



HABITAR EL PLANO DEL SUELO

Una alternativa sostenible a la vivienda colectiva contemporánea

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Trabajo de fin de grado

Título:

Habitar el plano del suelo

Una alternativa sostenible a la vivienda colectiva contemporánea

Autor:

Yasmina Engenios Calvarro

Tutor académico:

José Manuel Martínez Rodríguez

Valladolid. 5 Septiembre,2022.



Universidad de Valladolid

Habitar el plano del suelo

Una alternativa sostenible a la vivienda colectiva contemporánea



Resumen:

Palabras clave: Vivienda unifamiliar. Vivienda colectiva. Sostenibilidad. Ciudad contemporánea. Espacio doméstico. Arquitectura Subterránea. Plano del suelo.

El gran impulso experimentado por la arquitectura sostenible a lo largo de la última década del siglo XXI, ha supuesto un reto para la vivienda colectiva. Este trabajo pretende argumentar cómo la arquitectura subterránea o aquella que mantiene una relación de simbiosis con el plano del suelo, puede ser una alternativa para la vivienda colectiva futura.

Mediante el análisis gráfico en sección, por un lado, de algunos ejemplos de arquitectura residencial ligada al suelo, y el análisis teórico por otro, este trabajo pretende poner en valor la continuidad existente entre terreno, sustrato y arquitectura, a partir del boceto que Alejandro de la Sota realiza para la Casa Domínguez, en 1973.

Se trata de clasificar y ordenar el material histórico del que dispongo hasta ahora sobre vivienda excavada, realizando un gran salto temporal que va de la cueva natural a las propuestas residenciales surgidas recientemente, a través de proyectos de arquitectos reconocidos como Fernando Higueras o Alejandro de la Sota. El estudio de este material pretende poner en evidencia algunas estrategias de intervención en el plano del suelo ensayadas a lo largo de la historia.

Una relación bidireccional entre vivienda unifamiliar y colectiva que permite seguir pensando en la ciudad contemporánea.

Abstract:

Keywords: Single-family housing. Collective housing. Sustainability. Contemporary city. Domestic space. Underground architecture. Ground plan.

The great impulse experienced by sustainable architecture over the last decade of the 21st century has posed a challenge for collective housing. This paper aims to argue how underground architecture, or architecture that maintains a symbiotic relationship with the ground plane, can be an alternative for future collective housing.

By means of a graphic analysis in section, on the one hand, of some examples of residential architecture linked to the ground, and a theoretical analysis on the other, this work aims to highlight the existing continuity between land, substrate and architecture, based on the sketch that Alejandro de la Sota made for the Domínguez House in 1973.

It is a matter of classifying and ordering the historical material available to me so far on excavated housing, making a great leap in time from the natural cave to the residential proposals that have arisen recently, through projects by renowned architects such as Fernando Higueras and Alejandro de la Sota. The study of this material aims to highlight some of the strategies of intervention on the ground plane that have been tested throughout history.

A bidirectional relationship between single-family and collective housing that allows us to continue thinking about the contemporary city.

Índice:

1. Preámbulo

- Introducción
- Motivación
- Objetivos
- Metodología
- Estado de la cuestión

2. Aproximación a la historia a través de la Arquitectura excavada:

Estrategias de intervención en el plano del suelo a partir del boceto de Alejandro de la Sota.

- 2.1 Viviendas excavadas por debajo del plano horizontal.
- 2.2 Viviendas excavadas por debajo del plano ondulado.
- 2.3 Viviendas semienterradas en el plano del suelo.

3. Cualidades del espacio excavado:

Parámetros climáticos

- 3.1 Inercia térmica
- 3.2 Ventilación natural
- 3.3 Iluminación natural

4. Casos de estudio:

Comprobación de los parámetros climáticos en la vivienda excavada desde la prehistoria hasta la contemporaneidad

- 4.1 De las **viviendas excavadas bajo un plano horizontal** en el valle de Loess pasando por el Rascaifiernos de Fernando Higuera hasta la casa tierra de BCHO
- 4.2 De las **viviendas excavadas bajo un plano ondulado** en Capadocia pasando por la propuesta Dislocation de Katsuhiko Isobe hasta la residencia Alcaicer do Sal de **Aires Mateus**
- 4.3 De las **viviendas semienterradas en el plano del suelo** en Matera pasando por el proyecto residencial en Santander de **Alejandro de la Sota** hasta la casa Bancal de Julia Schultz

5. Conclusión:

¿Es posible que la arquitectura excavada suponga una alternativa sostenible a la vivienda colectiva contemporánea?

6. Bibliografía

1 Preámbulo:

Introducción:

Todo comenzó con una imagen...

Ya sea un boceto, el cuadro en el que no dejas de pensar, la escena de una película, el anhelo de un momento concreto, una imagen...

Desde que tenemos uso de razón conformamos nuestros recuerdos en base a imágenes. Representaciones mentales que quedan fijadas en nuestra memoria; materiales o inmateriales, asociadas a espacios, formas o situaciones concretas.

La idea de proyecto surge como origen de multitud de aspectos, aquella que pasa fugaz por nuestra mente y nos induce a un devenir continuo de deseos.

La colección de recuerdos, vivencias o lecturas, que se han ido presentando a lo largo de mi experiencia académica, en arquitectura, han ido modificando la manera en que concibo el proceso creativo de materialización de un proyecto.

Algunas veces he podido observar cómo el proceso se inicia sin un motivo concreto al que atender. Sin embargo, la adaptación a los condicionantes, normativa o entorno, han supuesto perse la idea de proyecto.

Otras veces, me he encontrado con una idea clara y rotunda, que a lo largo del proceso formal ha ido desvirtuándose y perdiendo las cualidades de transmisión que tenía en inicio. Por el contrario, en otras ocasiones, el desarrollo cumple a la perfección la idea que teníamos en mente, trasladándonos con ello a esa imagen, ese cuadro, ese paisaje ...etc.

Un buen ejemplo de ello es el boceto¹ realizado por el arquitecto español **Alejandro De la Sota (Figura 1)**, para ejemplificar la Casa Domínguez ejecutada entre los años 1974 y 1978 en la urbanización A Caeira, Pontevedra (Galicia). Una clara y evocadora imagen pensante, una incansable búsqueda poética a través del dibujo, una vinculación directa entre el plano del suelo y la arquitectura.

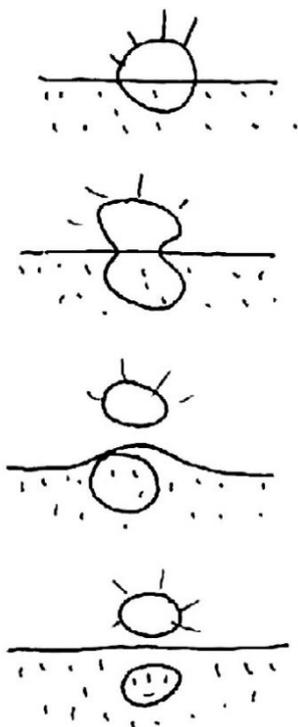


Figura 1: Boceto para la Casa Domínguez (1973). Fuente: <https://alejandrodelasota.org/casa-dominguez-la-caeyra-monografia-digital/>

En la divulgación de su obra, De la Sota, atribuye en multitud de ocasiones el origen de la idea a una referencia tomada del arquitecto estadounidense de origen finlandés, Eero Saarinen. Un gran ejemplo de ello es la conferencia impartida en 1980 donde el arquitecto toma a Saarinen, previsiblemente junto a un croquis explicativo, como punto de partida.

*... a partir del dibujo de Saarinen hice como un cacahuete. Si empezamos a apretar por el centro, lo diferenciamos más. Si seguimos apretando se pueden llegar a separar; entonces el hombre duerme más fuertemente y es más activo arriba. Esto, al multiplicarlo, puede tener más actividades de reposo, de lectura, de dormir y, arriba, otro tanto*².

Así, con el fin de justificar su intención en la Casa Domínguez y materializar el concepto de partida, De la sota dice lo siguiente:

... El habitáculo del hombre puede ser representado por una esfera cortada ecuatorialmente por el plano de la tierra. La semiesfera enterrada se usará para el descanso, inactividad, reposición de fuerzas y del pensamiento; la semiesfera por encima del plano 0 será donde se desarrolle lo pensado. De materiales pétreos, terrosos, la primera: trasparente, de cristal, la segunda. ...³

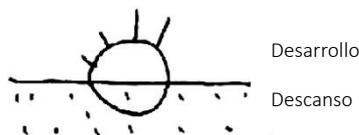


Figura 2 Sección esquemática Casa Domínguez semienterrada (1973). Fuente: <https://alejandrodelasota.org/casa-dominguez-la-caeyra-monografia-digital/>

Como hemos podido observar y leer, De la Sota y Saarinen, realizan una zonificación de la vivienda (1); dos semiesferas cortadas ecuatorialmente por el plano del suelo. Dos mitades donde el ecuador que las divide, el plano del suelo supone en palabras del autor del texto, la aparición de una semiesfera enterrada destinada al descanso y reposición de fuerzas; y una semiesfera enterrada donde se desarrolla lo pensado.

² DE LA SOTA, Alejandro. (1980). Conferencia. Barcelona. *Loc. Cit.*

³ DE LA SOTA, Alejandro (1997). *Alejandro de la Sota, Arquitecto*. 2ª ed. Madrid. Editorial Pronaos. Pp.164.

Como podemos observar en lo referente, este consta de una concatenación de cuatro dibujos; un primer dibujo ubicado en la parte superior, que corresponde a la materialización de la Casa Domínguez y otros tres de los cuales ninguno de los dos autores hace referencia al respecto y que, bajo mi opinión, han podido suponer las primeras fases del dibujo final que ejemplifica la Casa Domínguez.

Si tomamos esa visión poética de la que hablábamos al comienzo del texto y bajo un análisis totalmente personal, como consecuencia de la escasez de documentación, podemos observar, cómo en el último de los dibujos existen tres elementos: una esfera ubicada en la parte superior, el plano del suelo y una esfera ubicada bajo el.

Ambos autores, texto y boceto, hablan de dos realidades; descanso y desarrollo; una parte enterrada, **estereotómica** y otra ubicada en superficie, **tectónica**. Una de las clasificaciones de la arquitectura, que se me ha presentado en reiteradas ocasiones por multitud de autores, además de, en mi experiencia académica en Arquitectura tras la lectura de investigaciones como El Muro⁴ - donde se discute el papel de la arquitectura a través de ambos conceptos-; en mi desempeño profesional en el estudio de arquitectura del arquitecto español Alberto Campo Baeza, en el año 2021-2022. Un criterio que actúa como eje vertebrador en la producción arquitectónica de este autor, inspirada en el que fue, su profesor, amigo y maestro, De la Sota.

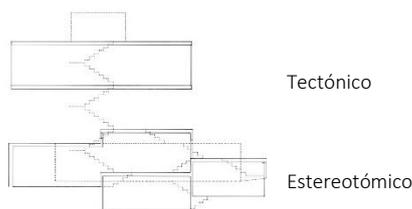


Figura 3 Boceto esquemático para ejemplificar Casa Domínguez. Extraído del boceto : Figura 4: Boceto para la Casa Domínguez (1973). Fuente: <https://alejandrodelaSota.org/casa-dominguez-la-caeyra-monografia-digital/>

Dejando a un lado las posibles interpretaciones de los términos que han surgido a lo largo de la historia, centrándome en la vinculación directa entre el boceto y ambos conceptos, aparece el texto realizado por Alberto Campo Baeza, *Trece trucos de arquitectura*, del que hemos extraído, tras su lectura, la siguiente conclusión: Existe una arquitectura ligada al suelo, estereotómica; pesada, pétreo, que trasmite su peso a la tierra debido a la innegable gravedad, la arquitectura de la cueva. Por otro lado, existe una arquitectura ligera, conectada con el firme con la menor superficie posible, una arquitectura que se desliga de la tierra a través de sistemas puntuales; la arquitectura de la cabaña⁵.

⁴ APARICIO GUIASADO, Jesús María. (2000). El muro. E.T.S Arquitectura (UPM). Madrid

⁵ Conclusión extraída tras la lectura del libro: CAMPO BAEZA, Alberto. (2020). Ed. ACB. Madrid.

Volviendo de nuevo al boceto y partiendo ahora del primer dibujo en la parte inferior; podemos observar dos esferas, una estereotómica ligada a la tierra y otra tectónica ligada al cielo. A medida que ascendemos, surge un juego de aproximación entre ambas esferas, tres dibujos que culminan en la materialización de la Casa Domínguez. No es ahí, en la división radical de la vivienda, donde el presente documento pretende poner la mirada, sino en las otras tres fases iniciales.

Estos dibujos nos remiten a algunas de las cualidades más importantes de la adaptación natural de la arquitectura al paisaje a través de la excavación de planos horizontales, ondulados o inclinados. La continuidad entre la vivienda y el espacio público, o las transiciones entre los planos, evocan a las antiguas ciudades construidas para protegerse del sol, el viento o la lluvia en lugares en los que era necesario refugiarse de los climas adversos y las inclemencias del tiempo. Las viviendas enterradas bajo el plano horizontal en el valle de Loess en Turquía, las ciudadelas enterradas en un plano ondulado como las cuevas de Almanzora en España, o las comunidades semienterradas de los Sassi de Matera en Italia.

Una simbiosis entre la tierra y la arquitectura vinculada a ella, configurada en base a volúmenes maclados, esculpidos o excavados en el plano del suelo. Vacíos de la masa natural y que bien podría haber sido fuente de inspiración del escultor español Eduardo Chillida en su proyecto Tindaya en Fuerteventura (España). Un gran cubo excavado en el plano ondulado que conforma la montaña y que se encuentra bañado en su interior por la luz cenital que entra a través de dos grandes perforaciones. Una conexión poética entre el cielo y el interior de la tierra que nos remite a los espacios horadados en el plano del suelo que sirvieron durante siglos como lugar y refugio para el ser humano.

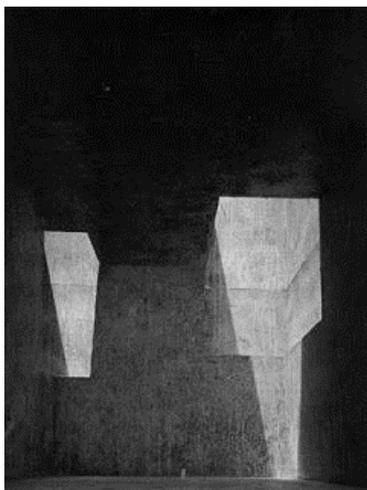


Figura 3 Proyecto Tindaya (1993) de Eduardo Chillida en Fuerteventura (España).

