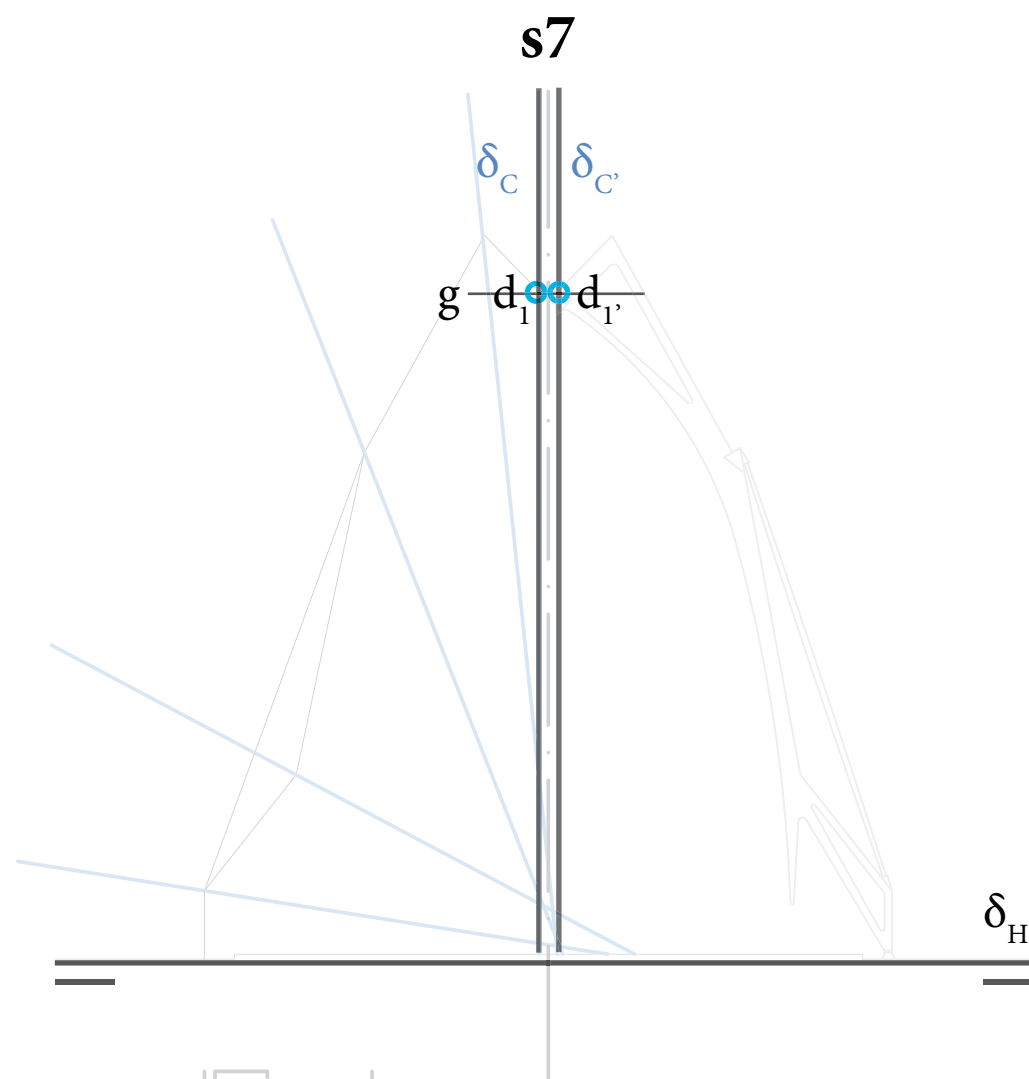
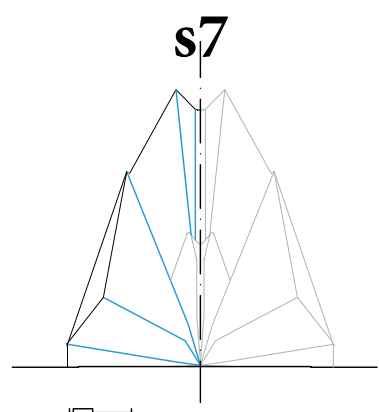
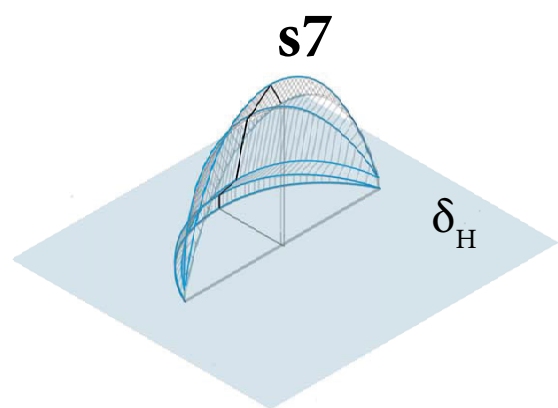
Sólido y curvas con el cilindro en vertical

Ambas son elipses, ninguna pertenece a un plano paralelo a la base del cilindro

Directrices curvas

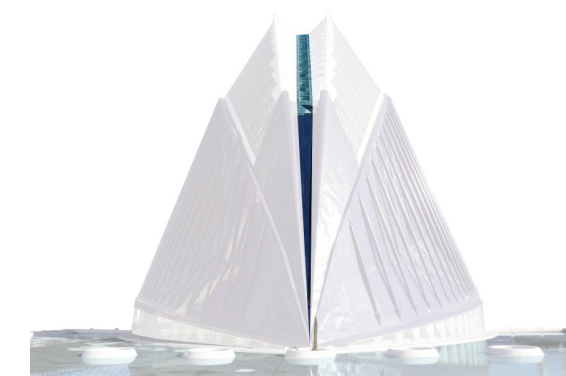
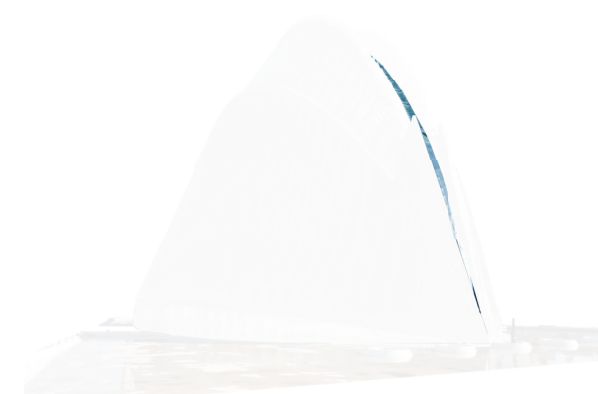


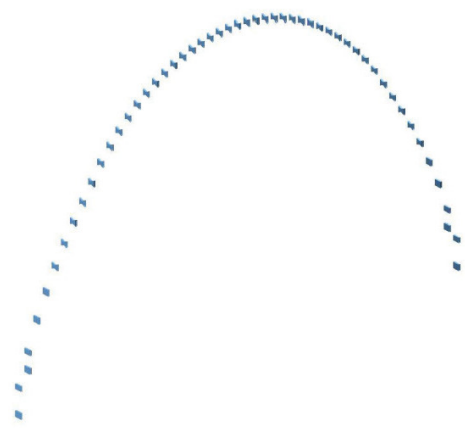
- plano de corte (δ_C)
- Sólido de análisis



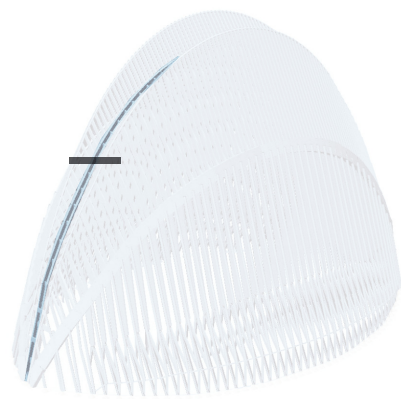
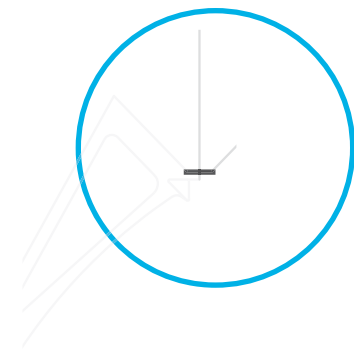
Superficie 7

Dos directrices curvas, d_1 y d_1' , no coplanarias, y generatrices (g), rectas a lo largo de esta superficie reglada, conforman este cilindroide.

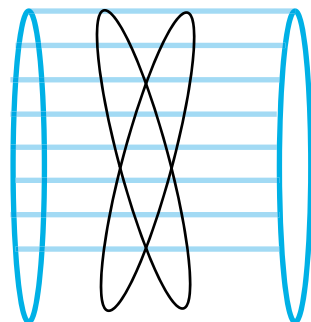




Superficie formada a partir de generatrices rectas.

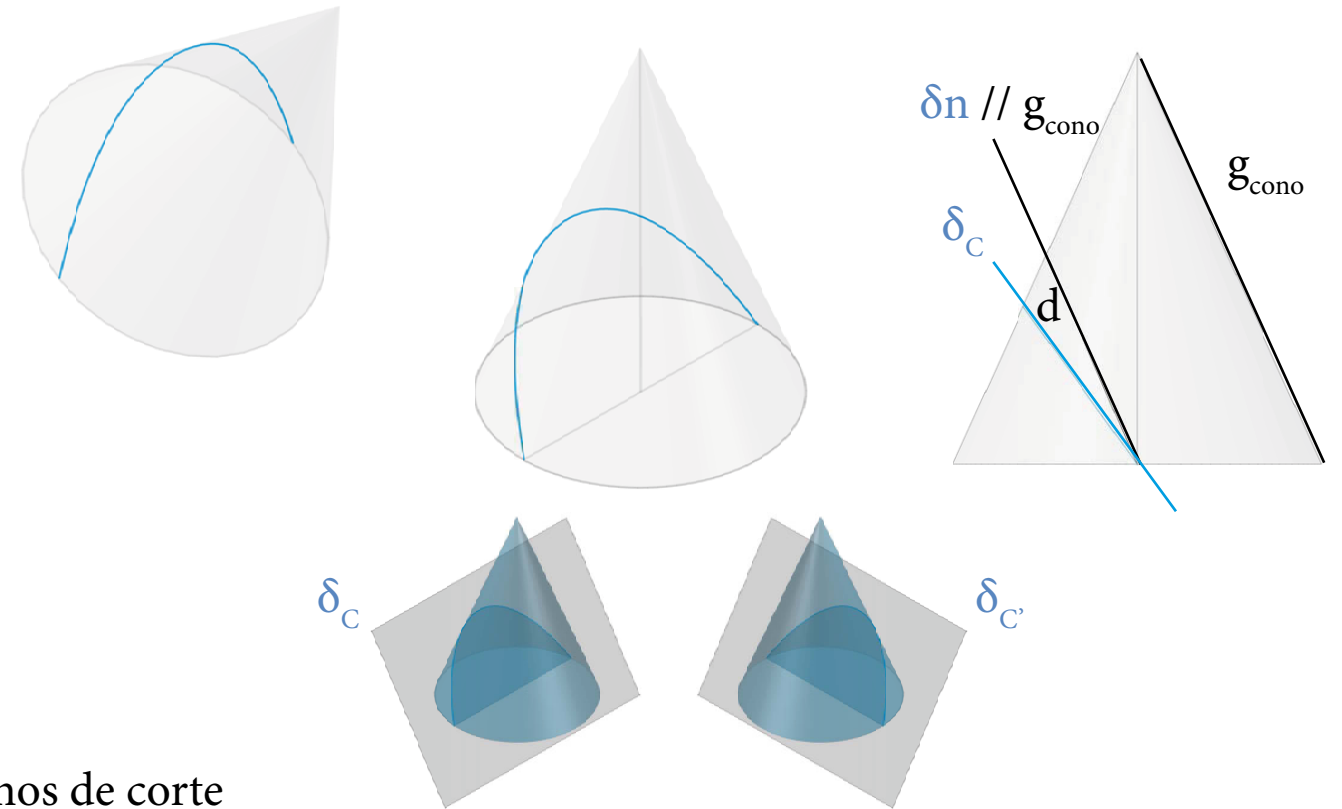


Estas generatrices rectas son la unión de ambos semipórticos.



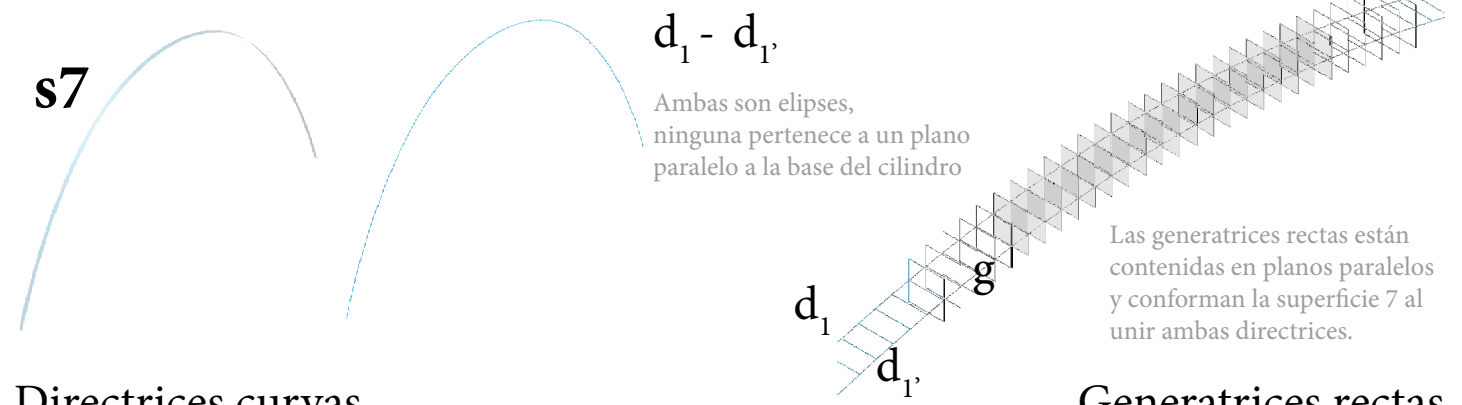
Es una superficie generada a partir de dos directrices curvas que son elipses. Estas dos elipses pueden extraerse bien de un cilindro o un cono.

Fotografías, superficie 7.
Izquierda a derecha.
Interior - longitudinal,
Interior - frontal,
Exterior - frontal.



Planos de corte

Las dos directrices simétricas que conforman esta superficie, las analizamos por medio de un cono y observamos que el plano que contiene a estas no es paralelo a la generatriz del cono sino que se genera mediante un ángulo menor, luego estamos ante una elipse.

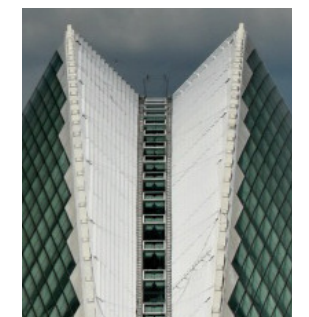
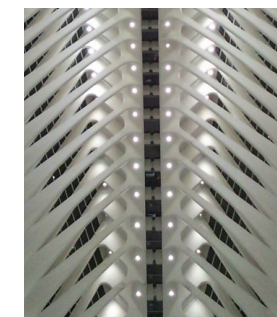


Directrices curvas

$d_1 - d_{1'}$
Ambas son elipses, ninguna pertenece a un plano paralelo a la base del cilindro

Generatrices rectas

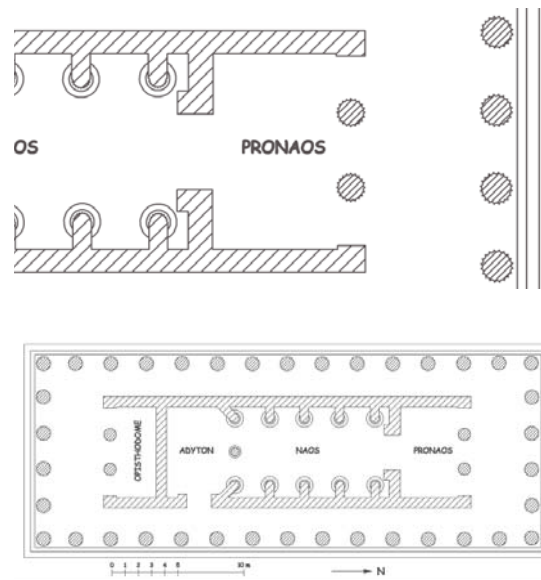
Las generatrices rectas están contenidas en planos paralelos y conforman la superficie 7 al unir ambas directrices.





LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁGORA

del plano a su construcción
análisis estructural y constructivo



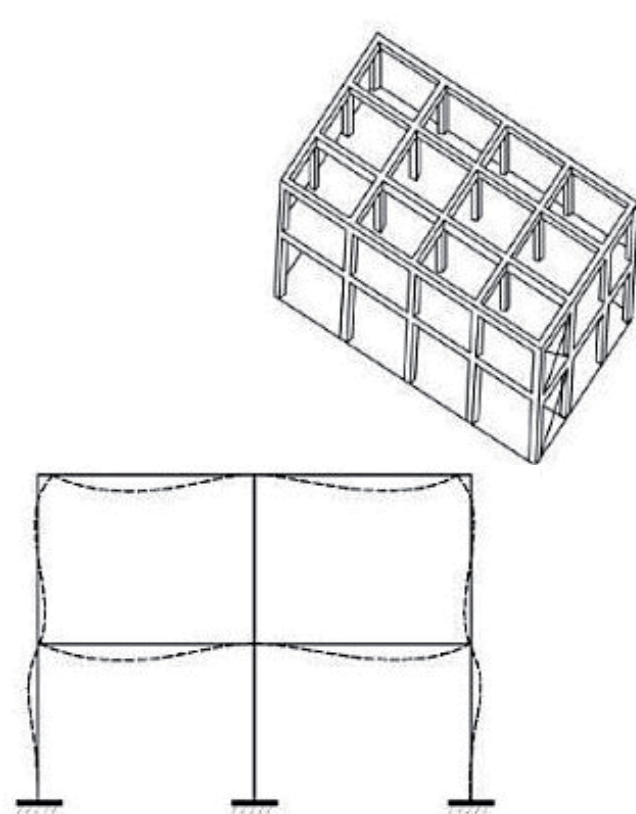
Plano del templo de Apolo Epicurio en Figalia (Basas), diseñado con pronaos. Se denomina pronaos al pórtico situado delante de un santuario o cella de un templo griego o romano.

Conceptos previos

Introducción a los modelos estructurales

Comprender el por qué del diseño del Ágora pasa por entender la mecánica estructural.

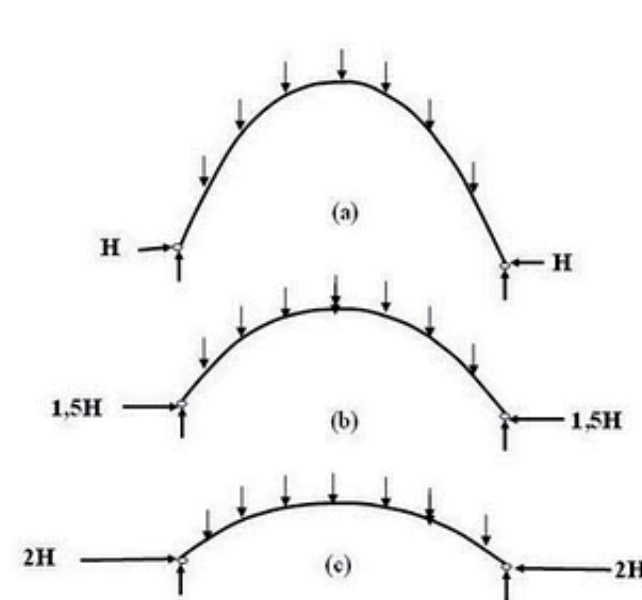
Atendiendo al programa de necesidades y a criterios del autor, se halla un diseño geométrico que responde a éste, la luz interior entre apoyos y una altura determinada delimitan la forma a adoptar.



Pórtico

Del lat. porticus = pórtico, galería, de porta = puerta de acceso.

1. Construcción abierta o cerrada en parte, con cubierta soportada por columnas o pilares, cualquiera que sea su estructura tectónica, adosada a un edificio generalmente, y cuya función es la de resguardo, paseo o meramente decorativa.
2. Galería columnada a lo largo de la fachada, patio.
3. Estructura adintelada o en arco que da acceso a un edificio.



Cuanto más rebajado o menos profundo es el arco, mayor es el empuje que ejerce sobre los apoyos. a. Parabólico. b. Escarzano. c. Rebajado

Arco

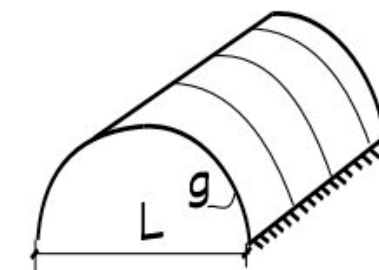
Del lat. arcus = arco, de acuare = curvar, arquear.

