

arquitectura estructura plano natural

Variables formales de la
estructura sobre planos naturales
de carácter complejo.

Agustín de la Torre Gómez

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Universidad de Valladolid

Tutores

Jose Manuel Martínez Rodríguez

Paloma Gil Giménez





Universidad de Valladolid



ETSAVA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Presentación

El trabajo pretende poner en valor el papel de la estructura dentro proceso arquitectónico.

Los términos “**arquitectura**” y “**estructura**” adquieren todo su sentido cuando se materializan sobre el **plano natural**. Estos serán los tres conceptos sobre los que se ha desarrollado el trabajo.

El estudio se ha centrado en **arquitectura** ubicada sobre **distintos planos naturales**, cuya **estructura** es capaz de resolver los problemas planteados por el terreno.

arquitectura, estructura, plano natural

architecture, structure, natural plane

The work aims to highlight the role of the structure within the architectural process.

The terms “architecture” and “structure” are meaningless without a natural plane on which to materialise. These are the three concepts on which the work has been developed.

The study has focused on architecture located on different natural planes, whose structure is capable of solving the problems posed by the terrain.



Agradecimientos

La elección de mis tutores, Jose Manuel Martínez y Paloma Gil para la realización de este trabajo no es casualidad, fué con ellos con los que mi forma de entender la arquitectura cambió.

Quiero agradecer también a mis padres por su confianza constante, a mi hermano Fernando, que tiene en todo momento las palabras correctas que darme.

A mis amigos Jorge y Sergio, por su apoyo y a mis compañeros de piso, Fran, Daniel y Jose Juan, por el continuo aprendizaje que me ofrecen en todos los ámbitos.

Por último a Fran. No deja de ser casualidad que este largo y bonito camino este acabando junto con la persona que me ha acompañado en la totalidad de la carrera.



Índice

1. Arquitectura, estructura y plano natural.

- 1.1. Sobre la arquitectura
- 1.2. Sobre la estructura
- 1.3. Sobre el plano natural

2. Estructuras vernáculas.

- 2.1. Lo estereotómico y lo tectónico
- 2.2. Estructuras estereotómicas
- 2.3. Estructuras tectónicas

3. Gimnasio Maravillas.

- 3.1. Alejandro de la Sota
- 3.2. Contexto histórico
- 3.3. Plano natural
- 3.4. Estructura como solución global
- 3.5. Cualidades
- 3.6. Relaciones

4. Museo de las minas de zinc en Allmannajuvet.

- 4.1. Peter Zumthor
- 4.2. Contexto histórico
- 4.3. Plano natural
- 4.4. Estructura como solución global
- 4.5. Cualidades
- 4.6. Relaciones

5. Estadio Municipal de Braga.

- 5.1. Eduardo Souto de Moura
- 5.2. Contexto histórico
- 5.3. Plano natural
- 5.4. Estructura como solución global
- 5.5. Cualidades
- 5.6. Relaciones

6. Conclusiones.

7. Bibliografía



Fotografía anónima. Armadura de acero corrugado esperando a ser encofrada.
Fuente [Dominio público / <http://www.ferroiraola.com/servicios/>].

Objetivos

Generales

Detallar la relevancia que debería tomar la estructura en la arquitectura.

Analizar la relación entre el proyecto, su estructura y el plano natural.

Analizar como la estructura es capaz de definir el proyecto en su totalidad. Además de solventar los problemas de asentamiento en el plano del suelo.

Analizar como las soluciones actuales guardan una estrecha relación con aquellas que se tomaban siglos atrás.



Trabajadores en obra colocando los redondos antes de ser encofrados. Fuente Shutterstock [Dominio público /<https://elcomercio.pe/casa-y-mas/arquitectura/cinco-razones-edificios-derrumban-211535-noticia/>] CC BY 2.0.

Objetivos

Específicos

Estudiar el plano natural de cada uno de los proyectos seleccionados.

Analizar como la estructura en todos los casos de estudio surge de la intención por solventar los problemas concretos generados por su plano natural.

Analizar como en los tres casos de estudio seleccionados la estructura define el proyecto en su totalidad.

Comprender la relación entre los casos de estudio seleccionados y el plano natural a través de la comparación con estructuras de carácter primigénio.



Metodología

Para el desarrollo de esta investigación el trabajo adquiere un carácter gráfico y visual mediante la utilización de esquemas, fotografías y dibujos, siendo la mayor parte de estos últimos de elaboración propia.

Se definirán los conceptos de arquitectura y estructura como punto de partida ya que junto con el plano natural son los protagonistas del trabajo.

Diferentes estructuras de carácter primigenio situadas en un condicionante plano natural serán analizadas de forma gráfica así como clasificadas entre estereotómicas y tectónicas.

Con toda esta información serán analizados tres casos de estudio seleccionados.

Se introducirá el proyecto mediante una breve exposición sobre el arquitecto autor, y el contexto histórico en el que se desarrolla la obra.

Posteriormente se analizará el plano natural de cada uno de los proyectos así como su estructura y la relación que guardan entre ambos funcionando como solución global.

Además se realizará una comparación entre los casos de estudio y las estructuras de carácter primigenio analizadas previamente con el fin de comprender que los métodos de actuación guardan mucho en común.

Para finalizar se obtendrán conclusiones que ayudarán a unificar las ideas plasmadas en la totalidad del trabajo.



En este apartado se explicarán los términos arquitectura, estructura y plano natural.

Para ello se recurrirá a ejemplos que faciliten la comprensión del lector.

1. ARQUITECTURA, ESTRUCTURA Y PLANO NATURAL



1.1. Sobre la arquitectura

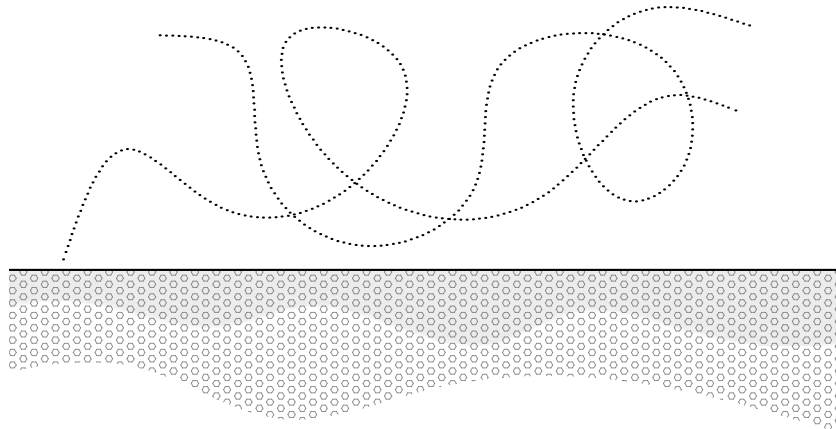
Se puede entender la arquitectura como toda labor que modifica las condiciones de un espacio para variar su atmósfera.

“La atmósfera habla a una sensibilidad emocional, una percepción que funciona a una increíble velocidad y que los seres humanos tenemos para sobrevivir.”

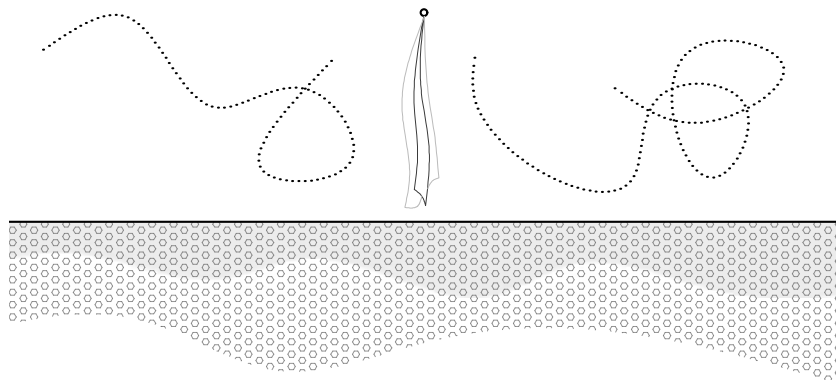
Peter Zumthor, *Atmósferas* (2006)

Por lo tanto, no solo es arquitectura aquello que conlleva una obra, un gran proyecto o una considerable intervención. Solo el hecho de la colocación de una sábana en una habitación que divida el espacio, pudiera ser considerado como arquitectura.

Un solo espacio



Colocación de sábana, división del espacio



1.2. Sobre la estructura

La concepción sobre la estructura ha estado presente en mi vida como algo sucio, feo, y meramente funcional. Tal vez debido a la condición de hijo de yesero, siempre he ligado la estructura con aquellos andamios con los que mi padre trabajaba.

Entre los inicios de mi formación como ingeniero y la finalización de mi trayectoria académica en la escuela de arquitectura, he experimentado un cambio en mi forma de entender el concepto de estructura, pasando de una visión exclusivamente técnica a ir interiorizándola como la componente que soporta la forma.

A lo largo de estos años ha pasado de tener un carácter secundario a entenderse como una pieza clave desde el inicio del proceso de proyecto. La estructura es entonces el material dentro de la disciplina de la arquitectura que permite hacer realidad nuestras ideas.

Continuando con el ejemplo de la habitación dividida en dos por un cable que sujeta una sábana, la estructura será aquello que sujeta la sábana, un cable por ejemplo.

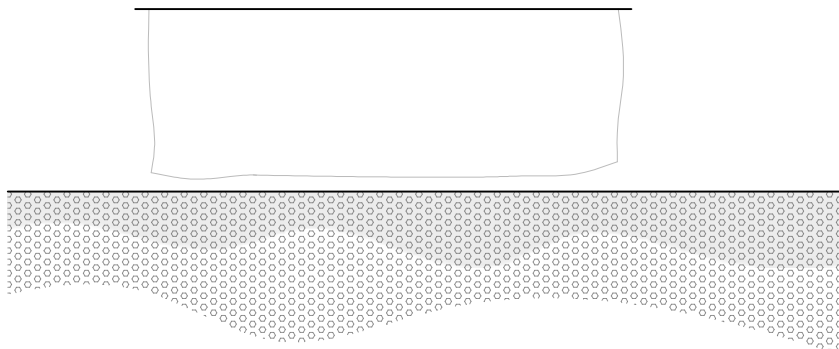
Se genera en este momento un punto de inflexión. ¿Cuál es la función del cable? ¿Solo sujeta la sábana o posee alguna otra función dentro de la arquitectura?



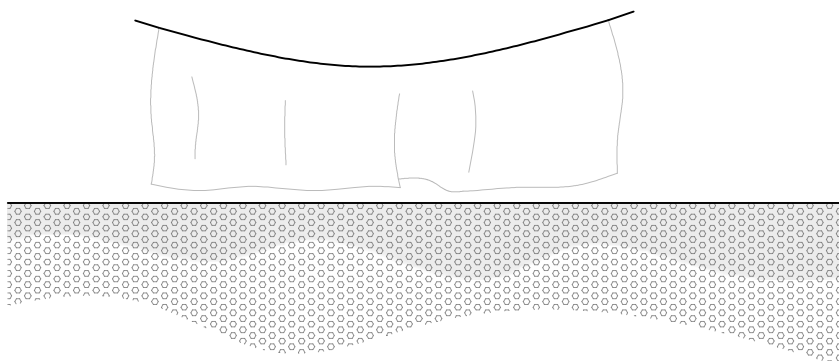
1.2. Sobre la estructura

En este ejemplo se aprecia como según la tensión con la que el cable sea colocado el espacio varía. Si se dispone con una tensión considerable, el rango visual entre ambos lados de la sábana es menor que si por el contrario se coloca el cable menos tenso. Además, la propia sábana lucirá de una forma más tersa y lisa con el cable tenso, frente a la rugosidad que poseerá si el cable no posee una gran tensión.

Cable tenso



Cable sin tensión

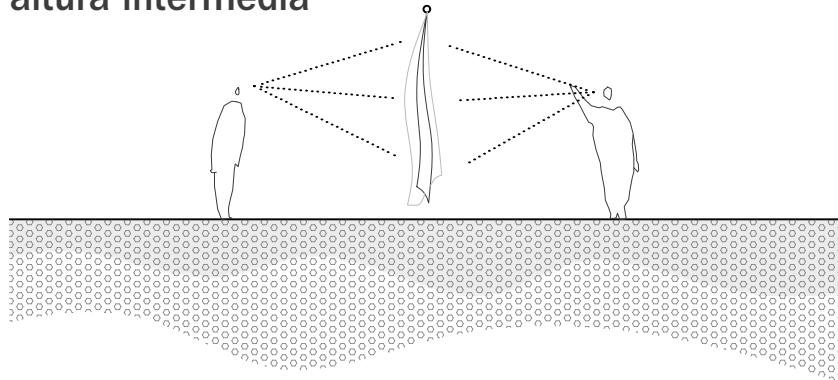


1.2. Sobre la estructura

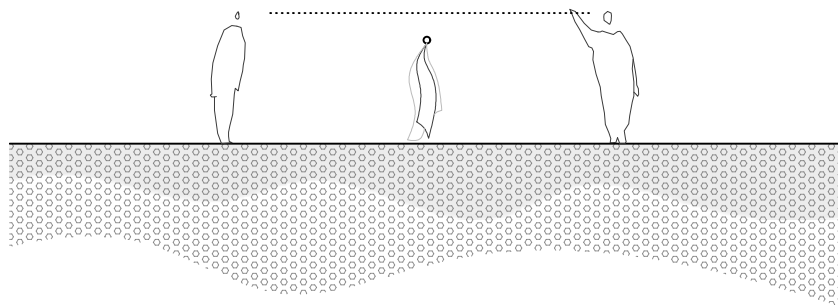
Si se modifica la altura a la que se dispone el cable también varía notablemente el espacio. Se han representado dos personas, una a cada lado de la sábana.

En el primer caso, la sábana impide el contacto total entre ambas personas. En el segundo caso, la altura del cable se reduce, el contacto visual es posible. Por el contrario, si la altura del cable se eleva de forma que la sábana quede ciertamente separada del suelo, se genera una visión parcial del espacio al otro lado de la sábana, donde no existe contacto visual entre ambas personas, pero sí podrán observar la zona inferior de su cuerpo.

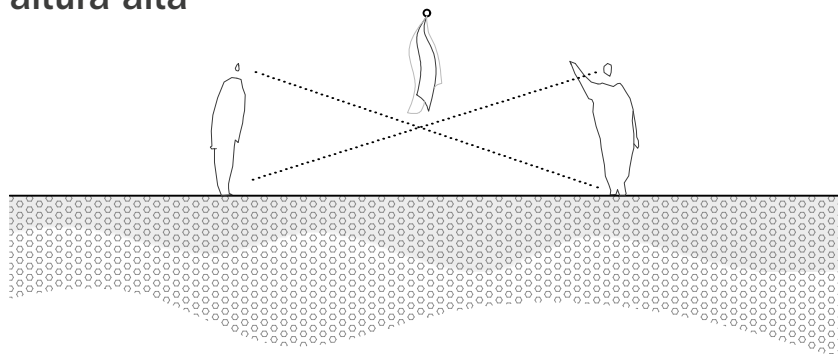
altura intermedia



altura baja



altura alta



1.2. Sobre la estructura

Después de analizar el ejemplo se aprecia como el cable no solo posee la función de sujeción, sino que además la forma de disponerlo influirá considerablemente en el resultado final.

Dejando el ejemplo del cable y la sábana de lado y volviendo al concepto de estructura, las preguntas que anteriormente se han planteado, llegados a este punto, pueden ya ser respondidas.

La función de la estructura en la arquitectura es la de sustentar, evidentemente, pero además influye en mayor medida. La estructura entendida como material del proceso de proyecto, ayuda al arquitecto a modular, organizar, ordenar los diferentes espacios, y a generar la atmósfera pretendida en la idea proyectual.



1.3. Sobre el plano natural

El plano natural posibilita la materialización de arquitectura y estructura. El lugar establece las normas de partida. Estas premisas adversas inicialmente, se convertirán en potencialmente ventajosas si la propuesta de actuación en él es la adecuada.

Un caso alejado del ámbito arquitectónico nos puede servir para la explicación.

La jirafa es un animal herbívoro que se alimenta de las hojas de los altos árboles de la sabana haciendo uso de su largo cuello. Esta condición no siempre fue así. La evolución del animal ha alargado su cuello con el paso de los años adaptándose al medio, dando respuesta al lugar.

Si los conceptos de jirafa y cuello son reemplazados por arquitectura y estructura respectivamente se observa como en el proceso proyectual ocurre lo mismo. El plano natural sería como el árbol para la jirafa, condicionando la solución.



1.3. Sobre el plano natural

Christopher Alexander, en *El modo atemporal de construir*, detalla como ha de pensarse un proyecto para que posea aquella *cualidad* que le haga estar en concordancia con el lugar, que le haga estar vivo.

“Con el propósito de definir esta cualidad en edificios y ciudades, debemos comenzar por comprender que todo lugar adquiere su carácter propio a través de ciertos patrones de acontecimientos que ocurren allí regularmente”

Christopher Alexander,
El modo atemporal de construir (2019)

Se extrae de la reflexión de Christopher Alexander que el plano natural no solo influirá en el proyecto por su carácter, sino que además los actos cotidianos, las costumbres, tradiciones, el contexto histórico, el entorno, los materiales del lugar... muchos factores han de ser tenidos en cuenta.

Explica este concepto adecuadamente Paloma Gil Giménez en su libro *“El proyecto arquitectónico”*.

“Los vínculos que se establecen entre los edificios y el lugar forman parte de la idea de arquitectura, desde el primer momento en que nace como intención. El carácter artificial de la arquitectura toma sentido cuando existe la necesidad de organizar el medio natural y ordenarlo de algún modo.”

Paloma Gil, El proyecto arquitectónico (2011)



Definidos los términos arquitectura, estructura y plano natural, diferentes soluciones serán analizadas.

Las estructuras serán clasificadas según su carácter estereotómico o tectónico para entender en mayor medida el tipo de interacción que poseen con el terreno.

2. ESTRUCTURAS PRECEDENTES



2.1. Lo estereotómico y lo tectónico

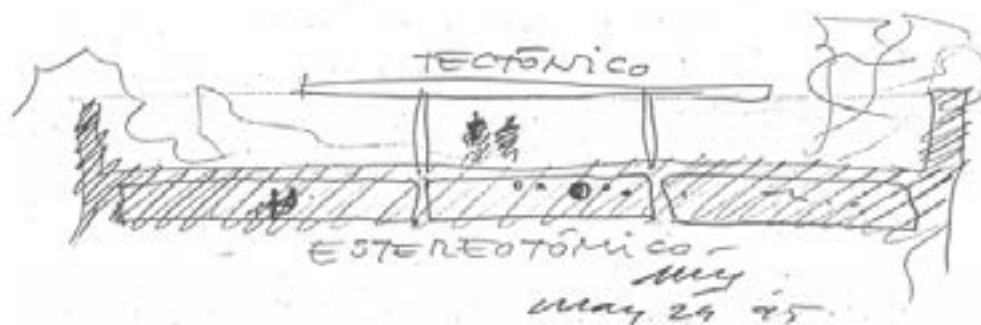
Antes de realizar la clasificación de las estructuras vernáculas serán explicados los términos estereotómico y tectónico. Para ello se recurrirá a la explicación de Alberto Campo Baeza.

“Entendemos por arquitectura estereotómica aquella en que la gravedad se transmite de una manera continua, en un sistema estructural continuo donde la continuidad constructiva es completa. Es la arquitectura masiva, pétreo, pesante. La que se asienta sobre la tierra como si de ella naciera. Es la arquitectura que busca la luz, que perfora sus muros para que la luz entre en ella. Es la arquitectura del podium, del basamento. La del estilóbato. Es, para resumirlo, la arquitectura de la cueva.

Entendemos por arquitectura tectónica aquella en que la gravedad se transmite de una manera discontinua, en un sistema estructural con nudos donde la construcción es sincopada. Es la arquitectura ósea, leñosa, ligera. La que se posa sobre la tierra como alzándose sobre puntillas. Es la arquitectura que se defiende de la luz, que tiene que ir velando sus huecos para poder controlar la luz que la inunda. Es la arquitectura de la cáscara. La del ábaco. Es, para resumirlo, la arquitectura de la cabaña.”

Alberto Campo Baeza. La idea construida (1996)

CAMPO BAEZA, Alberto. *Croquis Centro BIT, Inca, Mallorca.* (1995).
©CampoBaeza.