Fuente:

<https://elimpactoambiental.files.wordpress.com/2008/09/tindaya.jpg>

Los tres dibujos que hacen plantearme:

¿Podrían suponer tres formas de intervención sobre el plano del suelo?

El trabajo parte de una clasificación personal de la arquitectura residencial sustractiva, a través de la modificación del plano del suelo, una idea que surge y se apoya en el libro *Arquitectura subterránea, aproximación al hábitat natural*⁶ realizado por el arquitecto J.P Loubes, donde se establecen tipologías en las formas troglodíticas a lo largo de la historia.

En este sentido, esta investigación pretende poner en valor arquitecturas ligadas al plano del suelo, apoyándome en los tres primeros dibujos del boceto realizado por De la Sota, desde la vivienda situada por debajo del plano del suelo puramente estereotómica (**1c**), como, por ejemplo, las viviendas excavadas en Luoyang; pasando por la excavación de formaciones por encima del suelo (**1b**) como los conos de GÖreme, hasta las construcciones semienterradas del Pueblo Dazhai en China (**1a**).

En todas ellas la estrecha relación entre las células unifamiliares y las comunidades vecinales podría ser un territorio de investigación, apareciendo en algunos de los proyectos residenciales Modernos y algunas de las propuestas surgidas en las últimas dos décadas.

Ya sea la cueva configurada por las fuerzas primarias de la creación, las modificaciones del plano del suelo o el boceto realizado por Alejandro de la Sota, todo ello me lleva a preguntarme;

¿Puede suponer la Arquitectura excavada una posible alternativa sostenible en la vivienda colectiva contemporánea?

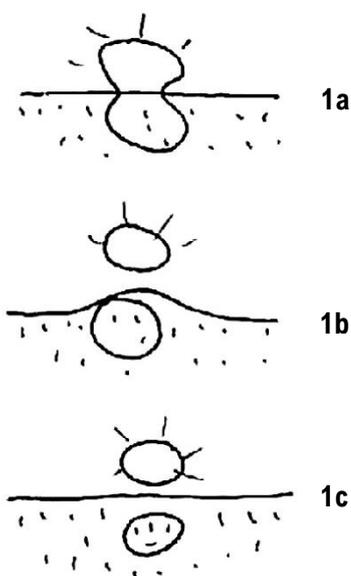


Figura 5: Boceto para la Casa Domínguez (1973). Fuente: <https://alejandrodelaSota.org/casa-dominguez-la-caeyra-monografia-digital/>

⁶ LOUBES, J.P. (1985). *Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural*. GG Gustavo Gili. Madrid.

Motivación:

Multitud de razones me han llevado a la elección de la arquitectura excavada como objeto de estudio.

Me aproximé a este tipo de arquitectura como solución al proyecto que realicé en la asignatura de proyectos arquitectónicos en mi quinto año, en esta misma universidad, un proyecto enfocado a la modificación parcial del plano del suelo como idea principal del proyecto. En ese punto, analicé las formas en las que podía modificar el terreno, y como podía aprovechar la tierra como contenedor del programa que se me propuso como tema de proyecto. En este análisis proyectual, recordé el boceto que se me había presentado en los primeros años de mi experiencia académica, un boceto realizado por el arquitecto español Alejandro de la Sota, donde utiliza con maestría la aproximación al plano del suelo como idea principal, en el desarrollo de su proyecto: la Casa Domínguez. A partir de ahí, me fijé en cada proyecto de vivienda excavada surgida a lo largo de la historia así como sus estrategias de aproximación al plano del suelo preguntándome a su vez si sería posible, al igual que experimenté en la asignatura de proyectos arquitectónicos de tercer año Proyectos III ``Agrupaciones residenciales: escala, lenguaje y carácter´´, la bidireccionalidad entre vivienda independiente y vivienda colectiva en este tipo de arquitecturas y si podrían suponer una alternativa sostenible en la creación de la ciudad contemporánea .

Todo esto, me ha llevado a la continuidad del estudio sobre la arquitectura residencial subterránea, siempre, mediante su relación con el plano del suelo.

Objetivos:

El objetivo principal de esta investigación es buscar una alternativa sostenible a la vivienda colectiva contemporánea, a través del análisis de arquitectura excavadas y sus estrategias de implantación en el plano del suelo teniendo como referencia el boceto realizado por Alejandro de la Sota en la Casa Domínguez.

Este trabajo pretende recopilar una serie de ejemplos en la vivienda subterránea a diferentes escalas con el fin de dar respuesta, a la pregunta:

¿Puede suponer la Arquitectura excavada una posible alternativa sostenible en la vivienda colectiva contemporánea?

Estudiar los parámetros del clima subterráneo que definen este tipo de construcciones, como son la inercia térmica del suelo, la ventilación o la iluminación natural, que forman parte de las condiciones de confortabilidad necesarias para la vida.

Un estudio crítico, que junto con un análisis gráfico servirán para documentar el panorama en la arquitectura residencial excavada.

Además de, analizar gráficamente una recopilación de proyectos realizados por autores reconocidos en este campo de estudio aportando una lectura personal de los casos de estudio seleccionados.

Para por último demostrar o no, que tipo de estrategia de aproximación al plano del suelo puede suponer una alternativa a la vivienda colectiva contemporánea.

Metodología:

El método de investigación elegido para la elaboración del trabajo comprende dos etapas.

Una primera etapa con una vocación analítica; gráfica, por un lado, gracias al estudio de bocetos originales tras la visita a la fundación de Alejandro de la Sota en Madrid y, teórica por otro, tras la lectura de la bibliografía seleccionada, incluyendo textos, conferencias y tesis doctorales. Donde, documentos como los realizados por Mario Algarín Comino o José A. Sosa Días Saavedra, suponen la base para el desarrollo del tema elegido.

Por otro lado, la segunda etapa se centra en el estudio bibliográfico más específico, apoyado en autores como, Bernard Rudofsky, J.P Loubes y Manuel Gausa. Una parte técnica donde se abarcan las estrategias de intervención en el plano del suelo y los parámetros climáticos que definen la arquitectura subterránea que, junto con otra más práctica, a través de dibujos en sección, serán o no, la respuesta a la pregunta con la que parte el documento.

Por último, se finalizará con una conclusión apoyada, tanto, en el estudio previo de la bibliografía seleccionada como en parte de las reflexiones realizadas en la tesis del arquitecto Rodrigo Pemjean Muñoz. Un texto que estudia cuatro prototipos de agrupaciones de vivienda unifamiliar con bondad de convertirse en colectivas, proyectos realizados por el arquitecto Alejandro de la Sota y qué podrían suponer la respuesta a la pregunta con la que partimos:

¿Puede suponer la Arquitectura excavada una posible alternativa sostenible en la vivienda colectiva contemporánea?

La investigación se sustentará principalmente mediante dibujos con el fin de que la carga del texto este apoyada en un recurso visual, como consecuencia del carácter estratigráfico de la arquitectura subterránea.

Estado de la cuestión:

Una de las líneas de investigación arquitectónica reciente pone su foco en la búsqueda de alternativas sostenibles a la vivienda colectiva, tratando de encontrar territorios de investigación en el que desarrollar nuevas formulaciones. Siendo, la arquitectura excavada, una de las estrategias que cobra protagonismo en los debates sobre la construcción de la ciudad contemporánea.

La aparición de nuevos escenarios residenciales que surge a partir del año 1989, gracias a la aparición del concurso de proyectos urbanos para arquitectos de toda Europa -EUROPAN-, junto con autores como el grupo ACTAR⁷ o el arquitecto Katshuhiro Isobe, entre otros, han permitido seguir reflexionando sobre nuevas estrategias de implantación en el plano del suelo, siendo la modificación artificial del estrato una de las posibles alternativas al habitar contemporáneo.

En esta búsqueda hacia nueva alternativas sostenibles aparecieron investigaciones de arquitectos como la del profesor D. Mario Algarín Comino con su tesis doctoral: *Arquitecturas excavadas: el proyecto frente a la construcción del espacio*⁸, donde realiza una profunda revisión sobre el papel de la arquitectura subterránea a lo largo de la historia, tanto por su forma como por su lenguaje; el especial interés que demostró el arquitecto portugués Eduardo Souto de Moura⁹ hacia el paisaje de terrazas ; o la exposición de antecedentes históricos en la producción arquitectónica -realizados por constructores anónimos-, en el libro *Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí*¹⁰ escrito por Bernard Rudolsky, donde la excavación supuso una de las fuentes de inspiración en el hombre industrial. No sólo los autores mencionados reflexionan sobre ello,

⁷ GAUSA, Manuel. (1998). Housing: nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR.

⁸ ALGARÍN COMINO, Mario. (2006). *Arquitecturas excavadas: el proyecto frente a la construcción del espacio*. Nº 21 de la Colección Arquithesis. Fundación Caja de Arquitectos

⁹ CASTELLANO PULIDO, Francisco Javier. (2019). Bancales habitados: de la reutilización en la arquitectura tradicional al trabajo con el tiempo de César Manrique y Souto de Moura. Proyecto Progreso Arquitectura. Paisaje de Bancales, 21. Universidad de Sevilla

¹⁰ RUDOLFSKY, Bernard. (2020). *Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí* (Enrique Alda, Trans.). Pepitas. (Obra original publicada en 1964).

docentes como José A. Sosa Díaz¹¹- Saavedra han seguido estudiando, a través de su tesis doctoral, las interrelaciones que surgen entre arquitectura, suelo y paisaje.

En la actualidad, es uno de los temas que sigue evolucionando en los ambientes académicos, así como un tema central en el ejercicio del arquitecto. Por lo tanto, existe un campo de investigación donde se puede enmarcar el tema en cuestión.

¹¹ SOSA DÍAZ-SAAVEDRA, José Antonio (1994). *Contextualismo y abstracción, reflexiones sobre las interrelaciones espaciales entre suelo, paisaje y arquitectura*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Gran Canaria.

2. Aproximación a la historia a través de la Arquitectura excavada:

Estrategias de intervención en el plano del suelo a partir del boceto de Alejandro de la Sota para la Casa Domínguez.

- **Viviendas por debajo del plano horizontal.**
- **Viviendas excavadas por debajo del plano ondulado.**
- **Viviendas semienterradas en el plano del suelo.**

Introducción a la arquitectura

subterránea: El origen de la cueva primitiva, corrección de las configuraciones naturales.

A lo largo de la historia, la arquitectura estereotómica o sustractiva ha quedado relegada a un segundo plano en favor de la tectónica o aquella construida por adición de material, lo cual se refleja en la escasez de documentación bibliográfica especializada. La consideración de los espacios surgidos tras la excavación como ambientes oscuros y de escaso interés, supuso en algunos autores, establecer la Arquitectura aditiva como una conmemoración del poder y la riqueza.¹²

De este modo, el origen de este tipo de arquitecturas se remonta, a lo que conocemos como el primer hábitat utilizado por el hombre primitivo, **la cueva**. Un espacio natural que daba respuesta a las necesidades primarias del hombre: protección de la lluvia y el frío durante el invierno y, del sol en verano. Además, sirvieron como lugar de protección y defensa frente a las agresiones de animales salvajes o incluso de otras tribus.¹³



Figura 6 Cueva de Altamira, Cantabria (España) 36.000 a.C. Fuente: <https://www.elindependiente.com/tendencias/arte/2021/04/30/la-cueva-de-altamira-en-trance-arte-rupestre-bajo-efectos-alucinogenos/>

¹² El presente texto es una recopilación de algunas reflexiones esbozadas por Bernard Rudolfsky (Véase RUDOLFSKY, Bernard. (2020). Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí (Enrique Alda, Trans.). Pepitas. (Obra original publicada en 1964).

¹³ El presente capítulo es una clasificación basada en las reflexiones esbozadas por LOUBES, J.P. (Véase LOUBES, J.P. (1985). Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural. GG Gustavo Gili.Madrid.)

Es probable que este razonamiento surja tras la lectura del texto realizado por Vitruvio a la hora de situar el origen de la arquitectura, y que dice lo siguiente:

“En los primeros tiempos los humanos pasaban la vida como las fieras salvajes, nacían en bosques, cuevas y selvas, y se alimentaban de frutos silvestres. En un momento dado, en un lugar donde espesos bosques eran agitados por las tormentas y los vientos continuos, con la fricción de unas ramas con otras, provocaron fuego (...) manteniendo el fuego vivo invitaban a otras tribus (...).

Las primeras comunidades de humanos se agruparon en un mismo lugar en un número elevado (...) manipularon los objetos que querían con toda facilidad con sus manos y sus dedos y, así, unos construyeron techumbres con follaje; otros excavaron cuevas al pie de la montaña, e incluso otros, fijándose en los nidos construidos por las golondrinas, imitándolos, prepararon habitáculos donde guarecerse (...)”¹⁴

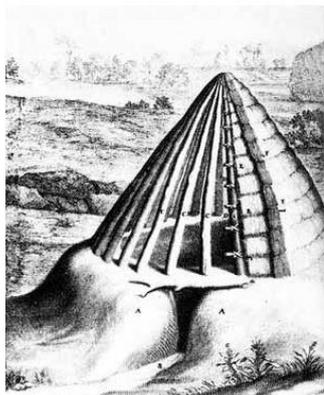


Figura 7: Cabaña de Charles Perrault reconstruida a partir de Vitruvio Fuente: <https://www.aryse.org/cabina-diogenes-renzo-piano/>

Salvando la innegable inspiración animal, podemos extraer como Vitruvio establece una clasificación sencilla de la arquitectura, donde surgen dos tipos de Arquitecturas: una como consecuencia de la adición de elementos y otra basada en la sustracción de materia.

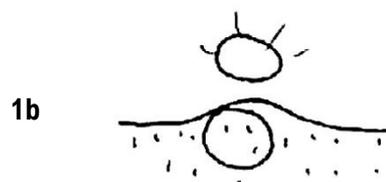
Este trabajo pretende analizar el planteamiento a través de la segunda de las opciones, la excavación. Una estrategia de intervención en el plano del suelo repetida en muchos de los proyectos de nuestros antecesores y, que se nos han presentado a lo largo de la historia como posibles alternativas al habitar del hombre. Tres estrategias en base a un boceto que van desde la antigüedad hasta la actualidad¹⁵:

- **Viviendas por debajo del plano horizontal.**
- **Viviendas excavadas por debajo del plano ondulado.**
- **Viviendas semienterradas en el plano del suelo.**

¹⁴ VITRUVIO POLIÓN, Marco (1995). Los diez libros de arquitectura. Alianza. Pepitas de Calabaza. Trad. José Luis Oliver Domingo. Madrid.