Elemento constructivo y de sostén, de forma generalmente curvada, derivada de una porción continua de circunferencia, elipse, parábola, etc., que cubre un vano entre dos puntos fijos, entre los que reparte los empujes ejercidos mediante las piezas menores que lo componen, las dovelas, que, perfectamente acopladas unas con otras, realizan la función de transmitirlos.

Bóveda

Del lat. voluta, por voluta en relación con volver = voltear, volver.

Estructura de forma arqueada, un espacio, entre muros, pilares o columnas.



Bóveda:

Superficie cilíndrica

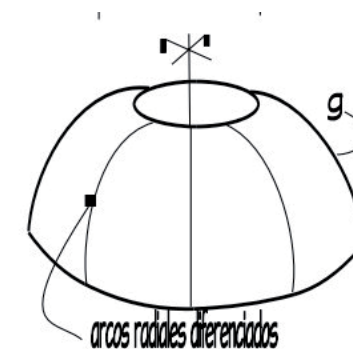
Generatriz: antifunicular de cargas de peso propio.

Simple curvatura: trabaja como una sucesión de arcos.

Cúpula

Del lat. arcus = arco, de acuare = curvar, arquear.

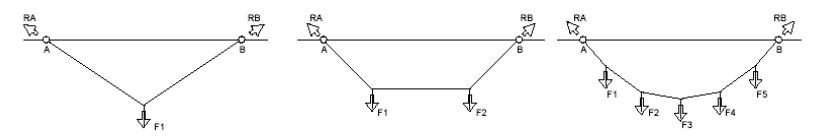
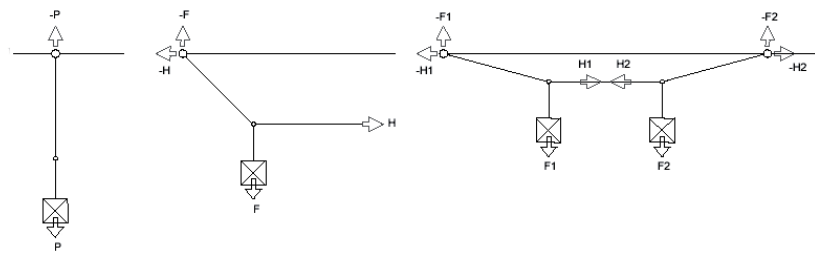
Bóveda de desarrollo semiesférico o de sección cónica, que se levanta a partir de una planta cuadrada, poligonal, circular o elíptica.



Cúpula:

Superficie de revolución de doble curvatura total positiva.

Generatriz: antifunicular de cargas de peso propio.



Para cada conjunto de cargas externas existirá una forma de equilibrio: el funicular de cargas. A medida que aumenta el número de cargas el polígono funicular tomará un número creciente de lados (curva funicular)

SISTEMAS ESTRUCTURALES DE FORMA ACTIVA.

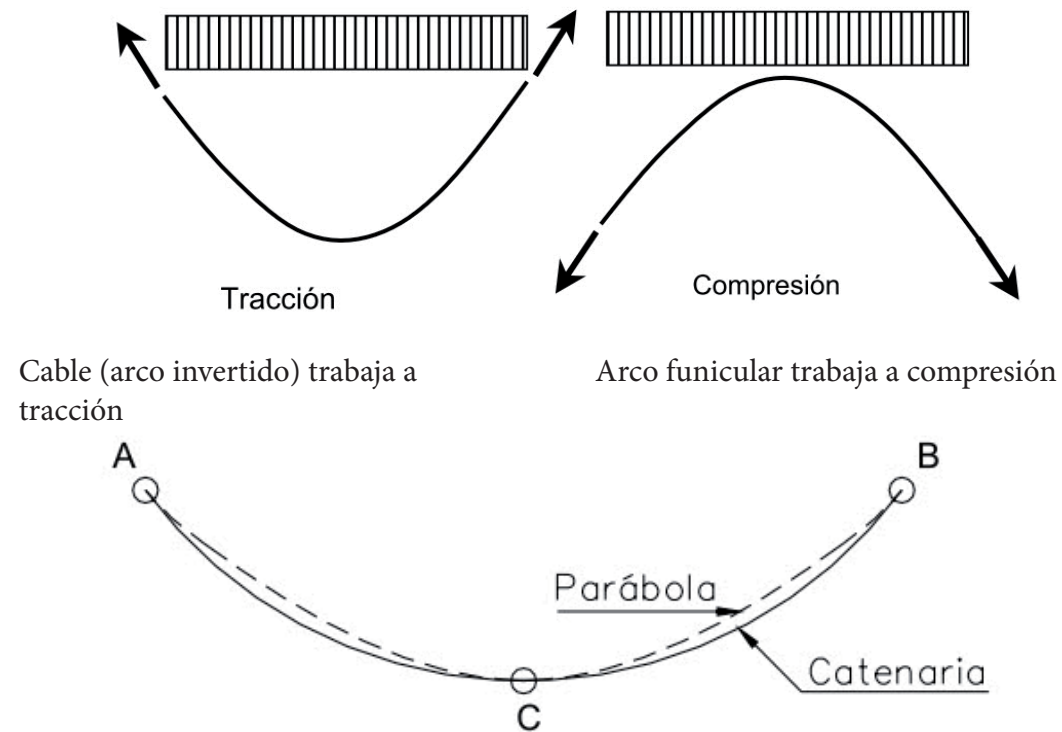
La característica fundamental es: la adaptabilidad de los elementos que constituyen la estructura, pues al recibir las cargas adoptan una forma de equilibrio (funicular) compromiso entre la forma y la carga externa.

LA FORMA DEBE COINCIDIR SIEMPRE CON EL FUNICULAR DE CARGA

Arco funicular o "Funicula"

La forma funicular es la línea geométrica que adopta el hilo o cable en equilibrio que se deforma por acción de una carga o varias externas, dependiente de su magnitud y punto de aplicación.

Un polígono funicular es un polígono con cargas puntuales que lo someten a esfuerzos de tracción a lo largo de éste. El número de lados de este polígono es $n+1$, donde n es el número de cargas. Cuando n tiende a infinito, se forma una catenaria, que es la forma de un cable flexible sometido a la gravedad.

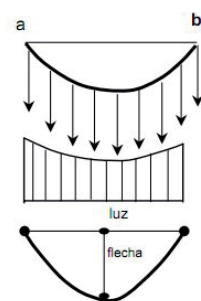


Ambas curvas coinciden en tres puntos: los dos puntos de amarre del cable y en el punto medio del trazado. Si las cargas aplicadas se distribuyen horizontalmente, la curva funicular difiere de la catenaria, si bien posee la misma configuración general, la forma que adopta un cable sometido a una carga horizontal uniformemente repartida se aproxima a una parábola.

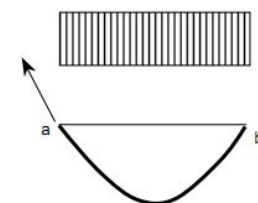
Catenaria

Del lat. catenarius (propio de la cadena)

Es determinada curva funicular o familia de curvas, que describe una cadena, cuerda o cable ideal perfectamente flexible, con masa distribuida uniformemente por unidad de longitud, suspendida por sus extremos, sometida a un campo gravitatorio uniforme.



Catenaria, cada porción de cable recibe el mismo esfuerzo.



Parabola cada porción de cable absorbe diferentes esfuerzos.

Apunte

Empuje

Aplicada a la arquitectura y al estudio de transmisión de cargas, en particular, es la fuerza de acción que surge, por ejemplo, entre un arco sobre su soporte, en su tendencia a abrirse.

Tirante

Pieza, colocada por debajo de la línea de arranque o por encima del arco para contrarrestar el exceso de empuje en los estribos.

Estribo

Macizos en los que se tiende el arco. Reciben las cargas y suman su peso a los empujes verticalizando con ello la resultante final.

Pilar

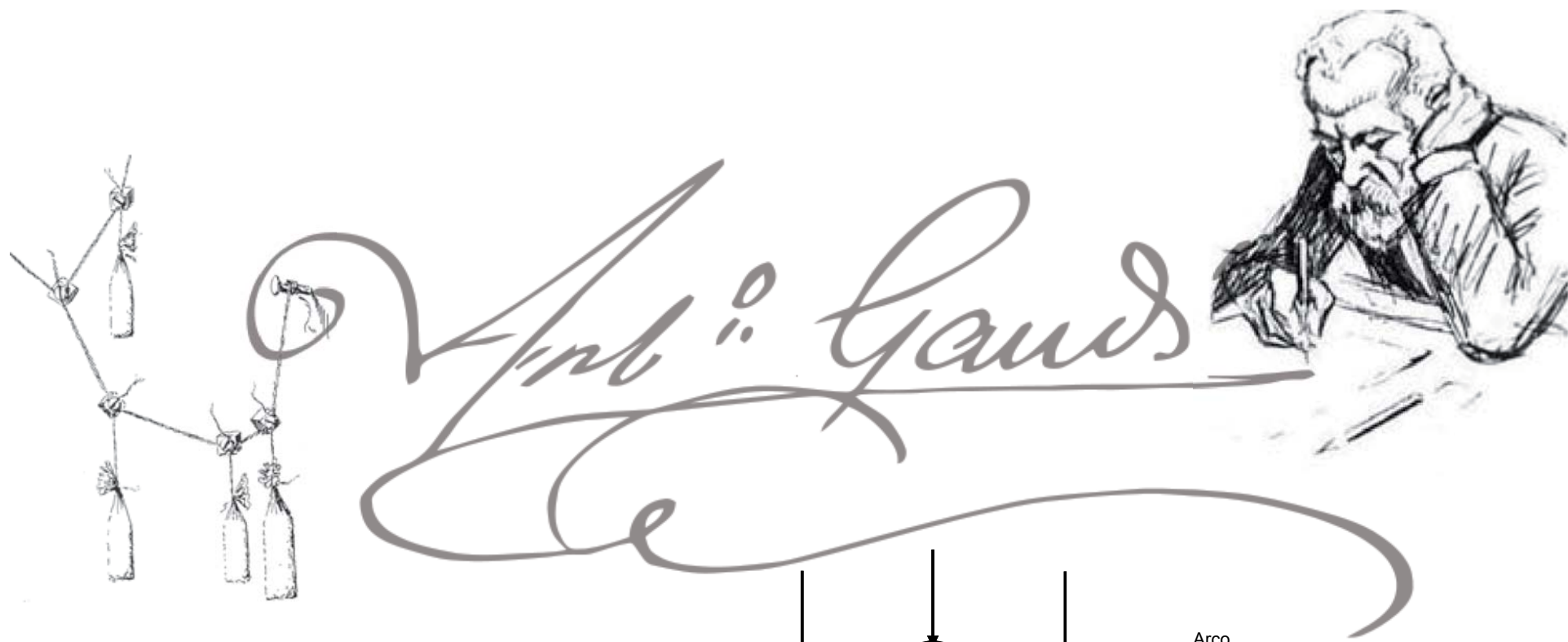
Elemento vertical de soporte que no tiene necesariamente la forma cilíndrica ni sigue los cánones de un orden.

Luz

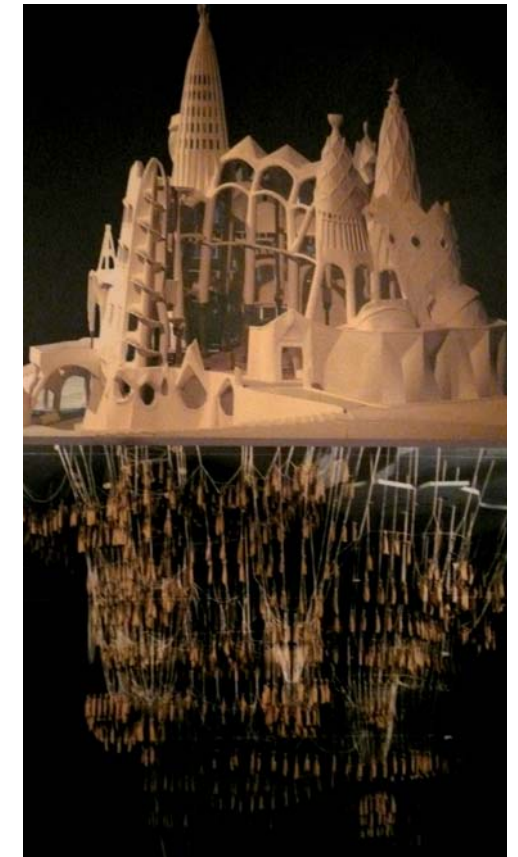
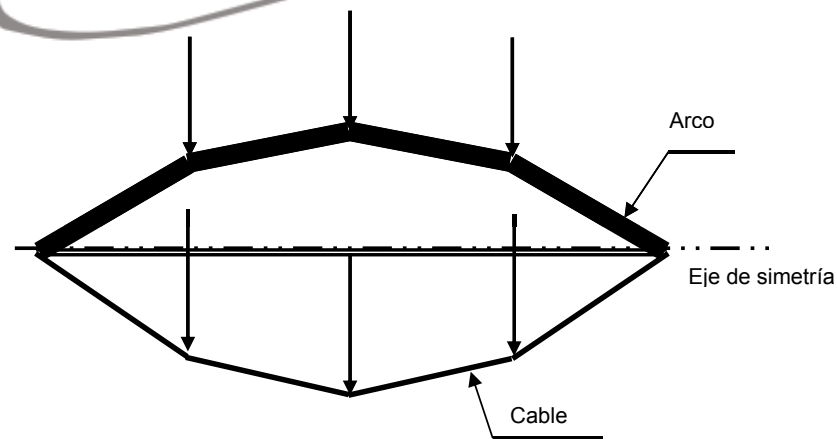
Distancia entre dos puntos de apoyo, en el caso del arco, distancia horizontal media entre los arranques que definen la anchura del vano.

Flecha

Altura medida desde la línea de arranque a la línea directriz del arco.



Las formas inversas de los hilos colgantes catenarios, funiculares o parabólicos, que soportan su propio peso o cargas, y que siempre están traccionados, corresponden a las formas comprimidas que, con las mismas longitudes, soportan las mismas cargas.

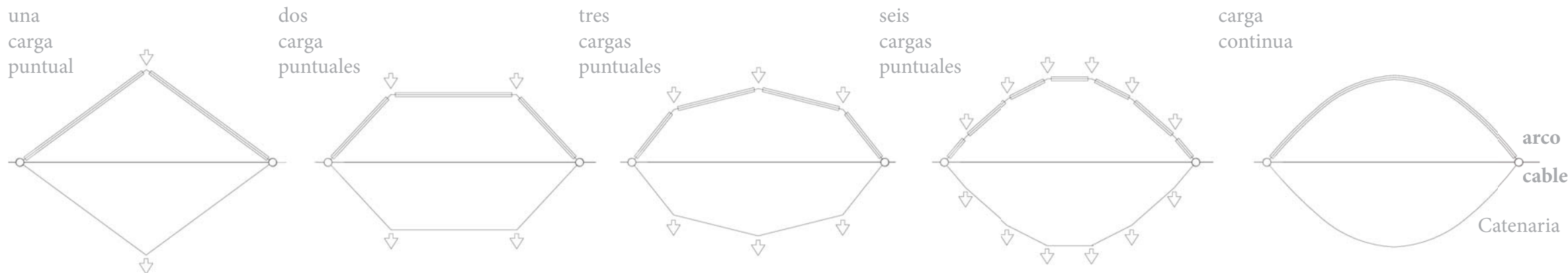


Arcos funiculares

Reproducción de la maqueta funicular de Gaudí bajo la dirección de Frei Otto de la Iglesia de la Colonia Güell de y la original desaparecida, en la fotografía en blanco y negro.

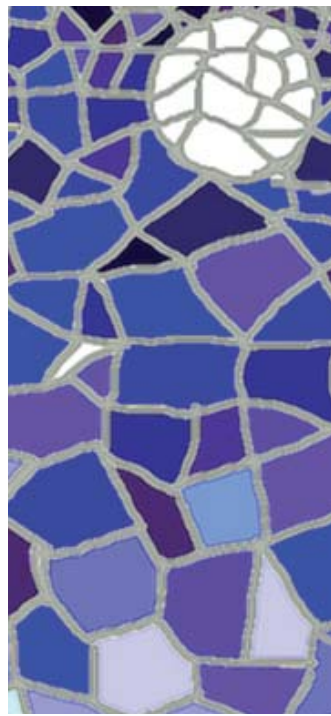
Para el Ágora como otras construcciones arquitectónicas, el conocimiento y uso de las catenarias crean el diseño del mismo y lo hacen posible, Gaudí es el máximo predecesor de esta técnica.

Antoni Gaudí i Cornet, arquitecto modernista catalán, ideó un método de calcular la estructura del edificio. En un cobertizo junto a las obras de la iglesia de la Colonia Güell, construyó una maqueta de la misma a gran escala (1:10), de cuatro metros de altura, donde instaló un montaje confeccionado con unos cordeles de los que pendían saquitos rellenos de perdigones. En un tablero de madera fijado en el techo dibujó la planta de la iglesia, y de los puntos sustentantes del edificio –columnas, intersección de paredes– colgó los cordeles (para los funiculares) con los sacos de perdigones (para las cargas), que así suspendidos daban la curva catenaria resultante, tanto en arcos como en bóvedas. De aquí sacaba una fotografía, que una vez invertida daba la estructura de columnas y arcos que Gaudí estaba buscando.



Relación entre arco funicular y cable suspendido

Descubrió que la simetrización de la catenaria daba lugar a uno de los arcos más perfectos “el más racional y mecánico de los arcos”, el único que adopta perfectamente la línea de presiones, que distribuye los esfuerzos a compresión pura y siempre bajo la dirección y sentido de la resultante de fuerzas, lo que lo llevó a utilizar estas maquetas funiculares para la comprensión de la lógica estructural.

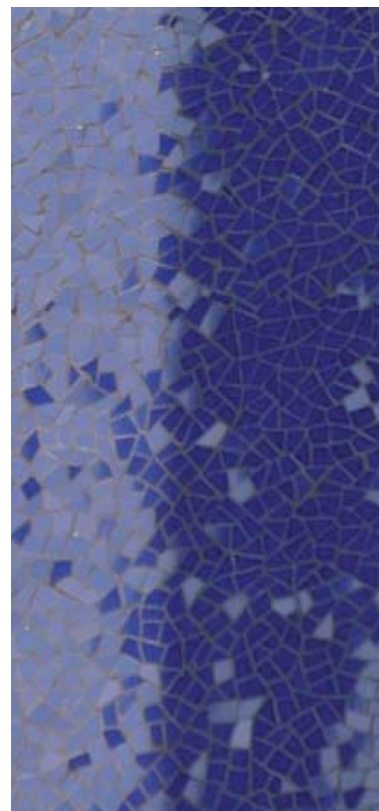


Trencadís

Antoni Gaudí propuso este sistema hasta entonces inédito. Josep Maria Jujol, arquitecto y estrecho colaborador de Gaudí fue el encargado de aplicarlo y quien le dio la personalidad característica.

Utilizaba piezas de rechazo de la fábrica Pujol i Bausis, emplazada en Esplugas de Llobregat, así como fragmentos de platos y tazas de café de loza blanca procedente de otras partes. También utilizó baldosas de cerámica y el mosaico con la técnica del opus tessellatum.