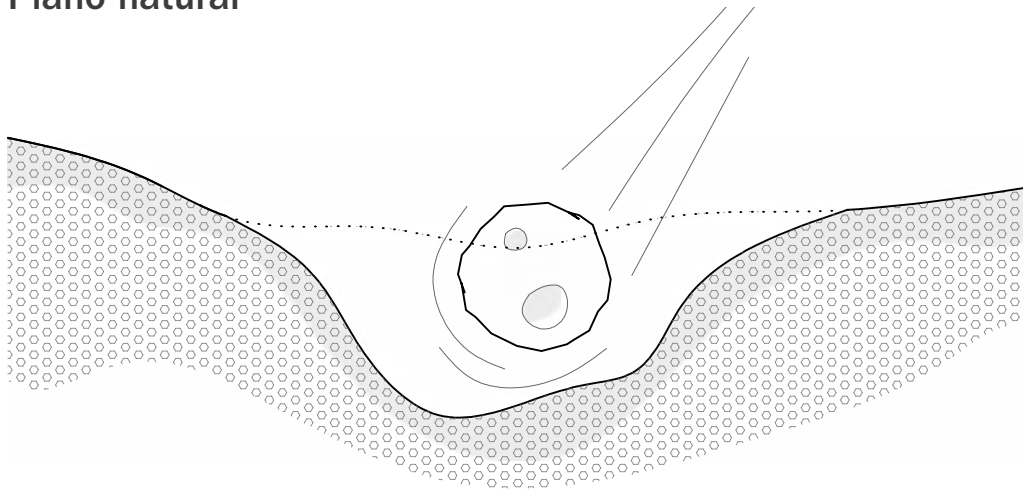
2.2. Estructuras estereotómicas

Anfiteatros de Muyu-uray

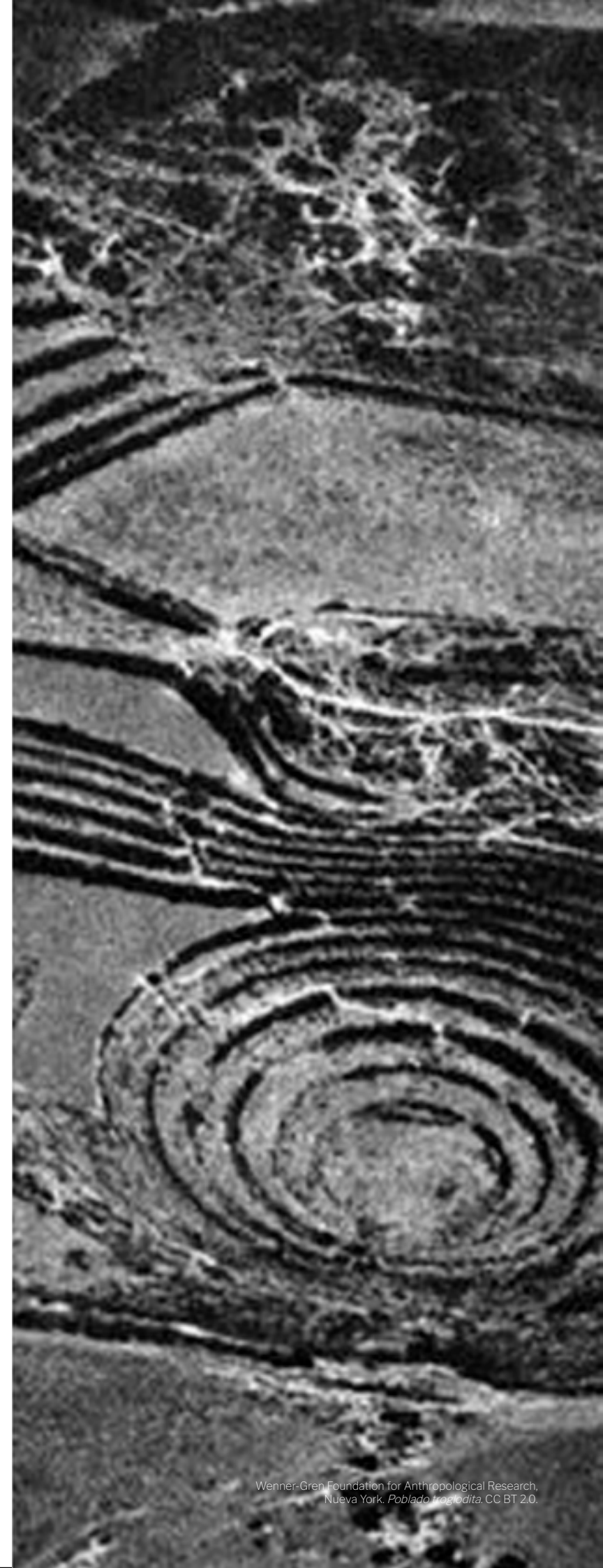
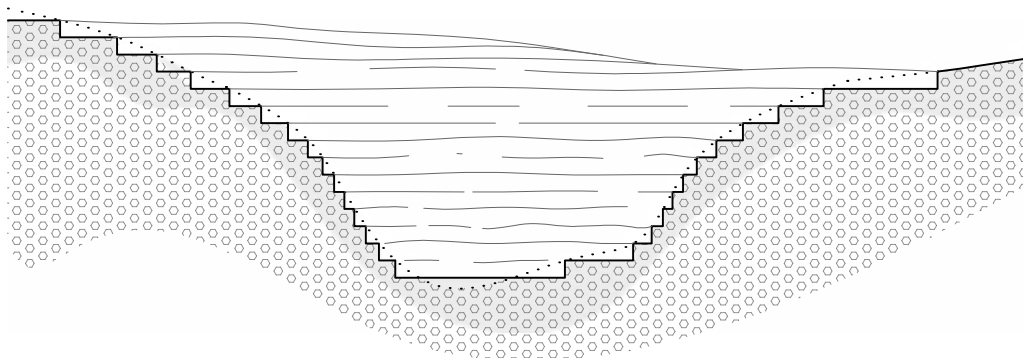
En Perú el impacto de un gran meteorito sobre el plano natural provocó una modificación del terreno generando en él un enorme cráter.

De esta situación se aprovechó la tribu de incas maras que allí habitaba, utilizando este espacio creado para la realización de un centro dramático de gran magnitud. Para ello se realizaron bancadas en el terreno que transformaban plano de gran inclinación en una ladera escalonada para la estancia del público

Plano natural



Estructura



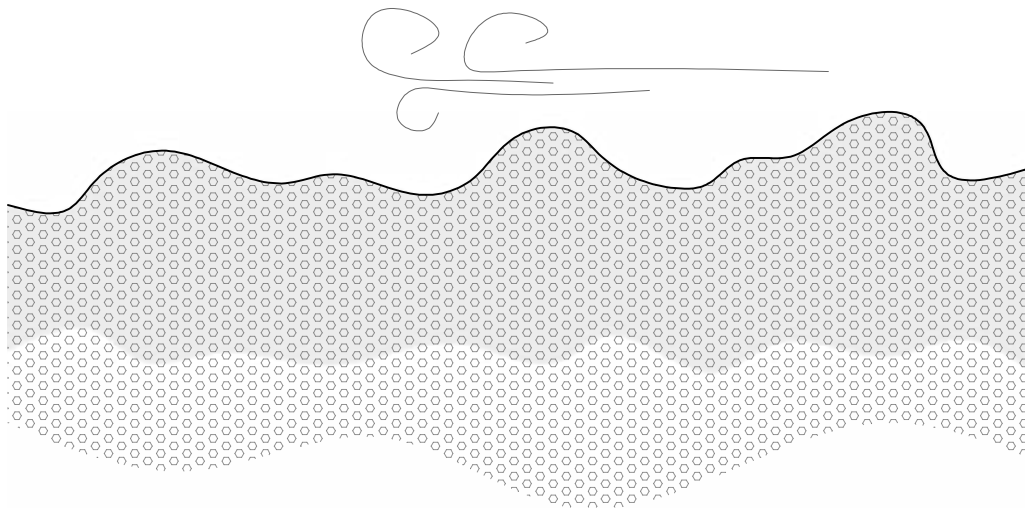
2.2. Estructuras estereotómicas

Ciudad encantada

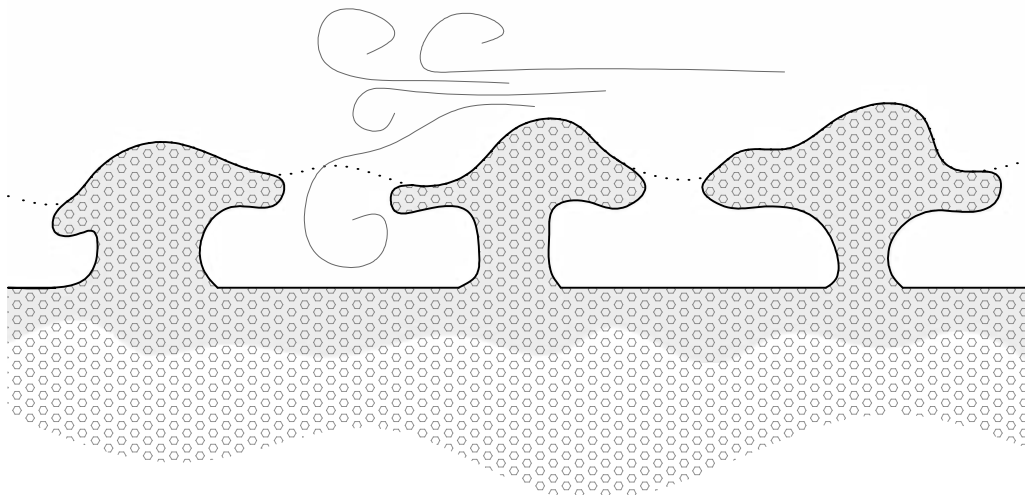
Ubicada cercana a la ciudad de Madrid, se trata de una congregación de rocas afectadas por la erosión del viento. Por lo tanto, en este caso es la propia naturaleza la encargada de realizar arquitectura. Es sorprendente estructuralmente debido a los grandes voladizos de roca que se generan.

Estas formas sirvieron de refugio a numerosos pastores y traseúntes.

Plano natural



Estructura



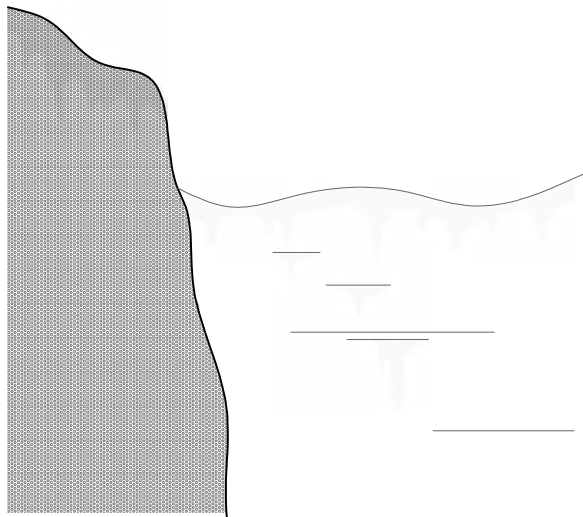
2.2. Estructuras estereotómicas

Poblado troglodita de Pantalica

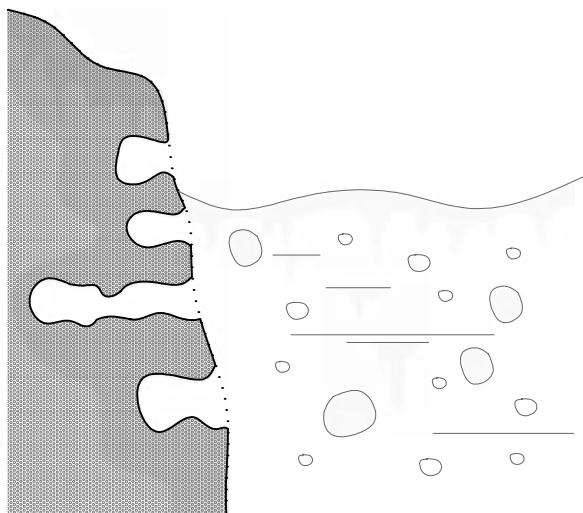
En el valle del Anapo los sículos excavaron cuevas en un terreno de pendiente extrema con el fin de ser utilizadas como cementerio. Más adelante estas cuevas fueron transformadas en viviendas.

Gracias a las excavaciones lograron realizar algo parecido a un bloque de viviendas pero sustraído del terreno, convirtiendo de este modo la pendiente del lugar, inicialmente observada como una debilidad, en una oportunidad.

Plano natural



Estructura



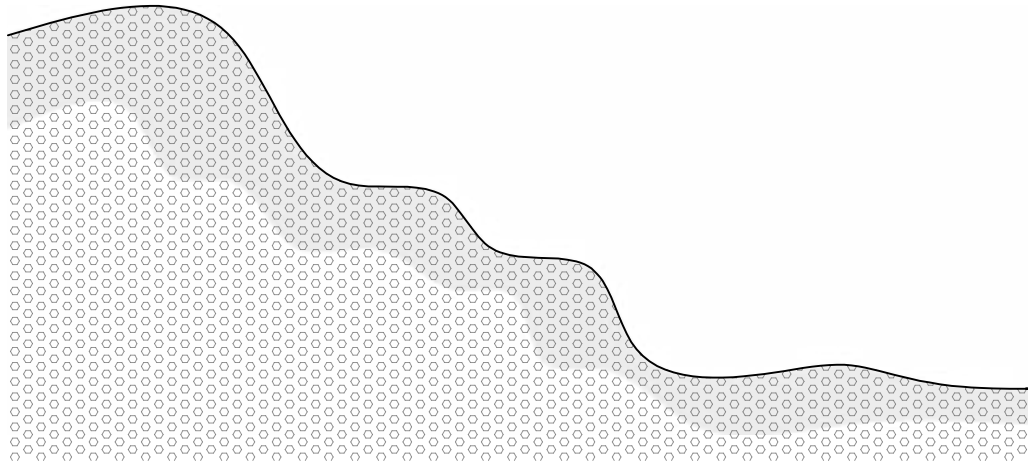
2.2. Estructuras estereotómicas

Minas subterráneas

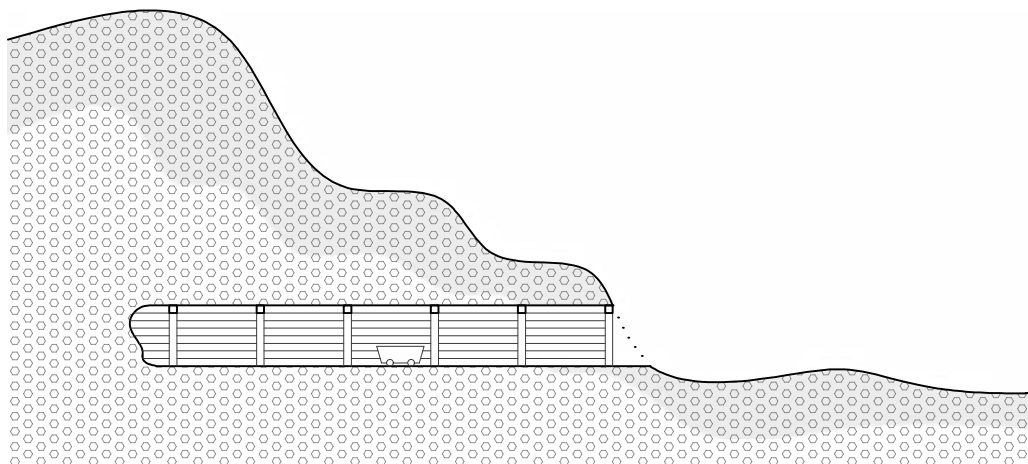
La práctica minera de carácter subterráneo tiene siglos de antigüedad y va ligada a una estructura de madera muy compleja capaz de soportar grandes pesos para evitar derrumbamientos del terreno.

El objetivo de los mineros era profundizar en el plano natural hasta llegar a zonas donde se ubican minerales como el carbón, por lo que picaban el terreno y realizaban las estructuras simultáneamente.

Plano natural



Estructura



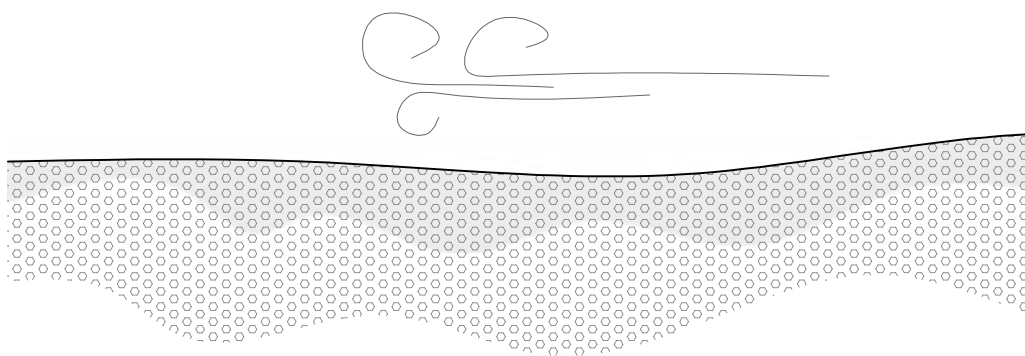
2.2. Estructuras estereotómicas

Troglodismo en plano horizontal

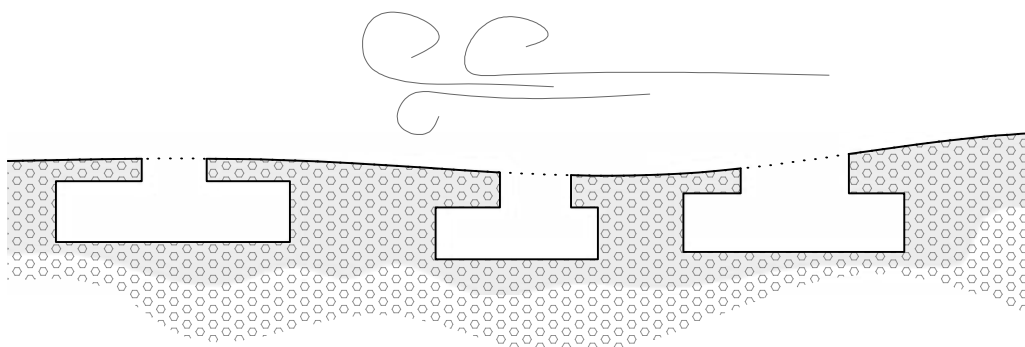
El troglodismo tiene sus orígenes en los anales de la historia. La práctica de excavar el terreno para crear un espacio que resguarde y refugie se manifiesta en el oasis de Siwa, en Egipto o en Louyang y Loess, ambas en China.

Gracias a esta práctica los campesinos conseguían estancias que utilizaban como viviendas donde estaban a salvo de los fuertes agentes atmosféricos.

Plano natural



Estructura



*Poblado troglodita en
Túnez. Wulf-Diether
Graf zu Castell,
Munich/Riem.*

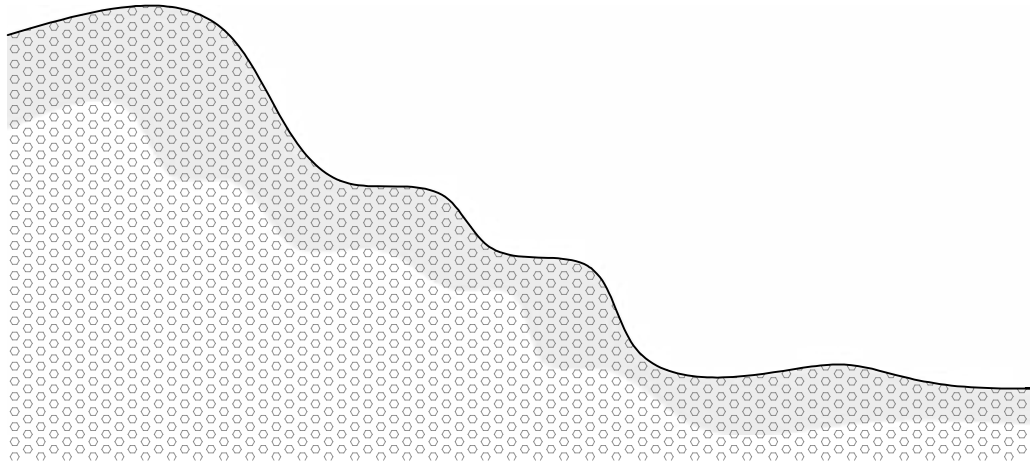
2.2. Estructuras estereotómicas

Montaña tallada

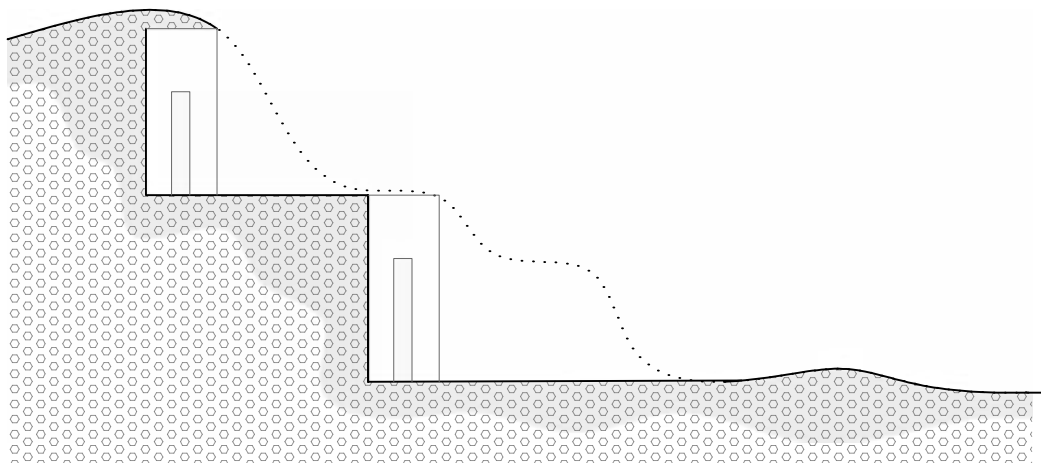
También encontramos numerosos ejemplos de arquitectura tallada en el propio terreno, arquitectura de sustracción, como las casas de Les Baux o la Ciudad de Petra.

El terreno se convierte en un plano de trabajo y los arquitectos en escultores.

Plano natural



Estructura



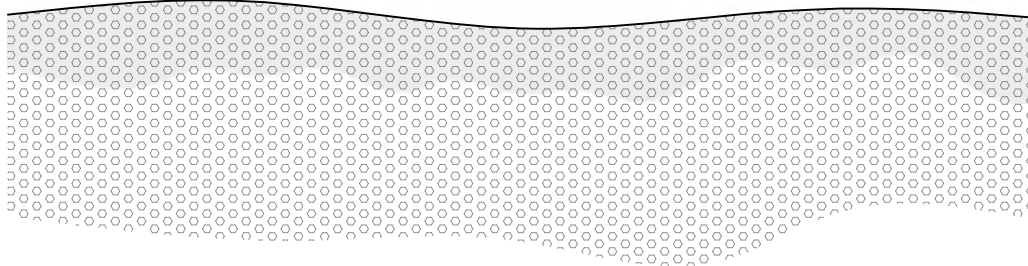
2.2. Estructuras estereotómicas

Minería al aire libre

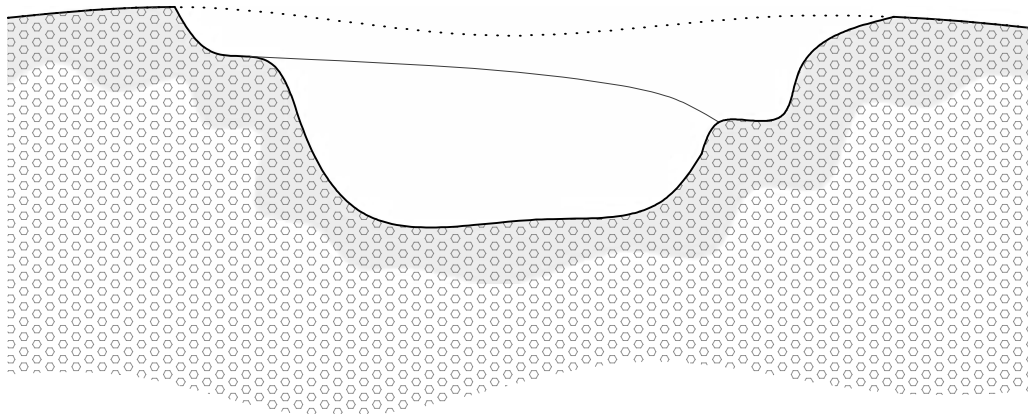
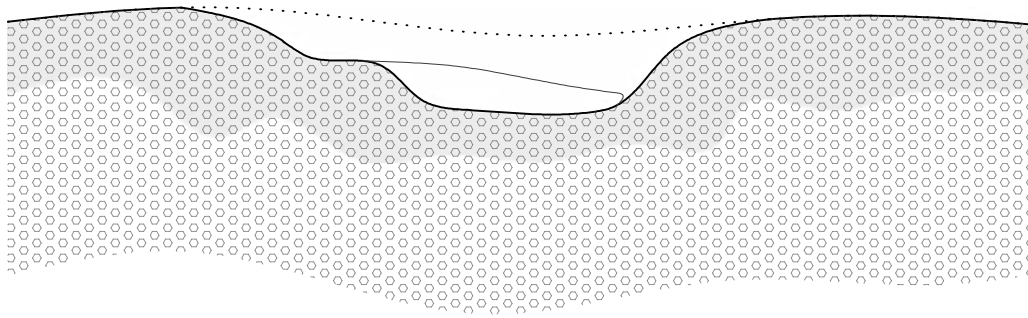
La práctica minera al aire libre se diferencia de la subterránea en que se va vaciando el terreno a base de bancadas para adquirir los minerales en la capa superficial.