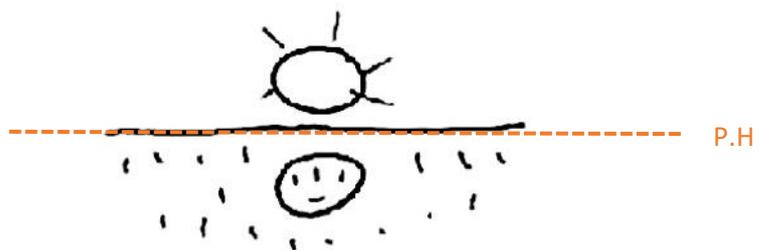
**Viviendas por debajo del
plano horizontal**



**Viviendas por debajo del
plano ondulado**



**Viviendas semienterradas
en el plano del suelo**



A. INICIOS. Viviendas por debajo de un PLANO HORIZONTAL:

El origen de las construcciones primitivas excavadas bajo el plano del suelo puede situarse en el neolítico tras la aparición de las viviendas en <<saco>>¹⁶, que en palabras de LOUBES, J.P., pueden considerarse como la forma inicial de la vivienda prehistórica que se conoce.

Estas arquitecturas de sustracción están configuradas en base a una planta circular situada a casi 3 m de profundidad, en las que el diámetro superior (1,8m a 3m) es menor al inferior (2,6m a 4m). Un tipo de arquitectura prehistórica, donde por la escasez de recursos y casi nulo avance tecnológico hacía imposible la colocación de una techumbre. En cambio, el terreno fácil de trabajar, donde se ubicaban, generalmente en regiones terrosas, permitía con herramientas rudimentarias una fácil excavación. En muchos casos, la generación de un techo provisional mediante ramas permitía la colocación de una escalera de madera con la que acceder al interior.



Figura 8: Cobertura temporal de viviendas en saco.

Boceto de elaboración propia.

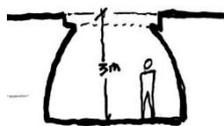


Figura 9: Vivienda en saco a la intemperie.

Boceto de elaboración propia.

Con el paso del del tiempo, la evolución de las estrategias y el avance de las herramientas permitió pasar de las antiguas paredes cóncavas a soluciones con paredes verticales, aplomadas. Un gran paso en la vivienda enterrada bajo la superficie, que mejoro no solo el peligro por desmoronamiento sino el aumento de dimensiones. Cubiertas ahora sí, por un techo.

¹⁶ Terminología adoptada por Liu Dunz-hen (Véase DUNZHEN, Liu (1980). La maison chinoise, Berger-Levrault. Paris)

La mejora de las condiciones, la aparición de una cobertura fija y el aumento de dimensiones supuso, en multitud de ocasiones, la unión de los espacios a través de túneles excavados horizontalmente, formando auténticas comunidades subterráneas.

Un proceso basado en el saber popular, donde los complejos cálculos contra la innegable gravedad, junto con el estudio previo del terreno, se ve sustituido por la experiencia aprehendida de los habitantes que ubican la construcción en su entorno.

Así, ejemplos como el hábitat subterráneo ubicado en Matmata (Túnez), el pueblo de las Salillas de Jalón (Aragón) o las viviendas en la provincia de Henan (China), constituyen tres casos singulares que, a pesar de tener una climatología y culturas diferentes, han dado respuesta al problema del hábitat de una forma similar, a través de la excavación vertical del terreno.

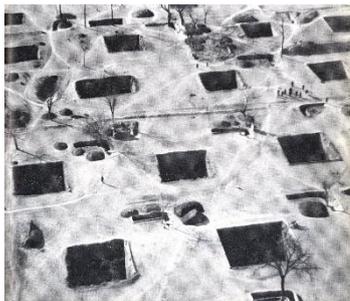


Figura 10: Viviendas enterradas en el valle de Loess, Henan (China).

Fuente: RUDOFISKY, Bernard. (2020). *Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí* (Enrique Alda, Trans.). Pepitas. (Obra original publicada en 1964).

A.2 Sección esquemática: Vivienda en Matmata (Túnez) con pozos circulares. 3000 a.C

Como podemos observar desde el aire, el desierto de Matmata (Túnez) podría interpretarse como un auténtico hormiguero. Una gran planicie rocosa perforada por una serie de orificios que actúan, no solo como espacios destinados a la captación de agua de lluvia y de los rayos del sol sino como único acceso a las viviendas, completamente enterradas. En este tipo de excavaciones troglodíticas, situadas **bajo el plano horizontal**, la distribución de las estancias se realizaba de forma radial entorno al patio circular, un resguardo para la población bereber del asfixiante calor al que se encuentra sometido el territorio.

Además de servir como escape a las condiciones climatológicas tan extremas ocurridas en el exterior, supusieron en tiempos belicosos, una forma de camuflaje en el paisaje llegando a fundirse en el horizonte.



Figura 13. Pozos en Matmata (Túnez)

Fuente: RUDOFISKY, Bernard. (2020). *Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí* (Enrique Alda, Trans.). *Pepitas*. (Obra original publicada en 1964).

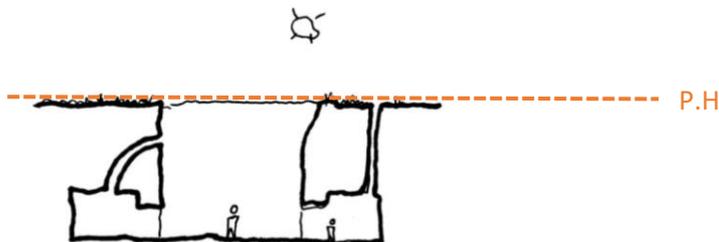


Figura 11. Sección transversal de vivienda tipo en un único nivel por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia

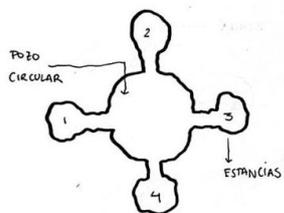


Figura 12. Planta esquemática vivienda en Matmata (Túnez). Disposición radial de las estancias entorno a patio circular central. Boceto de elaboración propia.

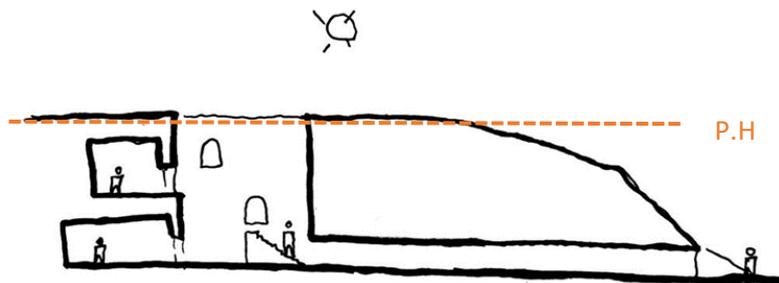


Figura 14. Sección longitudinal de vivienda tipo en un único nivel por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

A.2 Sección esquemática: Pueblo Salillas de Jalón, Aragón (España) S.XIX

En España, la arquitectura excavada, a pesar de ser una estrategia típica en regiones situadas al Sur, mayoritariamente en Andalucía, existe una región al Norte de la península donde este tipo de casas cueva se ubican en terrenos de yesos y materiales calcáreos, el valle del Ebro (Aragón). Son construcciones que siguen los patrones típicos en este tipo de viviendas excavadas y, que nos dan a priori, una sensación de estar en algún pueblo del Magreb, una sensación nada equivocada pues esta zona se construyó en épocas de dominación islámica. Se trata, en definitiva, a vista de pájaro, de un paisaje de huecos rectangulares, patios de luz y chimeneas de ventilación. A medida que nos aproximamos podemos observar una fachada **enterrada bajo el plano horizontal del suelo** a la que tenemos acceso a través de una rampa o escalera. Un tipo de acceso típico en este tipo de estrategias, que da lugar a una concatenación de estancias divididas por muretes interiores, habitaciones donde sus techos abovedados y sus paredes de roca se recubren por el propio plano del suelo, otorgando la condición isoterma típica de este tipo de construcciones. Al exterior en el horizonte, su única forma de distinguirse en el paisaje es a través de las torretas encaladas que aparecen en superficie.



Figura 16 Chimeneas en superficie del pueblo Salillas de Jalón en Aragón (España). Fuente: <http://cesbor.blogspot.com/2021/02/de-borja-star-wars-pasando-por-salillas.html>

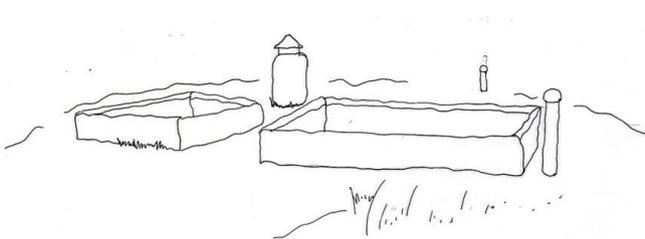


Figura 15. Vista exterior de vivienda tipo en Salillas de Jalón (España). Chimeneas encaladas y patios interiores. Boceto de elaboración propia.

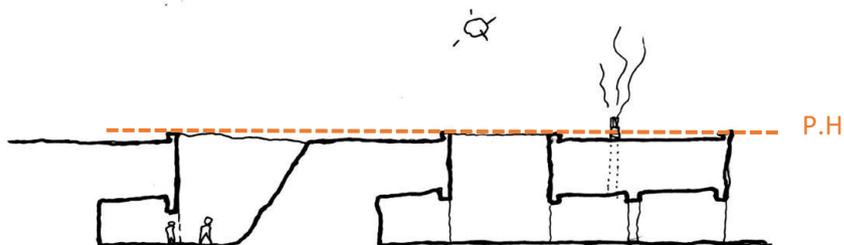


Figura 17. Sección longitudinal de vivienda tipo bajo plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

A.2 Sección esquemática: Viviendas en el valle de Loess o Yaodong (China) 2000 a.C

Un Yaodong fue el término utilizado por la cultura china para definir las casas cueva bajo el plano horizontal del suelo y, que supusieron una tipología de refugio típico en cuatro de las provincias ubicadas en la meseta de Loess (China). Viviendas talladas en el horizonte y que utilizaban la tierra como elemento estructural y aislante, permitiendo la aparición de espacios atemperados, cálidos en invierno y frescos en verano.

Los Yaodongs más elaborados contaban con una fachada de piedra, una planta rectangular y accesos a través de escaleras perforadas en la superficie; un acceso directo a patios distribuidores abiertos al cielo y, que al igual de los ejemplos mencionados anteriormente, proporcionaban la ventilación e iluminación necesarias en las estancias ubicadas en torno a él. Las habitaciones se ordenaban en torno a uno o más patios y se ventilaban no sólo a través de la apertura de huecos en sus fachadas sino a través de chimeneas perforadas en el grueso del **plano horizontal**.



Figura 19 Vista de las viviendas en el valle de Loess a vista de pájaro.

Fuente: RUDOFKY, Bernard. (2020). *Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí* (Enrique Alda, Trans.). Pepitas. (Obra original publicada en 1964).

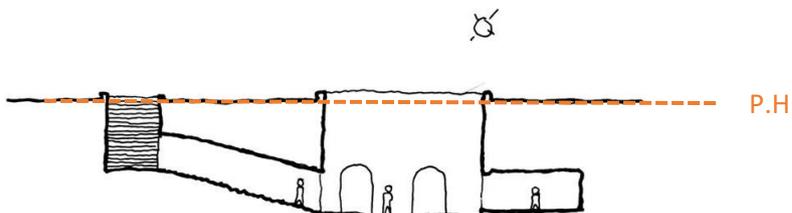


Figura 18 Sección longitudinal de vivienda tipo por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

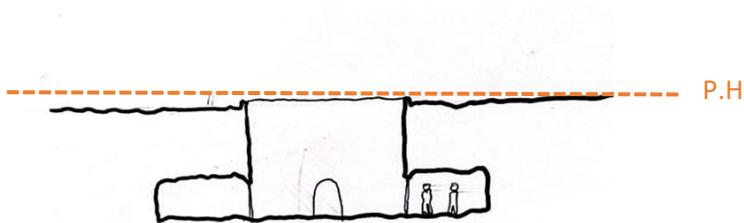


Figura 20 Sección transversal de vivienda tipo por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

EVOLUCIÓN. Viviendas por debajo de un **PLANO HORIZONTAL**:

En este sentido, y dando un salto considerable en la historia, con el fin de tener una visión general en la evolución de la **vivienda excavada bajo el plano horizontal** y, siguiendo la estrategia típica en las construcciones troglodíticas excavadas de hace miles de años, surgen nuevas propuestas en la última década del siglo XX que valoran el espacio enterrado siendo en muchos casos arquitectura creada no por la naturaleza sino por el hombre. Es decir, una estrategia de aproximación al plano que, a pesar de su condición de artificialidad sigue aprovechando la tierra como elemento de cubrición y, que al igual de nuestros antepasados utiliza el abrigo de la tierra para resguardarse del exterior.

En la actualidad, multitud de ejemplos de viviendas excavadas bajo el plano han supuesto en muchos arquitectos una estrategia a elegir, una forma sostenible de hacer arquitectura.

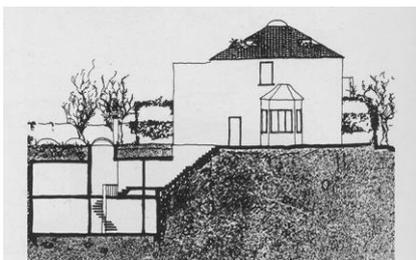


Figura 21 Sección vivienda, Rascañiernos de Fernando Higuera Madrid (1972) Fuente: <https://www.katarimag.com/blog/el-rascañiernos-la-casa/cueva-del-arquitecto-espanol-fernando-higuera>

A.2 Sección esquemática: Propuesta Folding de Ellen Monjen 1994

En la evolución de las viviendas excavadas bajo un plano horizontal aparecen propuestas en busca de la sostenibilidad de la que carece la ciudad industrial, sistemas de comunidades sostenibles como el presentado en 1994 por el arquitecto Ellen Monjen, Folding y que, al igual que las casas cueva en el valle de Loess se configuran gracias a la excavación total del espacio **bajo el plano horizontal**, ventilado e iluminado a través de rasgaduras en la plataforma de hormigón que actúa como cubrición. A diferencia de las construcciones más antiguas estas no son viviendas independientes que forman comunidades bajo el espeso, sino que constan de edificios en altura divididos por el plano ecuatorial artificial, una parte destinada a oficinas en la superficie y otra, residencial bajo la plataforma, al abrigo de la tierra.

Conjuntos residenciales que estarían, si se hubiera llevado a cabo, enterrados, aprovechando las características isotermas que le proporciona enterrarse, conectados a su vez a través de espacios intermedios formando una auténtica comunidad excavada. Viviendas iluminadas y ventiladas por la luz y el aire que entra a través de los huecos en superficie.