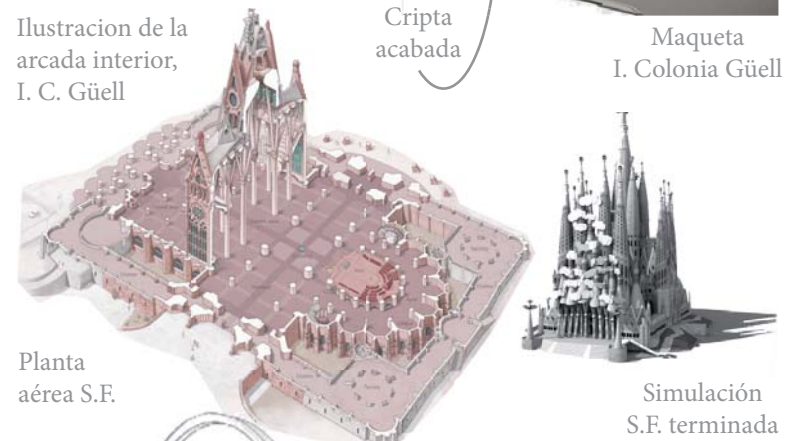
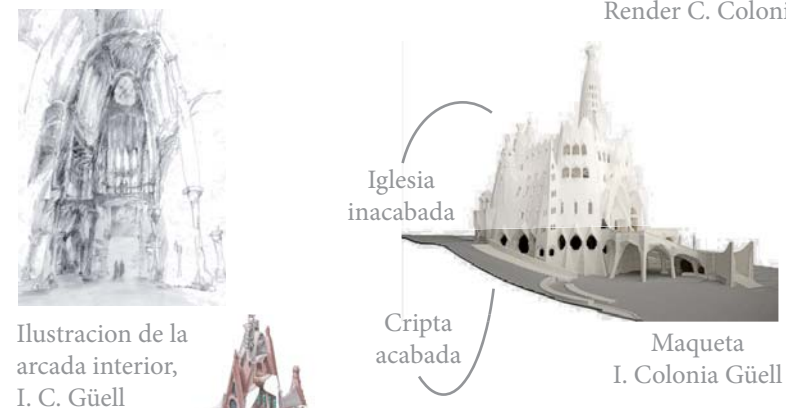
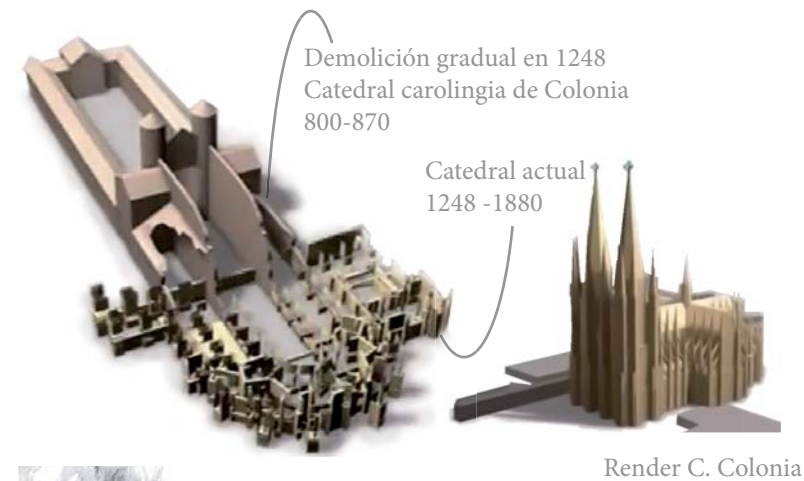
Santiago Calatrava se inspira en las Catedrales y en Gaudí para sus obras en general con sus referencias a la naturaleza y así lo hace también con el Ágora



Izquierda a derecha. Trencadís de Gaudí. Trencadís de Calatrava en la cubierta del Ágora. Fotografías de la maqueta, para la catedral de Oakland, EEUU, finalmente este no se le adjudica a Calatrava para su construcción.

Las «muletas» del edificio gótico,

Así describía Gaudí a los arbotantes y contrafuertes. Elementos exteriores vulnerables que recibían parte de carga disgregada en su camino al suelo.



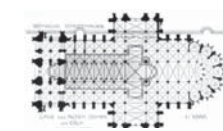
Gaudí y Santiago Calatrava

Las nuevas formas utilizadas por ambos, composiciones de arcos que mimetizan a las antifuniculares o funiculares inversas son capaces de subsanar las carencias y defectos del gótico, verticalizando los esfuerzos, minimizando al empuje y resguardando la estructura en el interior.

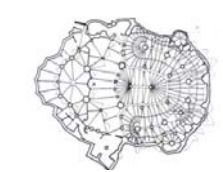
Superación del gótico

Gaudí estudió con detalle los defectos de las catedrales góticas con el afán de superarlos.

Catedral gótica de Colonia, 1248-1880. Alemania

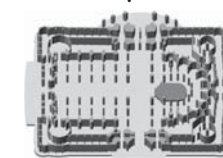


Iglesia, Colonia Güell, 1898 -1918, se termina la cripta. Inacabada. Catalunya

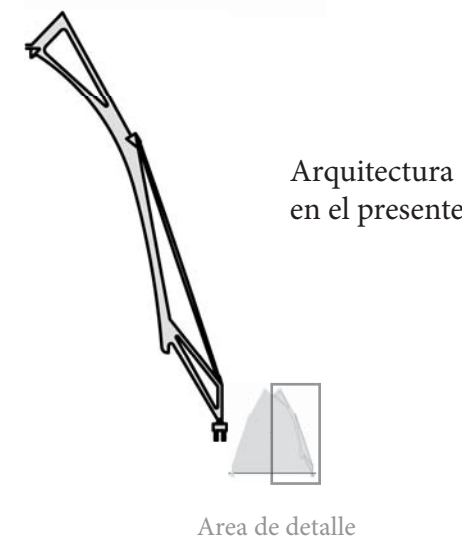
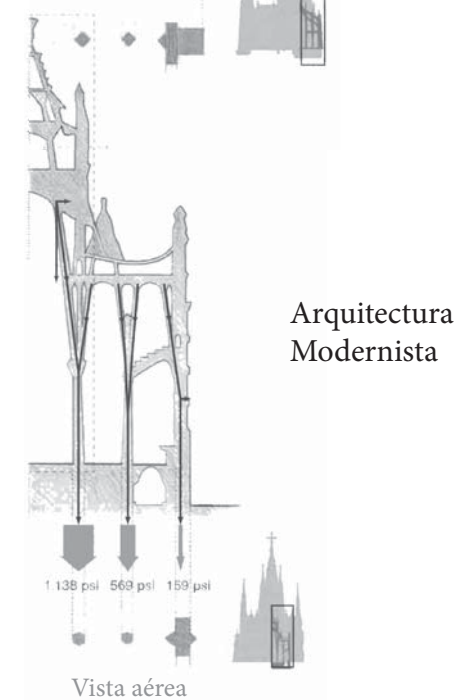
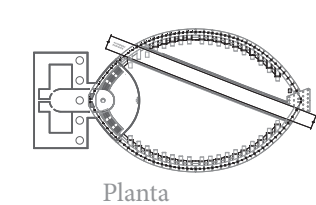


Basílica de la Sagrada Família

1882- En construcción Catalunya



Ágora, Santiago Calatrava. En construcción. Valencia



“Su forma plana quiere sugerir una idea de bienvenida y hospitalidad -dice-, una invitación para reunirse y rezar. La imagen de dos manos que casi se tocan simboliza cómo la estructura asciende lentamente.”

Santiago Calatrava

Según la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE), el esfuerzo principal del Tornapuntas es el axil de compresión originado por la carga permanente del edificio y el viento este-oeste. Esta afirmación nos lleva a representar el sistema de transmisión de esfuerzos como se expresa a la derecha.

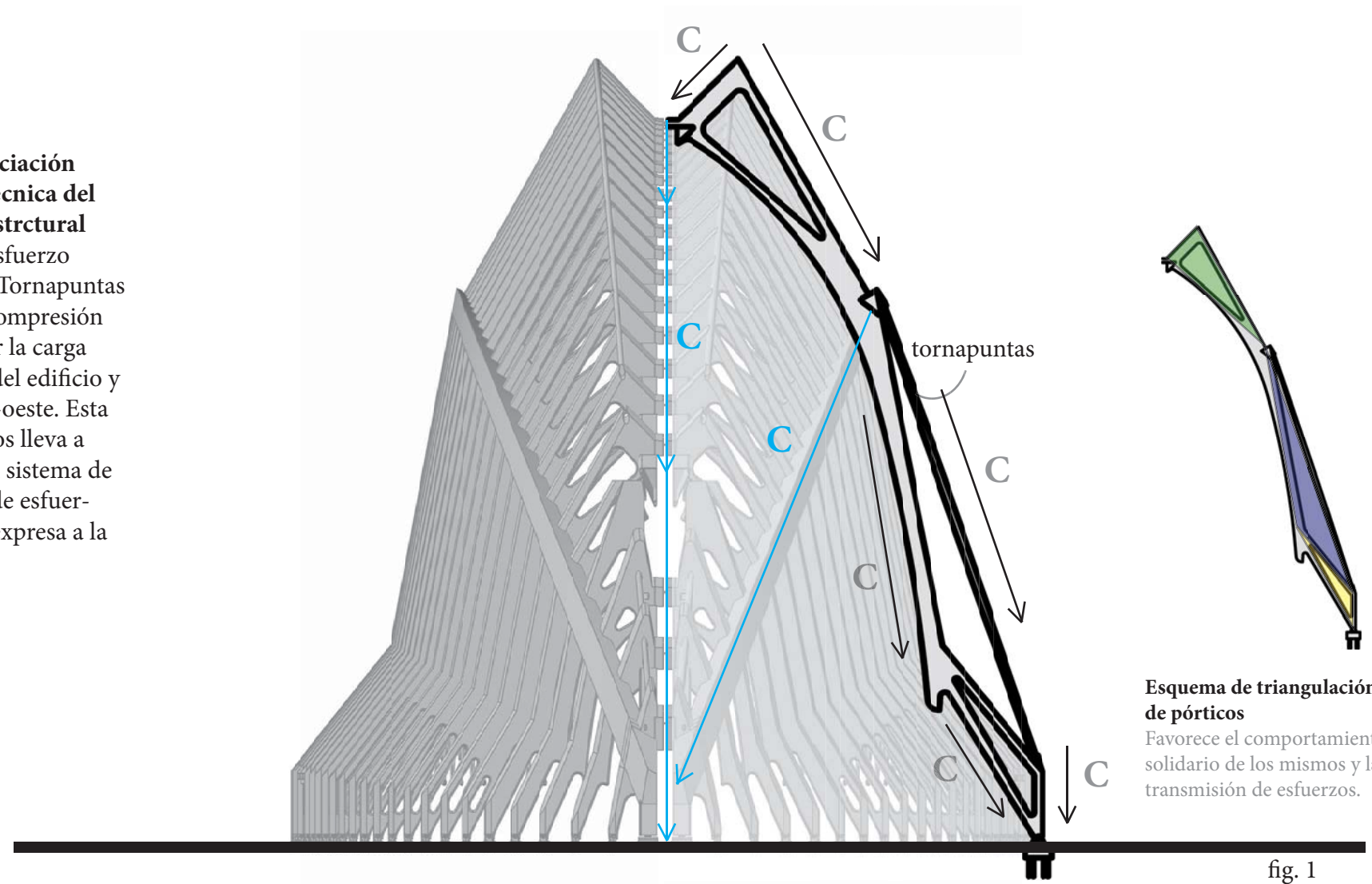


fig. 1

Fuerza de acción del pórtico al suelo
 Fuerza de reacción del suelo

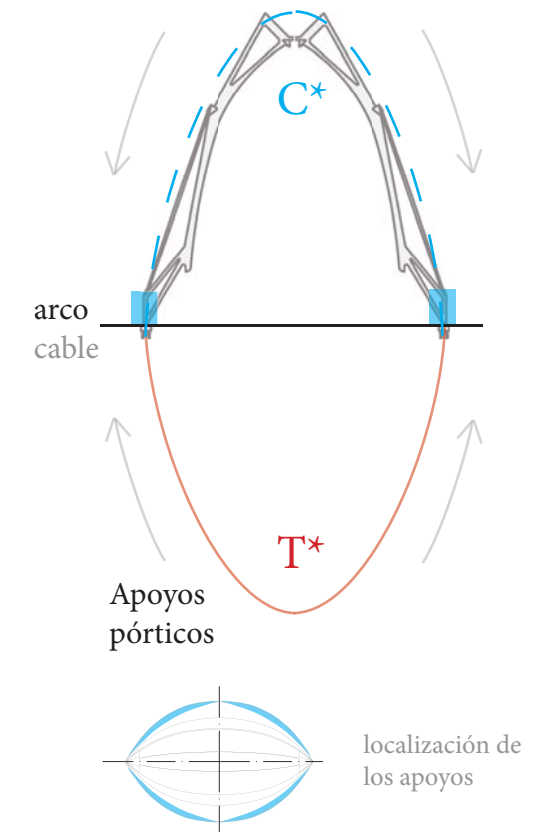
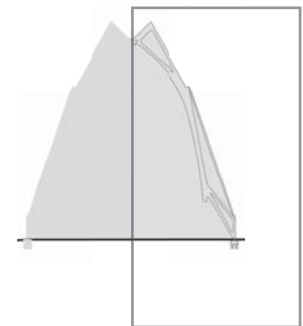


fig. 2

Similitud de los arcos aporticados con un arco antifunicular. En rojo vemos una hipótesis de la curva catenaria, trabajando a tracción como un cable que se genera distribuyendo pesos uniformemente a lo largo de este y en azul la su arco simétrico a compresión.

HIPÓTESIS DE FUNCIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

La estructura aporticada carga su peso sobre los arcos y sus apoyos. Los arcos superiores reciben parte de la carga de los pórticos y la transmiten a los apoyos propios de estos, tal como indica la figura 1. Los arranques que son los apoyos de los mismos de todos los arcos confluyen en dos puntos. (Fig.3)



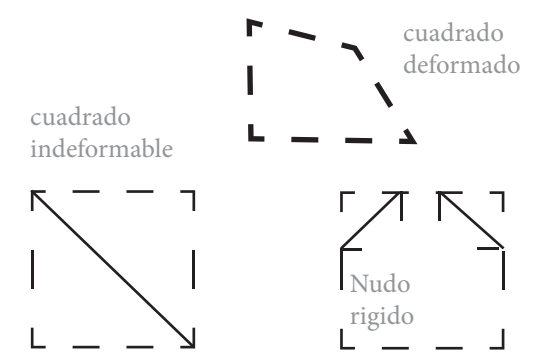
Ágora

Elementos constructivos que lo componen y forma de trabajo de las mismas.

*C = Compresión. T= Tracción

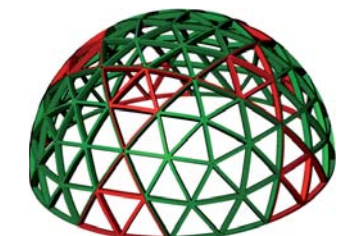
Triangulación

El uso del triángulos en arquitectura e ingeniería hace solidaria una estructura y la rigidiza o arriostra. Este polígono geométrico es rígido, de hecho, es el único polígono indeformable, por lo que lo hace idóneo también para transmitir esfuerzos de tracción - compresión. (Axiles)

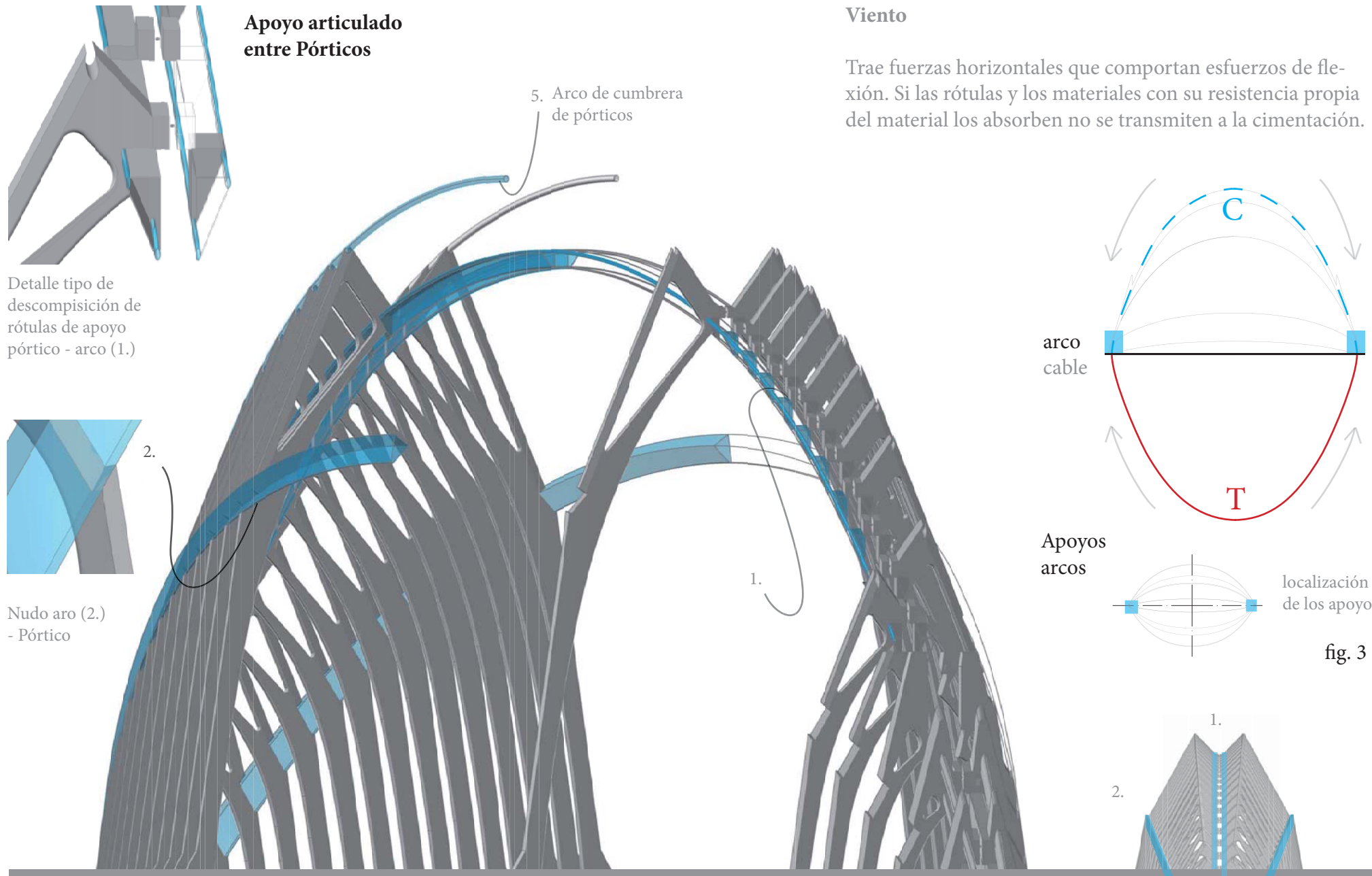


Tensegriedad

es un término arquitectónico acuñado por Buckminster Fuller como contracción de tensional integrity (integridad tensional). La tensegriedad se define como la característica que exhiben determinadas estructuras, cuya estabilidad depende del equilibrio entre fuerzas de tracción y compresión.



Derecha, la Biosphère, domo geodésico y estructura de tensegriedad construida por Fuller para la Expo 67 en Montreal, izquierda, semiesfera geodésica.



Viento

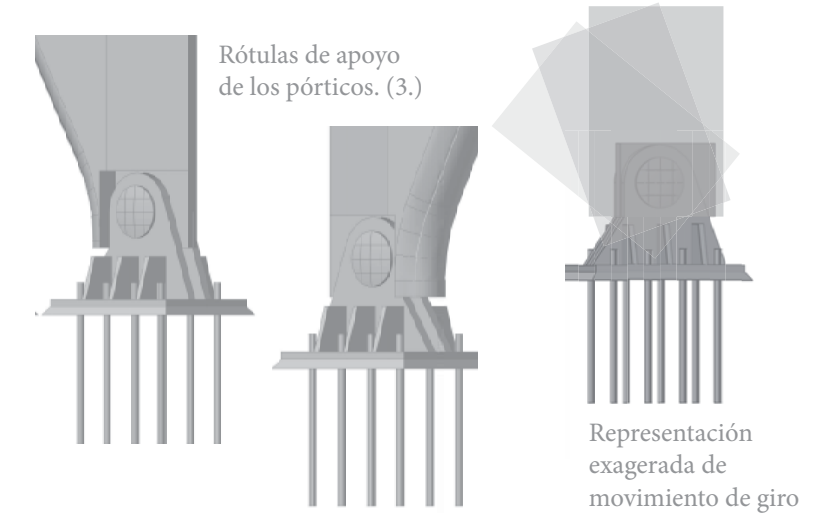
Trae fuerzas horizontales que comportan esfuerzos de flexión. Si las rótulas y los materiales con su resistencia propia del material los absorben no se transmiten a la cimentación.

Acero

Debido a la capacidad de absorber tracciones en toda su sección, rapidez de montaje, poco peso y espacio para misma resistencia y alto límite elástico con respecto al hormigón armado, son algunas de las razones determinantes para su elección en el Ágora.

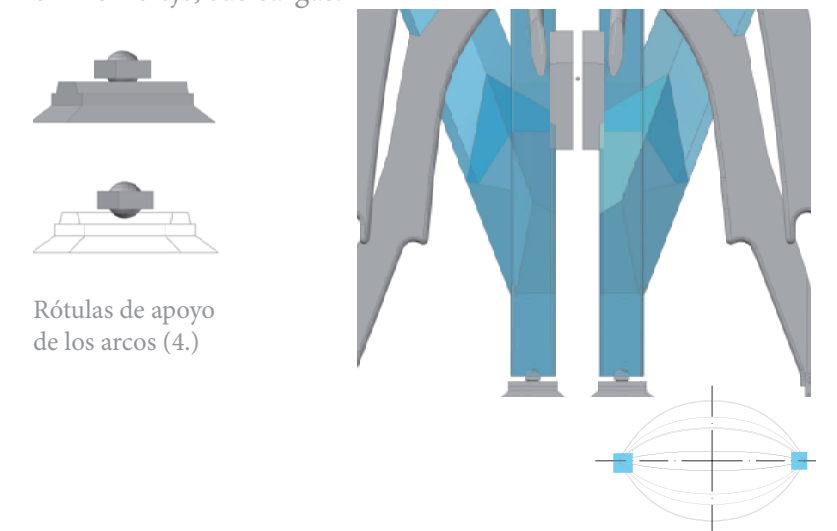
Apoyos articulados (de giro permitido)

Apoyo tipo. Pórticos (3)



Apoyo tipo. Arcos (4)

todo los arcos descargan sobre este apoyo y su simétrico en el mismo eje, sus cargas.