La actividad se realiza al aire libre sin la utilización de estructuras auxiliares, con la simple modificación del terreno para evitar su derrumbe.

Plano natural



Estructura

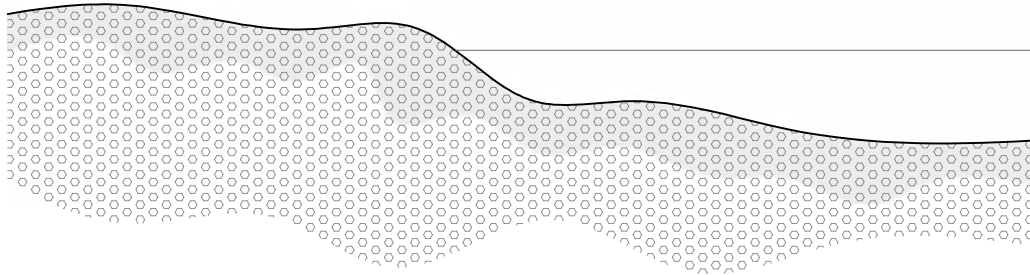


2.3. Estructuras tectónicas

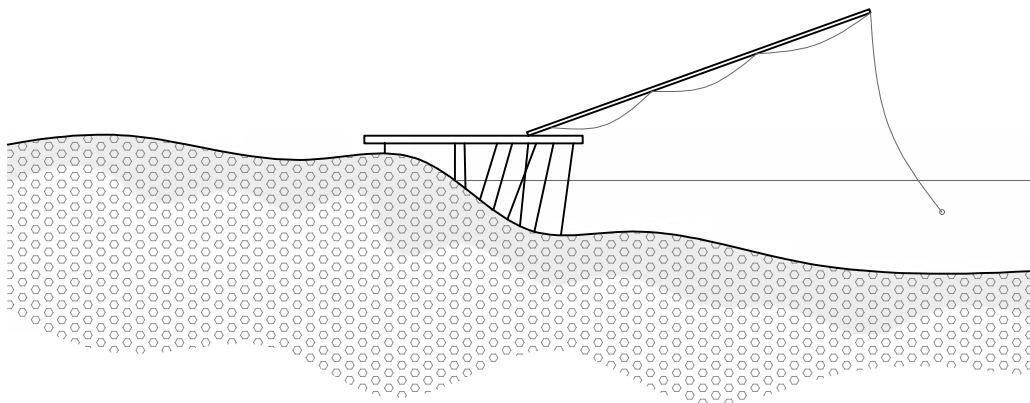
Plataformas palafíticas pesqueras

El antecedente directo a la arquitectura sobre pilotis. Las tribus indígenas que necesitaban de la práctica de la pesca para subsistir idearon unas plataformas mediante una estructura construida con madera que les permitía acercarse lo más posible al mar adentro, zona donde es más fácil pescar.

Plano natural



Estructura

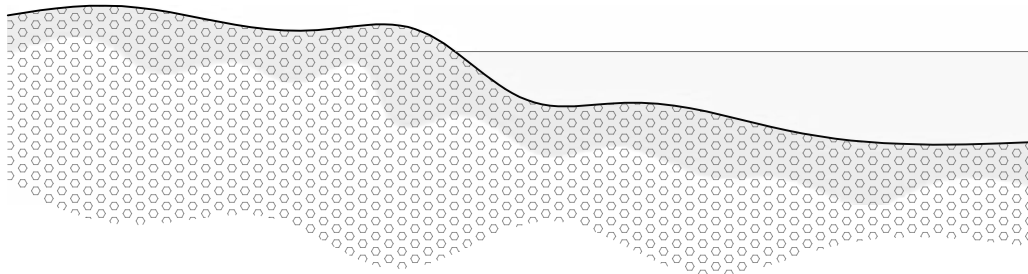


2.3. Estructuras tectónicas

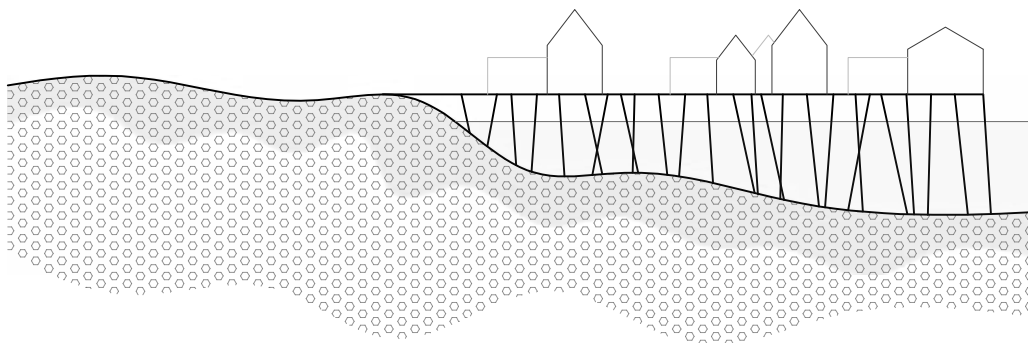
Poblado palafítico pesquero

En ocasiones los pescadores realizaban plataformas palafíticas que formaban una especie de tejido de carácter creciente que se expandía mar adentro mediante la adhesión de nuevas cabañas para aperos y plataformas pesqueras.

Plano natural



Estructura



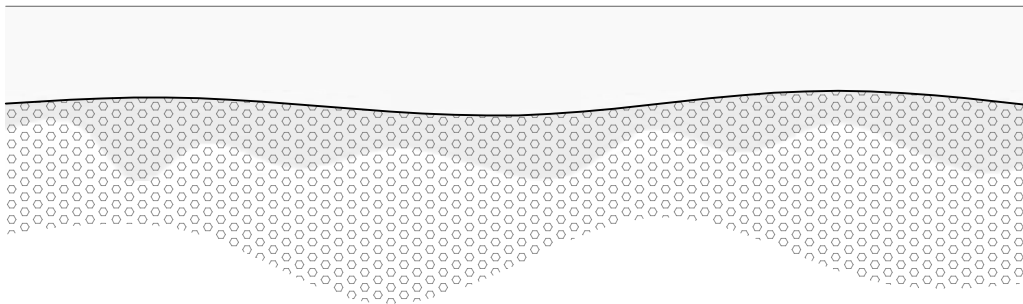
2.3. Estructuras tectónicas

Estructuras palafíticas defensivas

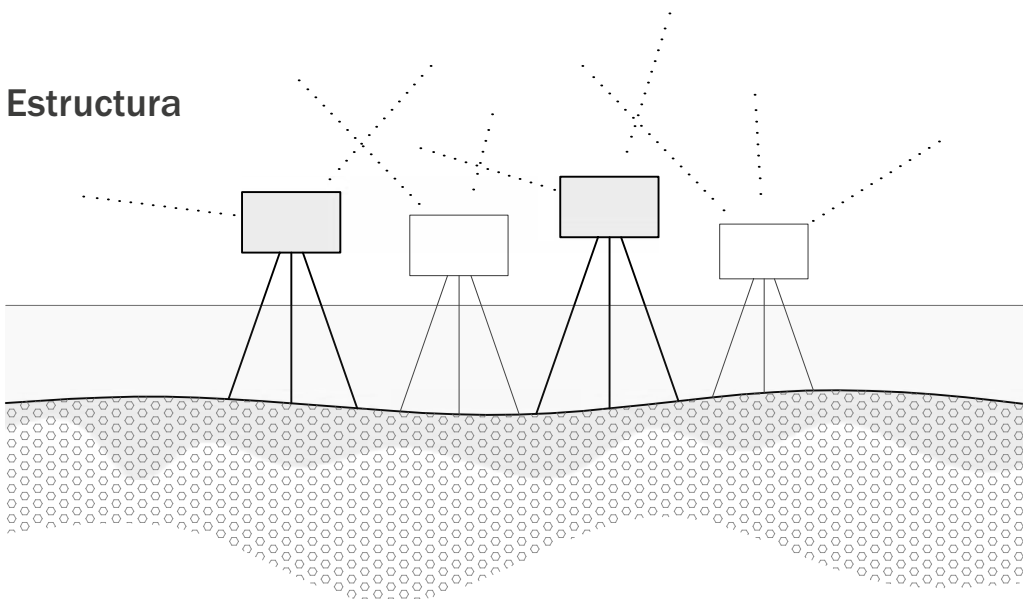
Durante la Segunda Guerra Mundial para la defensa del Reino Unido se construyeron en el río Támesis y Mersey unas estructuras de carácter palafítico.

La colocación de los artefactos tenía una clara intención de control territorial y visual, para sobreponerse a los ataques rivales.

Plano natural



Estructura

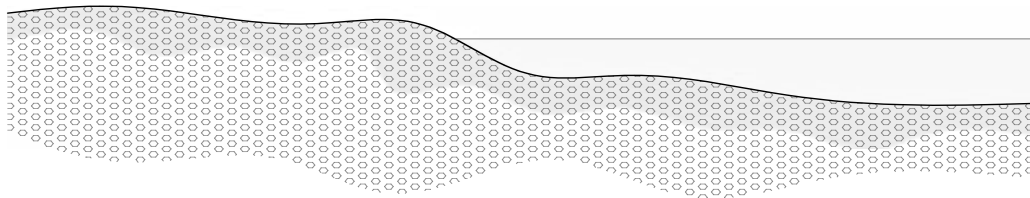


2.3. Estructuras tectónicas

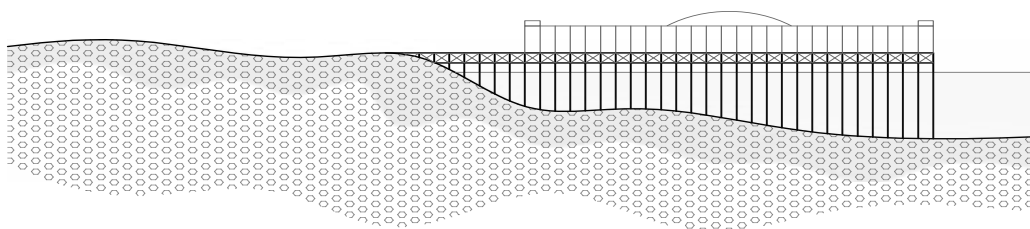
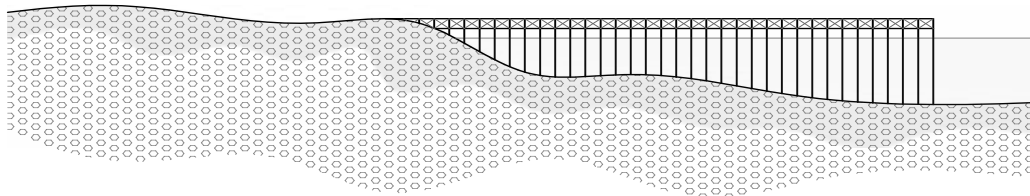
Palafítica de carácter industrial

La arquitectura palafítica no solo se asocia a elementos livianos y ligeros. También lo hicieron grandes infraestructuras como el Brighton Palace Pier, que parece elevarse sobre la costa de la ciudad Inglesa.

Plano natural



Estructura

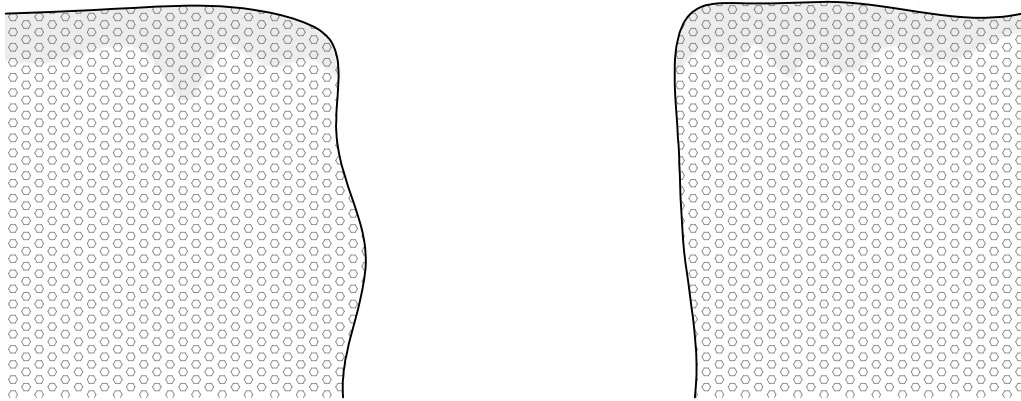


2.3. Estructuras tectónicas

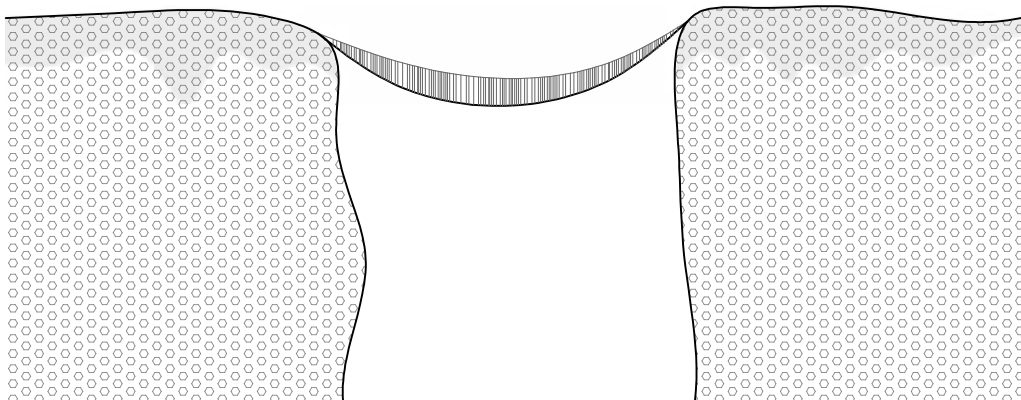
Puentes colgantes de Perú

Perú posee una topografía compleja. Para salvar las grandes discontinuidades topográficas se realizaban puentes colgantes en algunos puntos realizados con sistemas de tirantes estructurales construidos con cuerdas de cáñamo.

Plano natural



Estructura



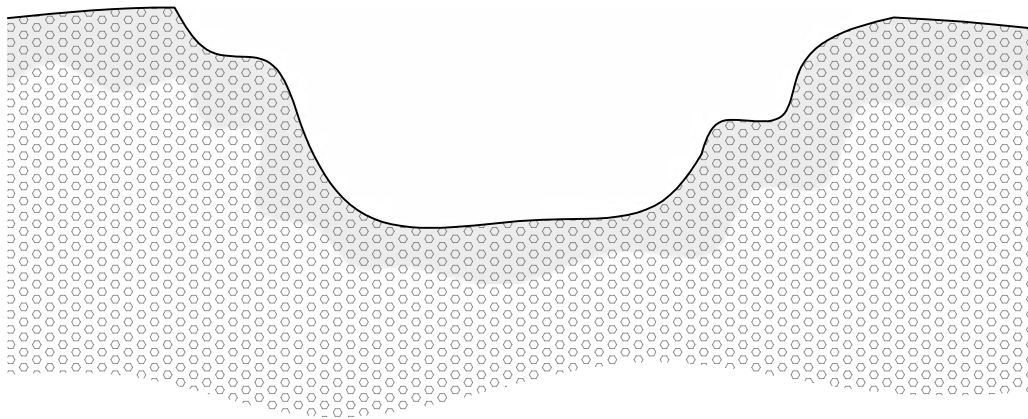
2.3. Estructuras tectónicas

Puentes ferroviarios

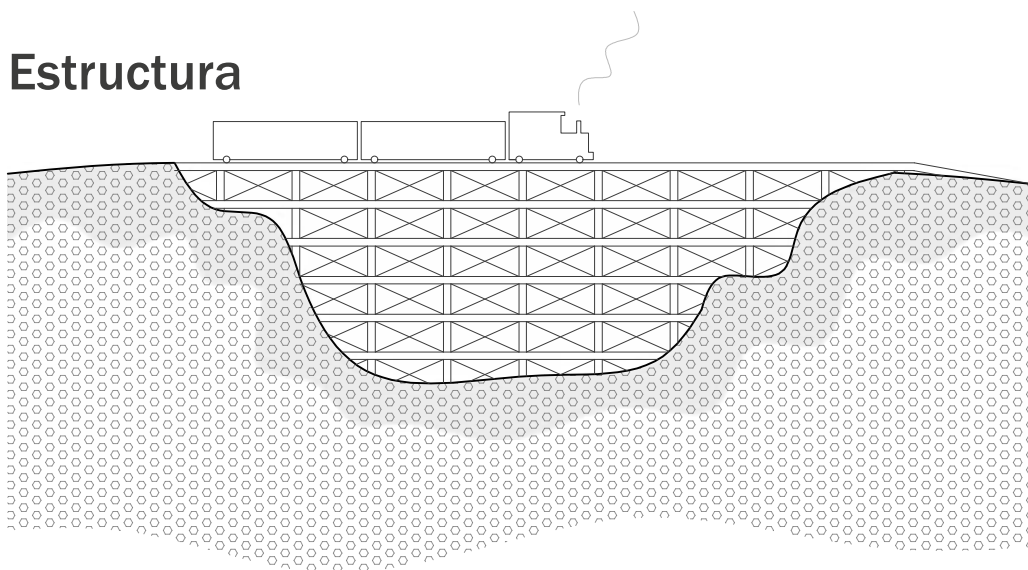
Con la aparición del ferrocarril se ejecutaron gran cantidad de vías que permitían su movilidad.

Las condiciones del plano natural no fueron siempre óptimas y en ocasiones fue necesaria la colocación de estructuras auxiliares de madera que permitían un tránsito correcto.

Plano natural



Estructura



Estructura de madera realizada para permitir el paso del ferrocarril. Fuente [Dominio público / <http://blog.model-space.es/trenes/puentes-de-madera-americanos-para-tren-de-jardin/attachment/puentes-de-madera-trestle-maquetas-trenes-5>] CC BY 2.0.

Una vez analizadas y clasificadas algunas estructuras primigenias se estudiarán tres proyectos seleccionados por la forma en que la estructura soluciona los problemas planteados por el plano natural.

Los tres casos de estudio [Gimnasio Maravillas (Alejandro de la Sota), el Museo de las minas de zinc (Peter Zumthor) y el Estadio Municipal de Braga (Souto de Moura)] serán analizados de forma individual, estudiando las cualidades de su estructura en el conjunto global del proyecto, así como las similitudes con las estructuras primigenias ya vistas.

3. GIMNASIO MARAVILLAS

Alejandro de la Sota, Madrid, 1961

“El gimnasio de Maravillas tiene ya 22 años. No sé porqué en el año 1960 lo hice así, pero lo que sí sé es que no me disgusta haberlo hecho. Creo que el no hacer arquitectura es un camino para hacerla y todos cuantos no la hagamos, habremos hecho más por ella que los que, aprendida, la siguen haciendo. Entonces se resolvió un problema y sigue funcionando y me parece que nadie echa en falta la arquitectura que no tiene.”

“The Maravillas gymnasium is now 22 years old. I don't know why I did it that way in 1960, but what I do know is that I don't dislike having done it. I believe that not doing architecture is a way of doing it and all those of us who do not do it will have done more for it than those who, having learnt it, continue to do it. So a problem was solved and it continues to work and it seems to me that nobody misses the architecture they don't have.”

Alejandro de la Sota (1985)

“De la Sota acometió el proyecto como un problema de ingeniería, a resolver mediante operaciones proyectuales lógicas y abogando por la razón de ser de las cosas.”

“De la Sota approached the project as an engineering problem, to be solved by means of logical design operations and advocating the raison d'être of things.”

Luis Fernández Galiano, Arquitectura Viva nº68 (1997)



3.1. Alejandro de la Sota

Nacido en 1913 en Pontevedra y licenciado en Madrid el año 1941, fue siempre un arquitecto ligado al formalismo, debido a la época que atravesaba España, país donde desarrollo toda su obra.

De la Sota entendía la arquitectura como una forma de solucionar problemas, por ello dejaba atrás lo ostentoso y se centraba en una arquitectura pura y sincera.

Una de las características más importante del arquitecto fue la estrecha relación que guardaba con los ingenieros, y esto se refleja en su obra en la que prima la estructura.

La correcta aplicación de la técnica en la arquitectura no era negociable para de la Sota, y es que la estructura no solo le ayudaba a sustentar sus edificios, sino que adque- ría un papel determinante en otros aspectos como la iluminación, la ventilación, la modulación de los espacios...



3.2. Contexto histórico

Entre los años 1936 y 1939 se produjo en España una situación límite, la Segunda Guerra Civil.

Durante este periodo de guerra y hostilidad los recursos fueron destinados principalmente a la producción de armamento y otros asuntos de carácter bélico. Este hecho afectó por lo tanto de lleno a la arquitectura en varios ámbitos.

Los recursos constructivos eran escasos, el acero estaba limitado, por lo que su utilización en la arquitectura era un asunto complejo y poco justificado.

Alejandro de la Sota, que acabó sus estudios de arquitectura en el año 1941, vivió la época de la postguerra por completo. Su filosofía le ayudó a amoldarse a las necesidades y a las limitaciones que existían en cada proyecto que se le encargaría más adelante.