Figura 24 Propuesta Folding de Ellen Monjen 1994.

Fuente: GAUSA, Manuel. (1998). Housing: nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR.

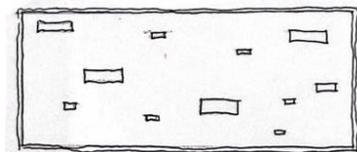


Figura 22 Planta de cubiertas del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.



Figura 23 Sección longitudinal de propuesta Folding por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

A.2 Sección esquemática: Vivienda en Ribela de Trespes. Arquitectos en Ribela (España) 2021

En la actualidad, el esquema de vivienda tradicional de la casa cueva bajo el plano horizontal ha evolucionado, como podemos ver en la vivienda en Ribela realizada por el estudio Trespes. Arquitectos hacia una tipología más abierta al paisaje. Es decir, parte del mismo esquema de un patio abierto a las estancias de servicio, pero la fachada de acceso no está ahora bajo la superficie, sino que actúan como una muralla que separa dos planos, uno a cota 0 a modo de cubierta y otro inferior conectado con la plataforma de acceso.

Por tanto, esta vivienda a diferencia de los anteriores ejemplos expuestos permite, gracias a encontrarse entre dos cotas, ubicarse bajo el plano horizontal y abrirse hacia el paisaje.

Una topografía de planos superpuestos que permiten la excavación vertical siguiendo la estrategia de los antiguos, **la vivienda excavada bajo un plano horizontal.**



Figura 26 Vivienda en Ribela de Trespes. Arquitectos en Ribela (España) 2021.

Fuente:
<https://www.archdaily.cl/cl/982074/vivienda-en-ribela->

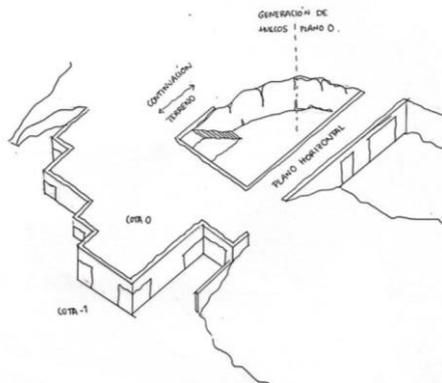


Figura 25 Vista general de la vivienda en Ribela de Trespes. Arquitectos (España). Boceto de elaboración propia.

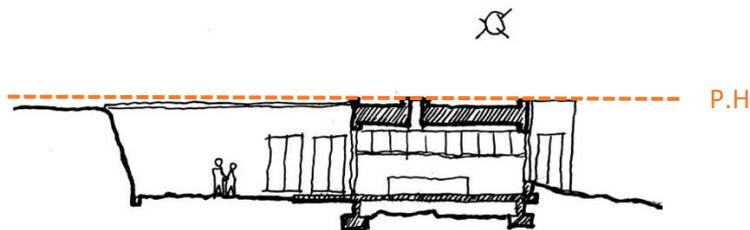


Figura 27 Sección trasversal vivienda en Ribela por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

A.2 Sección esquemática: Ca'n Terra de Ensamble Studio en Menorca (España) 2020

En esta estrategia de aproximación al plano horizontal cabe destacar otro tipo de actuaciones, no concebidas desde la creación de espacios enterrados nuevos, sino de espacios surgidos tras la reinterpretación del vacío creada hace décadas y olvidada con el paso del tiempo.

Así, arquitectos como Ensamble Studio utilizan en su proyecto Ca'n Terra una antigua cantera excavada en la roca de mares valorándola hoy como un nuevo espacio donde el hombre puede habitar.

Un **gran plano horizontal** de masa pétreo, horadado y que ahora, tras las labores de reacondicionamiento, la colocación de nuevos cortes de ventilación y la creación de pozos de luz suponen una nueva forma sostenible de vivir bajo la tierra.



Figura 29 Vivienda Ca'n Terra de Ensamble Studio en Menorca (España) 2020. Fuente: <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/a36750175/casa-cueva-can-terra-menorca-ensamble-studio/>

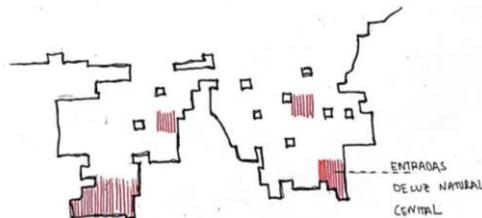


Figura 28 Planta del conjunto Ca'n Terra de Ensamble Studio. Boceto de elaboración propia.



Figura 30 Sección transversal Ca'n Terra por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

Como hemos observado, el ingenio y las ganas de superación de ese tipo de arquitecturas anónimas, vernáculas, troglodíticas...etc. propias de estas comunidades y, que ha supuesto la superación de los tipos elementales, evolucionando hacia configuraciones más complejas, formando auténticos espacios para la colectividad. Por tanto, si estos espacios forman comunidad y suponen espacios arquitectónicamente ricos, adaptables y sostenibles,

¿no pueden suponer las recientes arquitecturas excavadas, ya sea a través de grietas, pozos o cizalladuras en el plano horizontal, ejemplos que han partido de las mismas bases que nuestros antepasados?

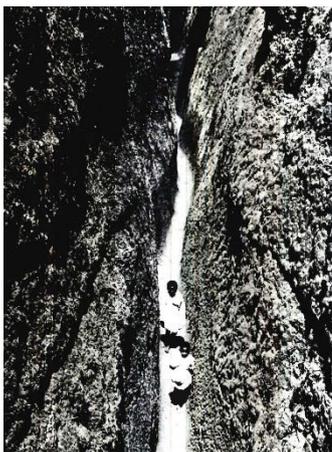
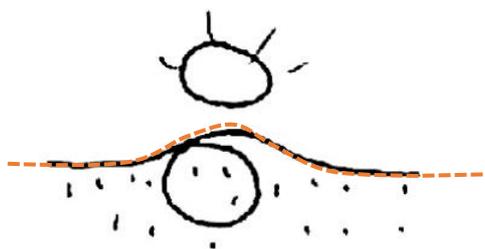


Figura 31 Camino en trinchera en Lalibela. Fuente: ALGARÍN COMINO, Mario. (2006). *Arquitecturas excavadas: el proyecto frente a la construcción del espacio*. Nº 21 de la Colección Arquíthesis. Fundación Caja de Arquitectos



B. INICIOS. Viviendas por debajo

DEL PLANO ONDULADO:

Excavación horizontal

En este tipo de arquitecturas se engloban aquellas donde la sustracción de materia se realiza en un plano ondulado donde la vivienda permanece enterrada bajo él. Un tipo de configuración basada principalmente en la excavación horizontal, muy cercana a la cueva natural. Donde la entrada, ahora, no se realiza desde el plano superior, sino que está ubicada horadada en el plano vertical. Dentro de esta tipología podemos agrupar todas aquellas arquitecturas residenciales excavadas, ya sea, en formaciones rocosas como los conos de Göreme en Capadocia (Turquía) como en planos artificiales ondulados, pero que comparten una misma estrategia: la excavación bajo un plano que no sigue la línea horizontal pura.

Si en la excavación vertical de planos horizontales hablábamos de paisajes agujereados imperceptibles en el horizonte, ahora, tras la excavación de plano ondulado u inclinado, tendremos un paisaje agujereado, un sistema de llenos y vacíos superpuestos o no.



Figura 32 Accesos a bodegas y viviendas junto al castillo-ciudadela de Gormaz (Soria)

Fuente: ALGARÍN COMINO, Mario. (2006). Arquitecturas excavadas: el proyecto frente a la construcción del espacio. Nº 21 de la Colección Arquithesis. Fundación Caja de Arquitectos

B.2 Conos de Goreme en Capadocia (Turquía) S.III y IV

Dos artistas se unieron para generar Capadocia, el hombre y la naturaleza. Un juego de extracción humana que junto con la erosión natural conforman uno de los valles más conocidos en el mundo, formaciones rocosas agujereadas en altura **bajo un plano ondulado** como si de una ciudad moderna se tratara.

Un plano moldeado, rocoso y perforado por el que lo habita, viviendas apiladas en la masa pétreo conectadas a través de pasadizos y escaleras formando auténticos espacios colectivos en altura.

Comunidades de viviendas abiertas en fachada, conectadas directamente con el paisaje que rodea los miles de peñascos que conforman la región y que ha servido como refugio desde los siglos S.III y IV hasta la actualidad.

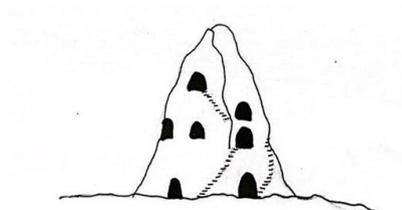


Figura 33 Cono de Goreme en Capadocia (Turquía). Boceto de elaboración propia.

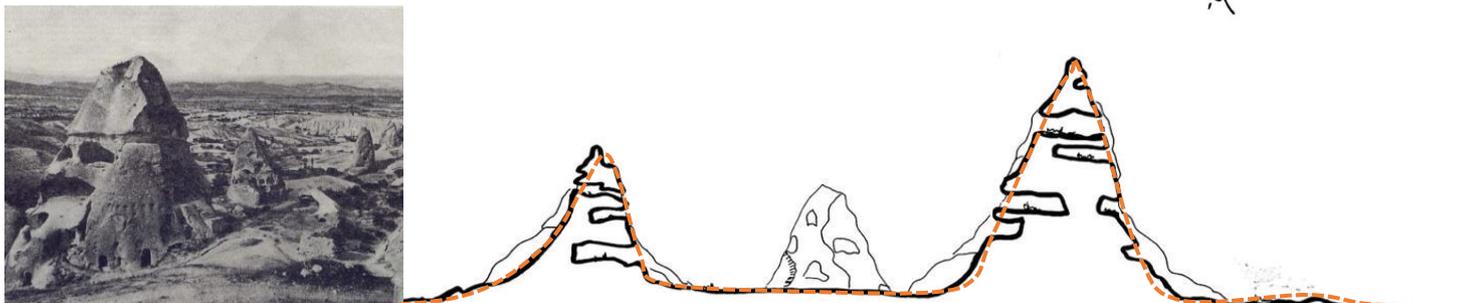


Figura 34 Valle Conos de Goreme en Capadocia (Turquía) S.III y IV. Fuente: RUDOFKY, Bernard. (2020). Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí (Enrique Alda, Trans.). Pepitas. (Obra original publicada en 1964).

Figura 35 Sección general del valle de los conos de Goreme por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 Cuevas del Alanzora en Almería (España) S. VII a.C

Desde tiempos remotos, culturas como los fenicios, griegos, romanos, cristianos...etc. han dominado el mar Mediterráneo en busca de control y riqueza. Así, las cuevas de Alanzora al noreste de la provincia española de Almería jugaron un papel decisivo ya que, supusieron refugio y hogar para miles de generaciones, formando auténticas comunidades en altura. Estos pétreos y solitarios barrancos atrajeron a unos habitantes deseosos de poder y que encontraron en este basto paraje un lugar donde además de vivir podían desarrollar la actividad económica a través de la minería. En este sentido, aprovecharon el **plano ondulado** que les proporcionaba la tierra, lo horadaron horizontalmente y formaron sus hogares, como si de auténticas cuevas prehistóricas se tratara.

En definitiva, espacios domésticos excavados en la tosca piedra, abiertos al paisaje a través de huecos en la fachada de roca. Un conjunto de viviendas troglodíticas apiladas, conformando un entramado de bancales toscos a los que podemos acceder a través de caminos que rodean los promontorios que conforman el plano ondulado.



Figura 37 Cuevas del Alanzora en Almería (España) S.VII a.C.

Fuente: <https://almeriaisdifferent.com/wp-content/uploads/2019/04/Cuevas-del-Alanzora-1-650x405.jpg>

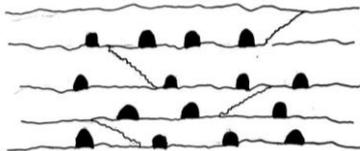


Figura 36 Vista frontal de Cuevas del Alanzora en Almería (España). Boceto de elaboración propia.



Figura 38 Sección longitudinal de viviendas por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

**EVOLUCIÓN. Viviendas por debajo
de un PLANO
ONDULADO U OBLICUO:**

Se trata de un planteamiento que niega el plano recto, que usa las superficies inclinadas a su favor, un soporte para el asentamiento humano a través de auténticos edificios naturales de viviendas apiladas que podrían suponer una alternativa a la concentración urbana del futuro. Esta estrategia es difícilmente reproducible en la actualidad, como consecuencia de la necesidad de ubicación en terrenos montañosos y escarpados, alejados de los centros urbanos. Este problema podría ser resuelto gracias al ingenio y el avance tecnológico, a través de nuevas configuraciones artificiales del terreno¹⁷ o la consideración del vacío como estrategia como ocurre en la propuesta del arquitecto portugués Aires Mateus que a pesar de ser una biblioteca para la ciudad de Lisboa (Portugal) bien podría ser una comunidad horadada en la masa compacta, densa y artificial de igual forma que hicieron nuestros antepasados en el valle de Goreme en Turquía.

Así, el aprovechamiento de las formaciones podría transformar la geometría de los suelos hacia una concepción más flexible y agradable. En este punto, la línea horizontal se quebraría hasta llegar a alcanzar esquemas pautados y ordenados. Evocando a una serie de formaciones artificiales donde no existe la excavación del material natural, sino por el contrario se consigue, tras la aportación de materiales para modificar el relieve según las necesidades, las dimensiones e inclinaciones necesarias.

“En el futuro el elemento arquitectónico no será la fachada ni la cubierta, como parecen indicar algunas investigaciones recientes sobre estructuras tridimensionales, colgantes o neumáticas, sino el nivel, el suelo”¹⁸

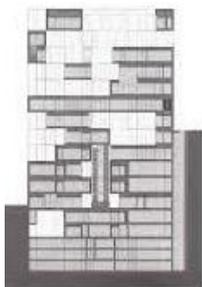


Figura 39 Biblioteca de Lisboa de Aires Mateus (2006) Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/biblioteca-central-y-archivo-municipal-lisboa>

¹⁷ GAUSA, Manuel. (1998). Housing: nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR.

¹⁸ VIRILIO, Paul (1965). *Ublicuidad*. Citado en op.cit Diccionario Arquitectura Avanzada. Pág.599

B.2 Esquema de circulaciones oblicuas y esquema de agrupación de viviendas en el espacio residencial por Claude Parent y Paul Virilio. 1996

Para los arquitectos Claude Parent y Paul Virilio en 1996 la concepción de la ciudad contemporánea debía entenderse como un conjunto de **planos oblicuos** que debían integrarse en el paisaje, formando parte del propio territorio.