Elementos funcionales. Apoyos y rótulas

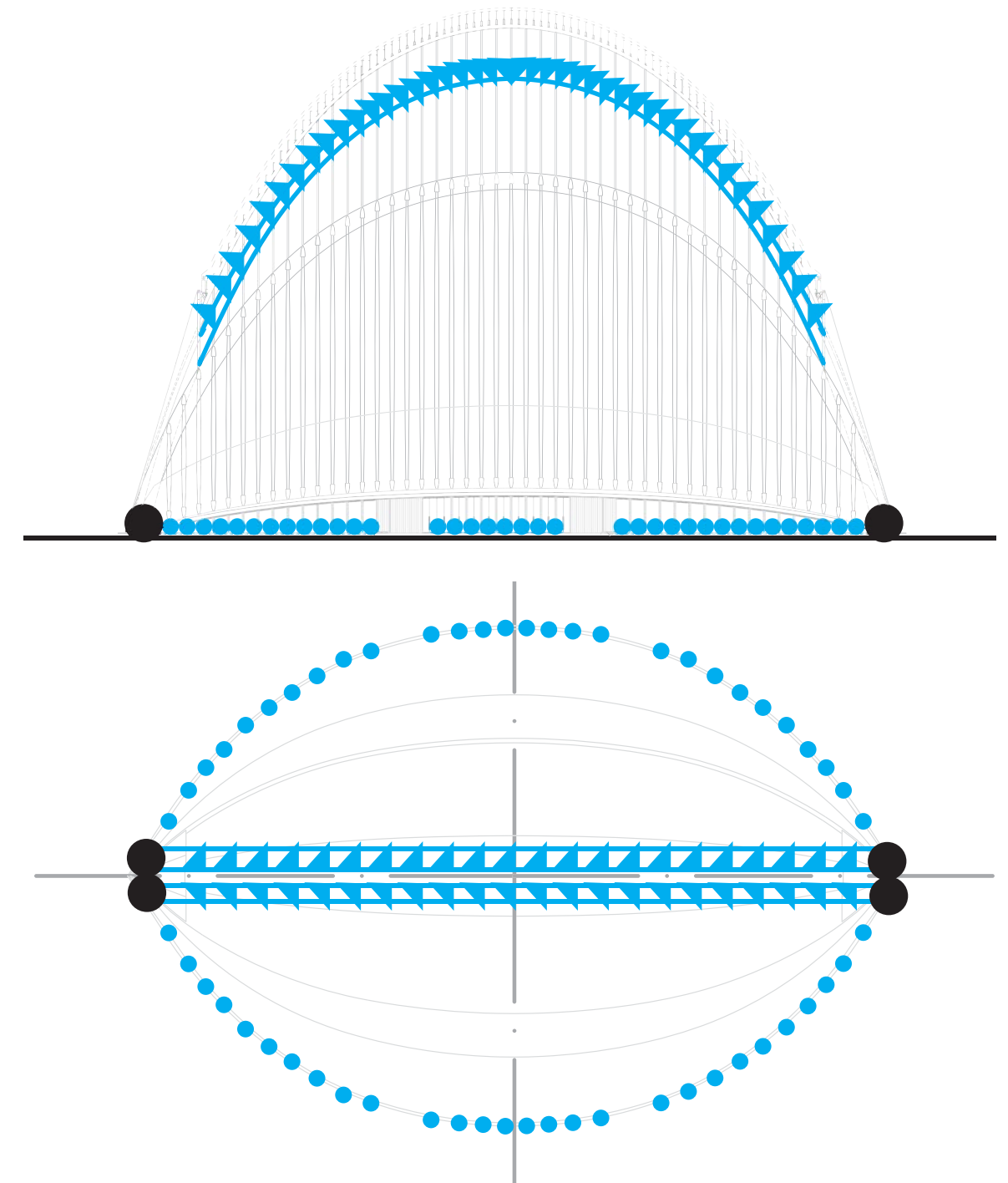
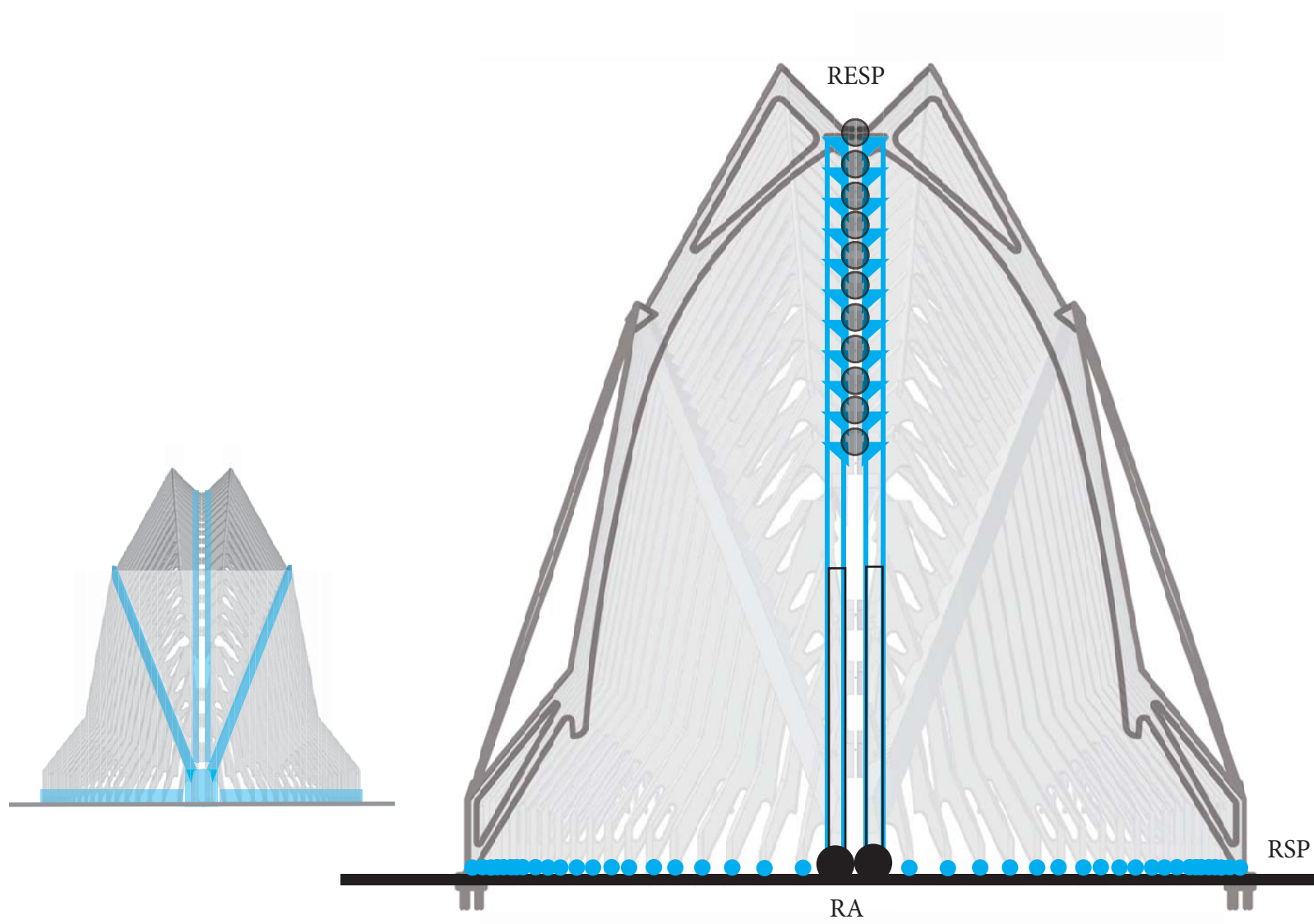
Rótulas o articulaciones

Debemos procurar evitar en todo lo posible momentos importantes de flexión en la cimentación, pues inducen tracciones en el terreno (las rocas, como el hormigón, soportan bien las compresiones, pero fatal las tracciones) y nuestra cimentación tanto el pilotaje como la losa es de hormigón.

Con rótulas permitimos el giro anulando esfuerzos de momento en la misma y a la cimentación, si conseguimos verticalizar el resto de los esfuerzos lo máximo posible.

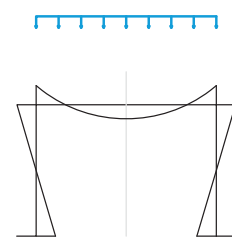
Obras arquitectónicas como puentes

Los puentes pueden ser de arcos rebajados o tablero horizontal en altura. Principalmente, se disponen así, por si hay una crecida de agua no golpee esta al mismo. Cuando son arcos rebajados, se recurre a estos para evitar una pendiente exagerada que provocaría poca visibilidad, accidentes o mala accesibilidad en el caso de ser peatonales.



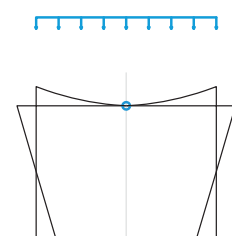
RA= Rótula Apoyo de arcos
 RSP= Rótula de Apoyo de semipórtico.
 RESP= Rótula de apoyo entre semipórticos.

NOMENCLATURA Y SITUACIÓN DE RÓTULAS Y SUS APOYOS

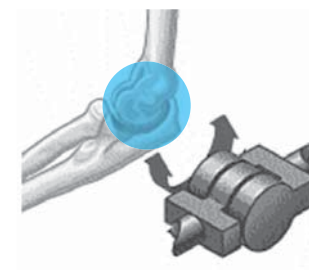
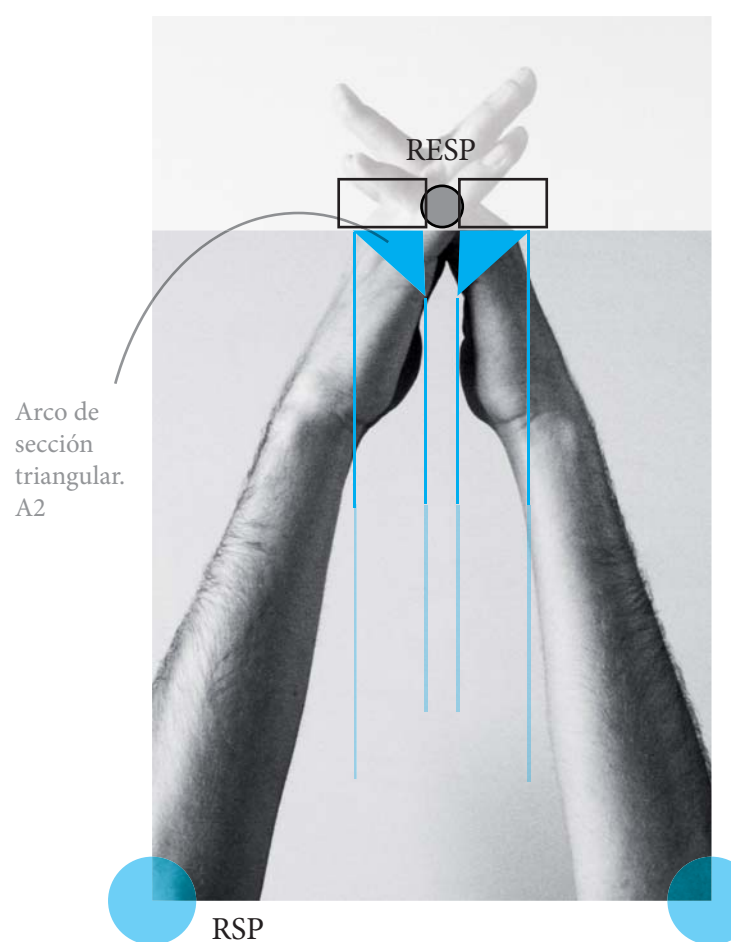
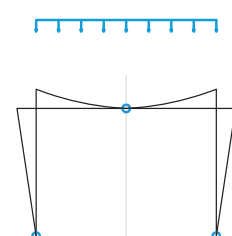
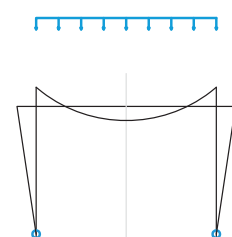


Afección de las rótulas en un pórtico simple.

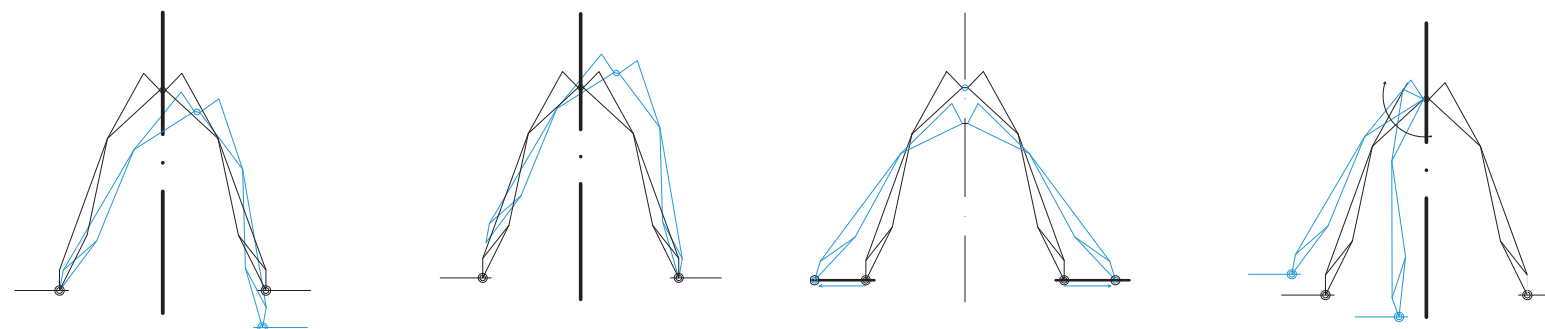
En el punto en que se dispone una rótula el momento en una rótula se anula o tiende a despreciarse por la magnitud de estudio de cargas con el que se trabaja.



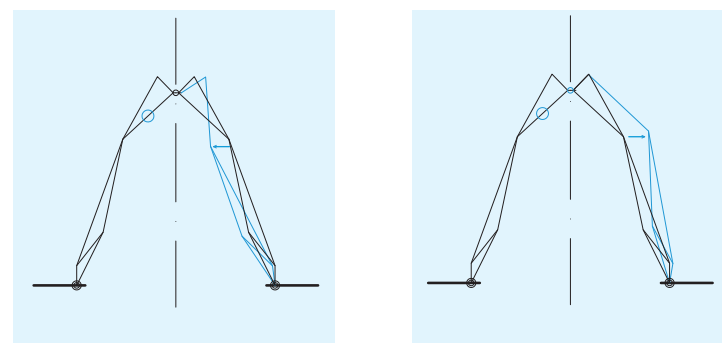
A la izquierda serie de imágenes con distintas posiciones de una rótula tipo en un pórtico simétrico tipo con una carga repartida sobre el mismo y su afección en el diagrama de momentos.



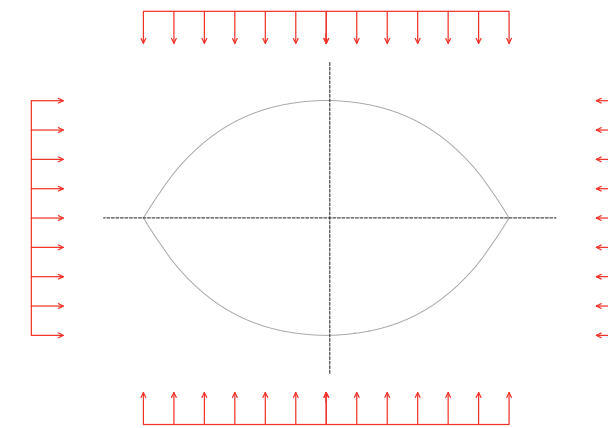
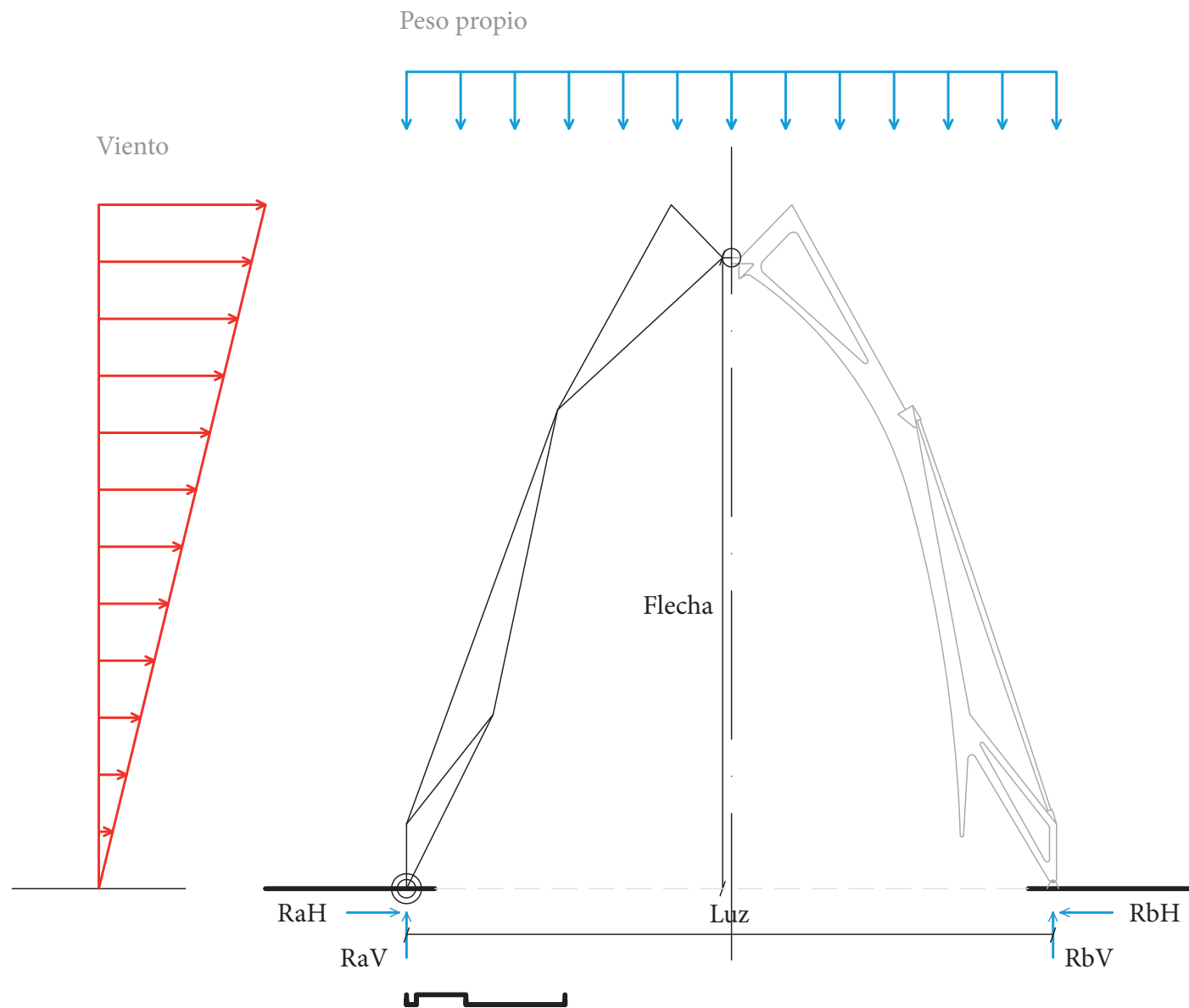
Esquema sobre manos de las rótulas en el pórtico tipo del Ágora. Como en la anatomía humana, las articulaciones, permiten el giro.



Podría suponerse que toda la estructura trabaja solidariamente y al girar se transmiten empujes en los apoyos, pero las rótulas ocasionan que el trabajo sea independiente.



El movimiento de la estructura por fallo de una barra viene por cómo se reparte esta luego y cuánto peso se distribuye en cada barra. El movimiento irá hacia donde marque la dirección del peso.



VIENTO

La acción de viento se asimila a una carga estática, función de la velocidad de cálculo del viento en la zona de emplazamiento. Para determinar dicha acción se ha seguido lo indicado en el Eurocódigo 1. Parte 1-4. Acciones del viento.



Ensayos de posicionamiento del anemómetro de control de la cubierta móvil del edificio Ágora, sobre el pilono del puente de Serreña, para UTE Ágora en el Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva",
Universidad Politécnica de Madrid

Las rótulas transmiten esfuerzos verticales (R_{nV}) o horizontales (R_{nH}), pero no momentos, de ahí que las reacciones que obtenemos en los apoyos sean estas.