Fotografía anónima. Armadura de acero. Fuente [Dominio público / <http://www.ferroiadla.com/servicios/>].

3.3. Plano natural

Cuando en 1962 se le encarga a Alejandro de la Sota la realización de un complejo programa compuesto por aulas y un gimnasio para los hermanos de La Salle, se le plantea al arquitecto un gran reto a nivel topográfico pese a situarse en plena ciudad de Madrid.

La parcela destinada a la realización del proyecto se encontraba entre dos calles, la calle Guadalquivir y la calle Joaquín Costa.

La diferencia de cota entre ambas calles, de doce metros, suponía un enorme reto para el arquitecto y tras muchas vueltas en como la técnica podría solucionar la problemática acabó encontrando una solución que se convertiría en una referencia en la arquitectura mundial.



3.4. Estructura como solución global

Alejandro de la Sota se adaptó a la perfección con su propuesta final a lo que requería el lugar. Lo hizo aunando a la perfección la técnica y la función, la ingeniería con la arquitectura. A esta reflexión llega también Paloma Gil Giménez.

“De la Sota intentó reducir al máximo la arquitectura a un producto depurado de la “razón técnica”, como una operación lógica y limítrofe con lo ingenieril”

Paloma Gil Giménez, El proyecto arquitectónico (2011)

Antes de analizar su icónico croquis más a fondo es ineludible no relacionar dicho dibujo con el realizado años atrás por Mies van der Rohe, que Santiago de Molina describe así:

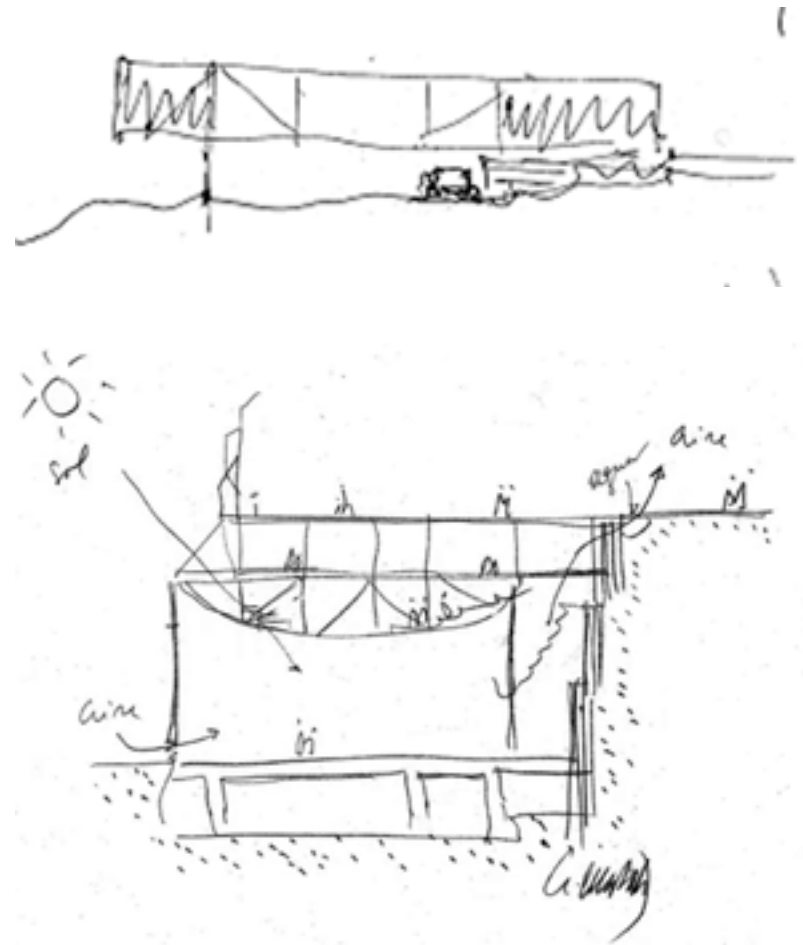
“En una ladera, en el año 1934, realiza los primeros trazos para una casa de vidrio. Se apoya en el suelo en uno de sus extremos, en otro es soportada por una línea vertical ligeramente dubitativa. Con inteligencia, el peso de la zona volada se compensa con las cargas del tramo apoyado.

El dibujo ya intuye las diagonales de la estructura que contendrá la casa. Bajo ella puede estacionarse un vehículo. Algo, aun indefinido, sucederá entre ese acceso del vehículo y la pendiente del terreno.”

Santiago de Molina, Múltiples estrategias de arquitectura, Tachaduras (2009)

Como comenta Santiago de Molina, el croquis proyectado por Mies, pese a su sencillez es definitorio, ya que en él se aprecia como la estructura no es solo un elemento estructural, sino que además crea distintos espacios, el que queda entre el plano natural y la estructura, y el del propio espacio interior que parece estar modulado y distribuido en función de la misma.

Al igual que ocurre con el croquis de Mies, el de Alejandro de la Sota también se entiende a la perfección, y es que parece definir múltiples aspectos como la iluminación del gimnasio y aulas, la ventilación, el sistema estructural y la convivencia de un programa con distintas funciones.



VAN DER ROHE, Mies. *Resor Hous*. (1938). Fuente [Dominio público / https://www.archdaily.co/co/02-31690/los-muchos-de-mies-recuerdos-de-un-maestro?ad_medium=widget&ad_name=navigation-prev].

DE LA SOTA, Alejandro. *Croquis Gimnasio Maravillas*. (1961). © Fundación Alejandro de la Sota.

3.5. Cualidades

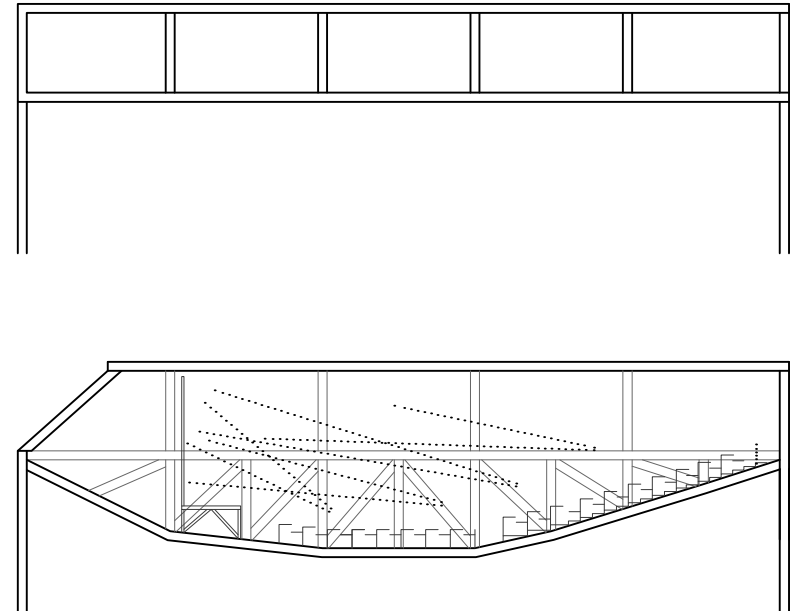
Función

Como ya se ha comentado la estructura del proyecto no solo se encarga de sustentar el edificio, De la Sota, de forma muy inteligente decide ensanchar verticalmente la gran cercha que salva el espacio del gimnasio para ubicar las aulas en su interior.

La solución se lleva a cabo mediante un descuelgue de la parte inferior de las cerchas para lograr que los espacios funcionen correctamente tanto acústica como visualmente, colocando los asientos de forma escalonada para que cada uno de los alumnos lograsen una visión óptima de la palestra, desde donde el profesor impartía las clases.

La forma final de la cercha se asemeja a la sección de un teatro o cine, no es casualidad, la intención del arquitecto no es otra que dotar al espacio de una acústica idónea.

Descuelgue de la cercha para permitir la ubicación de las aulas en su interior





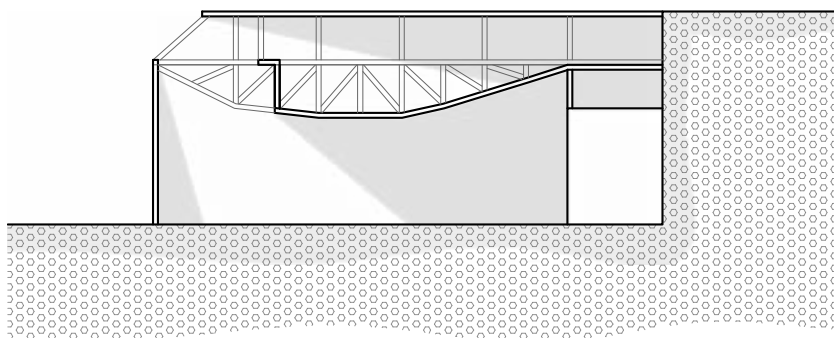
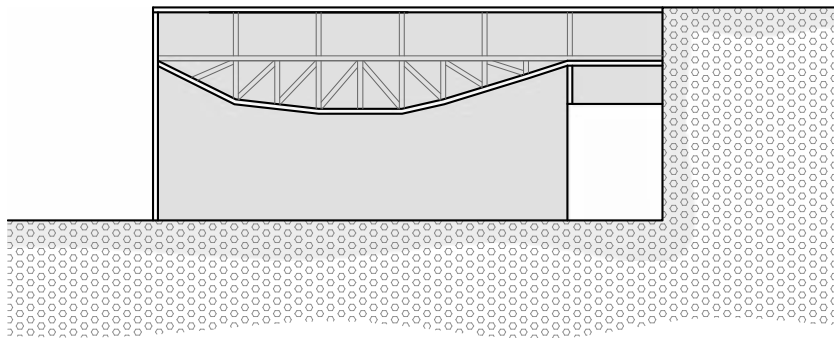
3.5. Cualidades Iluminación

Una de las particularidades del Gimnasio Maravillas es la forma en la que la cercha ha sido quebrada para permitir a la luz penetrar al interior.

De la Sota tomaba sus decisiones respondiendo a las preguntas que en el momento se le planteaban. Según el arquitecto gallego, sólo ejecutaba lo que el lugar y el proyecto requerían.

El plano natural en el que se ubicó el proyecto respondió que el frente del edificio que orientaba a la calle Joaquín Costa sería el idóneo para permitir la entrada de luz.

Ruptura de la estructura para permitir el paso de la luz

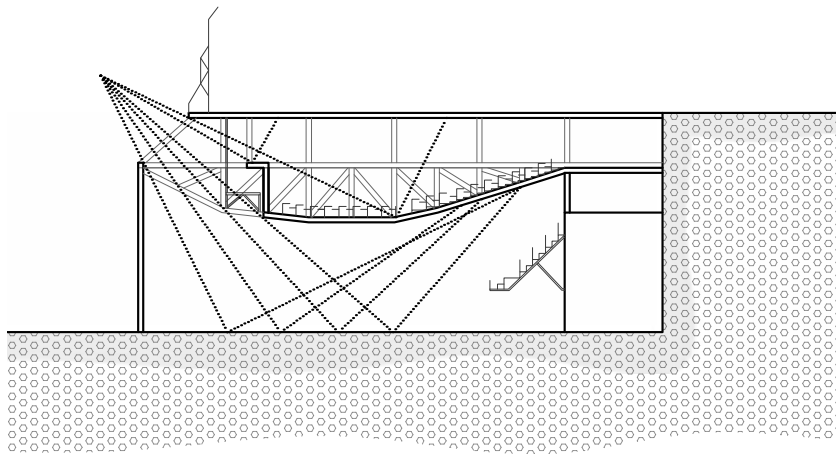


3.5. Cualidades Iluminación

Es posible pensar que tal vez las estancias más alejadas del único frente que ofrece luz al edificio tengan una iluminación muy escasa, pero nada más lejos de la realidad.

Alejandro de la Sota pensó cada uno de los detalles de su proyecto, y de forma muy inteligente utilizó la materialidad del suelo del propio gimnasio como elemento de iluminación hacia las zonas más alejadas del ventanal.

La luz avanza por el interior del gimnasio de forma reflejada como se puede contemplar en las fotografías permitiendo así que el proyecto alcance una iluminación en su completa integridad.



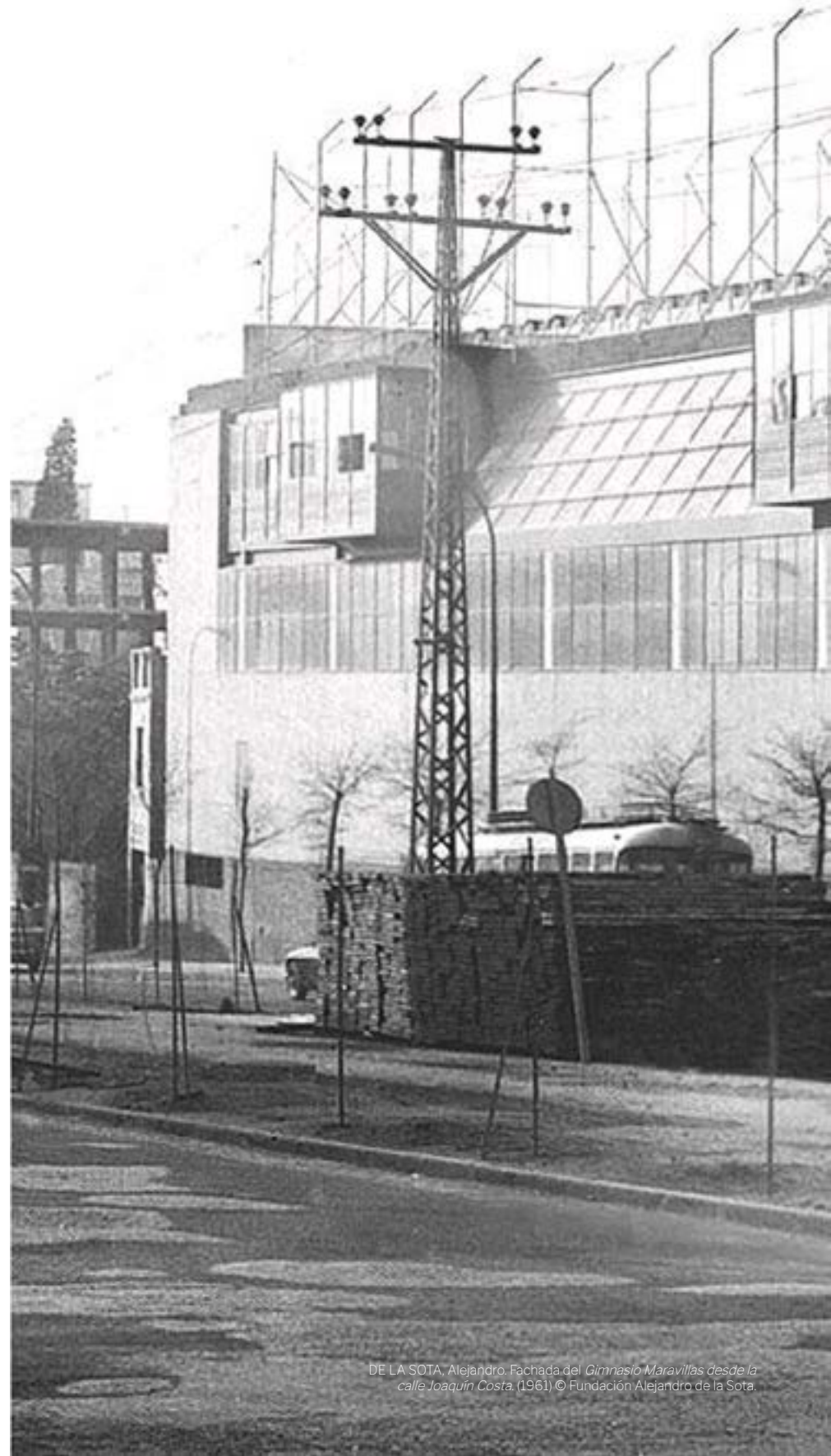
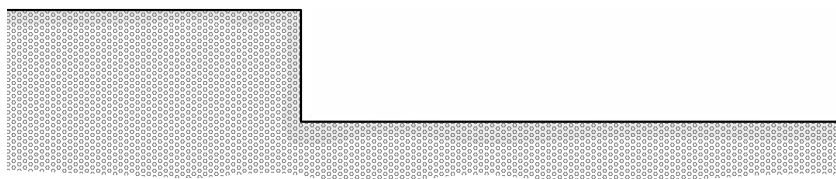
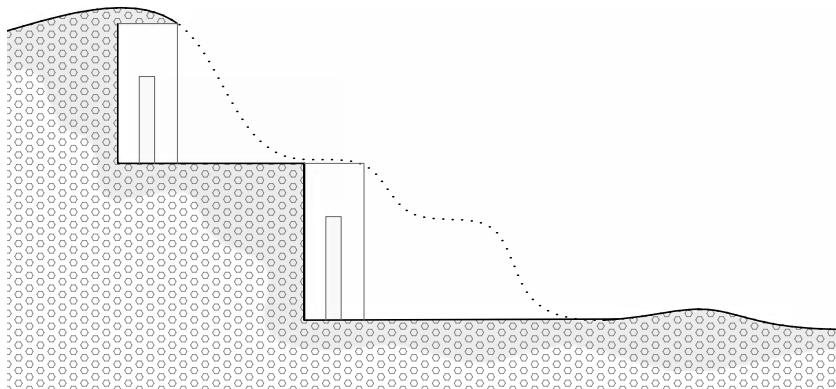


3.6. Relaciones

Plano natural tallado

El plano natural que adquiere De la Sota como punto de partida para desarrollar el gimnasio no es más que un plano tallado por la concatenación de obras e intervenciones colindantes.

Por lo tanto el arquitecto gallego desarrolló su obra sobre una parcela cuyo plano natural ya había sido intervenido en su entorno, aprovechando para su proyecto los planos de ambas calles a diferentes cotas.



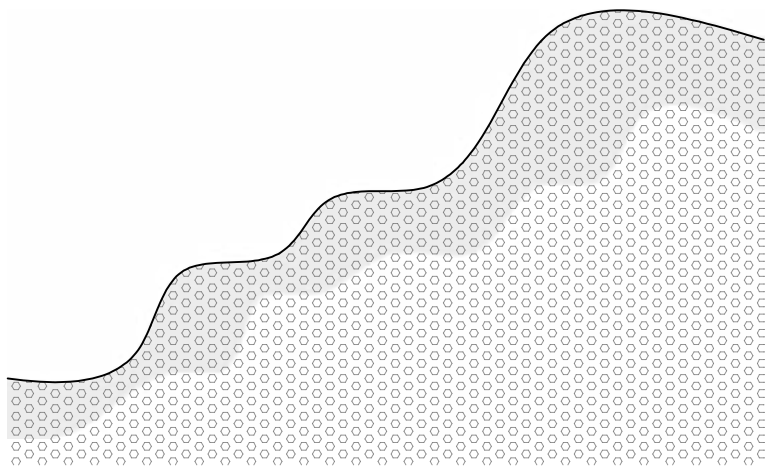
3.6. Relaciones

Arquitectura troglodita

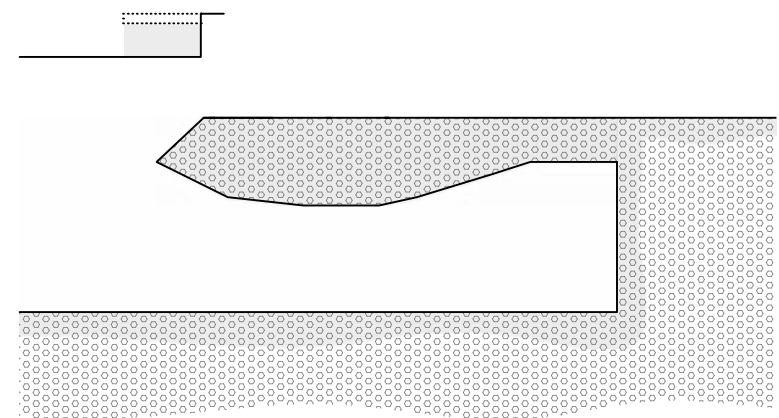
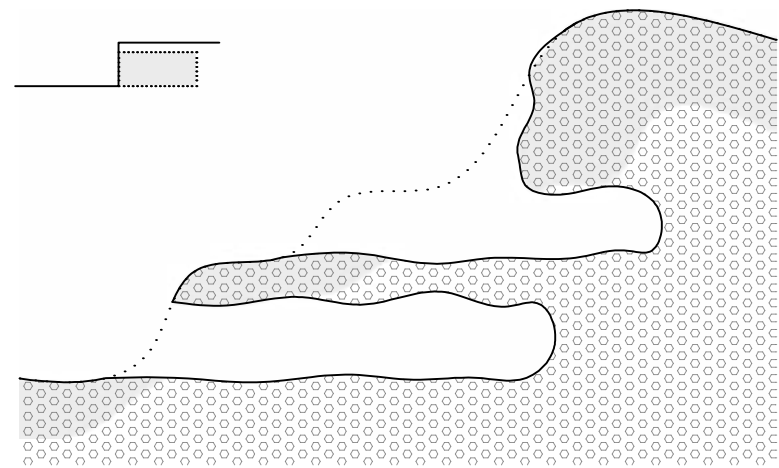
Si realizamos la comparativa de la arquitectura troglodita de sustracción con el resultado final del proyecto podemos apreciar varias similitudes.

Como hemos visto anteriormente, De la Sota adquiere una parcela cuyo plano natural había sido tallada previamente, dando como resultado un gran desnivel entre los dos planos que la forman.

Una vez que asume el plano escalonado, el arquitecto gallego utiliza un recurso semejante que la arquitectura troglodita del poblado de Pantalica.



De la Sota, formalizó su estrategia prolongando los planos que conformaban la parcela, de este modo, se generaban dos espacios diferenciados en los que se alojarán las distintas partes del programa. En la parte superior un patio de recreo y en la inferior el propio gimnasio.



3.6. Relaciones

Relaciones en su obra

Residencia infantil en Miraflores

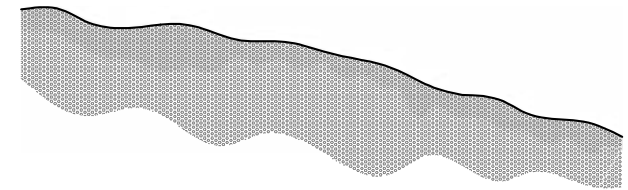
De la Sota desarrolló en Miraflores de la Sierra, Madrid, un proyecto destinado a ser una residencia infantil junto a J.A. Corrales y R. Vázquez en el año 1955.