Una estrategia, utilizada por ambos arquitectos en su proyecto de agrupación de viviendas en el espacio residencial a través de la superposición de planos diagonales dispuestos sobre una pendiente, ya fuera una montaña o un relieve artificial. Un conjunto de cuevas artificiales **bajo planos oblicuos artificiales** como si de un fuelle se tratara y, que a vista de pájaro sería casi imperceptible si no fuera por sus aberturas o rasgaduras en superficie, una serie de accesos, entradas de luz y ventilación del espacio bajo el plano del suelo.

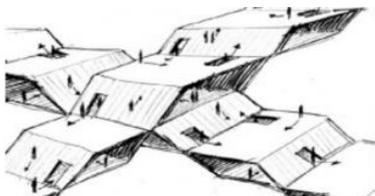


Figura 40 Esquema de circulaciones oblicuas y esquema de agrupación de viviendas en el espacio residencial por Claude Parent y Paul Virilio 1996. Fuente:

<https://thefunambulistdotnet.wordpress.com/2010/12/23/great-speculations-the-oblique-function-by-claude-parent-and-paul-virilio/>

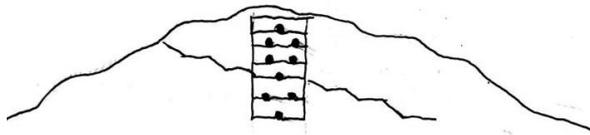


Figura 39 Vista frontal de viviendas por debajo de un plano ondulado artificial. Boceto de elaboración propia.

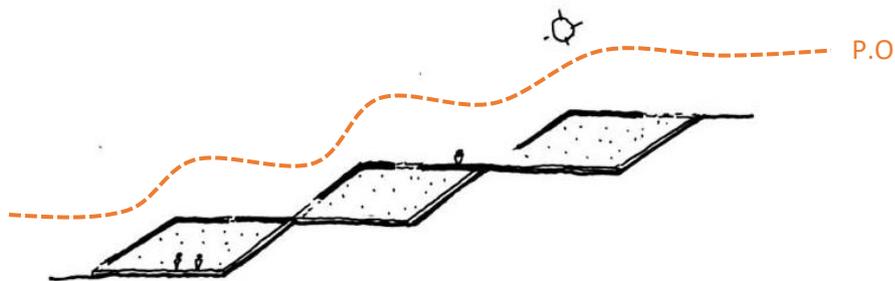


Figura 41 Sección longitudinal tipo de viviendas por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 Propuesta Dislocation de Katshuhiro Isobe. 1993 y propuesta de Desarrollo urbano para Freising (Alemania) de Herman Hertzberger. 1993

En otros dispositivos, los arquitectos Katshuhiro Isobe y Herman Hertzberger plantean en Dislocation y el proyecto residencial en Freising (Alemania) respectivamente, propuestas de **planos artificiales ondulados**. Una estrategia basada en la creación de un mar de dunas albergando en su interior comunidades de viviendas. De este modo, la separación entre las **franjas onduladas** serviría como espacios colectivos verdes, los techos de las viviendas aprovecharían las características isotermas de la tierra y las viviendas captarían los rayos del sol a través de sus fachadas. Un planteamiento de activación del suelo rústico, de la planicie desocupada, una forma de descongestionar las ciudades en comunidades sostenibles.



Figura 43 Propuesta Dislocation de Katshuhiro Isobe 1993. Fuente: GAUSA, Manuel. (1998).

Housing: nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR.

Una configuración híbrida entre la topografía y la edificación, un planteamiento artificial de cubiertas verdes integradas en el paisaje.



Figura 46 Propuesta de desarrollo urbano para Freising (Alemania) de Herman Hertzberger. Fuente: GAUSA, Manuel. (1998). Housing: nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR.

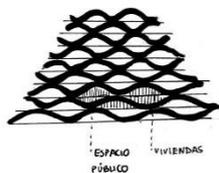


Figura 42 Vista frontal de la propuesta Dislocation de Katshuhiro Isobe 1993. Boceto de elaboración propia.

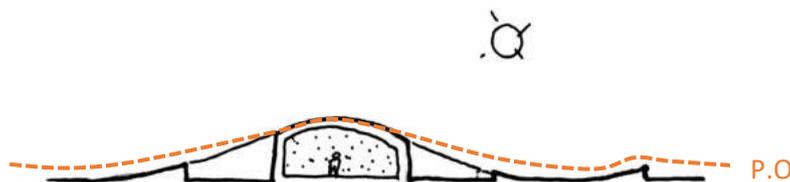


Figura 44 Sección tipo de vivienda por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

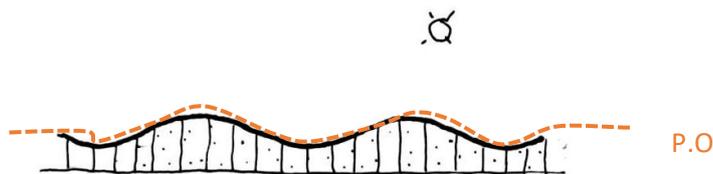


Figura 45 Sección tipo de viviendas por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 N.Caved de Mold Architects en la isla de Sérifos (Grecia). 2020

En este aprovechamiento del plano oblicuo surgen, en la actualidad, propuestas como N.Caved donde los arquitectos Mold Architects utilizan la excavación mediante **perforaciones ortogonales** en el plano ondulado de la ensenada rocosa para protegerse de los vientos del norte que azontan la isla de Sérifos en Grecia.

Una vivienda configurada en base a una trama rectangular en pendiente, ubicada bajo un **plano ondulado** en la ladera en donde se ubica. En este sentido, la distribución de la vivienda se realiza, al igual que ocurría en el esquema de los conos de Goreme en Capadocia (Turquía) en base a llenos y vacíos conectados por escaleras de acceso.

La inclinación frente a la horizontalidad, la integración frente la conmemoración de la riqueza en la superficie. Un sistema de cueva artificial muy cercano al hábitat excavado en un plano ondulado, como hemos visto anteriormente, en las cuevas de Almazora en Almería (España).



Figura 48 Vivienda N.Caved en la isla Sérifos (Grecia) 2020. Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/955140/casa-ncaved-mold-architects>

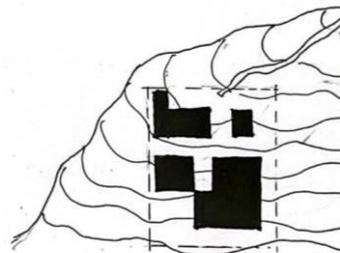


Figura 47 Vista frontal de vivienda N.Caved en la isla Sérifos (Grecia) 2020. Boceto de elaboración propia.

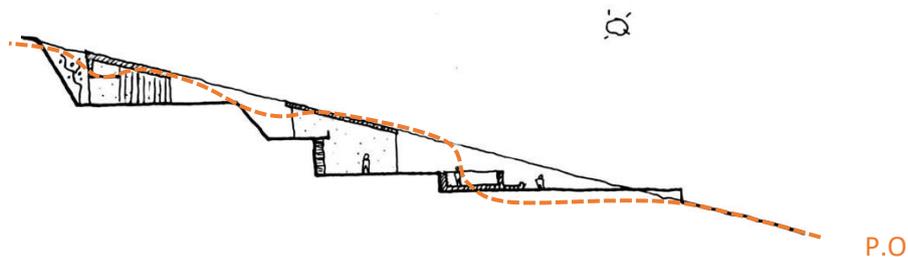


Figura 49 Sección longitudinal por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 Hotel/ Resort de Sou Fujimoto en la isla Ishigaki (Japón) 2022

Un **gran plano ondulado** cubierto de **perforaciones circulares** proporciona cobijo a la nueva propuesta residencial del arquitecto japonés Sou Fujimoto, en la isla Ishigaki (Japón).

Una estrategia de proyecto que permite la generación de un complejo hotelero de 10 viviendas sobre una base circular abierta, en todas sus direcciones, hacia el paisaje natural circundante. En este sentido, el gran techo cubierto de vegetación permite la integración total del artefacto en el entorno además de, beneficiarse de las propiedades isotermas de la masa vegetal como cubrición de los espacios domésticos y colectivos interiores.

Así, su forma permite el acceso desde los huecos circulares en la superficie del plano hacia la cubierta verde, generando espacios colectivos bajo y sobre él. Es decir, los límites entre interior y exterior se diluyen provocando una simbiosis completa entre arquitectura y paisaje.



Figura 51 Hotel/ Resort de Sou Fujimoto en isla Ishigaki (Japón) 2022. Fuente: <https://decor.design/es/un-techo-ondulado-verde-cubre-el-proyecto-de-resort-de-sou-fujimoto-en-la-isla-de-ishigaki-japon/>

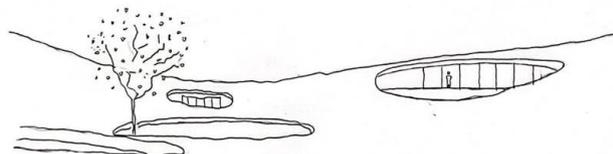


Figura 50 Vista frontal de la propuesta de Sou Fujimoto en la isla Ishigaki (Japón) 2022. Boceto de elaboración propia.

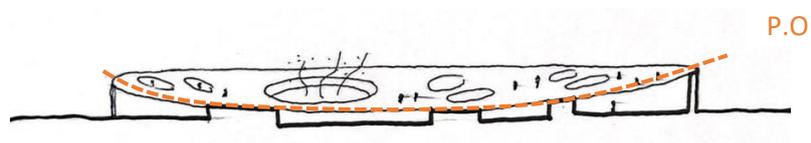


Figura 52 Sección longitudinal por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

Cueva construida

Cueva enterrada



C.INICIOS. Viviendas

semienterradas **bajo un plano:**

En la búsqueda de alternativas sostenibles a la vivienda colectiva contemporánea, como consecuencia del voraz aumento de la ciudad preindustrial, algunos estudios toman los paisajes agrícolas como una posible respuesta al proceso de cambio que está sufriendo la ciudad¹⁹.

Hablamos de un tipo de arquitectura semienterrada que permite la transferencia entre construcción y paisaje, entre arquitectura y bancales a través de la cueva construida y la cueva enterrada y que puede verse no sólo en lugares comúnmente conocidos como Machu Pichhu o el Generalife de Granada sino en lugares rurales como los Sassi de Matera en Italia²⁰.

Así reaparece una tipología donde dominan ambos planos, horizontal y vertical, que, aunque comparten la utilización del plano inclinado en la construcción del paisaje, suponen un desarrollo urbano y arquitectónico de los que allí habitan, gracias a la fertilidad de los suelos sobre los que se erigen sus construcciones.

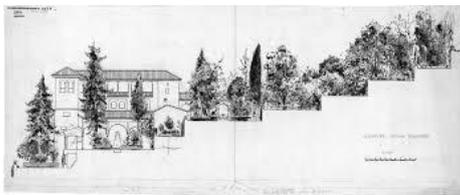


Figura 53 Generalife de Granada (España) Fuente: CASTELLANO PULIDO, Francisco Javier. (2019). Bancales habitados: de la reutilización en la arquitectura tradicional al trabajo con el tiempo de César Manrique y Souto de Moura. Proyecto Progreso Arquitectura. Paisaje de Bancales, 21. Universidad de Sevilla.

¹⁹ CASTELLANO PULIDO, Francisco Javier. (2019). Bancales habitados: de la reutilización en la arquitectura tradicional al trabajo con el tiempo de César Manrique y Souto de Moura. Proyecto Progreso Arquitectura. Paisaje de Bancales, 21. Universidad de Sevilla.

²⁰ CASTELLANO PULIDO, Francisco Javier. (2015). El patrimonio fértil. Transferencias entre el paisaje agrario y la arquitectura en los crecimientos urbanos. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

C.2 Ciudad Sassi de Matera (Italia) 3500 a.C

Mucho antes de la aparición de las cuevas de Almanzora en Almería (España), aparecieron en épocas prehistóricas lo que podríamos llamar en la actualidad, un auténtico ecosistema urbano, los Sassi de Matera en Sicilia (Italia). Un conjunto urbano de **cuevas semienterradas** bajo un plano ondulado, horadadas en la montaña y, que han perpetuado desde tiempos prehistóricos hasta la actualidad. Una estrategia de excavación mixta, horizontal y vertical, complementada por construcciones anexas, haciendo de la montaña donde se apoyan, una auténtica ciudad en pendiente.

Sassi de Matera conforma un asentamiento urbano sostenible como consecuencia del uso cuidadoso de los recursos naturales como son el agua, la energía y la tierra.

En definitiva, una ciudad de piedra que ha aprovechado la inclinación del plano para la construcción de una ciudad y que ha estado en continuo cambio y crecimiento.



Figura 55 Ciudad Sassi de Matera (Italia)
3500 a.C. Fuente:
https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mat_era_Sassi.jpg

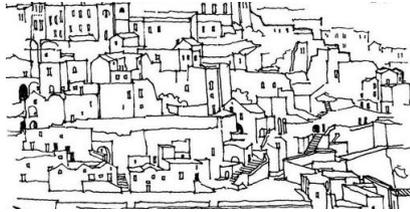


Figura 54 Vista frontal de ciudad Sassi de Matera (Italia) 3500 a.C. Boceto de elaboración propia.



Figura 56 Sección longitudinal viviendas semienterradas en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

EVOLUCIÓN. Viviendas semienterradas bajo el plano del suelo, la cueva enterrada y la cueva construida:

En este sentido, y siendo conscientes, no solo de las ventajas que proporciona este tipo de estrategia de intervención en el plano del suelo, sino de la irreversibilidad de la huella provocada por la acción del hombre en la tierra, surge a partir de la década de 1960, un grupo de arquitectos que vuelven la mirada hacia esos paisajes semienterrados en el plano del suelo. Paisajes construidos en base cualidades comunes como son la adaptación natural a la pendiente existente, la prolongación del plano horizontal o la generación de espacios intermedios al aire libre que innegablemente nos recuerdan a antiguas ciudades islámicas construidas a base de volúmenes maclados sobre laderas inclinadas y, que bien podría ser la imagen de partida que utilizó el arquitecto Tadao Ando en su propuesta Rokko Housing en 1981.