Para la comprobación y dimensionamiento de la estructura metálica, así como de la losa interior del Ágora, las acciones consideradas son las siguientes:

ACCIONES PERMANENTES

Peso propio
 Acero : 78.50 kN
 Hormigón : 25.00 kN

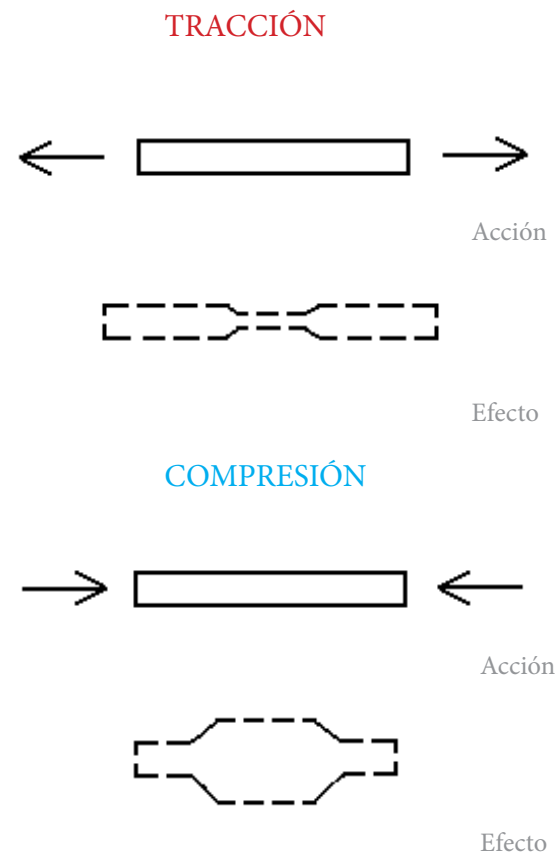
ACCIONES PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE

Retracción
 Los efectos de la retracción sobre la losa han sido proporcionados por la D.F., considerando en la dirección X, un axil característico de 500 kN, y en la dirección Y, un axil característico de 180kN.

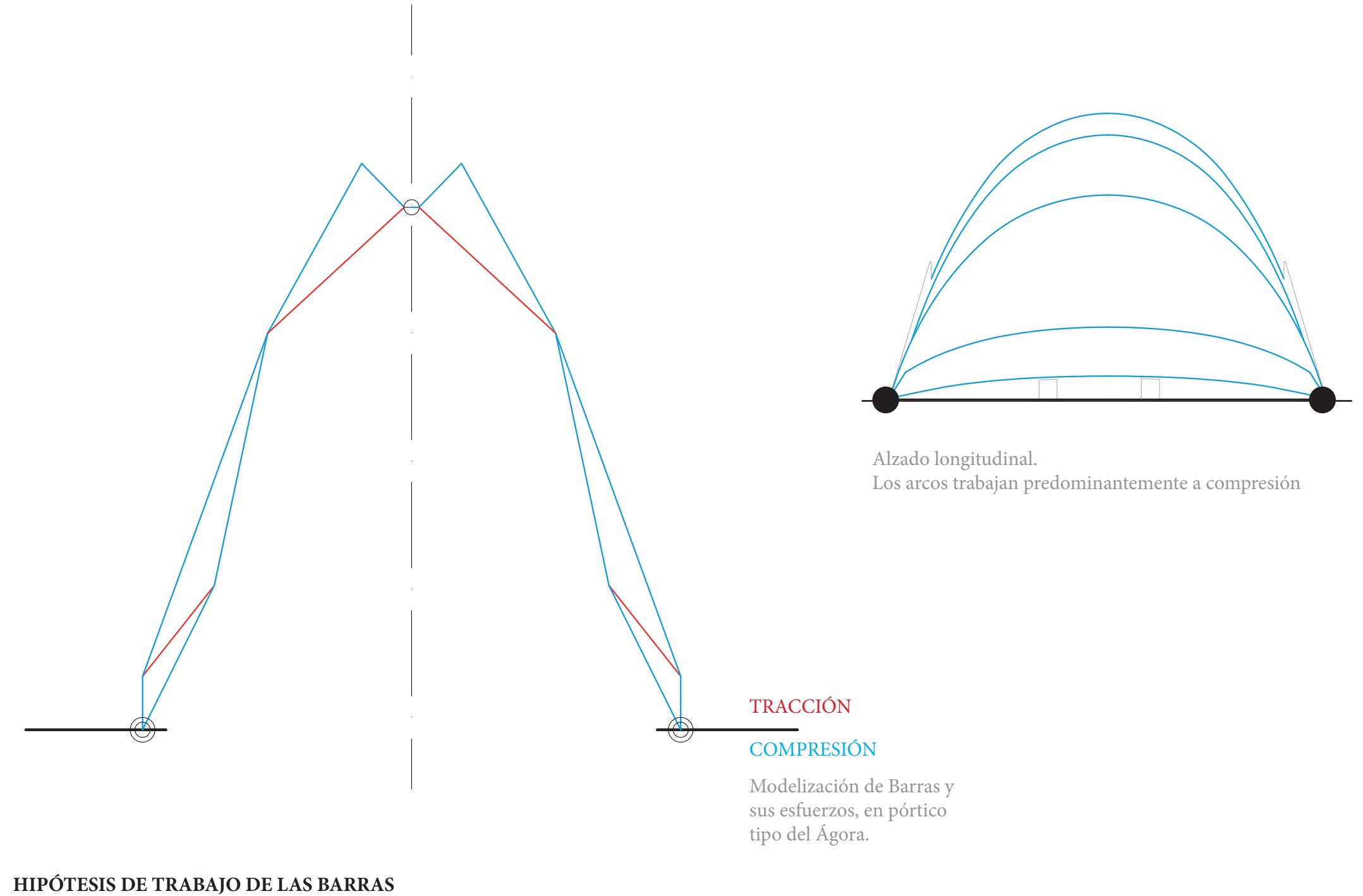
SOBRECARGA

Sobre la losa interior del Ágora, las reacciones producidas por las torres de apeo, se consideran como sobrecargas.

TRACCIÓN / COMPRESIÓN



Para el cálculo de esfuerzos, reacciones y desplazamientos de la estructura metálica, se ha empleado el programa de elementos finitos SAP 2000 en el que se ha modelizado la estructura mediante elementos tipo barra.



CÓMO SE ESTRUCTURA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÁGORA.

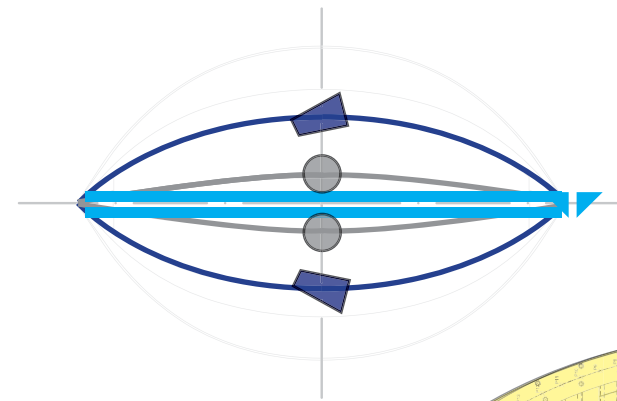
El pórtico del Ágora y la afección a la losa de los medios auxiliares, marca la ordenación de la construcción de toda la obra.

Según datos de proyecto el montaje del edificio se realiza de forma evolutiva en 6 fases, realizándose de forma simultánea desde ambos extremos.

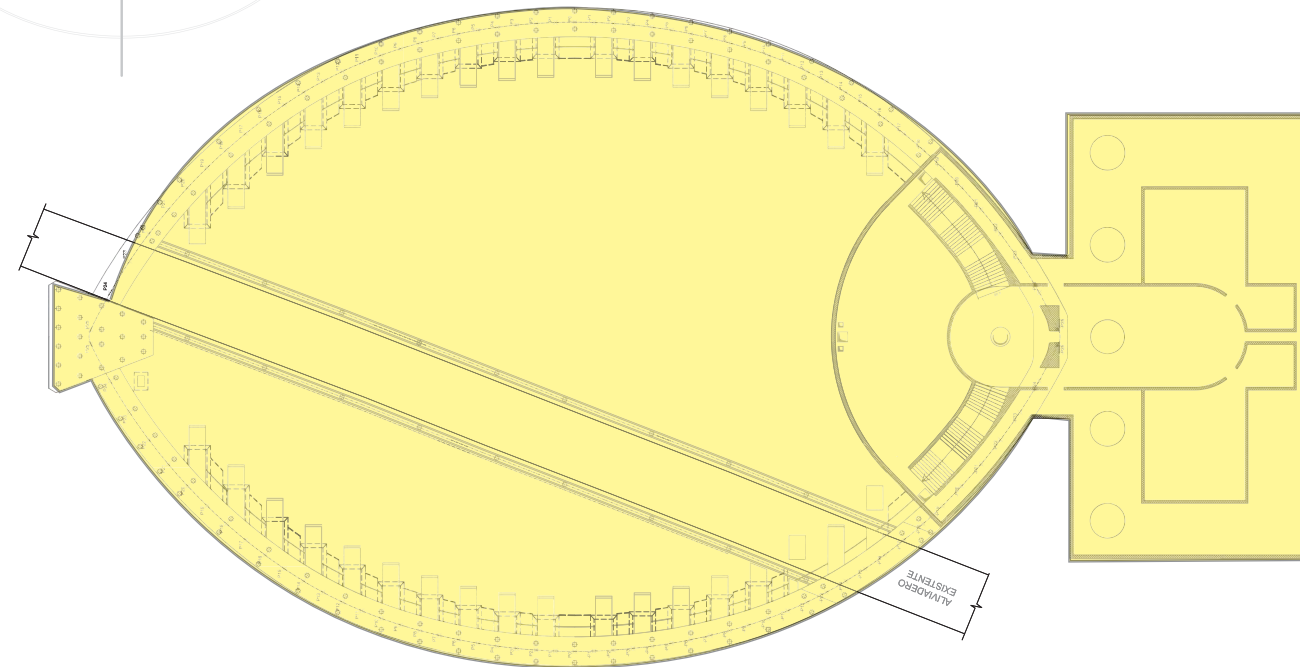
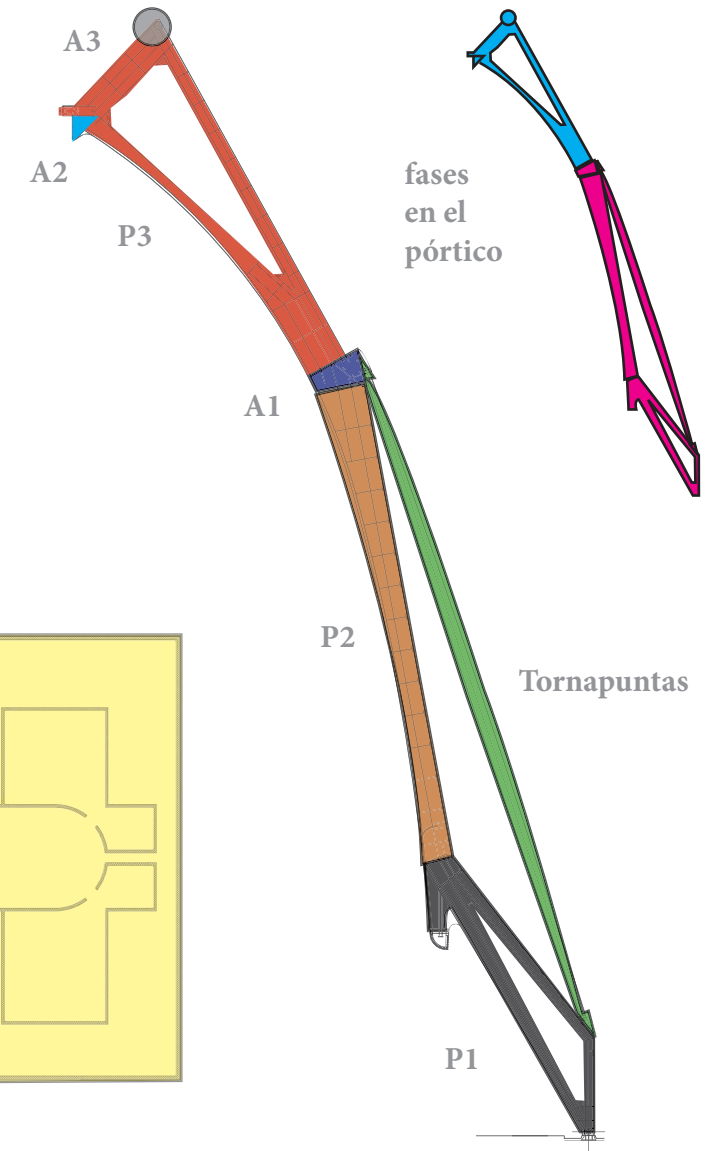
El sistema de apeo previsto para el montaje está constituido por torres de apeo arriostradas longitudinal y transversalmente sobre las que apoyan los arcos.

La estructura no es autoportante por esto se prevén torres de apeo para sustentar la estructura hasta su descargo sobre los arcos.

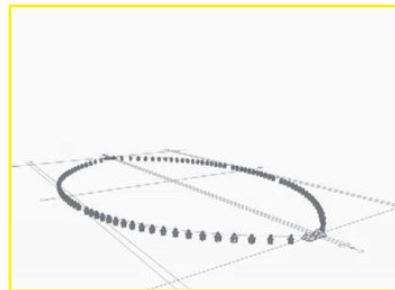
Arcos



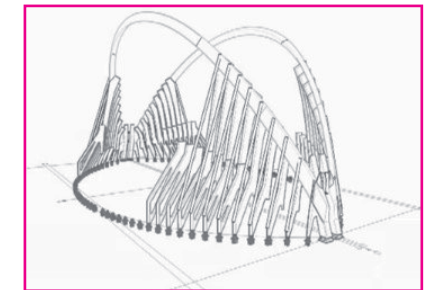
Piezas del Pórtico



Se ejecuta la cimentación hasta llegar a la cota de arranque de apoyo de pórticos y arcos.



Se ejecuta la obra hasta el montaje de las piezas 1 y 2 de las costillas de los pórticos y apoyar sobre la pareja de arcos 1.



Septiembre 2006 - Abril 2007



FASE 1
CIMENTACIÓN

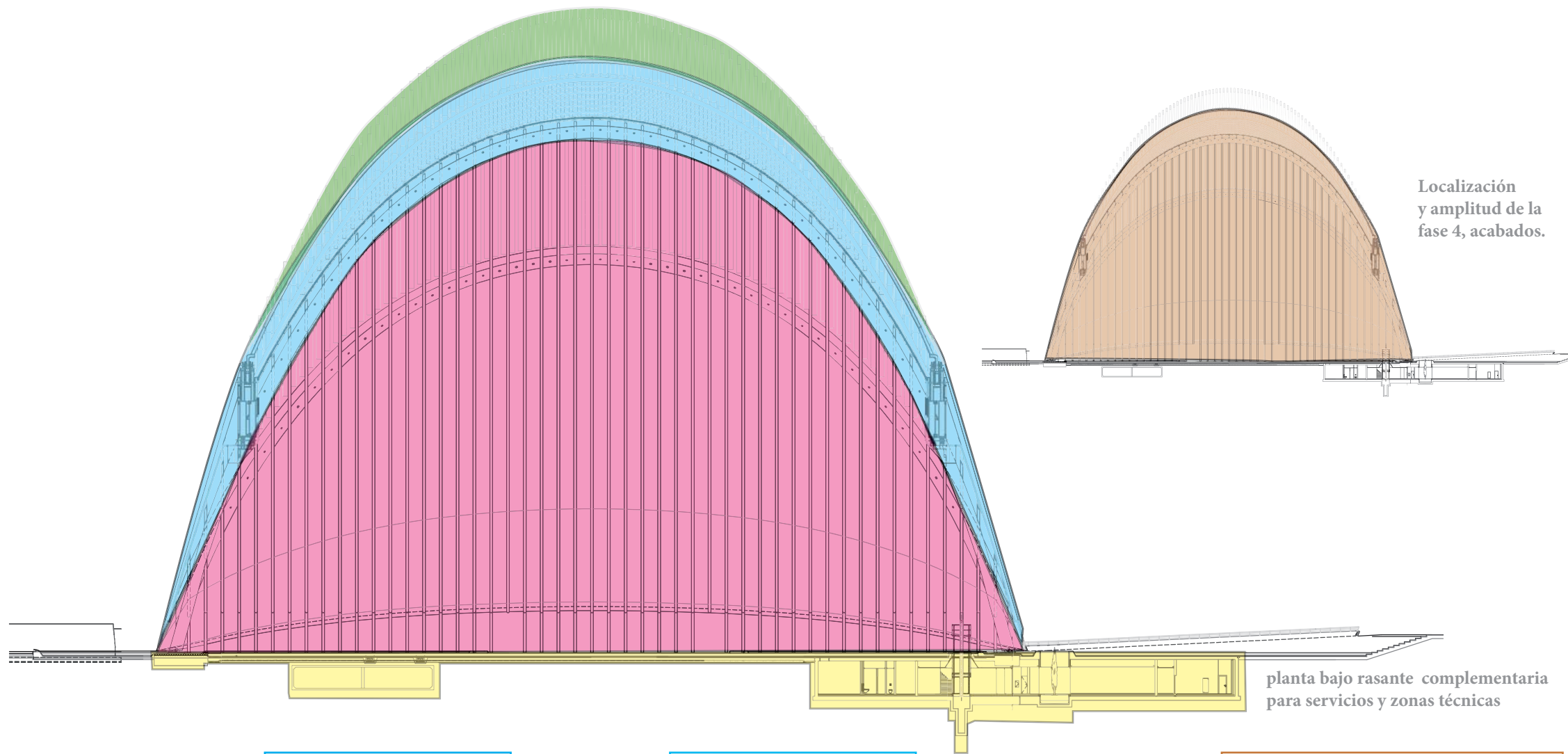


Abril 2007 - Oct. 2008

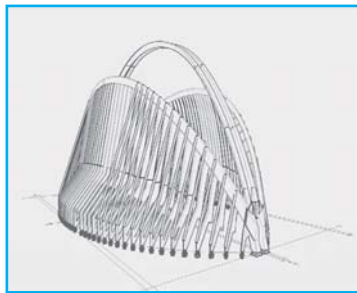


FASE 2
ESTRUCTURA INFERIOR

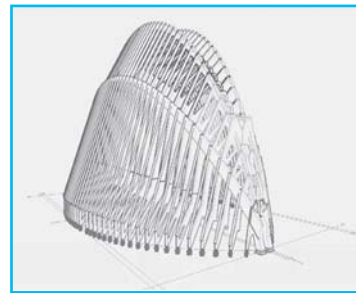




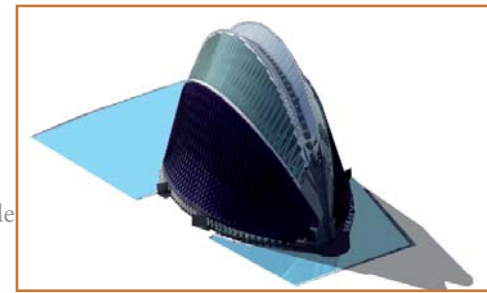
Se concluye el montaje de los pórticos que asientan sobre el arco 2 y se articulan en cabeza con su simétrico.



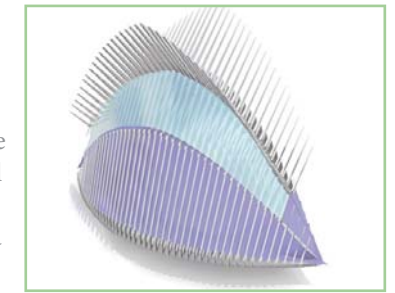
Se dispone también del arco 3 de cumbre de los pórticos.



Se terminan los cerramientos de la estructura con sus acabados respectivos



Se prevé disponer de una estructura móvil a modo de Brise-soleil de remate de la cubierta.