Como explica la fundación del arquitecto:

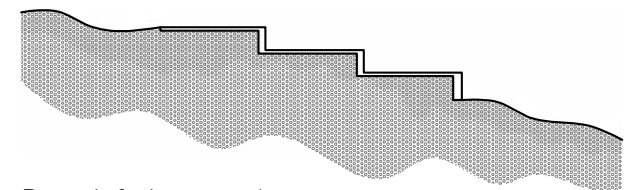
“Para la realización del edificio se planteó “oir la voz del lugar”. Oída, se cortó horizontalmente la obra de la Residencia en dos mitades: la inferior, adoptada, pegada al terreno, piedra, muros, bastedad, construida por obreros de la localidad. La otra mitad alta, pilares de hierro y cubierta de madera, cerramientos de carpintería metálica y grandes cristaleras, se hizo en Madrid”

“Lo importante es la teoría, pues de ella salió esta arquitectura que la justifica”

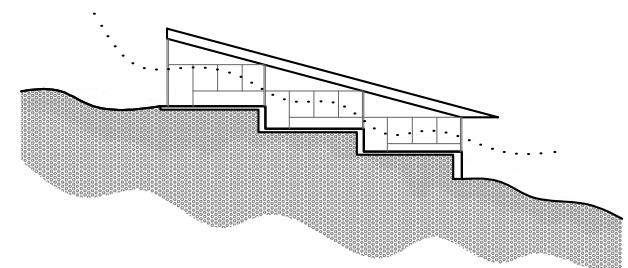
Se observa como en la obra se salva un gran desnivel (4 metros) mediante la creación de los muros de contención que dividen la planta en tres niveles diferenciados. De estos muros crece la estructura metálica que sujeta la cubierta y unas grandes vigas de madera, dejando el espacio intermedio libre y continuo.



Gran pendiente en el terreno



Parte inferior, pesada



Adhesión de cubierta, espacio libre interior



4. MUSEO DE LA MINAS DE ZINC ALLMANNAJUVET

Peter Zumthor, Sauda, Noruega, 2002

“Las condiciones de trabajo deben haber sido terribles. No puedes estar de pie en los túneles; tienes que adentrarte kilómetros en la montaña, donde hace frío en verano e invierno. Entonces nos dio la idea de ser modestos en todo lo que hacíamos. No es pobre, sino modesto “.

“The working conditions must have been terrible. You cannot stand upright in the tunnels; you have to go miles into the mountain, where it's cold in summer and winter. So it gave us the idea to be modest in everything we did. Not poor, but modest.”

Peter Zumthor, Icon Magazine. IconeYE (2014)



4.1. Peter Zumthor

Peter Zumthor nació en 1943 en Suiza. Hijo de ebanista, estudió Arquitectura de interiores en el Instituto Pratt de Nueva York y en la Escuela de Diseño de Basilea.

Empezó a ejercer como arquitecto en 1979 y además también ha dedicado parte de su tiempo a la docencia en universidades de distintas partes del mundo.

Gracias a la brillante elaboración de sus proyectos, que destacan por desarrollar las cualidades táctiles y sensoriales de los materiales y espacios, Zumthor se ha convertido en un arquitecto referencia en la arquitectura contemporánea.

Su arquitectura se caracteriza por un fuerte vínculo con el lugar, aunque con el paso del tiempo el arquitecto suizo ha ido puliendo un estilo más personal, con reflexiones de carácter crítico y teórico pero siempre manteniendo una gran sensibilidad hacia el detalle y los materiales.



4.2. Contexto histórico

Durante el siglo XIX en Noruega la extracción de zinc se convirtió en una de las prácticas más fomentadas por la nación para así obtener rédito económico.

En 1881 se puso en funcionamiento una mina de extracción de zinc en Allmannajuvet que funcionó hasta 1899 cuando el mineral se agotó por completo.

Cuando la mina se clausuró los aperos y herramientas de los mineros quedaron allí durante años.

El gobierno local quiso en 2003 realizar un homenaje en el lugar que pusiera en valor la actividad allí realizada en el pasado por los mineros locales y contactó con Peter Zumthor quién en 2016 realizó el proyecto de museo.



4.3. Plano natural

El museo está formado por un recorrido por el lugar donde se realizaba la extracción y el lavado del mineral. En el recorrido se situaron cuatro piezas que articulan el proyecto.

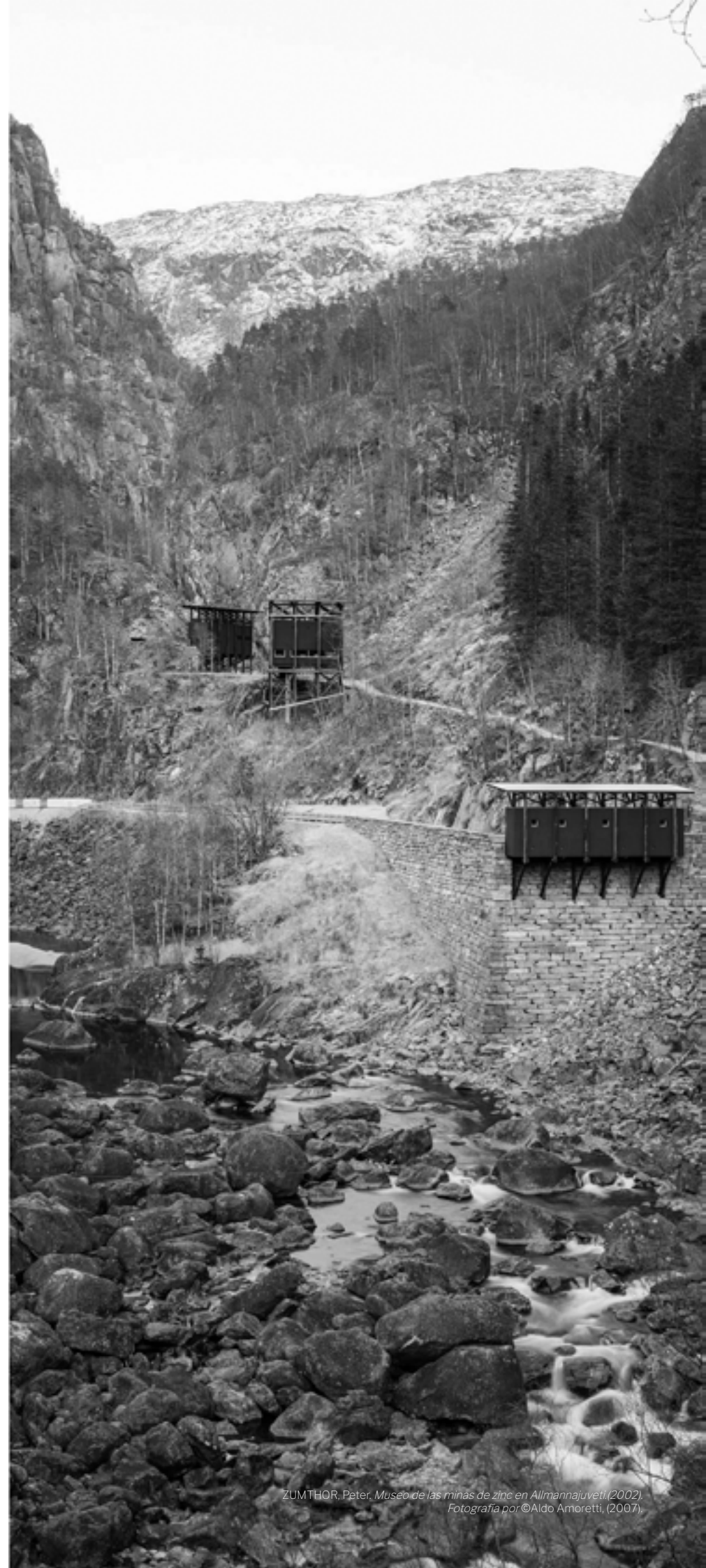
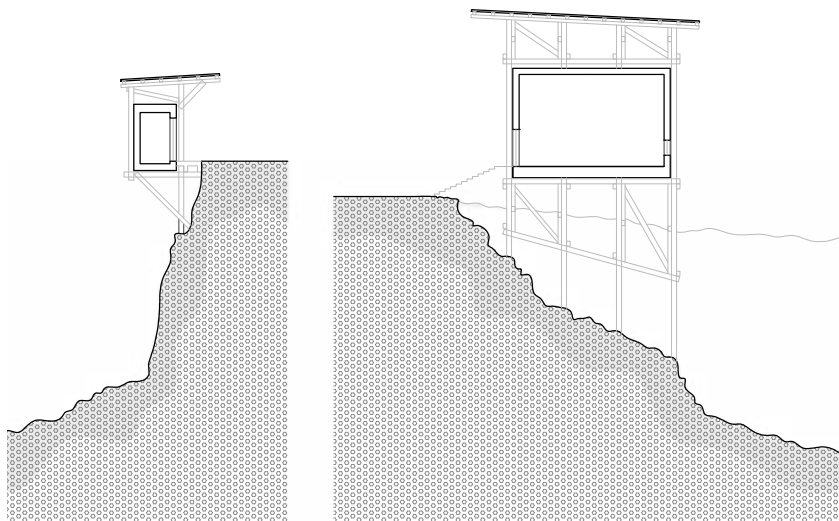
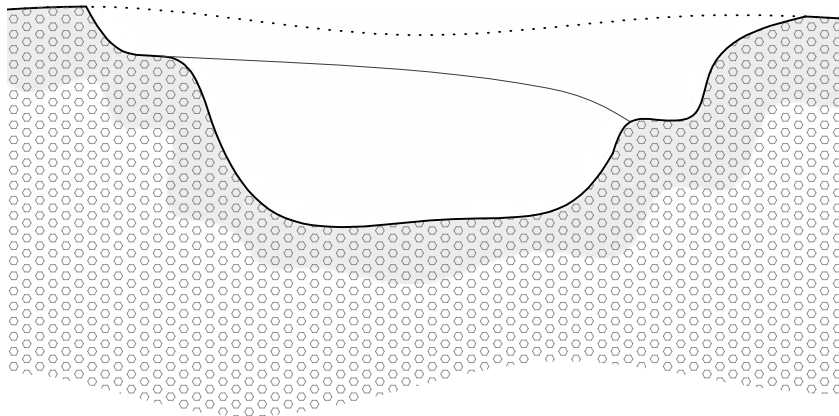
Cada una de ellas posee las distintas partes del programa, realizando Peter Zumthor una metáfora del proceso minero.

La primera pieza, ejerce como ámbito de llegada, donde se sitúa el parking y el servicio de información. Si avanzamos en el recorrido encontramos una cafetería mirador. En tercer lugar, la zona de museo donde se encuentran los aperos encontrados de los mineros. Por último, un pequeño elemento que representa el lugar donde se guardaba el material una vez lavado.



4.3. Plano natural

Sobre el fuerte desnivel del plano natural creado por la propia naturaleza y también influido por la intervención humana, surgen las diferentes piezas que de forma rítmica marcan el camino a recorrer.



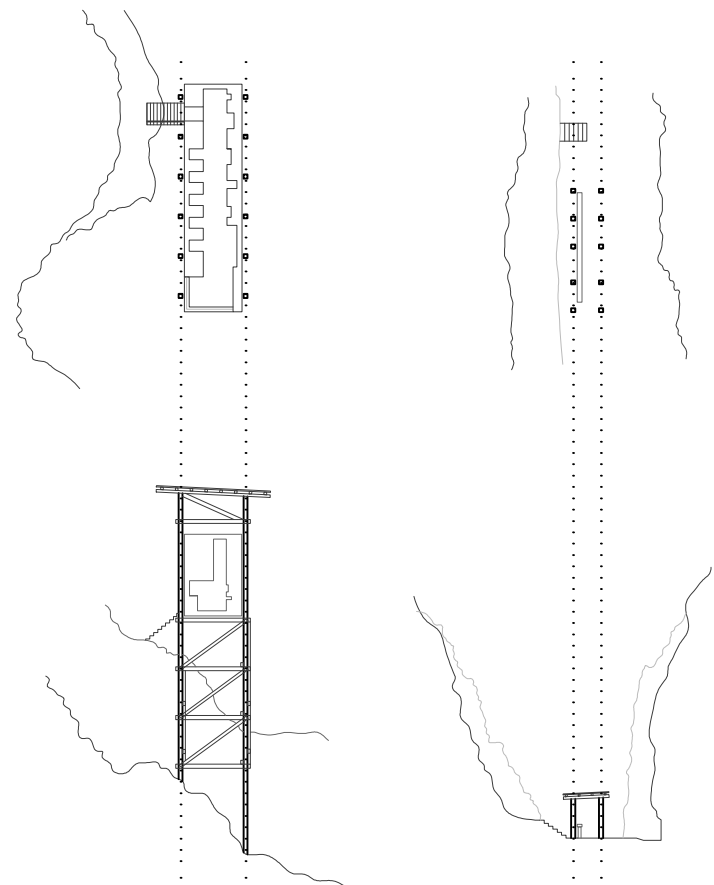
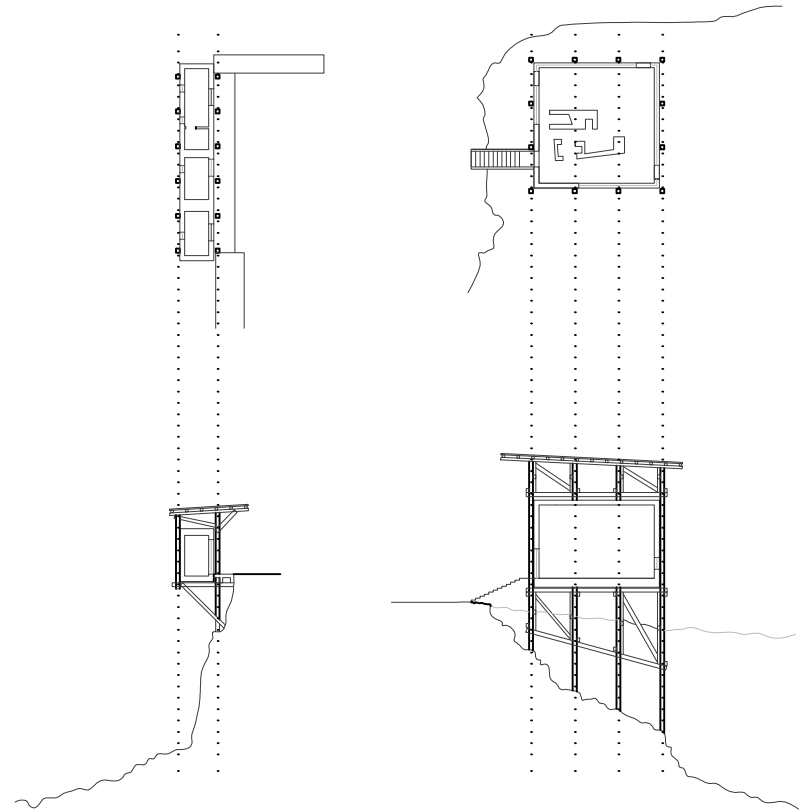
4.4. Estructura como solución global

Como se ha comentado anteriormente el plano natural en el que se asienta el proyecto es muy dificultoso por su carácter escarpado y pedregoso.

Peter Zumthor idea un sistema estructural muy sutil, de carácter esbelto y sencillo que se mimetiza con el medio que lo rodea.

Si observamos el proyecto en planta y en sección parecen proyectos diferentes, la simpleza, modulación y regularidad de la planta frente a la irregularidad y complejidad de la sección. Sin embargo, es la estructura ideada en planta la que apreciamos en sección.

La estructura de la planta se encarga de modular, organizar y ordenar los espacios. Cada uno de los “pilares” con los que se sustenta el proyecto desciende hasta encontrarse con el terreno y es por eso por lo que cada uno es diferente y adquiere ese carácter irregular.



4.5. Cualidades

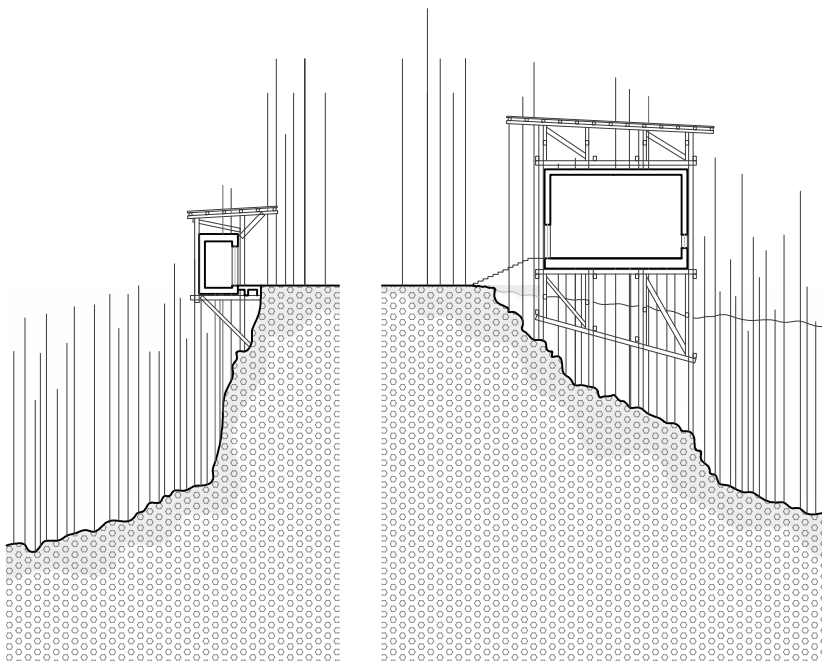
Verticalidad

Camuflaje de la estructura con el plano natural

Como se ha comentado anteriormente, Peter Zumthor realiza su arquitectura con una enorme conexión con el lugar donde se ubica.

El plano natural se encuentra inundado por esbeltos y alargados árboles. Por esto, el arquitecto suizo se separa del plano natural utilizando una estructura de madera de carácter fino y alargado también, obteniendo como resultado una integración del proyecto con el lugar casi total.

Al igual que la estructura de carácter vertical se camufla con los alargados y finos árboles, la “caja” habitada lo hace con sus copas, consiguiendo así un fuerte vínculo entre lo construido y el lugar.



4.5. Cualidades

Verticalidad

Camuflaje de la estructura con el plano natural

La imagen que obtenemos de la intervención si nos alejamos nos hace parecer que la zona accesible del proyecto levite sobre el terreno, siendo la estructura prácticamente inapreciable hasta que se observa fijamente.

ZUMTHOR, Peter. Secciones de dos de las piezas del Museo de las minas de zinc en Almannajuveti, (2002). Redibujado por el autor.



ZUMTHOR, Peter. Museo de las minas de zinc en Almannajuveti, (2002).
Fotografía por ©Aldo Amoretti, (2007).

4.5. Cualidades

Apoyo sutil en el plano natural

Los diferentes elementos que conforman el proyecto tienen en común la sutileza con la que Peter Zumthor los ha implantado en el terreno.

La condición estructural de las piezas, con numerosos puntos de apoyo con el suelo, distribuye la carga que cada uno de estos apoyos traslada al terreno, por lo que es posible ejecutarlos sin realizar cimentación.

“Zumthor diseñó una hazaña de ingeniería estructural compleja que da lugar a vistas dramáticas, que tensionan el paisaje. El andamio de madera que re-

suelve la estructura toca el suelo con máxima tensión, las piezas metálicas se adaptan a la pendiente de la roca, en una geometría que en cualquier momento podría deslizar.

Los pies de madera tocan el suelo como lo hace una bailarina de ballet de puntillas, es decir, con gran esfuerzo muscular pero con la elegancia que ese equilibrio inestable le otorga al parecer un ser rebosante de dinamismo.”

Iñigo García Odiaga, Equilibrio inestable, Noomuu (2017)



4.6. Relaciones

Diálogo con la historia minera

Los materiales con los que Peter Zumthor realiza el proyecto no son casuales. Como se ha visto anteriormente la madera se relaciona con la vegetación que inunda el lugar, sin embargo, no es el único motivo para su elección.

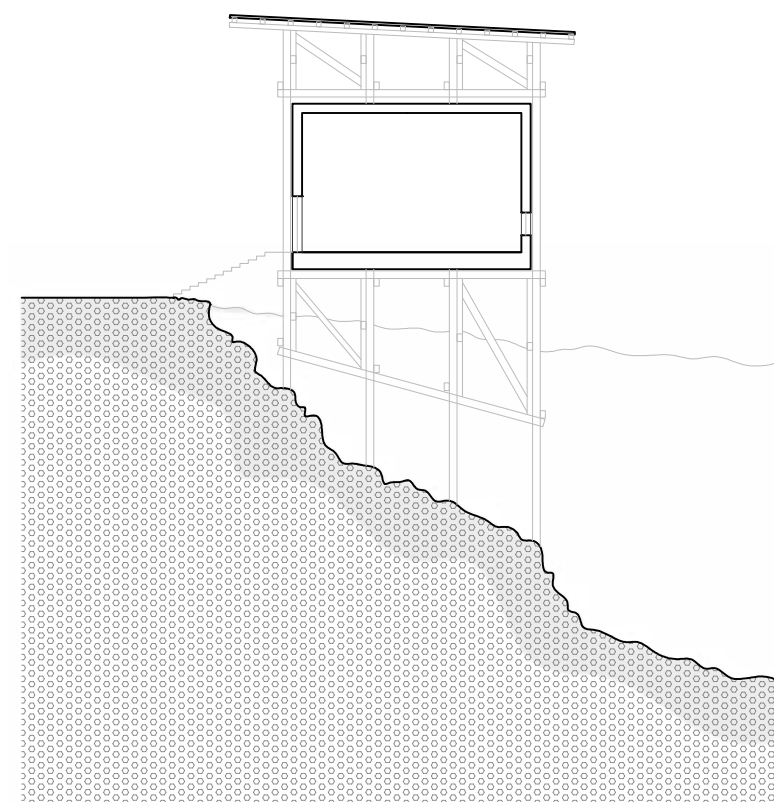
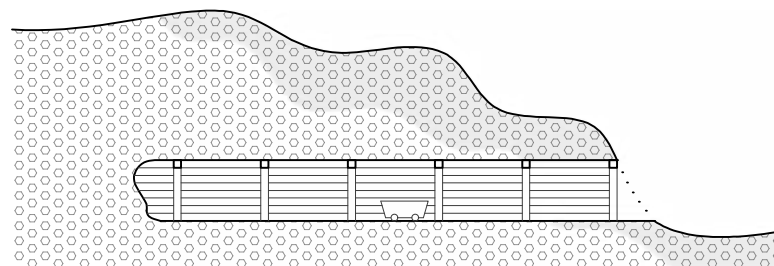
El arquitecto suizo estudió minuciosamente el lugar para desarrollar el proyecto, y sin duda un factor determinante en el mismo fueron los antepasados mineros de la zona que debían ser reflejados en la propuesta final.