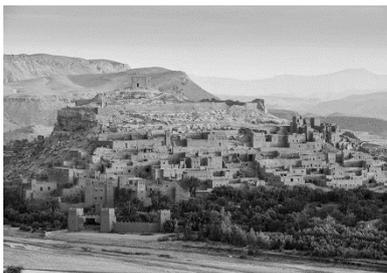


Figura 57 Ait Ben Haddou, Marrakech (Marruecos). Fuente: <https://viajar.elperiodico.com/destinos/ait-ben-haddou-lugar-fascinante-marruecos>

C.2 Siedlung Halen. Atelier 5. Berna (Suiza) 1961

En este planteamiento de **vivienda semienterrada** destaca una ladera habitada en el proyecto Siedlung Halen realizado por el Atelier 5 en Berna (Suiza). Un proyecto denso, complejo y comunitario, de viviendas en hilera de una sola crujía, realizado en un enclave privilegiado, rodeado de un bosque frondoso donde el sol, el aire fresco y los árboles que le otorgan a la propuesta un carácter natural.

El objetivo principal se basaba en la creación de unidades repetitivas de varias dimensiones, semienterradas dispuestas en varias hileras a lo largo de la pendiente del plano inclinado, donde los espacios intermedios servirían de espacios destinados a la colectividad. En este sentido, las cubiertas, todas ellas cubiertas verdes servirían también como lugares de relación.

En definitiva, una comunidad ubicada en la falda del plano y que nos recuerda a las cuevas semienterradas de los Sassi de Matera en Sicilia.



Figura 59 Siedlung Halen de Atelier 5 en Berna (Suiza) 1961. Fuente: https://wiki.ead.pucv.cl/Siedlung_Halen,_Berna,_Suiza

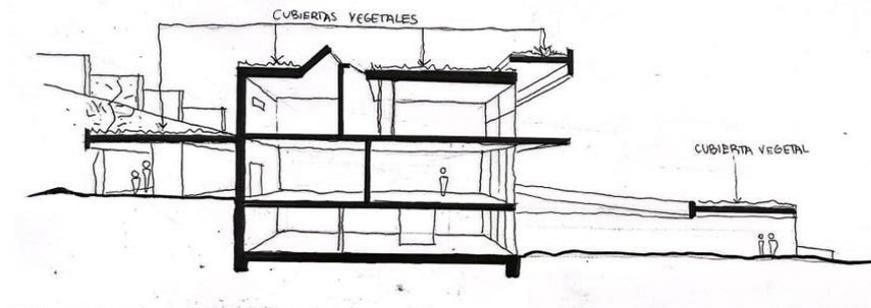


Figura 58 Sección longitudinal de vivienda tipo semienterrada en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

Cueva construida

Cueva enterrada

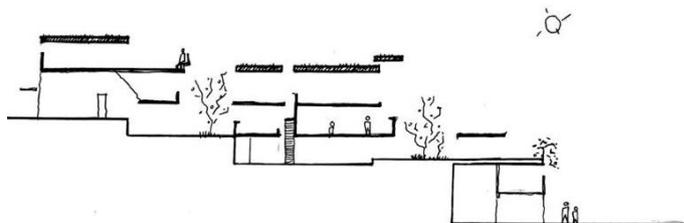


Figura 60 Sección longitudinal del conjunto residencial. Boceto de elaboración propia.

B.2 Proyecto de vivienda económica semienterrada (China) 1981

En 1981 surge en China un concurso nacional de arquitectura rural, en la búsqueda de un conjunto residencial de viviendas económicas como consecuencia del aumento de población en los últimos años.

La mayoría de los proyectos optaban por la tipología tradicional de vivienda entorno a un patio, lo que hizo destacar una de las propuestas, el proyecto de **vivienda semienterrada a través del escalonamiento de la comunidad sobre la ladera existente**. Una propuesta definida por el jurado como la solución que mejor se integraba en el lugar gracias al aprovechamiento del plano quebrado, un conjunto de viviendas semienterradas en el paisaje accidentado de bancales, una unión entre vida y producción. Así, la cueva excavada y la cueva construida permitían la prolongación de la vivienda hacia el borde del bancale a través de sus grandes huecos en fachada con su consecuente mejora de la iluminación, adaptándose al medio y permitiendo el uso de los terrenos en la parte de la cubierta vegetal como terrenos cultivables reservando la agricultura como el principal uso del terreno.

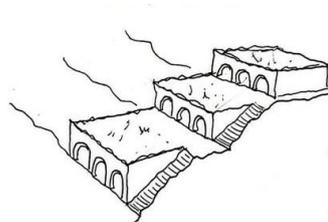
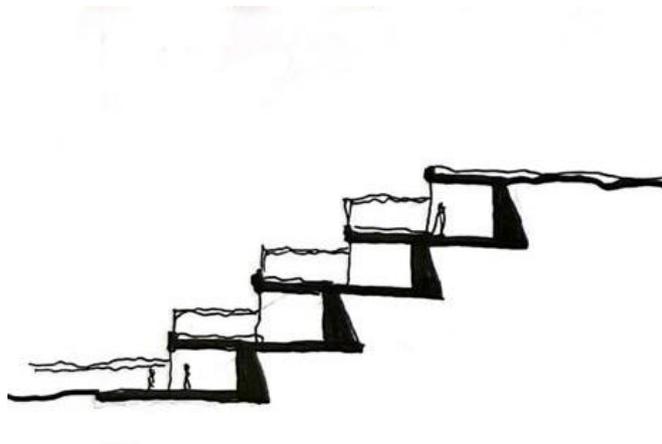


Figura 61 Vista general del proyecto para vivienda económica semienterrada (China) 1981. Boceto de elaboración propia.



Cueva construida / Cueva enterrada

Figura 62 Sección longitudinal tipo de viviendas semienterradas bajo el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 Rokko Housing I y II, Tadao Ando en Kobe (Japón) 1981

Si bien es verdad que el maestro Tadao Ando sienta las bases de su arquitectura en la tradición moderna, es innegable el hecho de que el énfasis de su obra en la naturaleza se basa en una tradición histórica y cultural. Así, proyectos residenciales como Rokko I y II utilizan la pendiente del monte Rokko en la ciudad de Kobe en Japón para empotrar su proyecto escalonado de **viviendas semienterradas** en el plano del suelo. Dos edificios escalonados semi excavados en la pendiente del monte sobre el que se ubica, basada en la generación de patios y jardines confiriendo a las unidades residenciales la correcta cantidad de luz, ventilación y confort térmico, creando una auténtica montaña habitada. El proyecto parte de un conjunto de viviendas ubicadas al sur aprovechando los beneficios de implantación y sus vistas tras el apoyo de la propuesta en el plano inclinado de la montaña. En definitiva, dos conjuntos residenciales que han servido y sirven como hábitat a cientos de personas.



Figura 65 Rokko Housing I y II de Tadao Ando en Kobe (Japón). Fuente: <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/conjuntos-de-viviendas-rokko-i-ii-y-iii/>

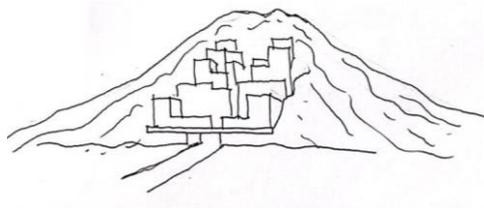


Figura 63 Vista general Rokko Housing I y II de Tadao Ando en Kobe (Japón) 1981. Boceto de elaboración propia.

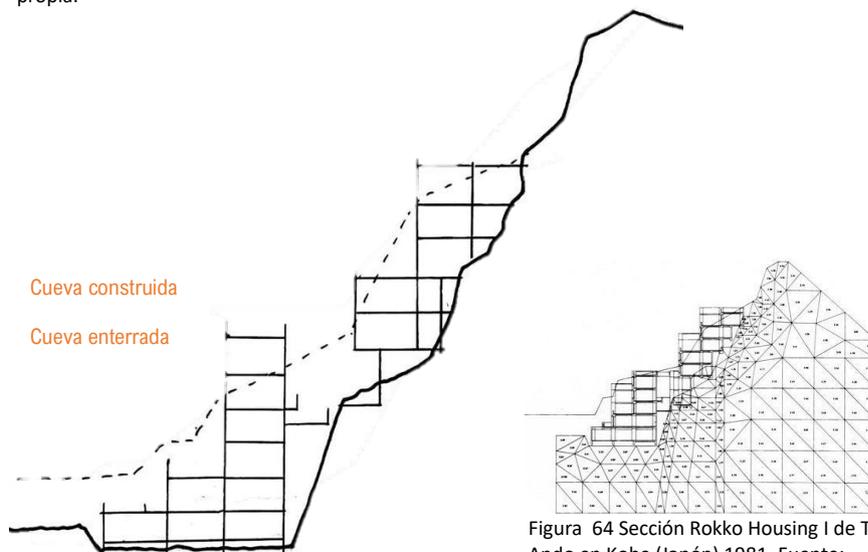


Figura 64 Sección Rokko Housing I de Tadao Ando en Kobe (Japón) 1981. Fuente: <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com/2008/03/tadao-ando-rokko-housing.html>

Figura 66 Sección longitudinal de viviendas semienterradas bajo el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

ACTUALIDAD. Viviendas semienterradas bajo el plano, la cueva enterrada y la cueva construida:

En la actualidad, una de las ventajas en estos proyectos es la combinación entre **cueva excavada y cueva construida**, como consecuencia de una especialización y conocimiento de las nuevas técnicas constructivas. Esto provoca, volviendo al boceto de Alejandro de la Sota, una completa simbiosis entre la semilla enterrada y la semilla despierta: una evolución de la Casa Domínguez, consiguiendo una mejora en la iluminación natural y la ventilación, prolongando la vivienda hacia un patio aterrazado en el plano horizontal, abierto al paisaje.

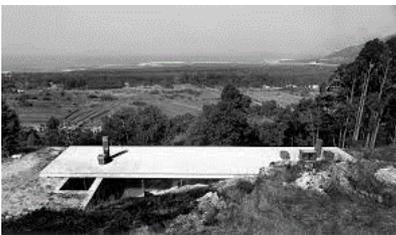


Figura 67 Casa en Moledo de Eduardo Souto de Moura , Moledo (Portugal) 1991. Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/casa-en-moledo>

B.2 Casa en Moledo, Eduardo Souto de Moura. Moledo (Portugal). 1991

Situada en un antiguo terreno de labranza y un emplazamiento austero, el arquitecto Eduardo Souto de Moura decide acomodarse a la pendiente existente en el pueblo costero de Moledo en Portugal.

Se trata de una intervención basada en la configuración de una vivienda insertada en bancales. A través de una **estrategia de semi excavación** en el plano quebrado, configurado a base de bancales anchos de poca altura sostenidos por muros de contención de piedra. En este sentido, la vivienda se excava en uno de los escalones generando dos fachadas, una en contacto directo con el paisaje a través de su superficie acristalada y otra ubicada en la parte trasera hacia un patio irregular de piedra tallada.

Una adaptación perfecta al plano quebrado de cultivo que permite la intervención en el territorio a través de un elemento independiente en el paisaje.



Figura 69 Casa en Moledo de Eduardo Souto de Moura (Portugal) 1991. Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/casa-en-moledo>

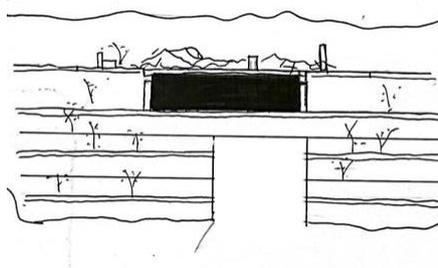


Figura 68 Vista frontal de la vivienda en Moledo de Eduardo Souto de Moura (Portugal) 1991. Boceto de elaboración propia.

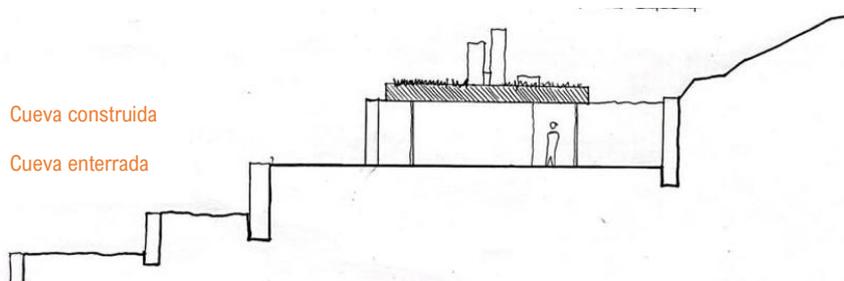


Figura 70 Sección longitudinal de vivienda semienterrada en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 Casa Cantarell, Lluís Jubert y Eugènia Santacana en Púbol (España) 1996

Como consecuencia del escaso interés del entorno, los arquitectos Lluís Jubert y Eugènia Santacana deciden utilizar la **semi excavación** del plano horizontal como una estrategia de privacidad y protección del entorno circundante.

En este caso estamos hablando de una división de la vivienda en dos que fácilmente nos puede recordar al proyecto realizado por Alejandro de la Sota en la casa Domínguez, pero que a diferencia de ella, en este caso no se realiza una zonificación de la vivienda sino que la zona superior e inferior son espacios adaptables a las necesidades del que lo habita.

Una cueva enterrada, fresca bajo el abrigo del plano del suelo en contacto directo hacia un patio entre muros de contención al que se puede acceder a través de una rampa siguiendo patrones heredados de construcciones prehistóricas como las casas enterradas en el valle de Loess (Turquía). Una cueva construida en superficie vinculada con la primera a través de una escalera.



Figura 72 Casa Cantarell de de Lluís Jubert y Eugènia Santacana en Púbol (España) 1996. Fuente:

<https://www.lluisjubert.com/es/projects/casa-jordi-cantarell/>

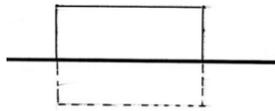


Figura 71 Vista frontal de Casa Cantarell de Lluís Jubert y Eugènia Santacana en Púbol (España) 1996. Boceto de elaboración propia.

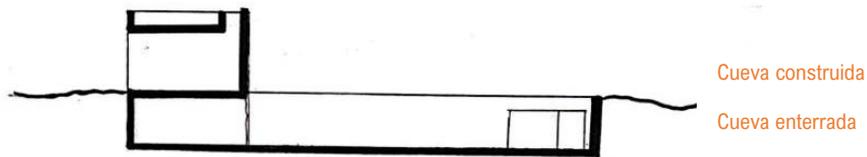


Figura 73 Sección longitudinal de vivienda semienterrada en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 Proyecto de viviendas en bancales por Rueda Pizarro en Tenerife (España) 2001

Retomando la estrategia del arquitecto portugués Eduardo Souto de Moura en la Casa Moledo, surge un proyecto de viviendas insertadas en bancales realizada por el estudio de arquitectura Rueda Pizarro en Tenerife para el concurso European 6. Una solución de viviendas adaptadas a la topografía del plano inclinado existente, **viviendas semienterradas** en bancales geometrizados en busca de la construcción de un nuevo paisaje artificial.