Nov. 2008 -Jun. 2009



FASE 3
ESTRUCTURA SUPERIOR



Feb - Oct. 2009

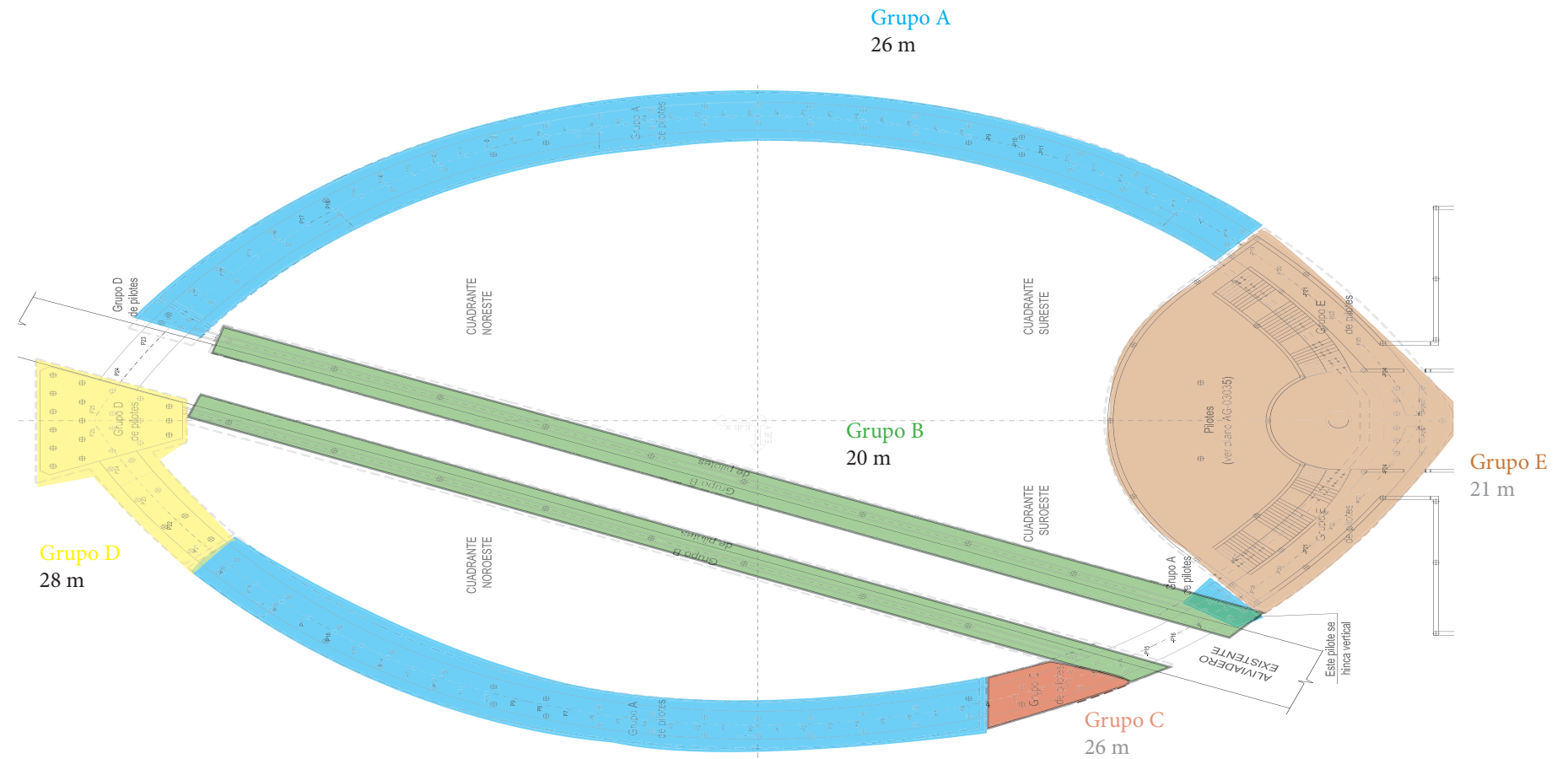
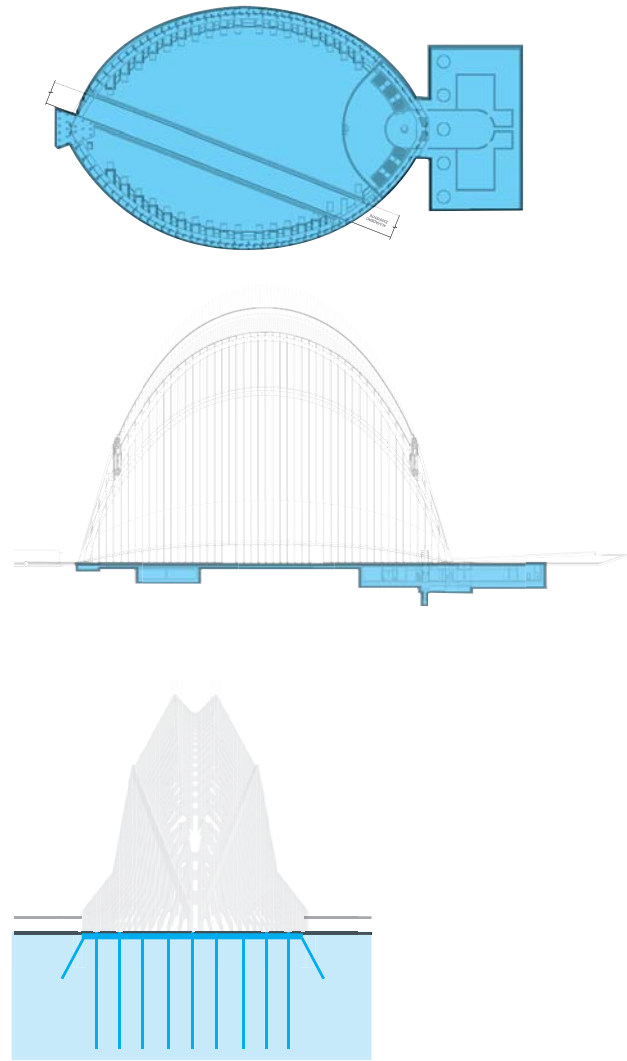


FASE 4
ACABADOS



FASE 5
ESTRUCTURA MÓVIL

Fuera de estudio
(En construcción)



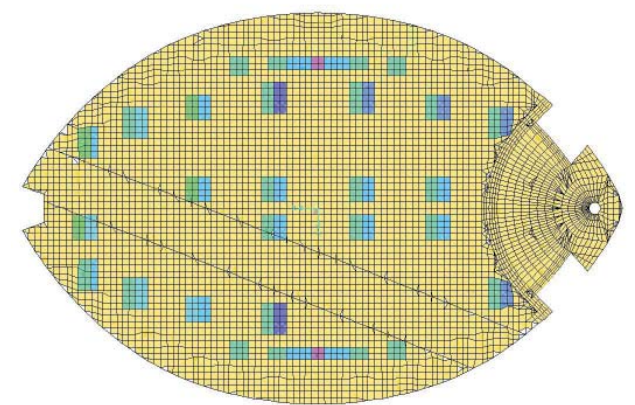
Plano en planta de grupo de pilotes y profundidad estimada de pilote enterrado.

FASE 1. CIMENTACIÓN

La cimentación se compone de losa en toda la planta, salvo en la situación donde se disponen las torres de apeo de la estructura que se dispone de zapatas de hormigón sobre bastidores metálicos. También se disponen de pilotes hincados en toda la planta para trasladar las cargas al firme.

Para el cálculo estructural de la misma, se considera como acciones permanentes, el peso propio de la losa y la acción de la retracción, como acción permanente de valor no constante.

El peso propio transmitido por la estructura varía en cada fase de montaje, pero se ha considerado el mismo valor en todas ellas, tomando el valor máximo.

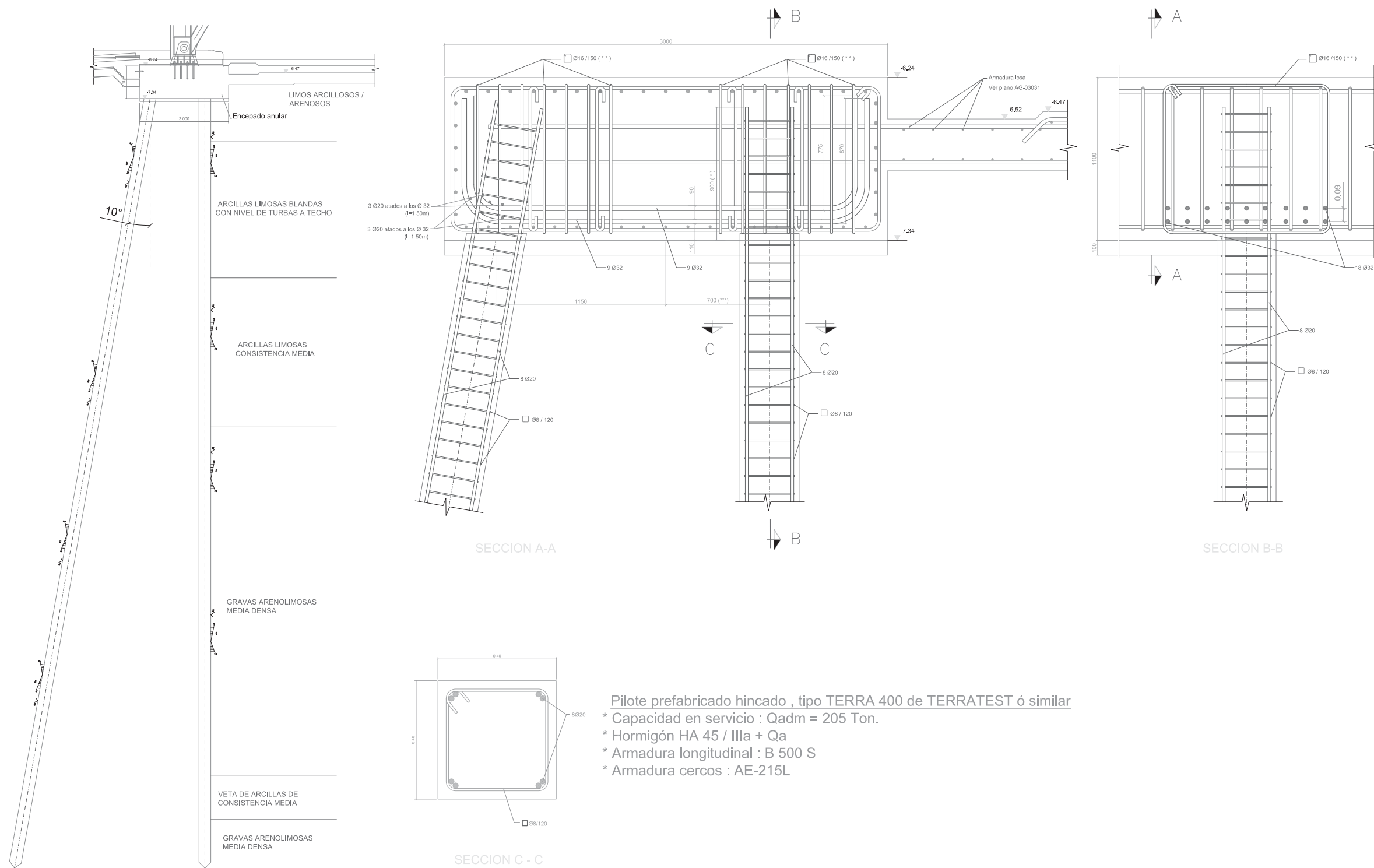


Plano en planta de situación de las zapatas de las torres de apeo de la estructura en la losa.



Izquierda. Ejecución de losa y pilotaje. Derecha. Ejecución de muros de Sala Técnica.

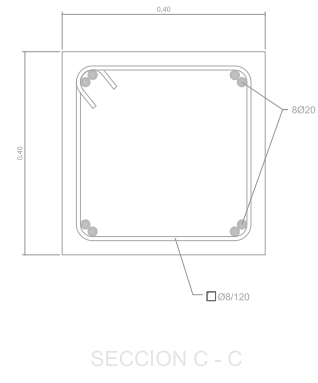




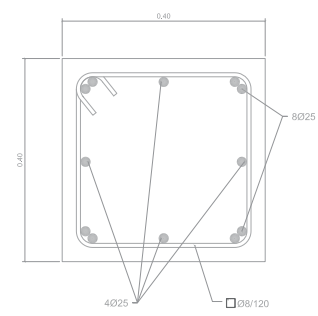
Armado de pilotes

SECCION A-A

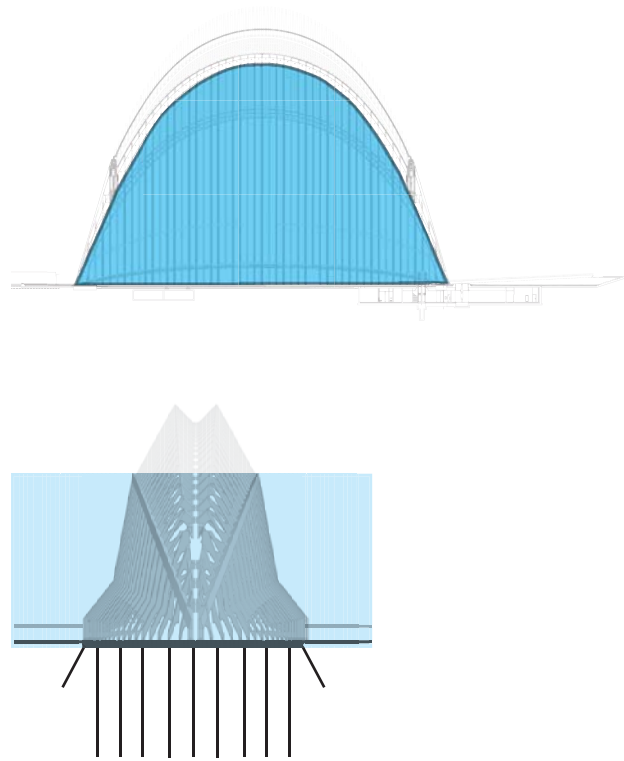
Detalle de las capas de terreno que atraviesa el pilote hincado tipo



Pilote prefabricado hincado , tipo TERRA 400 de TERRATEST ó similar
 * Capacidad en servicio : Qadm = 205 Ton.
 * Hormigón HA 45 / IIIa + Qa
 * Armadura longitudinal : B 500 S
 * Armadura cercos : AE-215L



Pilote prefabricado hincado de TERRATEST ó similar. (Sólo en el grupo " D " de pilotes. Ver plano AG-03013)
 * Capacidad en servicio : Qadm = 205 Ton.
 * Hormigón HA 45 / IIIa + Qa
 * Armadura longitudinal : B 500 S
 * Armadura cercos : AE-215L

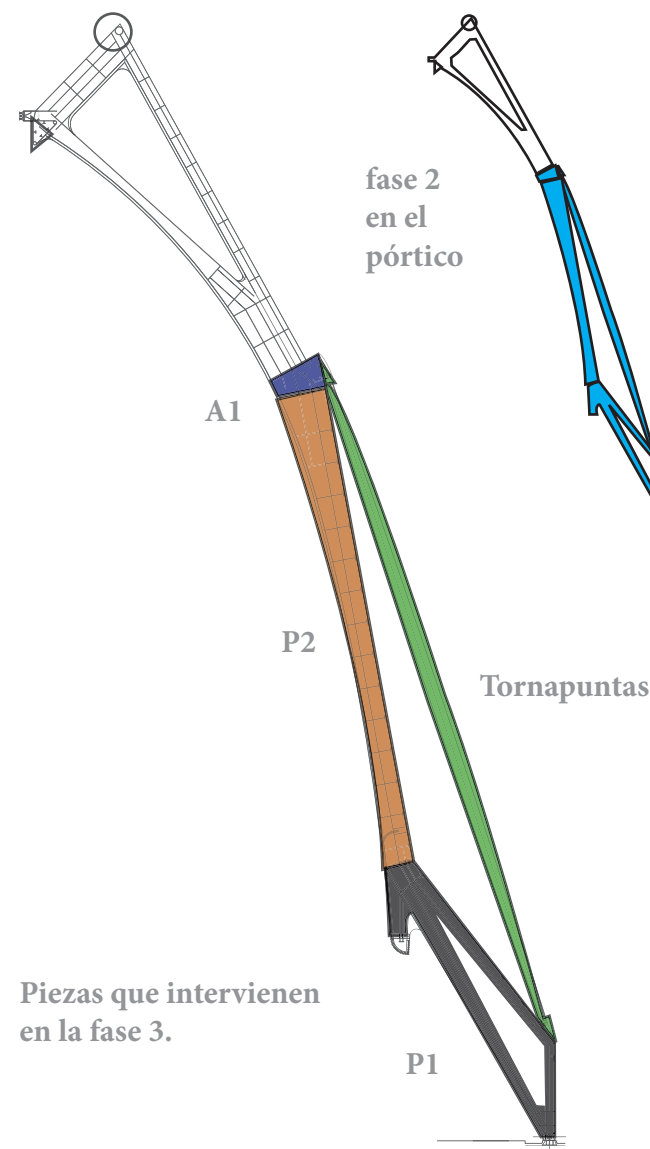


FASE 2. ESTRUCTURA INFERIOR

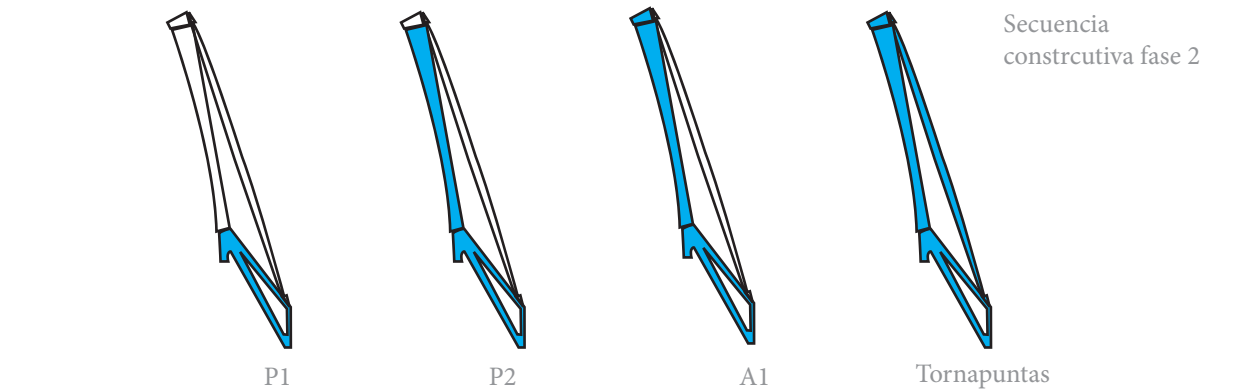
49 pórticos metálicos apuntados de dimensiones variables y con separación entre ellos de 2,0 m, comprenden esta fase de la obra.

El pórtico mayor se sitúa en el eje central y el pórtico menor próximo al arranque del arco, comprende un grupo de pórticos de una sola conformados de una pieza que difieren en su montaje del resto.

La sección de los pórticos es en cajón cerrado de canto variable con cara exterior plana, para facilitar la fijación del revestimiento, y caras laterales inclinadas convergentes y remate interior curvo, formado por tubos de acero. La sección transversal de los arcos longitudinales es en cajón cerrado triangular con cantos variables.

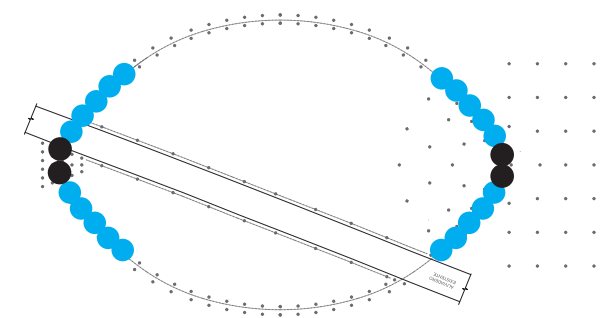


Piezas que intervienen en la fase 3.

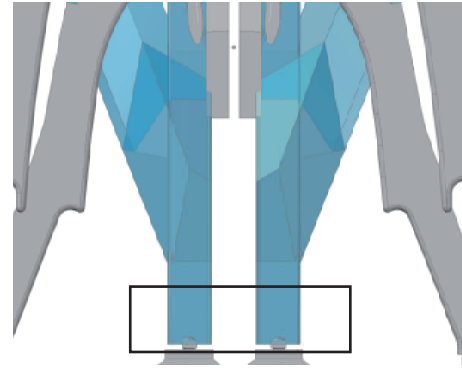


Secuencia constructiva fase 2

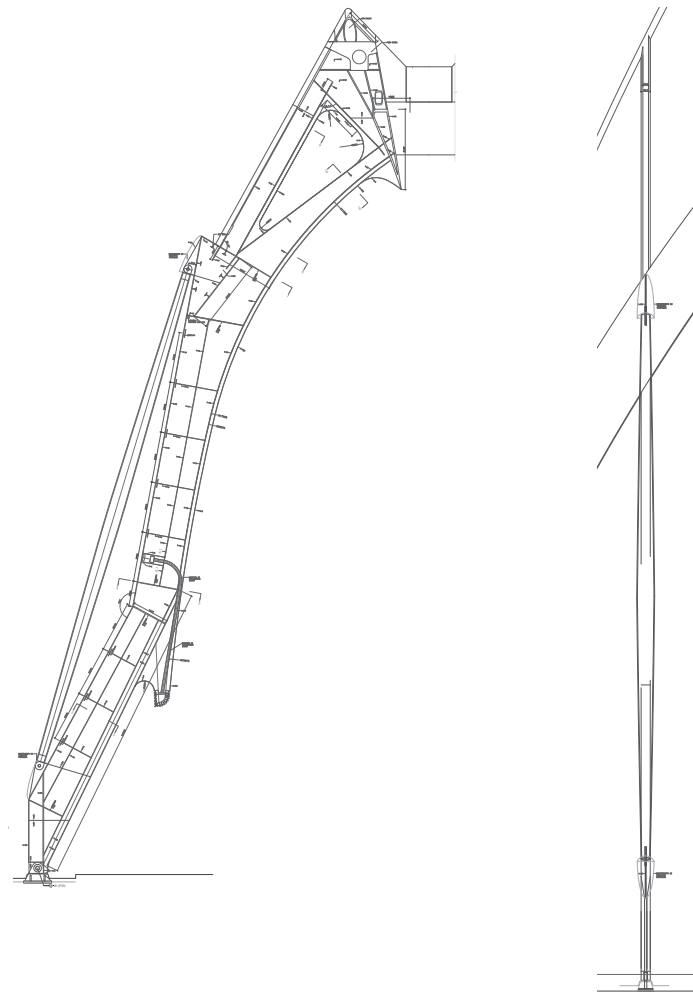
Respecto al montaje de las piezas, indicar que se prevé disponer una torre de apeo por pieza, salvo en los pórticos distintos, cuyas dimensiones permiten el izado de las piezas P1-2, previo armado en obra. Dichas torres apoyan como hemos dicho, sobre zapatas para evitar la afección a la losa.