Zumthor realiza un diálogo con el tiempo y la historia, mediante su estructura, en primer lugar, de madera, al igual que las estructuras mineras y las de los railes creadas para el desplazamiento de minerales por las minas y entre ciudades o países.

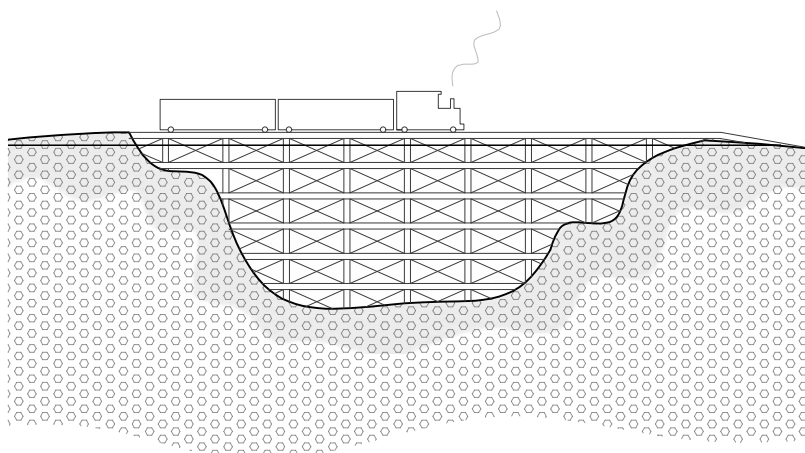
El arriostramiento de la estructura propuesta por Zumthor da la impresión de ser aleatorio pero de forma muy intencionada se relaciona con las estructuras ya comentadas.

“Prestando atención al entorno de las obras de Zumthor, es posible advertir la presencia de elementos que pueden haberse incorporado al proyecto. Se trata de un mecanismo de agenciamiento que se puede manifestar de diferentes formas. A veces, puede tratarse de un material, o bien, de una ventana de un edificio cercano, y, en otras ocasiones, de la materialidad de una cubierta. Con este mecanismo, se podría interpretar que Zumthor recurre a un juego formal a caballo entre lo propio y lo ajeno.”

Michael Blackwood, The practice of architecture (2012)



ZUMTHOR, Peter. Secciones de dos de las piezas del Museo de las minas de zinc en Allmannajuveti. (2002). Redibujado por el autor.



4.6. Relaciones

Diálogo con la historia minera

Escribe el arquitecto Iñigo García sobre el diálogo con el tiempo mediante la materialidad.

“...la materialidad final de las cuatro piezas alude a la temporalidad, improvisación y modestia del asentamiento minero inicial, que con materiales industriales, cubiertas de chapa ondulada, tableros y piezas de madera propias del túnel de la mina, formalizaban los recintos que quedaban suspendidos sobre la ladera.”

Iñigo García Odiaga, Equilibrio inestable, Noomuu (2017)





4.6. Relaciones

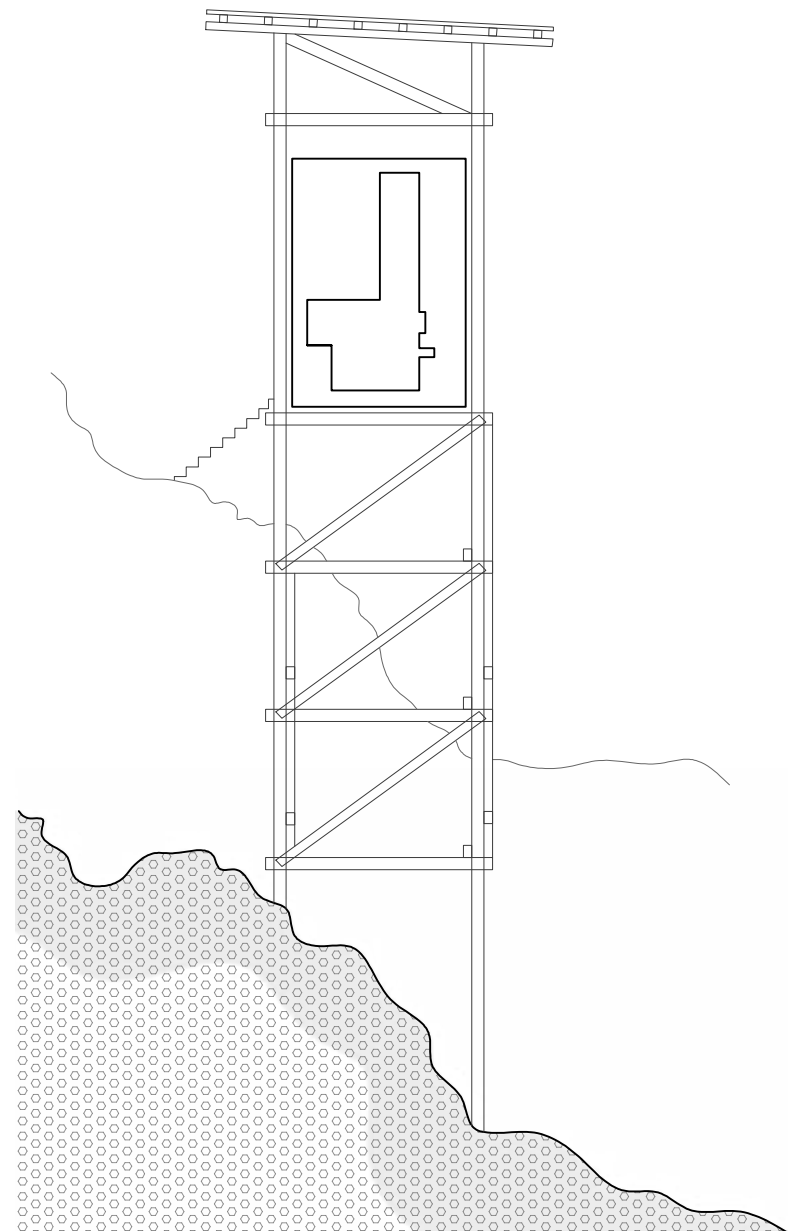
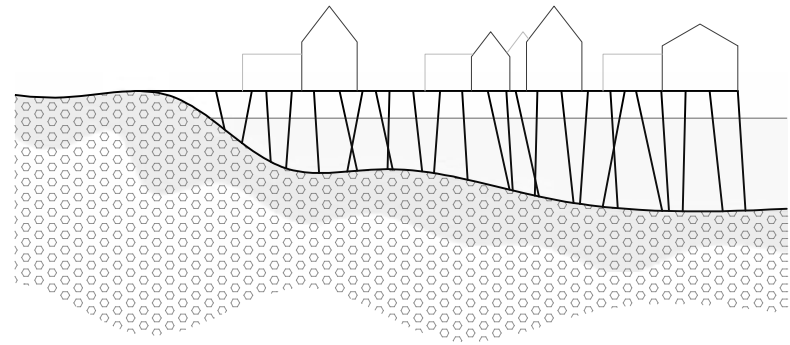
Arquitectura palafítica

La relación directa del Museo de las minas de zinc con las formas de realizar arquitecturas más primogenias es también la arquitectura palafítica.

El proyecto se distingue entre el espacio habitable y la estructura, siendo en sección claramente protagonista la estructura, que abarca dos tercios de la altura total de una de las cuatro piezas que conforman el proyecto.

Al igual que realizaban los poblados pesqueros y otros tipos de arquitecturas palafíticas, se utiliza la estructura para elevar el espacio habitable en el que se ubica el programa.

De esta manera conseguimos transformar un plano natural desfavorable en este caso por el caracter escarpado del mismo, en un plano horizontal listo para ser transitado.



4.6. Relaciones

Relaciones en su obra

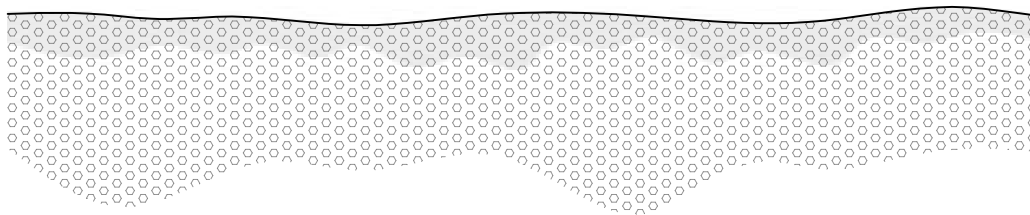
Memorial Steilneset

Posterior en el tiempo, Zumthor realiza el Memorial Steilneset con un carácter similar al museo de zinc.

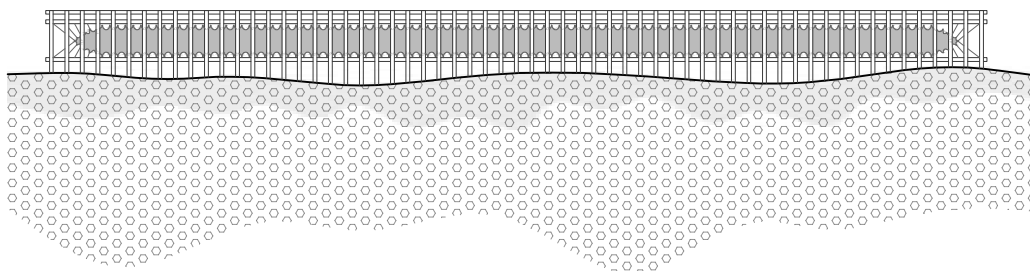
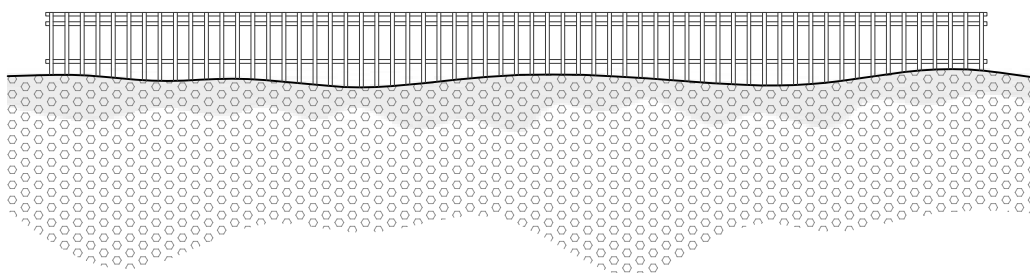
El plano natural menos desfavorable otorga más regularidad a la estructura.

Una tela tensada conforma el espacio habitable se eleva del plano natural mediante la utilización de estructuras palafíticas

Plano natural



Estructura



5. ESTADIO MUNICIPAL DE BRAGA

Souto de Moura, Braga, Portugal, 2003

“Naturalizar la arquitectura y artificializar el entorno son, en esta arquitectura, la misma cosa; dos operaciones de simulación para construir la realidad”

“Naturalising architecture and artificialising the environment are, in this architecture, the same thing; two simulation operations to construct reality.”

Eduardo Souto de Moura, Entrevista con Luis Rojo de Castro. El Croquis.



5.1. Eduardo Souto de Moura

Nacido en 1952 en Oporto. Fue estudiante de Bellas Artes y Arquitectura, aunque solo se licenció en esta última. Se formó en la profesión trabajando con Álvaro Siza, quien sería su maestro.

En sus obras se puede apreciar un inmenso cuidado y una gran sensibilidad en el uso de los materiales, como el hormigón, el ladrillo, el acero, el mármol, la madera o el granito, adaptándolos siempre a el lugar donde proyecta sus obras.

La influencia de Siza y Mies son claramente reconocibles en su obra, que ha sido desarrollada casi en su totalidad en su Portugal natal, donde sigue ejerciendo.



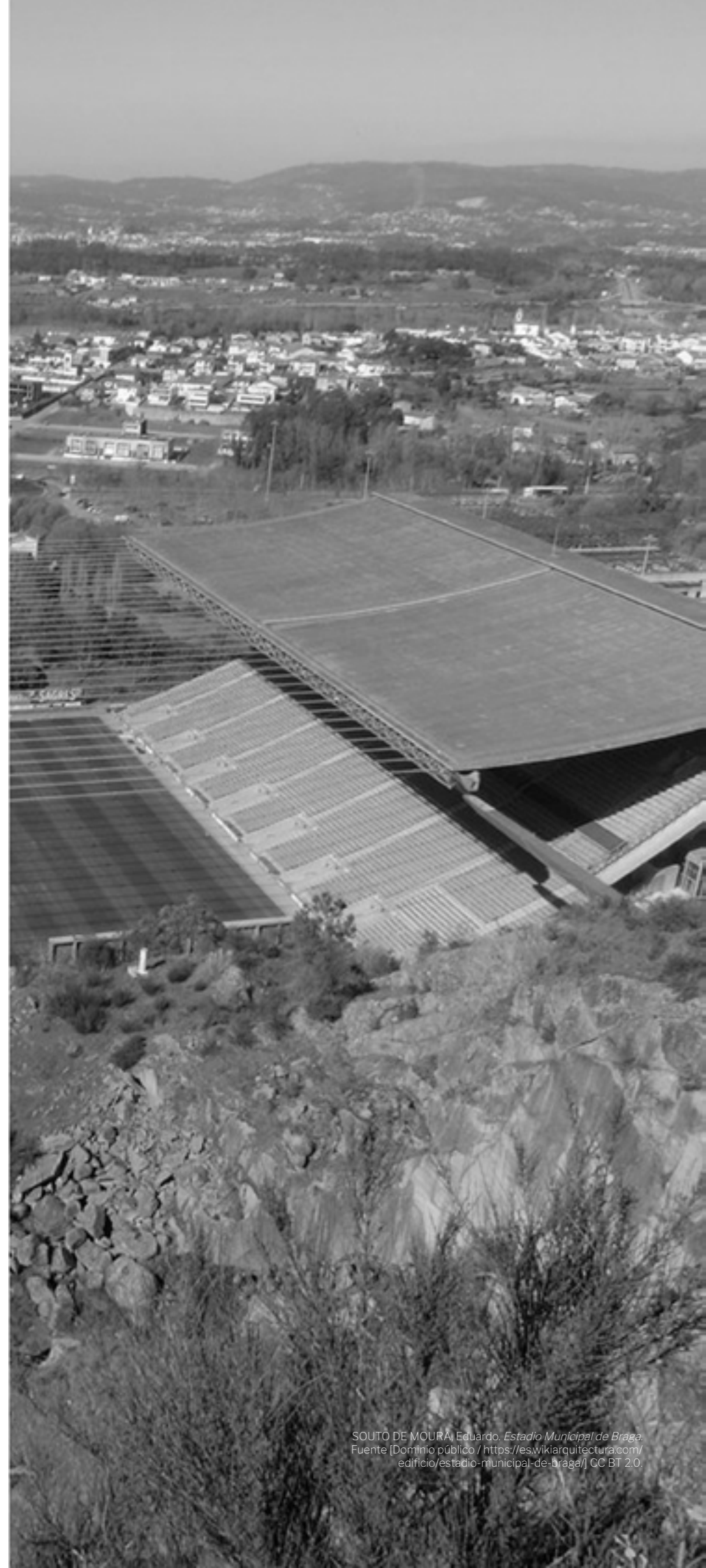
5.2. Contexto histórico

En el año 1999, los altos cargos de la UEFA designaron a Portugal como sede de la competición europea de fútbol que se disputaría en 2004.

El país luso realizó una propuesta que se superpuso a la española y la austriaca, que consistía en la inversión de trescientos millones de euros en la mejora de transporte y la construcción o renovación de diferentes campos de fútbol repartidos por el país.

Con esta gran inversión, la federación lusa planteaba un enorme impulso económico en el país, que se veía claramente beneficiado gracias a la realización del evento.

Fueron diez los estadios en los que se disputó la Eurocopa 2004, entre ellos, el nuevo Estádio da Luz o el propio Estadio Municipal de Braga, proyecto que realizó Eduardo Souto de Moura



5.3. Plano natural

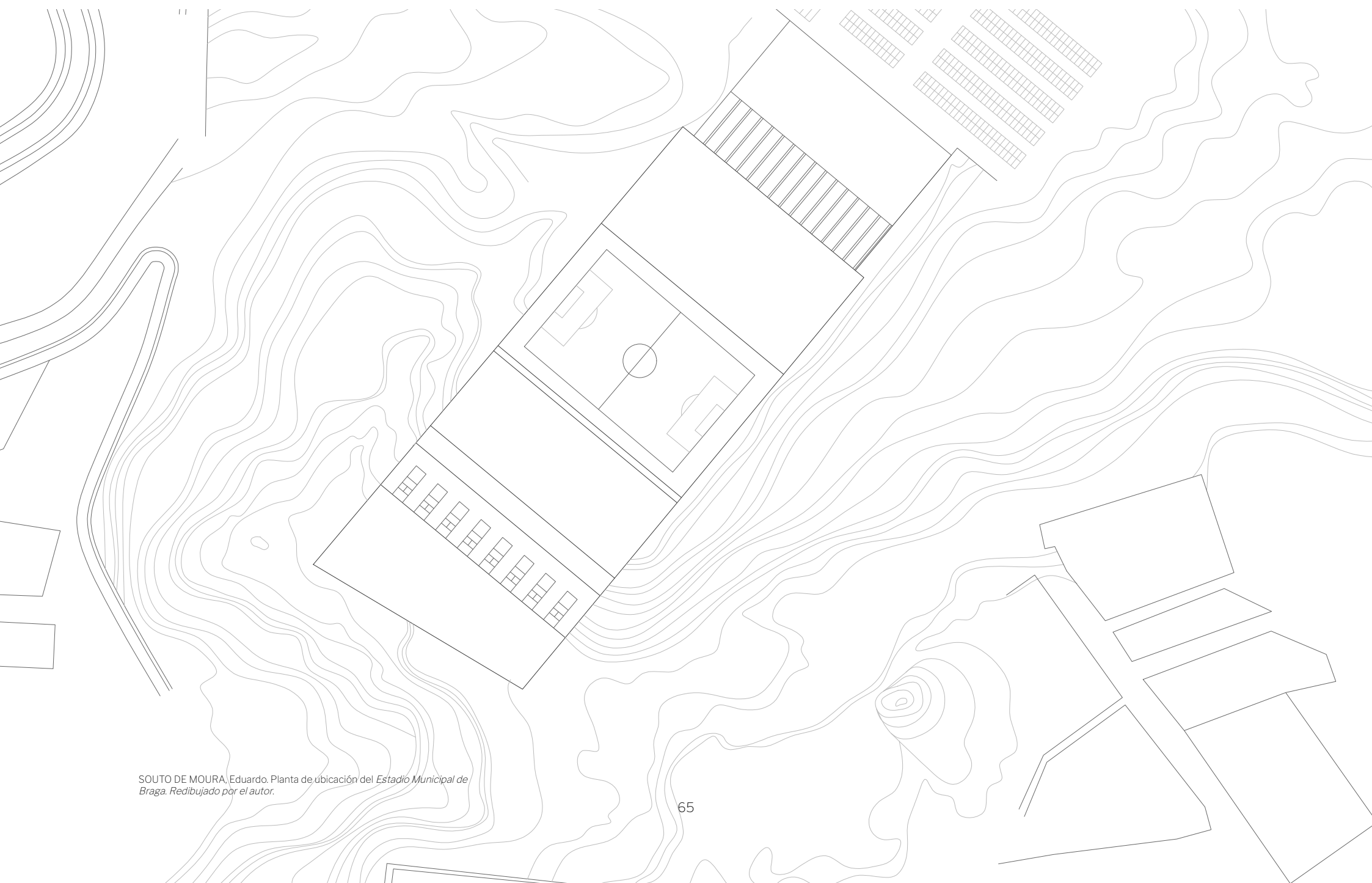
En un principio el estadio iba a ser construido en un solar plano a orillas del Río Cavado, en Braga, pero fue el propio Souto de Moura el responsable de la que sería su ubicación final.

El estadio se implanta en una ladera escarpada de carácter marginal a las afueras de la ciudad que planteaba ser recuperada.

La forma en la que el estadio se relaciona con el plano

natural es fascinante, Eduardo Souto de Moura parece incrustar el estadio aprovechándose del lugar al máximo para impulsar tanto el entorno como su obra.

De este modo, una de las peculiaridades que hacen a este proyecto especial es su extroversión. Mientras la mayoría de estadios se centran en el interior de ellos, sin mostrar un mínimo interés por el lugar que los rodea, el Estadio Municipal de Braga se abre al exterior creando un hermoso diálogo entre lo que ocurre dentro y lo que ocurre fuera, o mejor dicho, lo que ocurre en su conjunto.



5.4. Estructura como solución global

Una vez más la estructura planteada, en este caso por Eduardo Souto de Moura, resuelve las dificultades que podría suponer el plano natural de carácter escarpado, además de definir y caracterizar el proyecto.

El estadio es un continuo diálogo entre los dos frentes naturales con las dos gradas, y a su vez entre ambos grade-ríos, antagónicos entre sí.