Este proyecto consiste en un conjunto de plataformas de cultivo aterrazadas comunes a todas las viviendas que conforman el conjunto residencial, fachadas abiertas al paisaje costero que buscan el sol, el viento y que se aprovechan de la inercia térmica del terreno.

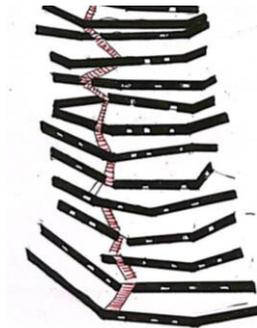


Figura 74 Vista frontal de viviendas en bancales . Boceto de elaboración propia.

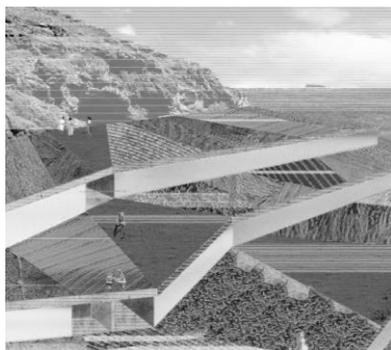


Figura 75 Proyecto de viviendas en bancales de Rueda Pizarro en Tenerife (España) 2021. Fuente: <https://ruedapizarro.es/0103-european-6-tenerife/>

Cueva
construida

Cueva enterrada

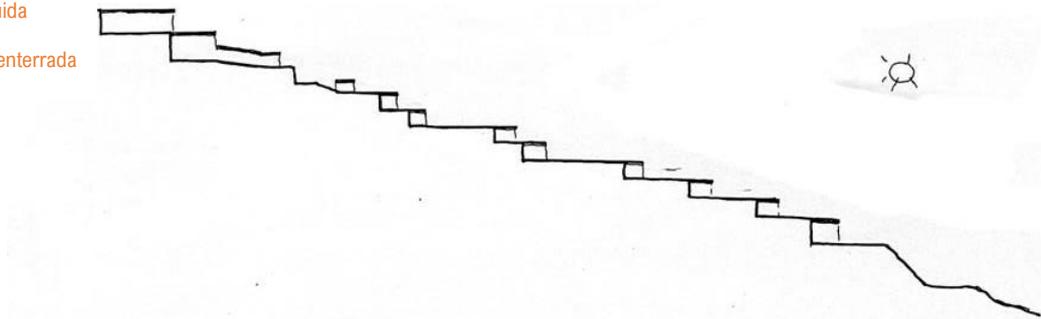


Figura 76 Sección longitudinal de viviendas semienterradas en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

3. Cualidades del espacio excavado

Parámetros climáticos del hábitat humano:

3.1 Inercia térmica

3.2 Ventilación natural

3.3 Iluminación natural

Introducción al hábitat humano, confort térmico:

El cuerpo humano, aunque con una gran resistencia al medio, es muy limitada comparada con otras especies de mamíferos. Este, necesita unas condiciones higrotérmicas específicas en un intervalo de temperaturas muy reducido. Esta sensación permite a las personas no sentir ni frío ni calor y percibir el ambiente con una sensación de satisfacción donde poder vivir y desarrollarse, un concepto que conocemos como **confort térmico**²¹.

Como hemos observado en anteriores capítulos, la arquitectura excavada ha supuesto durante muchos siglos, una de las alternativas al habitar humano. A lo largo de la historia las intervenciones en el plano del suelo se han realizado, en gran medida, para dar respuesta a la desprotección sufrida por el hombre ante condiciones climáticas adversas. La vivienda humana ha sido desde la antigüedad un espacio donde los grupos sociales se han relacionado y han crecido en comunidad, por ello, se hace imprescindible la construcción de arquitecturas, donde, siguiendo la reflexión del arquitecto Alejandro de la Sota en su boceto para la Casa Domínguez, este pueda desarrollarse.

La vivienda debe permitir atemperar el clima interior, gracias, no sólo a los avances tecnológicos que permiten un rápido acondicionamiento del ambiente interior frente al calor o el frío, sino a las estrategias de proyecto utilizadas. Es ahí donde el espacio troglodítico aporta una de las respuestas sostenibles, más satisfactorias, en la oscilación de condiciones climáticas en la que nos vemos inmersos en la actualidad.

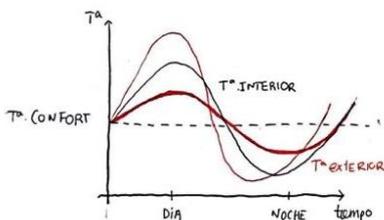


Figura 77 Gráfica Tª de confort bajo el plano del suelo. Fuente: Elaboración propia, boceto adaptado de LOUBES, J.P. (1985). Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural. GG Gustavo Gili.Madrid.

²¹ RAMÓN MOLINER, Fernando (1980) Ropa, sudor y arquitectura. Hermann Blume.

Desde hace dos décadas, estamos viviendo un cambio en el escenario climático, superamos cada año el récord de temperaturas. Ciudades dominadas por el asfalto que observan desde sus edificios de hormigón veranos más y más calurosos. El terreno, ha supuesto para el hombre, una forma de habitar en cualquier parte del mundo, una forma de crear un hábitat con recursos mínimos.

Por este motivo, haremos una revisión de los tres parámetros que dominan el hábitat humano excavado y como estos se cumplen o no, en los casos de estudio seleccionados en posteriores capítulos, pudiendo dar respuesta o no a la pregunta con la que comenzamos el documento.

¿Puede resurgir la arquitectura excavada como una alternativa a la vivienda colectiva contemporánea debido a su comportamiento bioclimático?



Figura 78. Confort térmico bajo el plano del suelo. Rascaiferno de Fernando Higuera, Madrid (España). Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/795285/rascaifernos-la-ejemplar-vivienda-enterrada-de-fernando-higuera>

3.1 Inercia térmica:

Alejandro de la Sota, en su texto explicativo sobre la concepción de la Casa Domínguez, hace referencia a como el espacio enterrado puede servir como un lugar de descanso y reposición de fuerzas. Esta concepción, poética, no está alejada de una concepción más técnica, donde la masa que rodea el espacio enterrado permite crear estancias confortables. En las arquitecturas excavadas la temperatura interior permanece constante y equivale a la temperatura media anual del aire de la región en donde se ubique. La inercia térmica de la masa de terreno permite, bajo el nivel del suelo, retrasar la temperatura varios meses a la temperatura que existe en el exterior, evitando olas de calor, heladas, etc.

En primer lugar, la temperatura bajo el terreno es estable, es decir, a medida que aumenta la profundidad, hasta 10 metros, esta no varía, se mantiene constante. Este hecho ocurre por lo que conocemos como gradiente térmico, un conjunto de condiciones de calor específico, porosidad y conductividad, asociadas a un tipo de suelo en concreto²².



Figura 79. Refugio bajo el plano del suelo en Búðahraun, Islandia. Fuente: Wikimedia commons

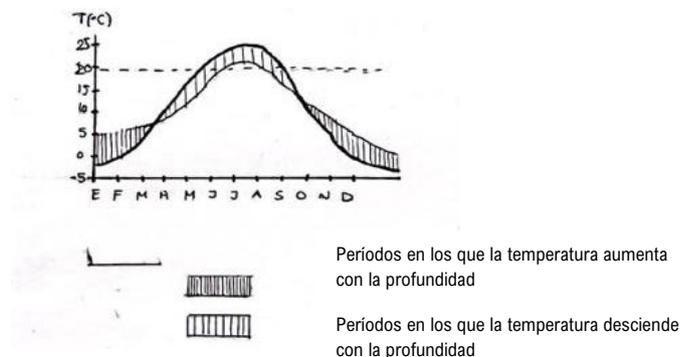


Figura 80 Curvas anuales de temperatura en función de la profundidad. Fuente: Elaboración propia, boceto adaptado de LOUBES, J.P. (1985). Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural. GG Gustavo Gili.Madrid.

²² RAMÓN MOLINER, Fernando (1980) Ropa, sudor y arquitectura. Hermann Blume.

Este concepto, podemos definirlo como la variación de temperatura respecto a la profundidad en $^{\circ}\text{C}/\text{Km}$. Exceptuando zonas volcánicas donde exista magma muy próximo a la superficie, podemos dividir esta profundidad en tres subtipos que van desde profundidades de 5 metros hasta más 100 metros. Desde nuestro punto de vista arquitectónico, las profundidades son más modestas, y pueden situarse en la primera de las categorías, hasta 50 metros de profundidad. Un intervalo donde las condiciones térmicas dependen de la transferencia con la atmósfera, haciendo de los espacios excavados lugares térmicamente confortables.²³



Figura 82. Interior vivienda en Matmata (Túnez). La masa rodea el espacio excavado. Fuente: Fotografía de Richard Luney.

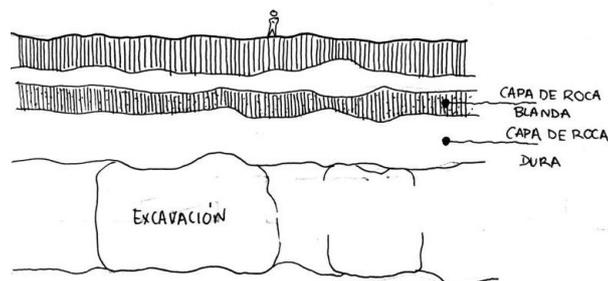


Figura 81 Proceso de excavación en la Muela. (Aragón). Fuente: Elaboración propia, boceto adaptado de LOUBES, J.P. (1985). Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural. GG Gustavo Gili. Madrid.

²³ NIELA GONZALEZ, Francisco Javier (2004). Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Munillalera.

En segundo lugar, **la inclinación del sol según la pendiente sobre la que incide** influirá rotundamente en la energía captada por el sol²⁴.

Como hemos visto, la arquitectura excavada puede variar la inclinación de su plano desde la completa horizontalidad en las viviendas enterradas en Loess hasta la excavación horizontal de planos verticalísimos en las comunidades de los Sassi de Matera en Italia, pasando, por planos con una inclinación más agradable en las propuestas ondulatorias de Katsuhiko Isoke.

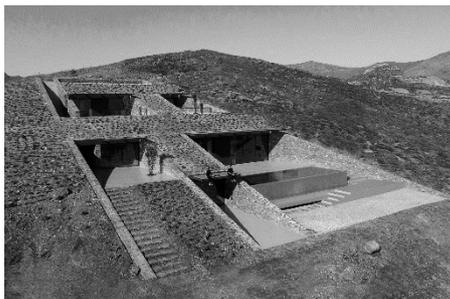


Figura 83. Ncaved de Mold Architects, Agios Sostis (Grecia) 2020. Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/955140/casa-ncaved-mold-architects/600328f263c017e136000545-ncaved-house-mold-architects-photo>

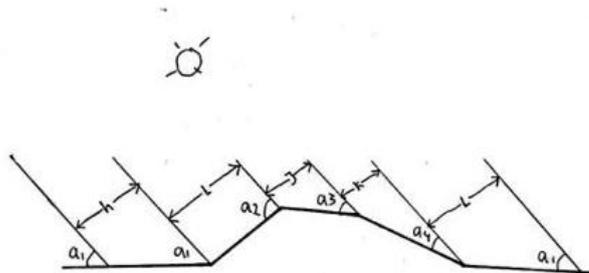


Figura 84 Variaciones de energía recibida por una misma superficie del terreno en función de la inclinación del mismo y de su orientación

El flujo incidente varía (h,i,j,k,l)

El ángulo de incidencia varía ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$)

Fuente: Fuente: *Elaboración propia, boceto adaptado de LOUBES, J.P. (1985). Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural. GG Gustavo Gili. Madrid.*

²⁴ LOUBES, J.P. (1985). *Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural*. GG Gustavo Gili. Madrid. Pág.123

Por último, la utilización de la **cubierta vegetal** como elemento de cubrición. Una techumbre conformada por una capa de tierra y vegetales que modifican por un lado, el paisaje y por otro la absorción de energía por parte del plano del suelo. Es en este punto es donde aparece el concepto del albedo, un factor decisivo en la atemperación del espacio enterrado, definido como la relación existente entre la energía reflejada y el incidente. Es decir, no es lo mismo recubrir la habitación con una cubierta árida como ocurre en las viviendas en Loess en China que, si densificamos la cubierta con césped. Por tanto, a medida que la capa de superficie crece en anchura y se cubre de vegetación, obtendremos una temperatura interior más agradable como consecuencia del aislamiento térmico que ocurre tras la colocación de un plano terroso.²⁵



Figura 86. Casa Outrial de Robert Konieczny KWK Promes, Ksiazenice (Polonia) 2009. Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/02-361726/casa-outrial-robot-konieczny-kwk-promes?ad_source=search&ad_medium=pr ojects_tab

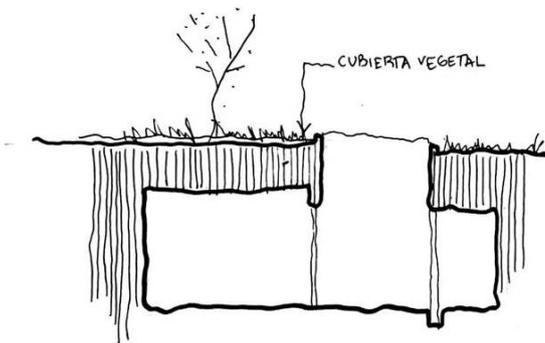


Figura 85 sección de vivienda tipo por debajo del plano horizontal del suelo. Aprovechamiento total de la inercia térmica que el suelo. Boceto de elaboración propia.

²⁵ LOUBES, J.P. (1985). Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural. GG Gustavo Gili. Madrid. Pág.125

3.2 Ventilación: chimeneas y patios

La ventilación de los espacios habitables ya sea, bajo tierra o en construcciones por encima del plano del suelo, deben ser necesarias, no sólo para el correcto desenvolvimiento de la vida, sino también por la necesidad de eliminar sustancias nocivas para el ser humano, controlar el grado de humedad y regular la temperatura.

El terreno tiene unas condiciones de humedad bastante altas, intrínsecas a las características topológicas y geológicas del terreno sobre el que se realiza la construcción. Si bien la temperatura no es un parámetro que podamos controlar fácilmente en este tipo de construcciones, la humedad, por el contrario, si lo es.

Por ello, la arquitectura excavada se vale de pozos de ventilación a modo de chimeneas, patios o aberturas en fachada en el caso de formaciones por encima del suelo con lo que reducir y controlar de una manera efectiva, la humedad y con ello regular ligeramente la temperatura.