Veinte pórticos, cinco, a cada lado de los apoyos de los arcos, en negro, son los llamados pórticos distintos, en azul, donde la pieza P1-2 son uno y por lo tanto disponen de una torre de apeo para ambas.

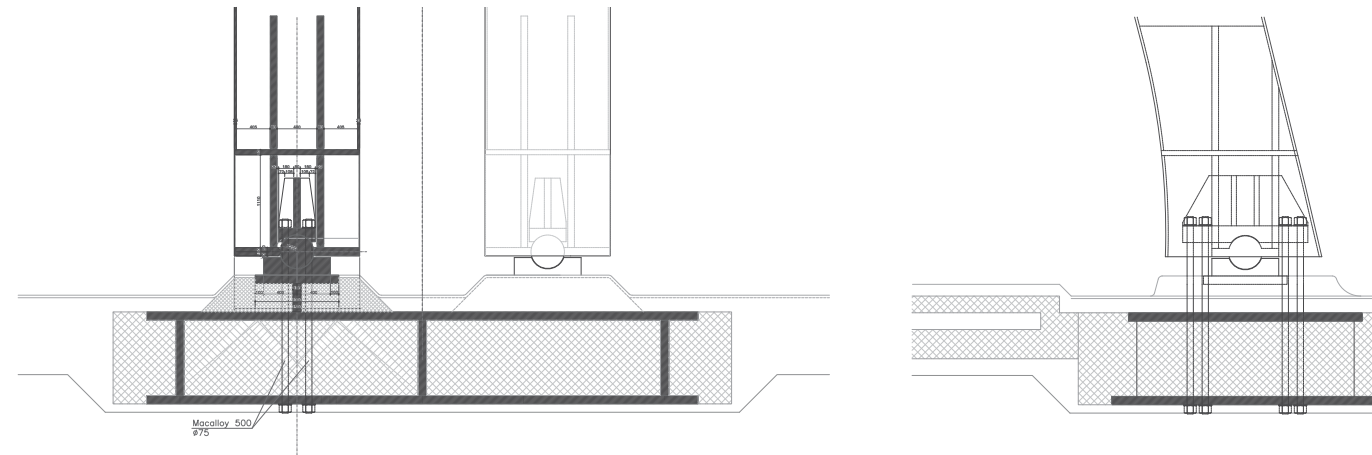


Fotografía de colocación de la pieza de unión de arcos a su rótula. (RA)

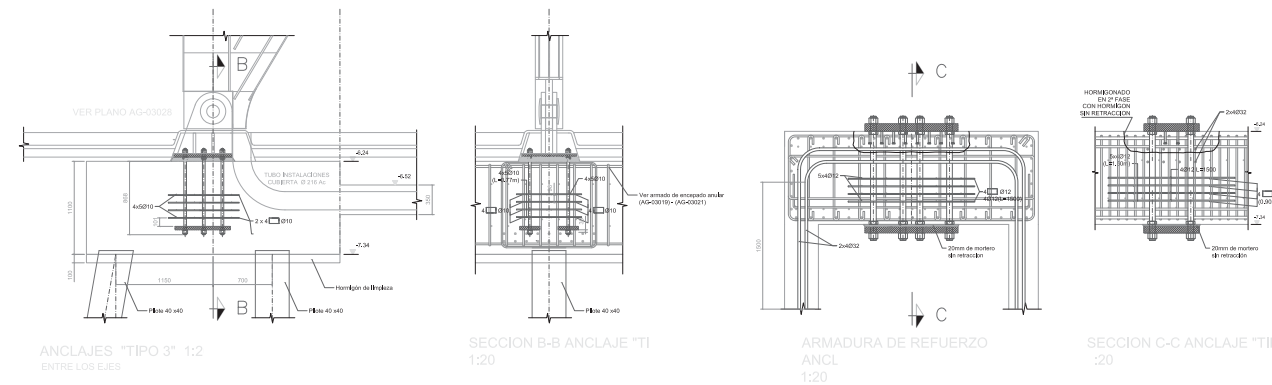


Los cinco pórticos de menor tamaño no disponen de triangulación inferior

El tornapuntas de gran esbeltez aumenta su sección hacia el centro del mismo para compensar esfuerzos derivados del pandeo.

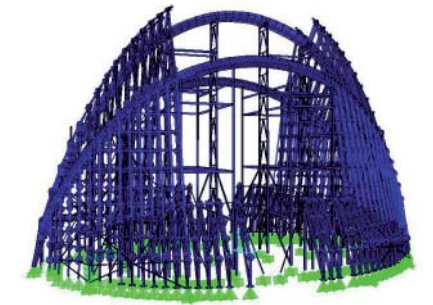


Detalle de rótula, RA. Apoyo de arcos.

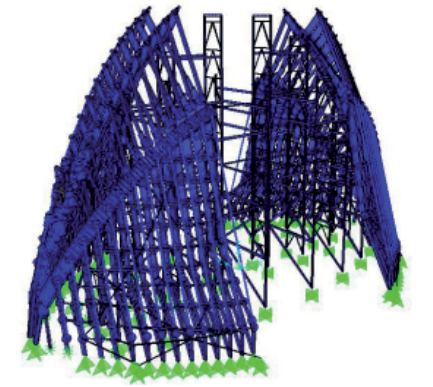


Detalle de rótula, RSP. Apoyo de semipórtico.

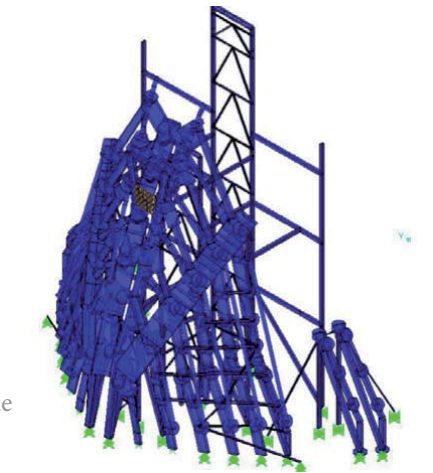
TORRES DE APEO



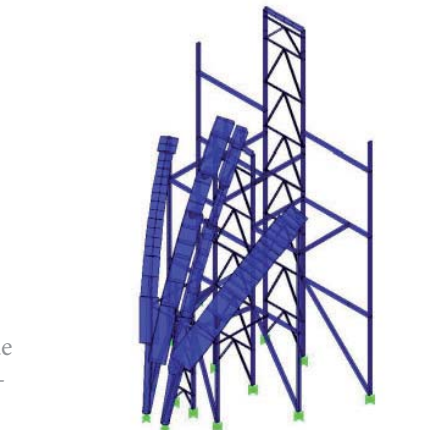
Torres de apeo de arcos

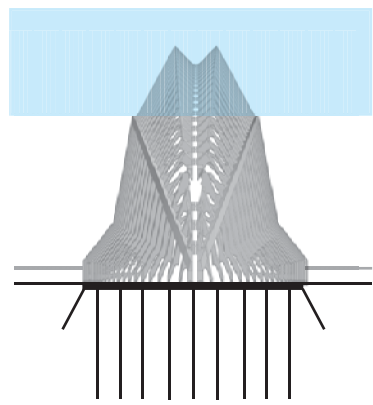
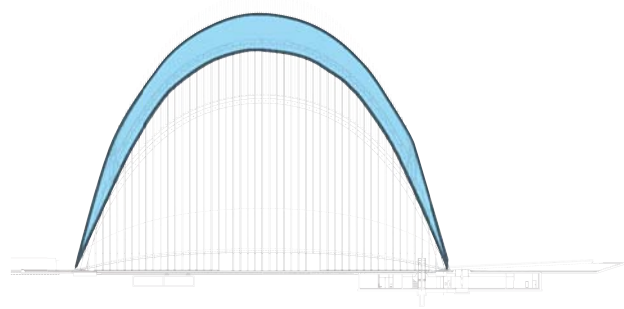


Arranque de apoyo de semipórticos



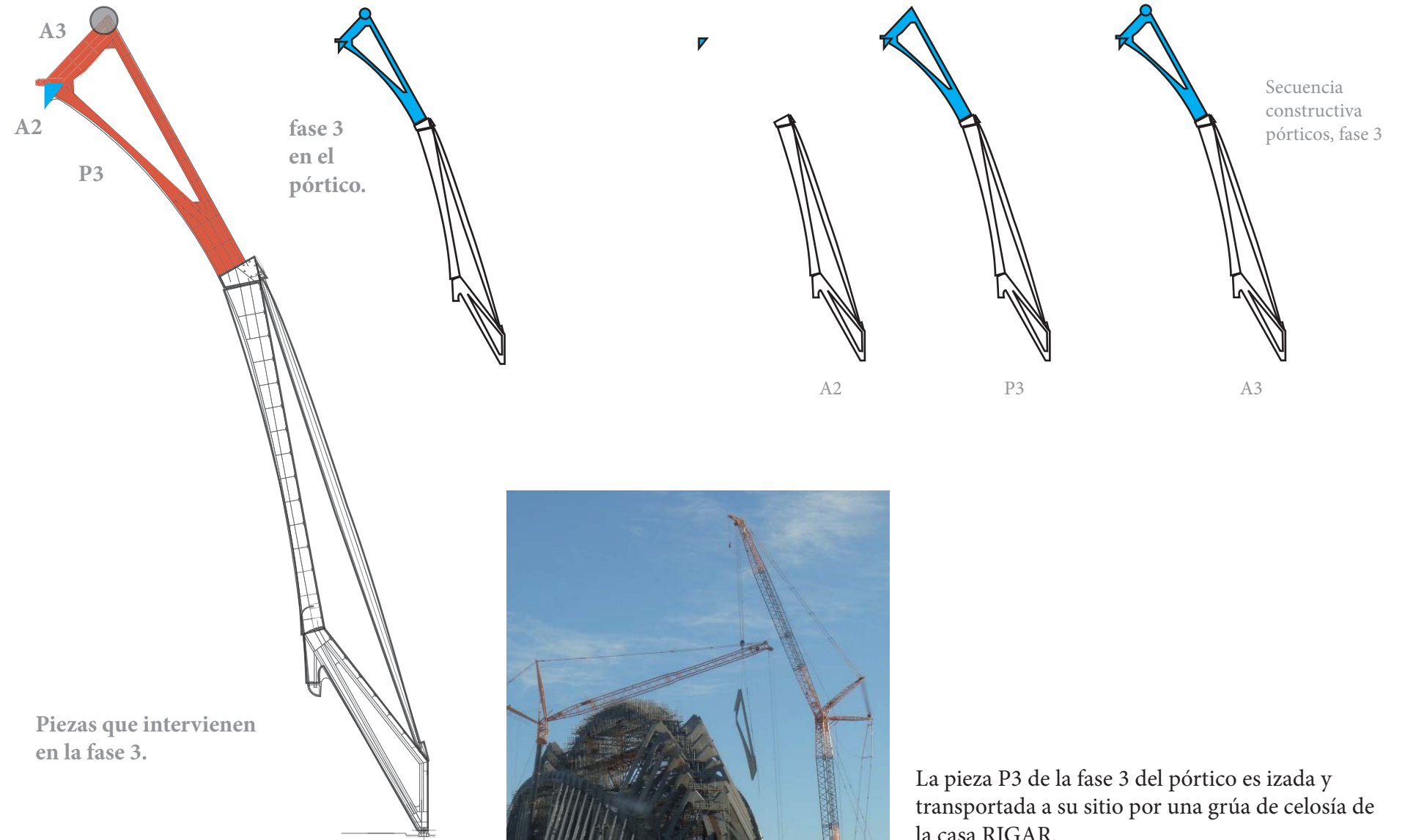
Arranque de apoyo de arcos con su respectiva torre de apeo





FASE 3. ESTRUCTURA SUPERIOR

Comprende desde el montaje de la pieza del semi-pórtico P3 hasta el arco fijo tubular A3 sobre el que en un futuro apoyaran las lamas.

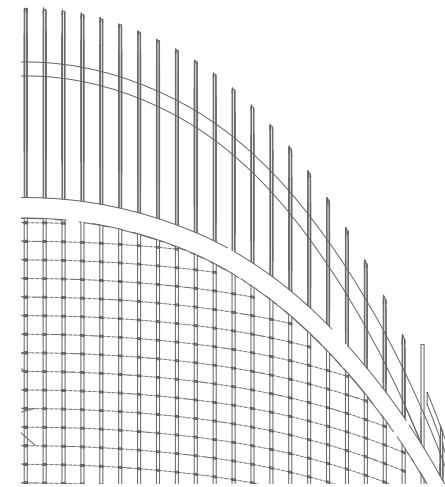




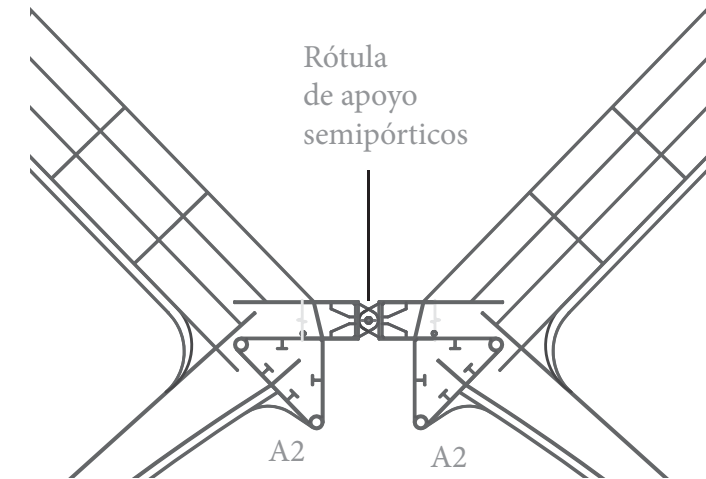
fotografía aérea, donde se muestra la disposición del arco A1, por medio de torres de apeo.



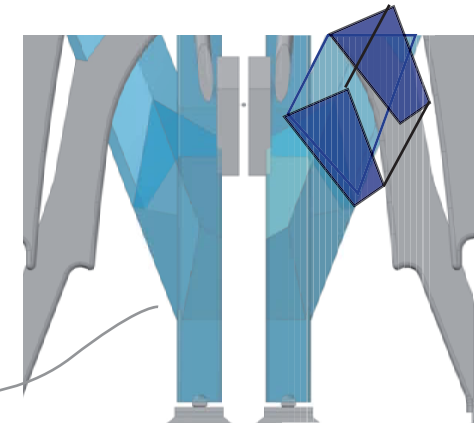
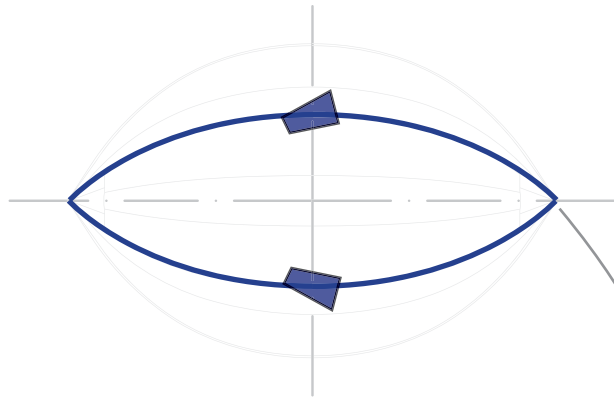
Inicio del montaje del arco de sección triangular (A2) que sirve de apoyo a los pares de semipórticos



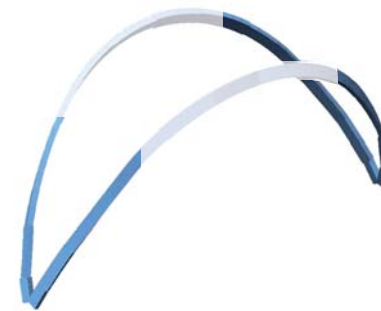
Para evitar el agotamiento de la rótula de anclaje de los arcos A1 y A2 durante el proceso de montaje, se disponen arriostramientos entre pórticos y correas de fachada, dotando al conjunto de mayor rigidez frente a las acciones horizontales. Arriba, izquierda detalle de los arriostramientos. Derecha, arco A2 y rótula de apoyo de semipórticos.



Arcos de la fase 2

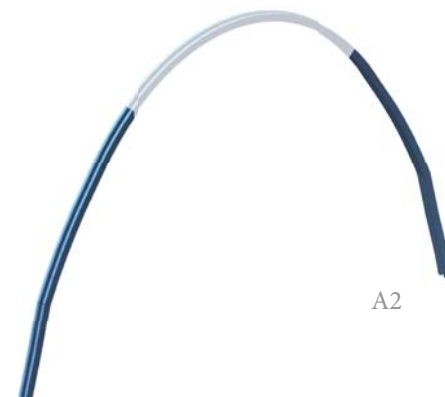
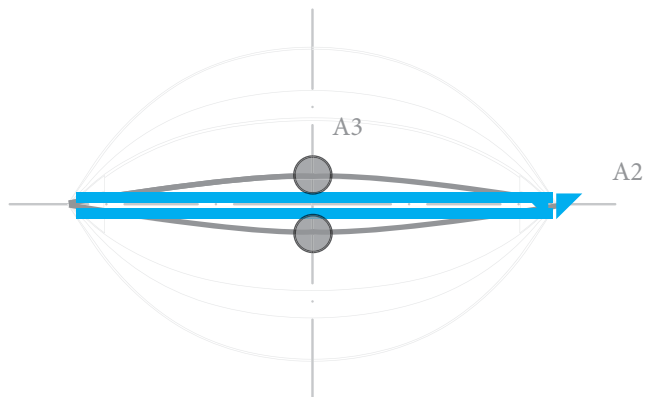


Arranque del arco

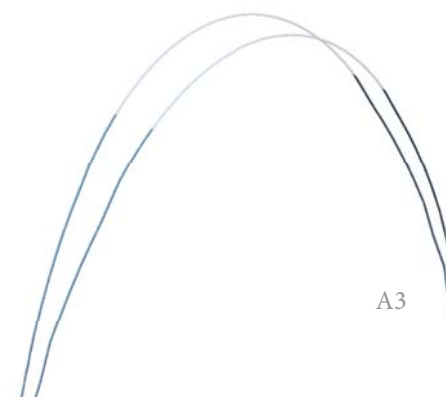


Arco A1 de sección trapezoidal se construye de los apoyos en los extremos al centro.