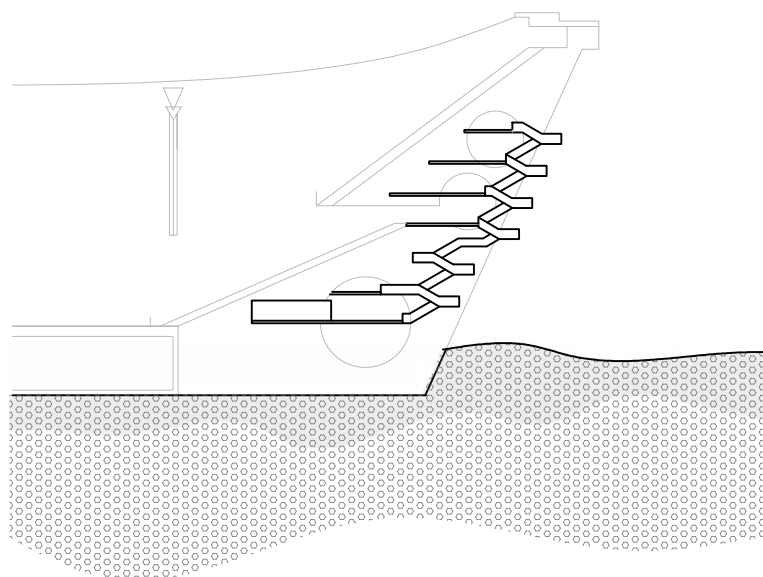
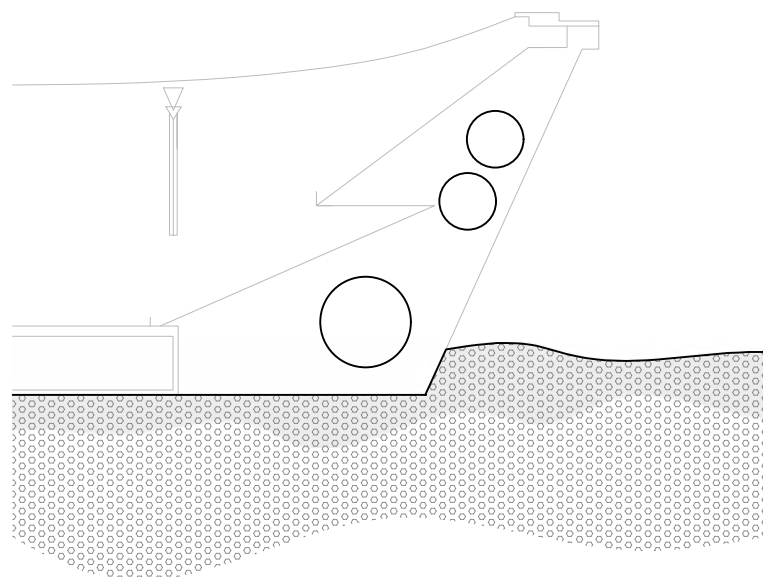
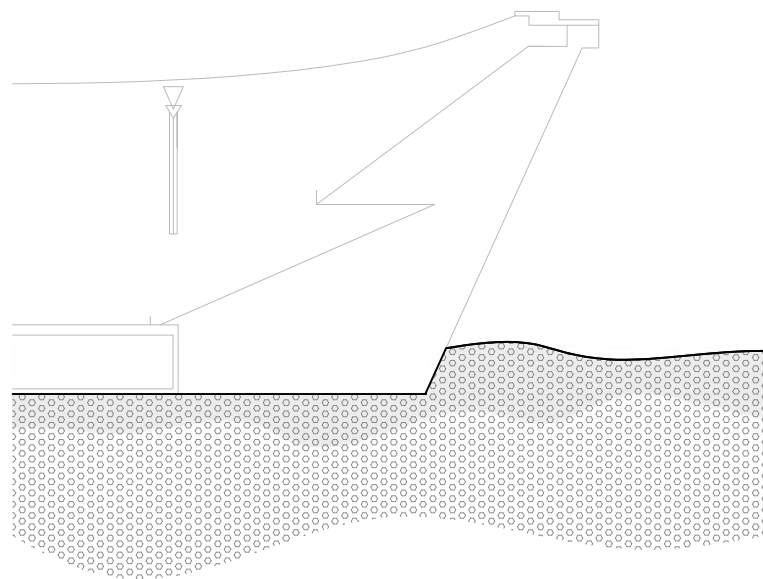
“Me gusta jugar con los conceptos de negativo y positivo, o transparente y opaco.”

Eduardo Souto de Moura, Conversaciones con estudiantes (2008)

El arquitecto luso contrapone una grada que parece incrustarse en el terreno con una que brota del plano natural. El funcionamiento de ambas depende de la otra, ya que es su conjunto focalizan la zona del campo de juego.

Para acceder a la grada incrustada en el terreno se ha creado una gran estructura de pilares con una estrecha relación con el plano natural, mientras que la grada opuesta, que funciona como una enorme viga de hormigón armado, es perforada para posteriormente introducir por dichos huecos las plataformas de recorrido.

A su vez, elementos como el marcador o el sistema de recogida de aguas funcionan como estructuras de diálogo entre el plano natural y la obra final.





5.5. Cualidades

Optimización del plano natural

Dice el arquitecto portugués en un diálogo con Pallasmaa para la Fundación Arquia.

“Debemos reconstruir la geografía. Puedes mover las ideas de lugar, pero el paisaje físico permanece inmóvil. Yo no puedo hacer el mismo edificio en Chicago o en Lisboa.”

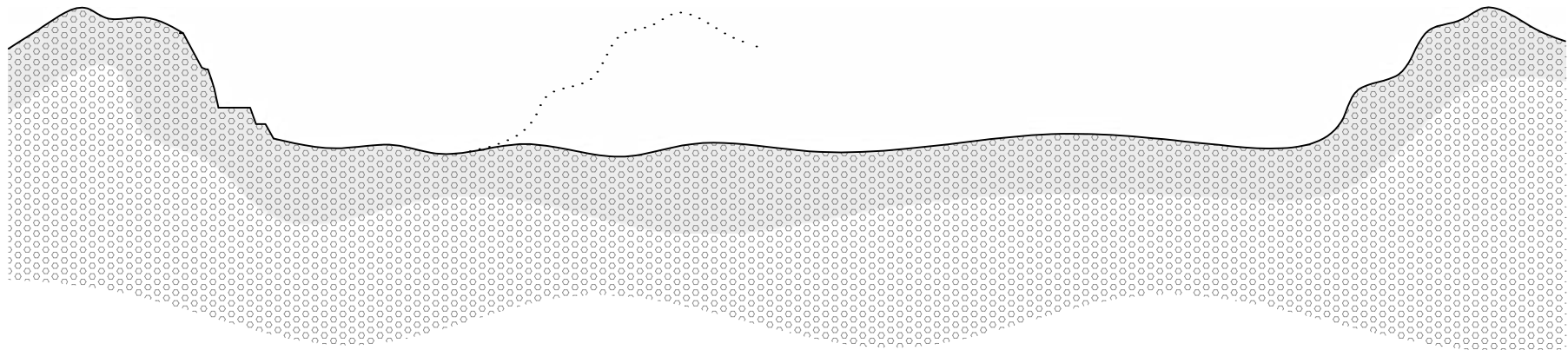
Souto de Moura, Fundación Arquia (2016)

Souto de Moura escogió el plano natural donde se acabaría construyendo el estadio porque supo ver en el todo su potencial.

El arquitecto portugués apreció que al igual que en la antigüedad, los anfiteatros de tribus o los romanos ya utilizaban el plano natural para apoyar su graderío.

En esta ocasión la cuenca escarpada es demasiado ancha, por lo que se decidió aprovechar uno de los planos y “aproximar” el frente opuesto para ubicar el campo de fútbol entre ambas gradas.

De este modo, uno de los graderíos posee una relación total con el plano natural, mientras que el opuesto emerge del terreno para conformar así un estadio antagónico.



5.5. Cualidades

Dualidad arquitectura y plano natural

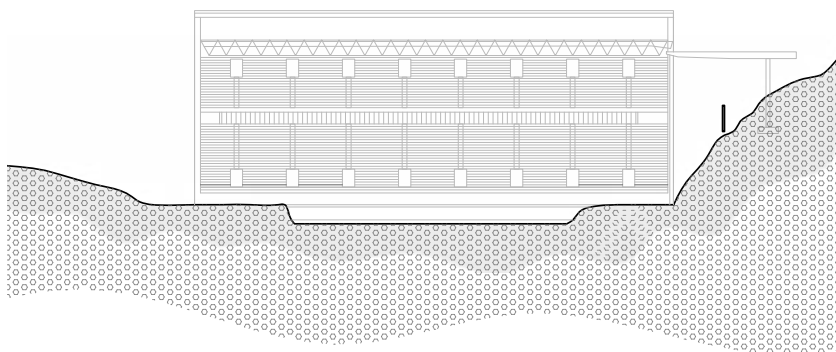
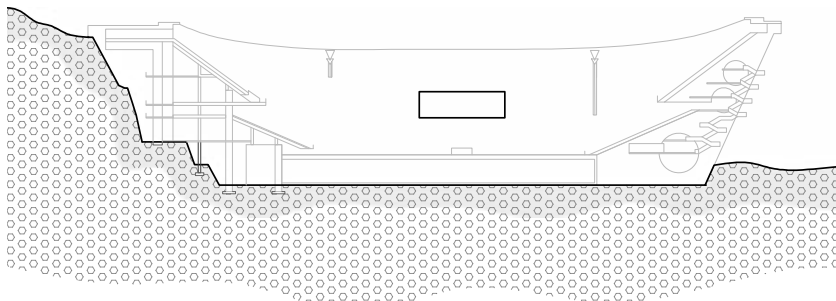
La estructura, arquitectura y el plano natural se combinan a la perfección en este proyecto en el que los márgenes entre lo construido y lo natural parecen no existir.

Souto de Moura decide integrar elementos del estadio en el plano natural para lograr una mayor conexión y relación entre ellos.

“Naturalizar la arquitectura y artificializar el entorno son, en esta arquitectura, la misma cosa; dos operaciones de simulación para construir la realidad”

Eduardo Souto de Moura, Entrevista con Luis Rojo de Castro. El Croquis.

El marcador del estadio se apoya sobre el terreno, creando un diálogo entre ambos que resulta tan característico en el estadio.



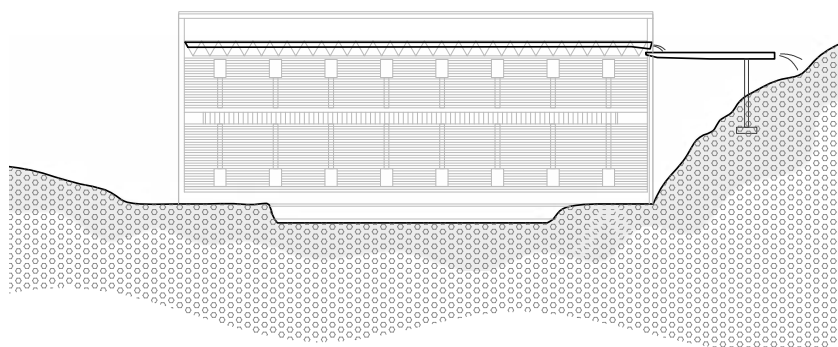
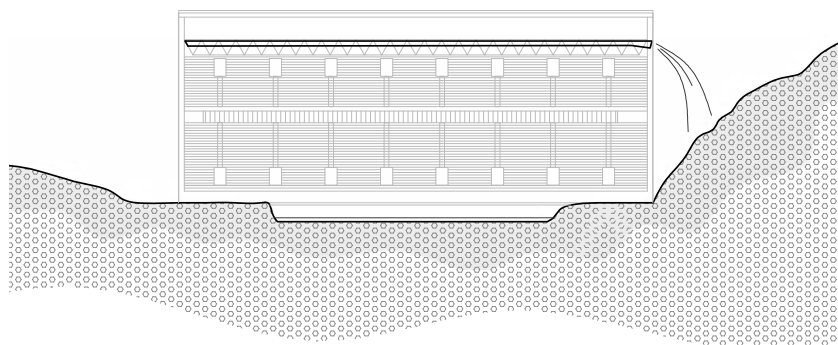
5.5. Cualidades

Dualidad arquitectura y plano natural

El sistema de evacuación de aguas ejerce también de elemento conector entre lo construido y lo natural.

Un primer canalón que remata las marquesinas de la cubierta, traslada el agua de la lluvia hacia el terreno, y es en este punto donde Eduardo Souto de Moura marca la diferencia.

Mientras el agua podría ser desagüado únicamente con el primer canalón, el arquitecto luso decide colocar un segundo elemento de desagüe que apoya en el terreno y recoge el agua que llega del primer tramo y lo deposita en el terreno.



5.5. Cualidades

Dualidad arquitectura y plano natural

Relata el arquitecto durante una conversación para El Croquis:

“El lugar ya había sido manipulado; su estado ya no era natural, sino artificial, resultado de la acción del hombre sobre la piedra. Su forma no venía determinada por las fuerzas naturales, sino por el trabajo sobre y contra las mismas. La cantera ponía de manifiesto ese estado intermedio entre la naturaleza y el artefacto construido, que nosotros usamos como punto de partida, prosiguiendo la excavación, vaciando la ladera para disponer el estadio como un anfiteatro, como las gradas excavadas de un anfiteatro”

Souto de Moura, El Croquis nº124 (2005)



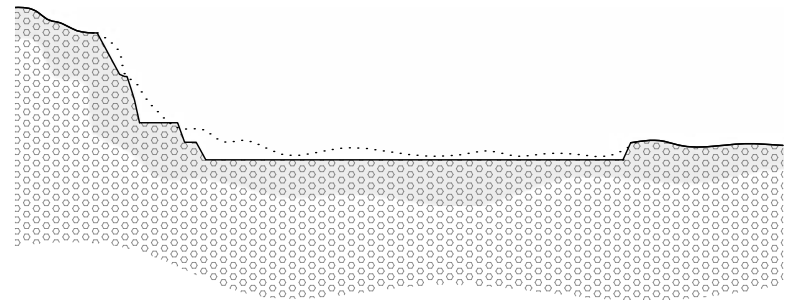
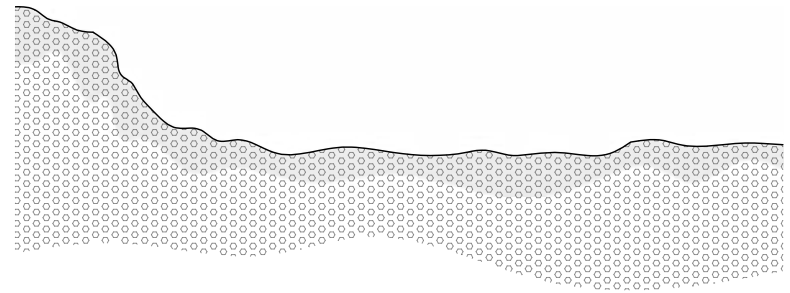
SOUTO DE MOURA, Eduardo. *Estadio Municipal de Braga*.
Fotografía: ©Christian Richters.

5.6. Relaciones

Arquitectura tallada

El terreno inicial fue levemente tallado para la integración de la estructura en él.

A pesar de producirse en obra, el detalle de unión entre la estructura y el plano natural transmite también la sensación de ser un mismo elemento. Las enormes piezas de hormigón parecen haber sido talladas en su integridad.



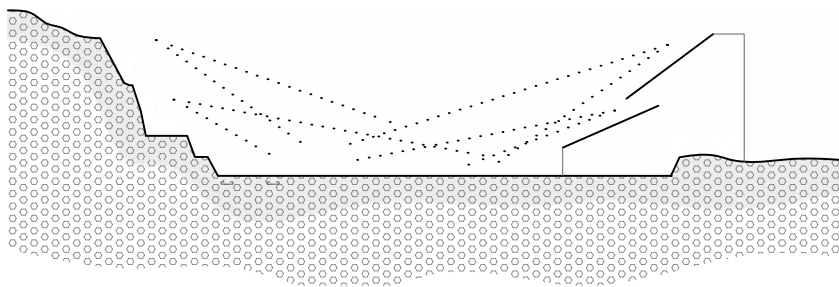
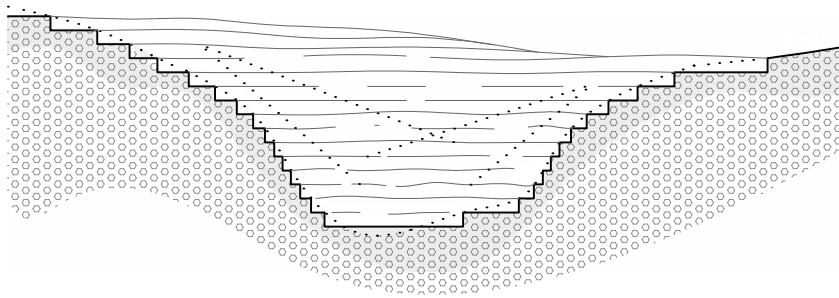


5.6. Relaciones

Anfiteatros de Muyu-uray

Los anfiteatros de Muyu-uray son claramente comparables con el Estadio Municipal de Braga. En ambos el terreno es modificado y tallado para posteriormente ubicar en el centro un espectáculo que poder observar.

En el caso del estadio una de las gradas, como ya se ha visto antes, es artificial, y se ha situado en ese lugar para cerrar los planos naturales entorno al campo de fútbol, que será el centro de las miradas de los espectadores.



5.6. Relaciones

Puentes colgantes de Perú

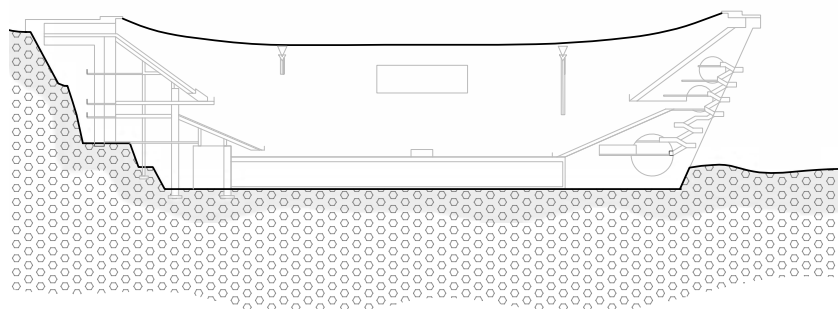
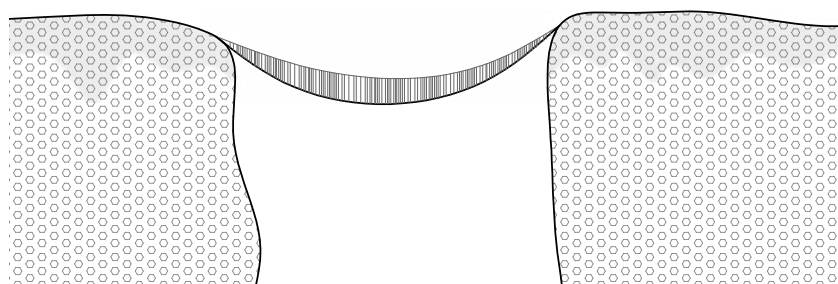
La relación entre el sistema de cubierta del estadio y los puentes colgantes de Perú es concisa. Fué el propio arquitecto el que reconoció haberse inspirado en dichas estructuras para la creación de la suya. Así lo expresa Luis Fernandez Galiano:

“...finalmente fue ejecutada con un sistema de construcción metálica inspirado en los puentes suspendidos del Perú indígena.”

Luis Fernández Galiano, AV Monografías nº 151

El sistema consiste en un conjunto de cables que cuelgan de las gradas como los propios puentes. Sobre estos cables se apoyan las marquesinas, los canalones y los focos que iluminan el campo en los días en los que el partido se juega de noche.

El arquitecto portugués convierte un sistema elemental y antiguo como el de los puentes de Perú en una solución tan simple como brillante para los sistemas de cubierta, evacuación de aguas e iluminación.



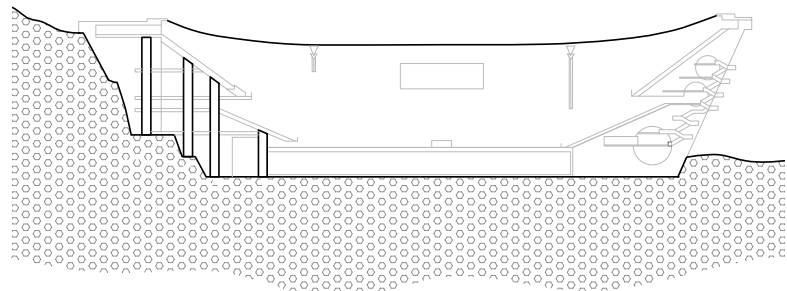
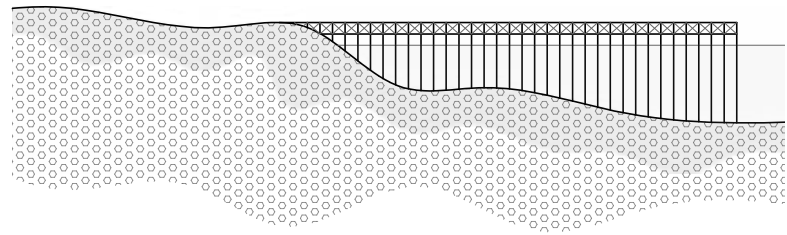
SOUTO DE MOURA, Eduardo. *Estadio Municipal de Braga*.
Fuente [Dominio público / <https://es.wikiaarquitectura.com/edificio/estadio-municipal-de-braga/>] CC BY 2.0

5.6. Relaciones

Arquitectura palafítica

Al igual que los pescadores creaban planos horizontales mediante la elevación sobre estructuras palafíticas, Souto de Moura utiliza este mismo sistema para apoyar su plano sobre el terreno. Esta vez, el plano no será horizontal, sino que será en forma de graderío, diagonal.

Esta es la ventaja de la arquitectura palafítica, la flexibilidad para apoyar en un plano de gran desnivel.



5.6. Relaciones

Relaciones en su obra

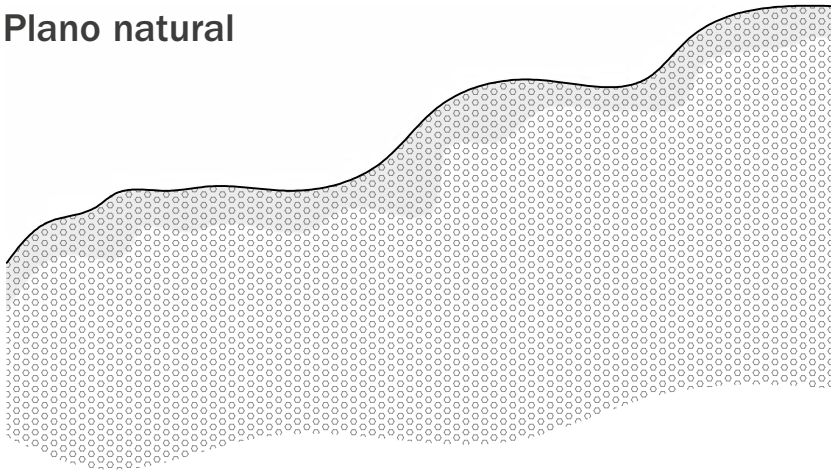
Dos casas en Ponte de Lima

Se le encarga a Eduardo Souto de Moura en el año 2002 la construcción de dos viviendas en una misma parcela con gran desnivel.

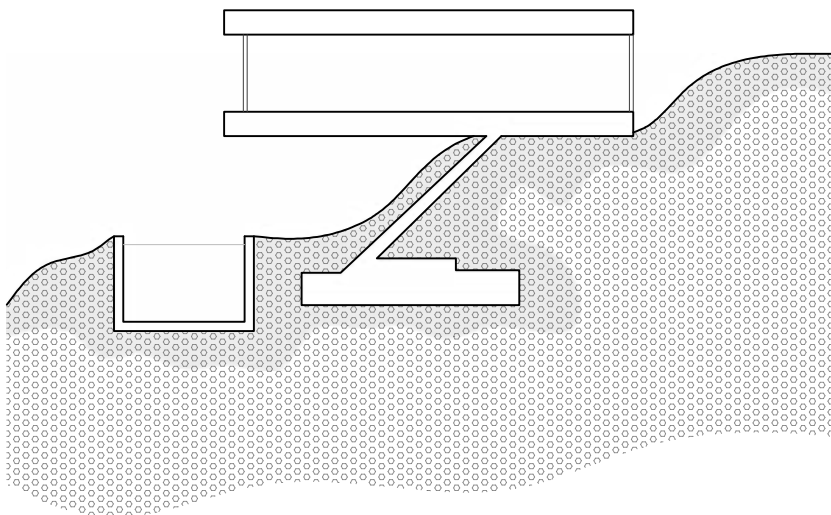
Al igual que en el estadio, el arquitecto portugués contrapone soluciones jugando con la relación de las piezas con el terreno.

La misma estructura de losas y muros de hormigón se emplea en ambas viviendas, pero mientras una se enfrenta a la pendiente, la otra se adapta a ella.

Plano natural



Vivienda enfrentada al terreno



5.6. Relaciones

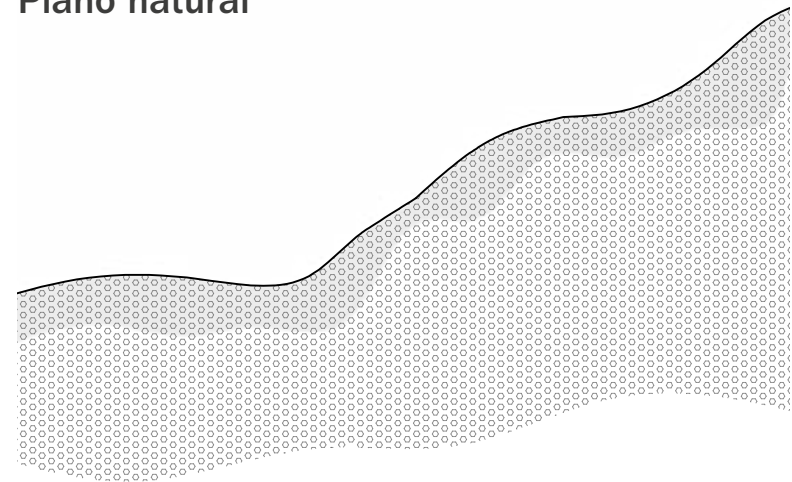
Relaciones en su obra

Dos casas en Ponte de Lima

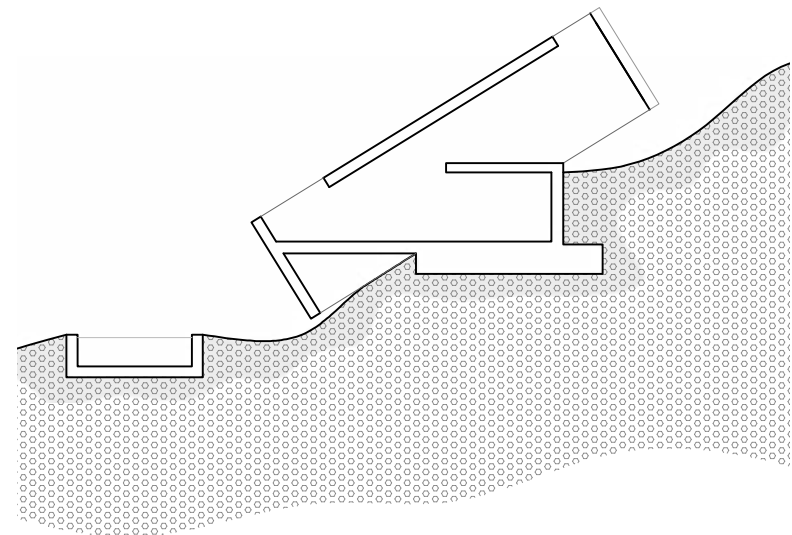
Eduardo Souto de Moura plantea las viviendas del mismo modo. Construye dos cajas blancas y puras, y las ubica en la zona superior de la parcela, dejando la piscina en la zona inferior.

Sin embargo juega con los volúmenes de tal modo que si no fuera por que ambas viviendas se encuentran colindantes, y por lo tanto siempre se observan a la vez, parecería que se trata de la misma vivienda pero se ha desplorado por la ladera.

Plano natural



Vivienda adaptada al terreno



6. CONCLUSIÓN



6. Conclusión

Estructura como labor del arquitecto

Una vez analizados los tres casos de estudio es conveniente reflexionar sobre lo que los une. El conocimiento de la técnica y comportamiento de los materiales y su integración en el proceso proyectual.

El diseño de la estructura por parte de los arquitectos adquiere toda su importancia a la hora de aunar arquitectura y estructura para resolver los problemas planteados por el plano natural.

La importancia de conocer las técnicas constructivas y el comportamiento de los materiales es fundamental para llevar a cabo la idea del proyecto.

Merece la pena nombrar a Eduardo Torroja, quien integró el campo de la arquitectura y la ingeniería, lo que le permitió intervenir de forma total en el diseño y cálculo estructural.

En algunas de sus obras, como el Hipódromo de la Zarzuela, se aprecia la sobriedad que Torroja trasladaba de manera brillante a sus proyectos.



6. Conclusión

Cambio en la concepción de la estructura

Como comentaba al comienzo del trabajo, la idea de estructura había estado siempre presente en mi mente como algo negativo y meramente secundario. Quizás debido a mi condición de hijo de yesero, siempre ha estado relacionada con aquellos andamios con los que mi padre trabajaba.

Entre los inicios de mi formación como ingeniero y la finalización de mi trayectoria académica en la escuela de arquitectura, he experimentado un cambio en mi forma de entender el concepto de estructura, pasando de una visión exclusivamente técnica a ir interiorizándola como la componente que soporta la forma.

A lo largo de estos años ha pasado de tener ese carácter secundario a entenderla como una pieza clave del proceso de proyecto presente desde el inicio. La estructura es entonces el material dentro de la disciplina de la arquitectura con el que construimos ideas.

Casi sin darme cuenta, aquel andamio sucio y feo se convirtió en una estructura bella, útil y necesaria, llegando a entender a lo largo de estos años, que el correcto uso de los materiales y el conocimiento profundo de las técnicas constructivas son las herramientas que permiten a los arquitectos materializar sus ideas, a veces, sobre esos planos naturales de carácter complejo de los que se ha hablado en el trabajo.



6. Conclusión

Conjunción entre arquitectura, estructura y plano natural.

Para concluir el trabajo me referiré al ejemplo que escoje el arquitecto Josep Ferrando durante una conferencia para UCC en 2020.

Relata el arquitecto, y profesor en la asignatura de proyectos arquitectónicos, como al inicio de cada curso plantea a sus alumnos las mismas dos preguntas.

La primera cuestiona la belleza de un nido de pájaro. Los alumnos en su mayoría afirman que lo es.

En la segunda se pregunta si el pajaró intentó hacer algo bello. En este caso, la respuesta común es negativa.

La conclusión que saca el arquitecto catalán es que la belleza del nido responde a la funcionalidad del elemento. La estructura que crea el pájaro responde a la perfección al plano natural y a las necesidades del animal, por lo tanto, es bello.

En esta investigación se han priorizado aquellas arquitecturas pensadas desde el inicio a partir de una respuesta estructural a las distintas formas del plano natural como soporte de las funciones.

En el nido se aprecia como el pájaro, conocedor de la flexibilidad de la madera, construye un elemento mediante trenzado y doblado de ramas del entorno, del mismo modo que las golondrinas lo hacen con barro húmedo, por el hecho de cambiar el soporte sobre el que lo construyen.

El pájaro se adapta al lugar para realizar un objeto que responde a sus necesidades, haciendo uso adecuado de la estructura y las posibilidades del soporte.



Nido de pájaro. Fuente [Dominio público / https://www.freepik.es/fotos-premium/nido-pajaro-pequenos-huevos-arbol-jardin_7102811.htm] CC BY 2.0.

6. Conclusión

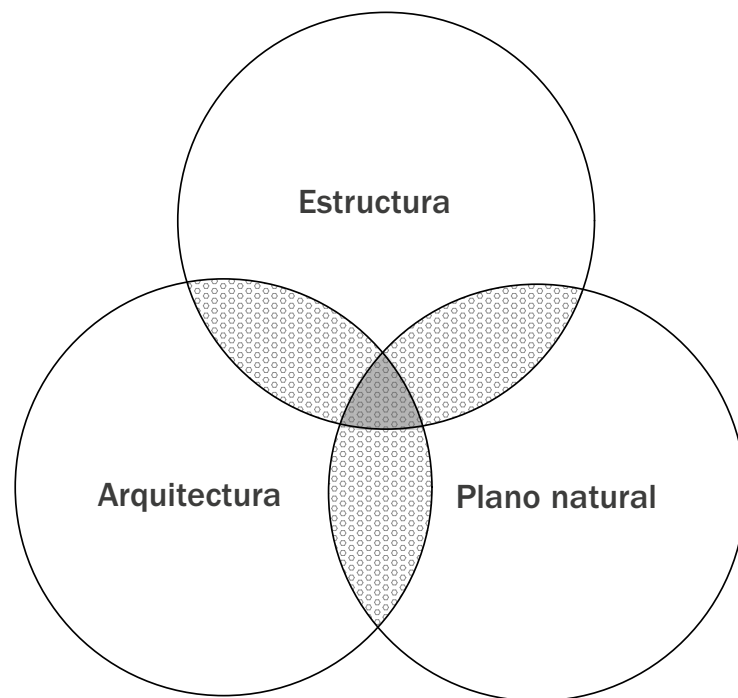
Conjunción entre arquitectura, estructura y plano natural.

Desde las arquitecturas más primitivas, la estructura se ha propuesto solucionar los problemas planteados por el plano natural. Sirve el ejemplo de los nidos de los pájaros para explicar lo que Pallasmaa describe en el texto “Animales arquitectos”.

“Sin embargo, cuando se examinan los hábitos constructores de ciertos animales, se encuentran unas estructuras asombrosamente refinadas y unos principios arquitectónicos muy complejos. Es evidente que las estructuras que construyen bastantes especies animales para su propio cobijo y el de sus crías son tan esenciales para su supervivencia como lo es la arquitectura para la existencia y la cultura humanas”.

Alejandro de la Sota, Entrevista por Sara de la Mata y Enrique Sobejano

En definitiva la forma del plano natural como soporte siempre condiciona la estructura y por tanto la arquitectura.



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Libros

_RUDOFISKY, Bernard. *Arquitectura sin arquitectos*. Logroño: Pepitas, 245 Ensayo 88, 2020.

_ALEXANDER, Christopher. *Lenguaje de patrones*. Edición GG, 1977.

_ALEXANDER, Christopher. *El modo atemporal de construir*. Logroño: Pepitas Ensayo 80, 2019.

_CAMPO BAEZA, Alberto. *La idea construida: la arquitectura a la luz de las palabras*. Madrid: Biblioteca Nueva, 2006.

_CAMPO BAEZA, Alberto. *La suspensión del tiempo*. Barcelona: Fundación Arquia, La Catarata, 2017.

_CAMPO BAEZA, Alberto. *Pensar con las manos*. España: Nobuko, 2009.

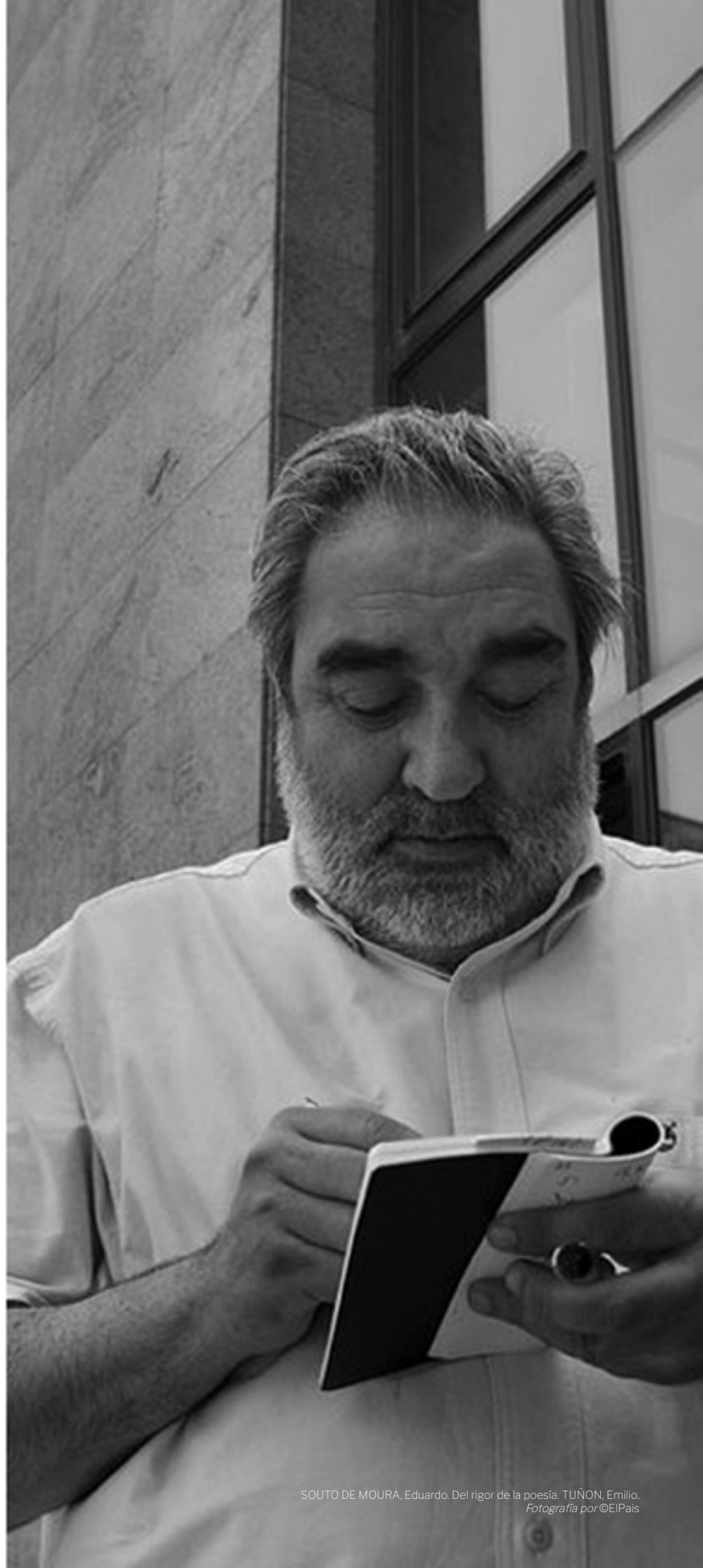
_GIL GIMÉNEZ, Paloma. *El proceso arquitectónico*. Valladolid: Nobuko, 2011.

_CHARLESON, Andrew. *La estructura como arquitectura: formas, detalles y simbolismo*. Reverte, 2006.

_HERTZBERGER, Herman. *Lessons for students in architecture*. Uitgeverij 010 Publishers, 1991.

_SOUTO DE MOURA, Eduardo. (2008). *Conversaciones con estudiantes*. Editorial Gustavo Gili S.A.

_PALLASMAA, Juhani. (2020). *Animales Arquitectos*. Editorial GG.



Bibliografía

Revistas

_AV Monografías, nº151. (1997). Alejandro de la Sota. España, Ed. Arquitectura Viva S.L.

_AV Monografías, nº151. (2012). Eduardo Souto de Moura 1980-2012, España, Ed. Arquitectura Viva S.L.

_TC Cuadernos, nº64. Eduardo Souto de Moura 1994 2004, Ed. Tribuna de la Construcción.

_Tectónica 23. (2007) “En contacto con la tierra”, España, Editorial Tectónica S.L.

Conferencias

_FERRANDO, Josep. 11/08/2020. *Historias Mínimas. Infraestructuras temporales con Josep Ferrando*. UCCoficial, Canal de Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=tCRcKiVDGmk>.

Dialogos

_SOUTO DE MOURA, Eduardo. PALLASMAA, Juhani. (Marzo, 2016). Madrid, Fundación Arquia. <https://magaceen.com/es/interview/souto-de-moura-pallasmaa/>



Bibliografía

Artículos

_DE MOLINA, Santiago. (2009, Abril). *Tachaduras. Múltiples*. <https://www.santiagodemolina.com/2009/04/tachaduras.html>.

_GARCÍA ODIAGA, Iñigo. (2017, Febrero). Equilibrio inestable. Noomuu. <https://noomuu.wordpress.com/tag/peter-zumthor/>

_TUÑÓN, Emilio. (2011, Marzo). Del rigor de la poesía. El País. <https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/geohistoria/tag/15-1-arte-del-siglo-xx-y-xxi-1951-arquitectura/page/3/>

Entrevistas

_“Entrevista Biográfica a Eduardo Souto de Moura”, con Mónica Daniele. Diciembre 2002. Gustavo Gili, Barcelona 2004.

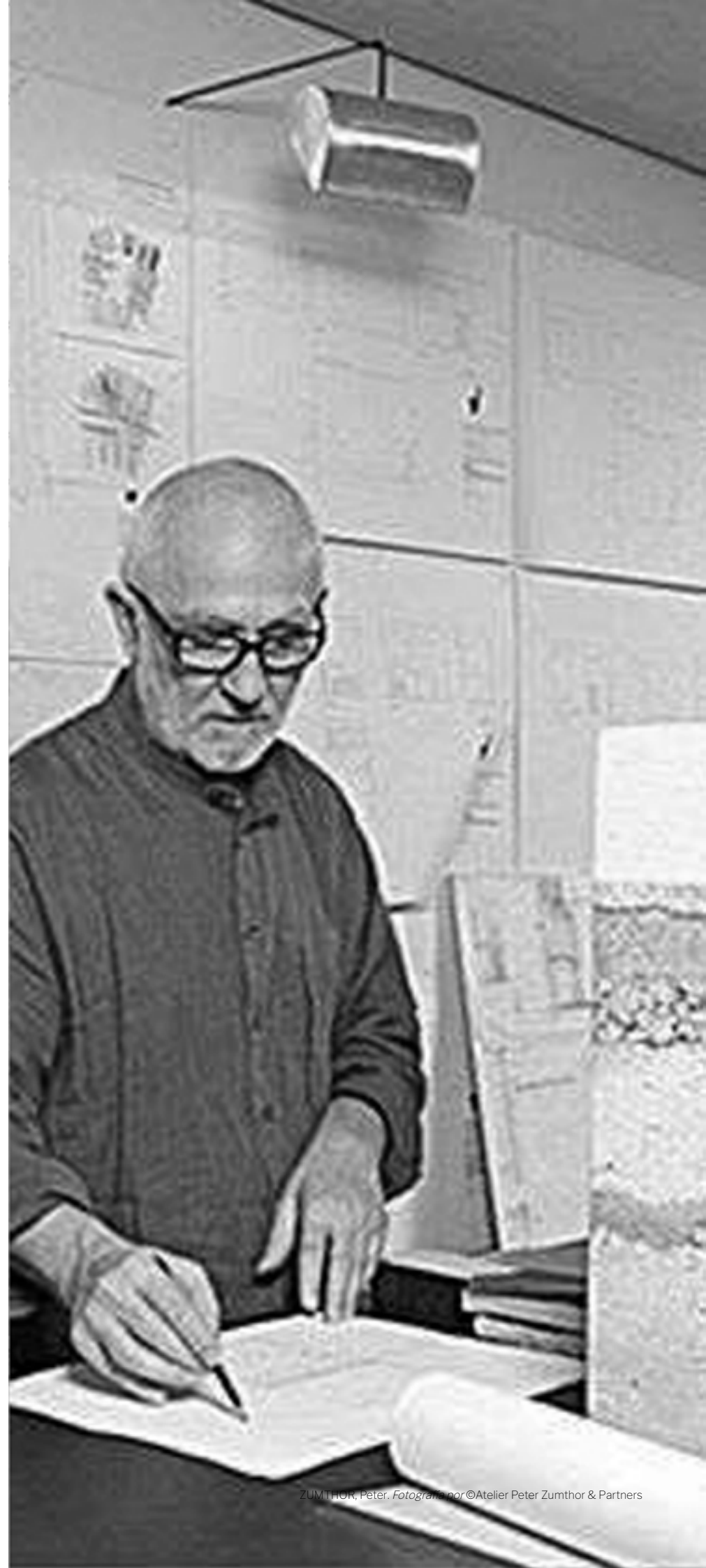
_“De lo Privado a lo Público. Cambios de escala.” Extracto de una conversación con Eduardo Souto de Moura, con Ricardo Merí de la Maza. Porto el 15 de Abril de 2004.

_“Eduardo Souto de Moura, “La naturalidad de las cosas”” Con Luis Rojo de Castro, en El Croquis, nº 124, 2005.

_“Peter Zumthor. Interview” Con Magali Robathan, en CLADMAG.

_“Y a los 67, Souto de Moura dibujó una curva” Con Javier Martín del Barrio, en El País. 2019.

_Fundación Arquia, Documental 37. (2012). *The Practice of Architecture*.



Bibliografía

Páginas web

[_alejandrodelaSota.org](#)

[_archdaily.com](#)

[_arquitecturaviva.com](#)

[_coam.es](#)

[_cladglobal.com](#)

[_divisare.com](#)

[_elcroquisdigital-com.ponton.uva.es](#)

[_elpais.com](#)

[_google.com](#)

[_iconeye.com](#)

[_metalocus.es](#)

[_plataformaarquitectura.cl](#)

[_pritzkerprize.com](#)

[_tccuadernos.com](#)

[_uvadoc.uva.es](#)

[_wikiarquitectura.com](#)





Universidad de Valladolid



ETSAVA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Trabajo Fin de Grado
Grado en Fundamentos de la Arquitectura
Universidad de Valladolid

Arquitectura. estructura y plano natural
Variables formales de la estructura
sobre planos naturales de carácter complejo
Agustín de la Torre Gómez

Tutores
Jose Manuel Martínez Rodríguez
Paloma Gil Giménez