Arcos de la fase 3



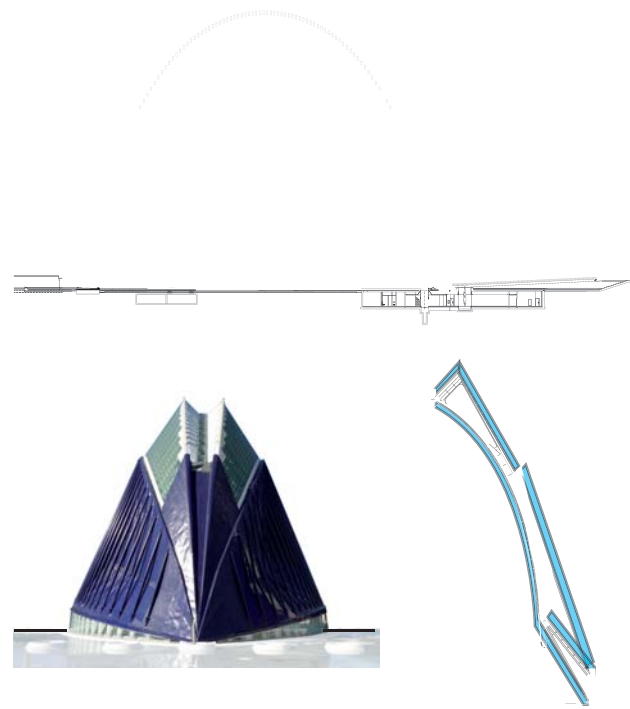
A2



A3

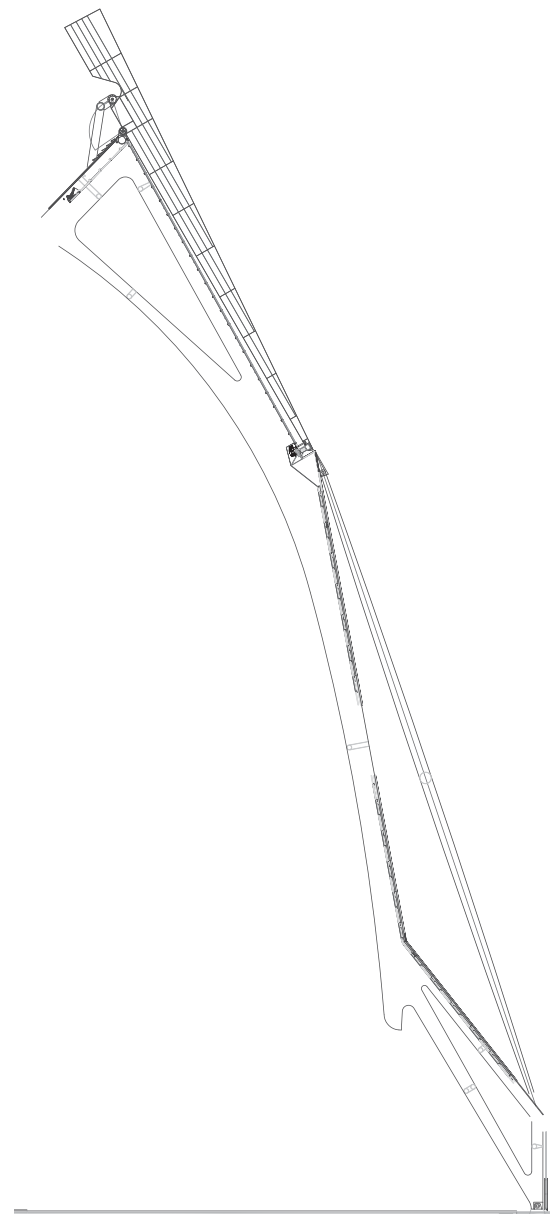
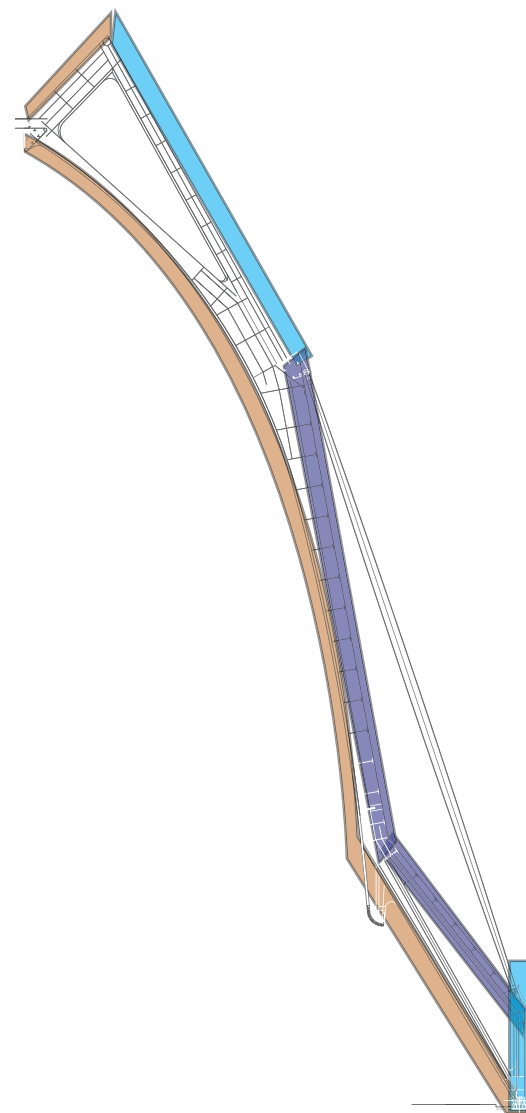
Secuencia constructiva arcos, fase 3

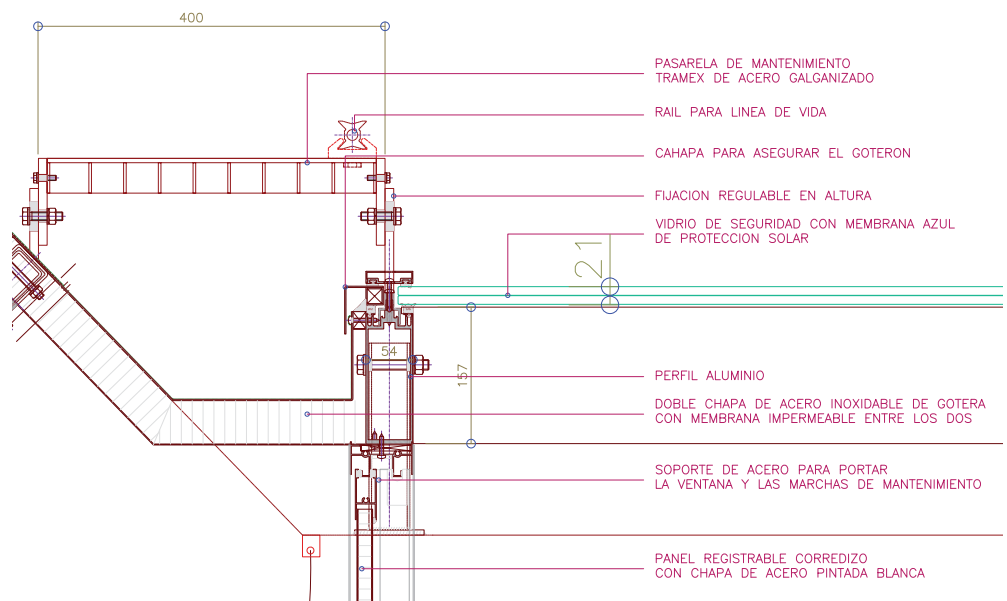
Arcos 2 y 3 Ambos se construyen también de los extremos hacia el centro.



FASE 4. ACABADOS

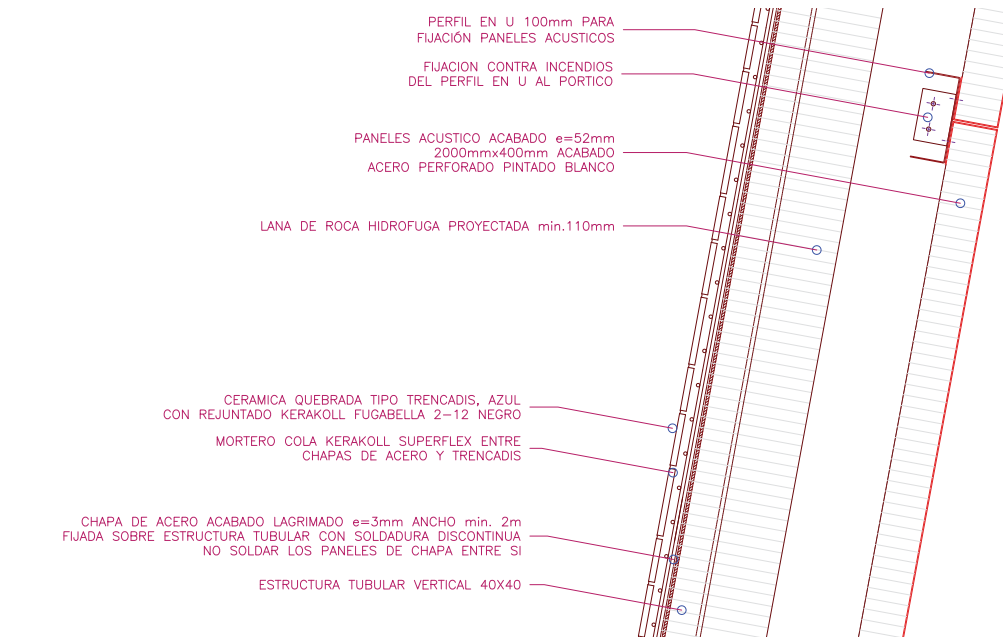
El revestimiento de la cubierta se realiza mediante paneles de vidrio laminado con tratamiento de protección solar en la parte superior, y en la zona inferior mediante cerramiento opaco formado por trencadís exterior recibido con mortero sobre chapa de acero, aislamiento térmico y revestimiento interior de paneles sandwich de acero perforado para mejorar las propiedades acústicas del recinto.





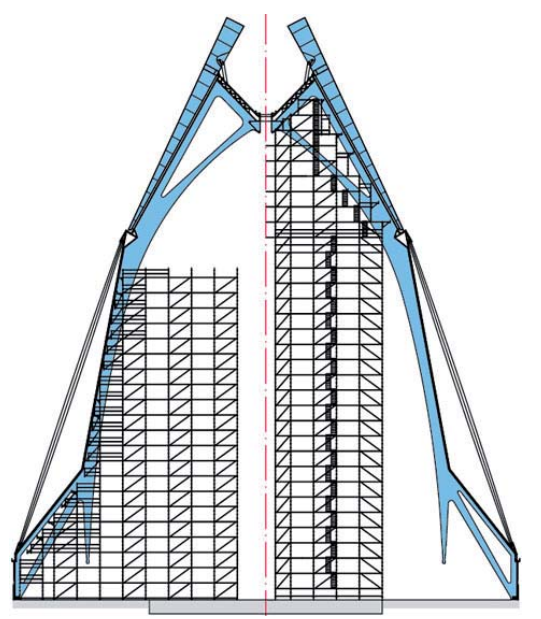
Detalle 3

Vidrio en cumbrera de la cubierta.



Detalle 2

Revestimiento de Trencadís sobre chapa de acero lagrimada.



Los componentes principales del andamio modular, como verticales, largueros y plataformas, poseen una modulación estándar de largo y ancho cada 25 o 50 cm, lo que permite adaptarse a casi cualquier necesidad de la obra, cosa que hasta ahora sólo se lograba con andamios de tubos y grapas.

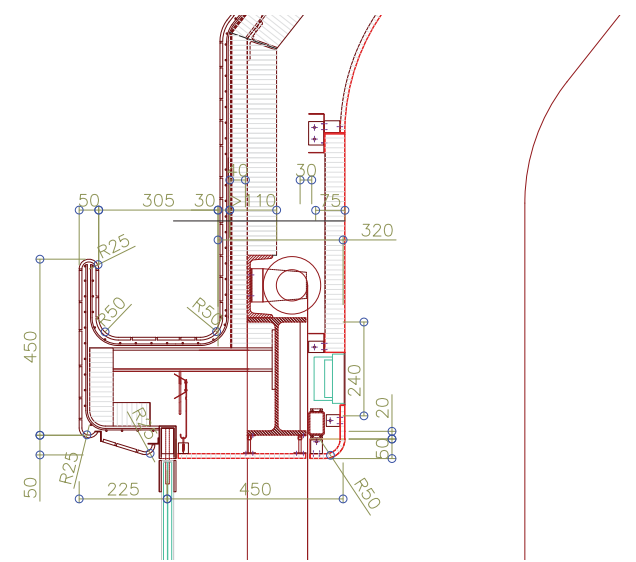
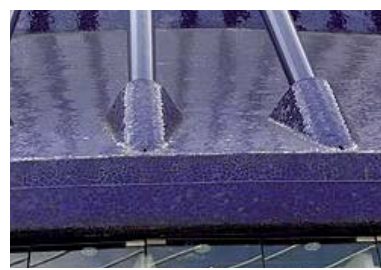
Modelo andamio: PERI UP Rosett Flex; Fabricante: PERI España

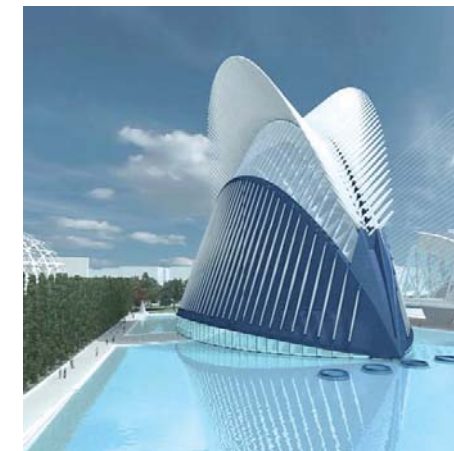
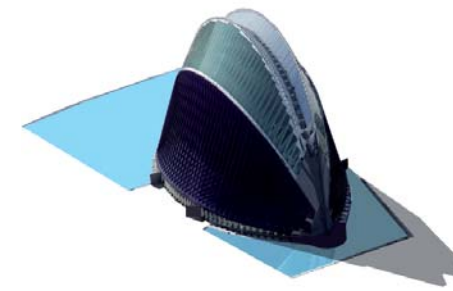
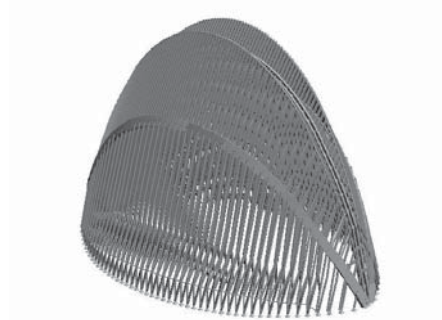
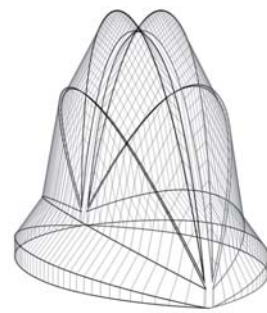
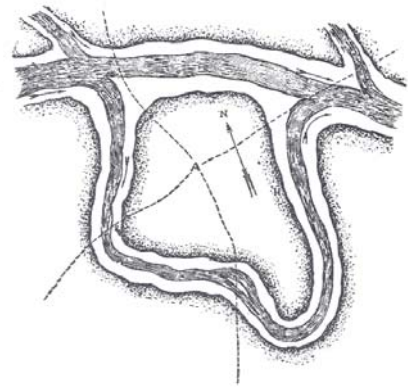
La estructura del andamio crece y se adapta conforme avanza la obra

Tan pronto como la estructura de apoyo de acero es terminada, el andamio es modificado para que corresponda con el siguiente proceso constructivo. Los angostos volados son en gran medida reducidos de dimensión, de manera que el acero laminado exterior, el aislamiento y el muro cortina puedan ser instalados. En la parte superior del edificio, el andamio ayuda al equipo de trabajo a fijar los revestimientos de vidrio y a instalar la estructura móvil de acero incluyendo la maquinaria y la tecnología de accionamiento.

Detalle 1

Canalón oculto a su encuentro con el revestimiento de trencadís, superior y el vidrio del muro cortina, inferior.





Historia, forma, geometría, vanguardia en cálculo estructural y conocimiento del material son los ingredientes que combinados conforman esta nueva arquitectura.

El conocimiento de todos ellos y su interrelación para la planificación de la construcción da como resultado el objeto de análisis que ha sido este proyecto. Con la realización del mismo hemos entendido las motivaciones que han llevado a que el Ágora sea tal como es actualmente y con ello una parte de la nueva arquitectura de nuestro tiempo.

ESPECIFICACION DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

MATERIAL	DEFINICIÓN		NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTOS DE ARMADURA (mm)
HORMIGÓN	PILOTES PREFABRICADOS	HA-45 / B / 20 / IIIa + Qa	ESTADÍSTICO	$\gamma_c=1.50$	
	ENCEPADO ANULAR, LOSA ÁGORA	HA-35 / B / 20 / IIIa + Qa	ESTADÍSTICO	$\gamma_c=1.50$	45 (*)
	MUROS, LOSAS DE SALA SOTERRADA	HA-35 / B / 20 / IIIa + Qa	ESTADÍSTICO	$\gamma_c=1.50$	45 (*)
	SOLERA ESTANQUES, VIALES	HA-25 / B / 20 / IIIa + Qa	ESTADÍSTICO	$\gamma_c=1.50$	30 (*)
	LOSA TÉRMICA ÁGORA	HA-25 / B / 12 / IIIa + Qa	ESTADÍSTICO	$\gamma_c=1.50$	20 (*)
ACERO	ARMADURAS PASIVAS	B 500 S	NORMAL	$\gamma_s=1.15$	
EJECUCIÓN	TODOS LOS ELEMENTOS		INTENSO	SEGUN EHE	

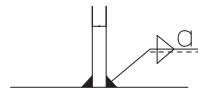
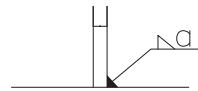
- SOLAPES, ANCLAJES, PATILLAS Y RADIOS DE DOBLADO SEGÚN EHE
- LA DOSIFICACIÓN DE LOS HORMIGONES SEGÚN EHE - TABLA 37.3.2.a
- (*) RECUBRIMIENTOS SEGÚN NORMA . VER DETALLES PARA CASOS PARTICULARES

GRUPO DE PILOTES	PROFUNDIDAD ESTIMADA DEL PILOTE ENTERRADO	INCLINACION DEL PILOTE	CARGA MÁXIMA EN SERVICIO (kN)
A	26 m (*)	10° (Exteriores al agora) (***) 0° (Interiores al agora)	2050
B	20 m (*)	0°	1400
C	26 m (*)	10° (Exteriores al agora) (***) 0° (Interiores al agora)	2050
D	26 m (*)	10° (Exteriores al agora) (***) 0° (Interiores al agora y en macizo norte)	2050
E	21 m (*)	0°	2050

(*) LONGITUD DEL PILOTE DESDE LA CARA INFERIOR DEL ENCEPADO ANULAR. LOS PILOTES SE HINCARÁN HASTA QUE PUEDAN RESISTIR LA CARGA MÁXIMA EN SERVICIO.

(***) LA INCLINACIÓN SIEMPRE SERÁ HACIA EL EXTERIOR.

ANEXO (TABLAS DE MATERIALES)

ESPECIFICACIÓN MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
MATERIAL	DEFINICIÓN	NORMA	CALIDAD
ACERO ESTRUCTURAL	Perfiles Laminados principales	EN 10025	S355 J2G3
	Perfiles laminados secundarios		S275 JR
	Chapas Laminadas	EN 10025	S355 J2G3
	Perfiles Tubulares	EN 10210	S355 J2H
PERNOS CONECTORES		DIN 17100	S<t-37-3k
ELEMENTOS DE UNIÓN	Tornillos	EN 20898-2	10.9
	Tuercas	EN 20898-2	10
	Arandelas	EN 10083-1	C 45E
<p>* Todas las soldaduras serán a penetración completa, salvo indicado.</p> <p>* Salvo anotación en contrario, las soldaduras en ángulo tendrán los espesores de garganta "a" siguientes:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>ACCESIBLE DESDE AMBOS LADOS a=0,4·t_{min}.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ACCESIBLE DESDE UN SOLO LADO a=0,7·t_{min}.</p> </div> </div> <p>* El control de las soldaduras según especificado en Pliego de Condiciones.</p>			

BIBLIOGRAFÍA

CALATRAVA. Complete Works 1979 -2009. Ed. Taschen. Philip Jodidio
Sistemas de estructuras. Ed. Gustavo Gil, SA. Heino Engel
La ciutat de Valencia. Manuel Sanchis Guarner. Ed. Ayuntamiento de Valencia.
La Construcción griega y Romana. SPUPV. Rafael Marín Sánchez
Construcción. SPUPV. José Vicente Blat Llorens.
Geometría Descriptiva. Ing. Alberto M. Pérez G.

Recursos electrónicos

<http://www.calatrava.com/#/Biography/All?mode=english>
<http://es.wikipedia.org>
<http://www.wikiarquitectura.com/>
<http://www.skyscrapercity.com/forumdisplay.php?f=51>
<http://www.urbanity.es/>
<http://www.soloarquitectura.com/>
<http://www.sagradafamilia.cat>
http://www.levante-emv.com/secciones/noticia.jsp?pRef=3702_16_362358__Valencia-Jardin-Turia-merece-replantee-mos
<http://arquifobia.blogspot.com/2011/06/proyecto-para-la-catedral-de-oakland.html>
<http://butronmaker.blogspot.com/2008/08/cartografa-historica-ciudad-de-valencia.html>

<http://arquitecturaespectacular.blogspot.com/2010/03/agora-de-valencia.html>
<http://gabrielcastello.blogspot.com/2009/02/una-familia-dos-epocas-la-misma-ciudad.html>
<http://www.lovevalencia.com/>
<http://amf2010blog.blogspot.com/2011/07/la-cripta-guell-y-el-misterio-de-la.html>
http://www.peri-latvija.lv/files/pdf3/peri_pr_AgoraValencia_en11.pdf
<http://www.elcomercio.es/aviles/20080518/aviles/artistas-metal-20080518.html>
http://www.youtube.com/watch?v=j_Ns8o6ysu0 (Video, catedral de Colonia)
<http://www.hotfrog.es/Empresas/RMD-Kwikform-Ib-rica-Central-Madrid/RMDK-en-Expo-Zaragoza-4199>
<http://www.gruasrigar.com/proyectos.aspx>