Figura 88. Startup Lions Campus. Lago Turkana, Kenia 2021. Fuente: https://www.archdaily.cl/cl/964576/startup-lions-campus-kere-architecture?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

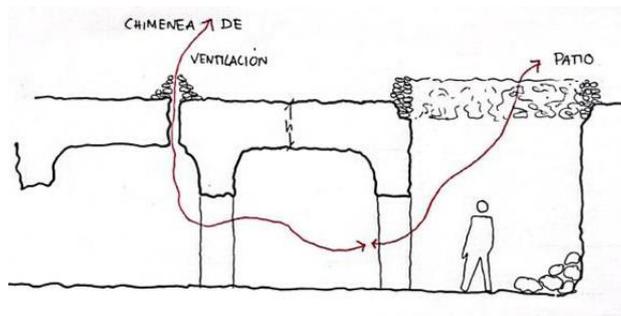


Figura 87 Ventilación en vivienda tipo bajo el plano del suelo a través de patios excavados en el plano y chimenea abierta en la cubierta vegetal. Boceto de elaboración propia.

En cualquier tipología arquitectónica, debe garantizar, ya no sólo la calidad del aire interior al que está expuesto el ser humano si no la eliminación de humos, gases y agentes patógenos. Para ello, la ventilación puede realizarse mediante dos tipos: una directa tras la eliminación de un punto en concreto que separa el espacio interior del exterior, como por ejemplo una ventana hacia un patio interior, y la indirecta, aquella que permite una renovación de aire constante. Un tipo de ventilación básica en las construcciones enterradas y que se realiza por la diferencia de presiones de aire entre la habitación interior y el aire exterior, a través de una chimenea protegida de la lluvia²⁶.



Figura 89 Cuevas en Guadix (España). Fuente: <https://guadix.es/turismo/barrio-de-cuevas/>

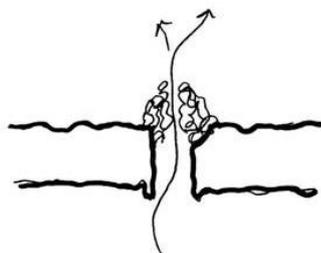


Figura 77 Chimenea de ventilación tipo en las viviendas excavadas del valle de Loess en China. Boceto de elaboración propia.

²⁶ GONZÁLEZ NIELA, Javier (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Ed. Munillalera. Madrid.

3.3 Iluminación natural

Una vez resueltas las condiciones de ventilación, la iluminación natural es uno de los problemas más comunes en este tipo de arquitecturas. En la mayoría de las ocasiones esta se resuelve de la misma forma que la ventilación, a través de fachadas, patios o huecos a modo de chimeneas de luz.

Un factor decisivo en este tipo de estrategias de iluminación se basa principalmente en la orientación de estos huecos. Resulta primordial tanto la intensidad como la cantidad de luz que atraviesa el hueco, no solo para dar respuesta al confort térmico necesario para la vida sino también por la espacialidad de la habitación. Una estrategia espacial íntimamente relacionada con el programa funcional de la vivienda²⁷.

Por ejemplo, la abertura de huecos a un patio central, como las viviendas enterradas en Loess en China, garantiza a sus habitantes protección hacia el medio exterior pero también otorga la posibilidad de ajustar las orientaciones en las diferentes partes de la vivienda.

Si, por el contrario, utilizamos una iluminación cenital, gracias a la apertura de huecos en el plano horizontal superior, debemos tener en cuenta el recorrido del sol que afectará directamente en el espacio interior.

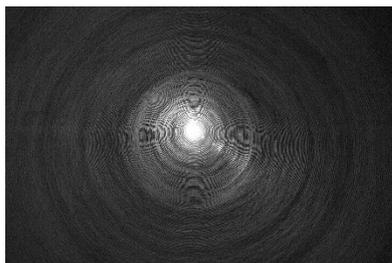


Figura 90. Iluminación cenital en Yakhchal en Meybod (Irán). Fuente: <https://www.findinterestingplaces.com/places/yakhchals>

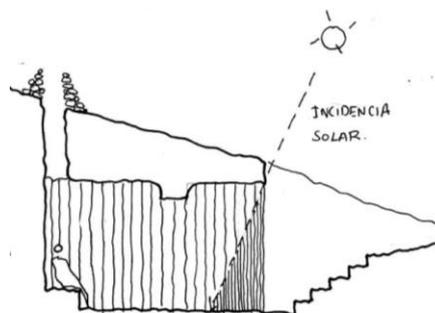


Figura 91 Incidencia solar en vivienda enterrada por debajo del plano ondulado del suelo

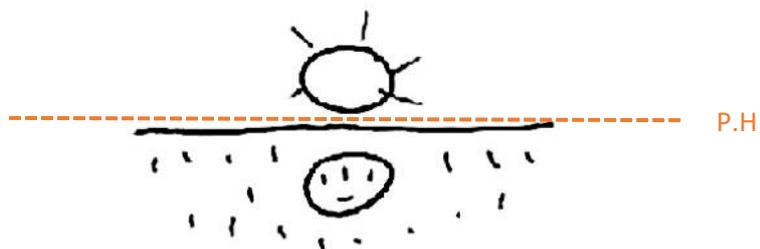
²⁷ PRIETO, Nuria. (2019). El comportamiento térmico de la arquitectura subterránea. *Tectónica*. Recuperado de: <https://tectonica.archi/articulos/el-comportamiento-termico-de-la-arquitectura-subterranea/>

4. Casos de estudio:

Comprobación de los parámetros climáticos en algunos ejemplos de la vivienda excavada desde la prehistoria hasta la contemporaneidad.

- 4.1 De las **viviendas excavadas por debajo del plano horizontal** en Loess pasando por el Rascañiernos de Fernando Higuera hasta la casa tierra de BCHO en 2009.
- 4.2 De las **viviendas excavadas por debajo de un plano ondulado** en Capadocia pasando por la propuesta Dislocation de Katsuhiro Isobe hasta la residencia Alcañer do Sal de Aires Mateus en 2010.
- 4.3 De las **viviendas semienterradas** en Matera pasando por el proyecto residencial en Santander de Alejandro de la Sota hasta la Casa Bancal por Julia Schultz en Teruel (España) en 2012.

4.1 De las **viviendas excavadas por debajo del plano horizontal** en Loess pasando por el Rascañiernos de Fernando Higuera hasta la casa tierra de BCHO en 2009.



4.1 Viviendas excavadas bajo un plano horizontal en Loess, Luoyang (China)

Las viviendas excavadas en el valle de Loess son un claro ejemplo de cómo la arquitectura excavada, tras la extracción vertical, en un primer momento y, horizontal en un segundo, generan **espacios confortables bajo la tierra** propicios para el desarrollo del que lo habita. No sólo suponen espacios sostenibles, como consecuencia de su capacidad de captación tanto de agua como de la **iluminación** a través de sus patios, sino que la posibilidad de creación de espacios adaptables según las realidades familiares hace de este tipo de viviendas auténticas comunidades enterradas.

En este sentido, la **ventilación** se realiza mediante orificios en la masa terrosa favoreciendo la regulación de la humedad.

En muchas ocasiones las viviendas se encuentran conectadas entre sí, creando espacios comunes abiertos a grandes patios, favoreciendo la aparición de espacios intermedios.



Figura 94 Viviendas excavadas en el valle de Loess en Luoyang (China). Fuente: Fuente: RUDOLFSKY, Bernard. (2020). Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí (Enrique Alda, Trans.).

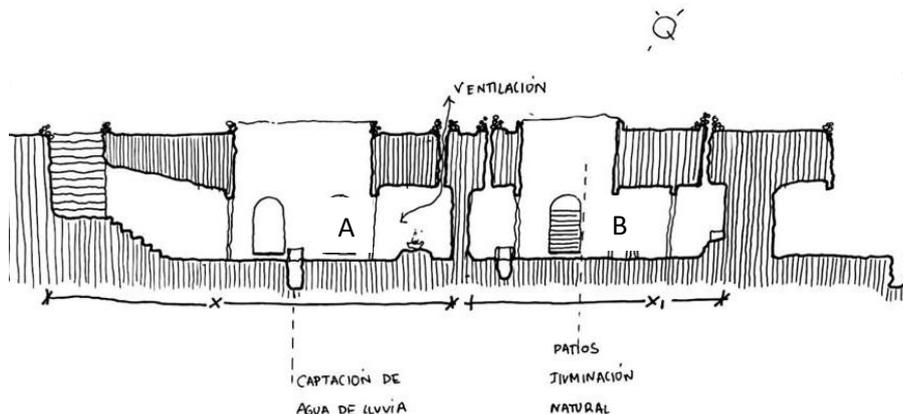


Figura 92 Sección trasversal viviendas tipo A y B por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

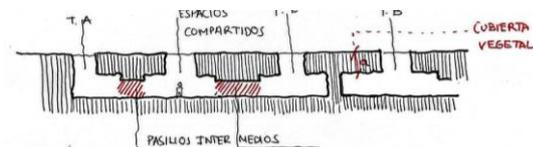


Figura 93 Inercia térmica, Iluminación e Ventilación en vivienda tipo. Boceto de elaboración propia.

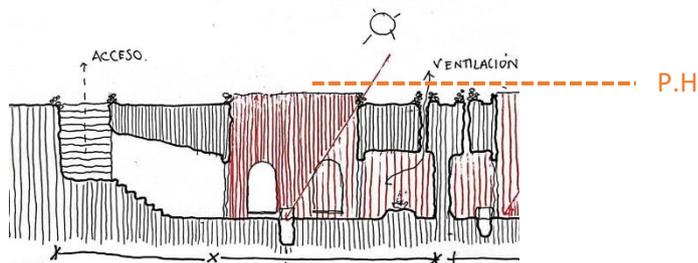


Figura 95 Conexión entre las viviendas. Generación de espacios intermedios colectivos. Boceto de elaboración propia.

4.1 Vivienda excavada, Rascaifernos de Fernando Higuera, Madrid (España) 1972

72

En 1972, el maestro Fernando Higuera en su afán de conseguir la armonía entre el hábitat humano y la naturaleza, decide construir el Rascaifernos. Un cubo de 9x9 bajo el plano horizontal del suelo, una tipología de cueva completamente sumergida bajo el suelo a la que podemos acceder mediante una escalera en superficie. A diferencia de las viviendas excavadas en Luoyang, esta coloca un lucernario en el patio de doble altura al que se vuelcan las principales estancias. Es decir, el interior consta de una **iluminación cenital** que permite bañar las estancias principales del cubículo. La **inercia térmica** al estar completamente enterrada bajo el plano horizontal es total. La temperatura ambiental entre 16°C y 26°C permite que el espacio aproveche la eficiencia del terreno que lo rodea, haciéndolo cálido en invierno y fresco en verano. En contraposición a las viviendas de Luoyang, la **ventilación** no se realiza de forma natural, en este caso existe una ventilación mecánica como consecuencia de la diferencia climatológica entre Madrid y Luoyang, la tapa de vidrio que colocó el maestro en el vacío y la época en la que se ha construido.

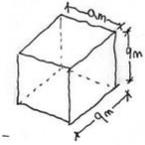
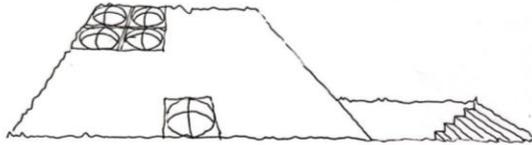


Figura 96 Vista desde la superficie del Rascaifernos de Fernando Higuera en Madrid (España). Boceto de elaboración propia.

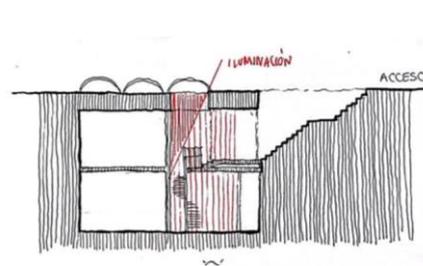


Figura 97 Inercia térmica de vivienda por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.



Figura 98 vivienda excavada Rascaifernos de Fernando Higuera en Madrid (España) 1972.

Fuente:

<https://disenarparalavida.com/rascaifernos-higuera/?consent=preferences,statistics,marketing&ref-original=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

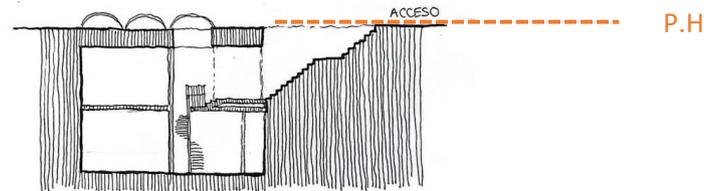


Figura 99 Iluminación cenital de vivienda enterrada por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

4.1 Casa Tierra , BCHO Architects en Yangpyeong-gun (Corea) 2009

En la evolución contemporánea de las viviendas bajo el plano horizontal del suelo, surgen propuestas como la BCHO Architects en 2009. Una estrategia que permite seguir conectando naturaleza y ser humano como consecuencia del completo enterramiento en el plano del suelo horizontal de la célula doméstica. En este caso se realiza mediante una caja de hormigón de 6 x 17 m que, a diferencia de los dos anteriores casos de estudio, cuenta con dos patios flanqueando la vivienda en la parte delantera y la trasera. Ambos huecos enfrentados, uno más pequeño destinado a **ventilación** del cubículo enterrado y otro más grande como prolongación de la vivienda, se encuentran abiertos al cielo y permiten no sólo la **iluminación** de la célula doméstica sino una ventilación natural completa.

Las habitaciones, adyacentes, pueden conectarse ya que no existen tabiques fijos que distribuyan la pequeña vivienda. Una capacidad de mutación que permite a la vivienda darle un carácter adaptable tan necesario en la actualidad. En definitiva, una configuración basada en la generación de un hueco en el plano horizontal del suelo, flanqueado por muros de hormigón en su perímetro aprovechando la **inercia térmica** del terreno, fresco en verano y la cálido en invierno.



Figura 102 Casa Tierra de BCHO Architects en 2009 en Yangyeong-gun (Corea). Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/02-51868/casa-tierra-bcho-architects>

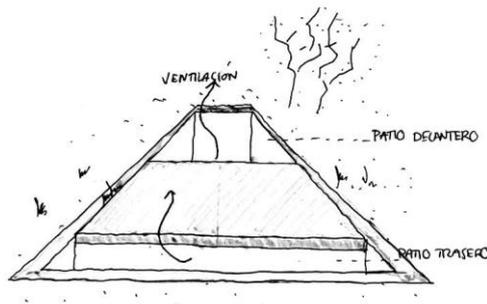


Figura 100 Vista exterior desde superficie de vivienda por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

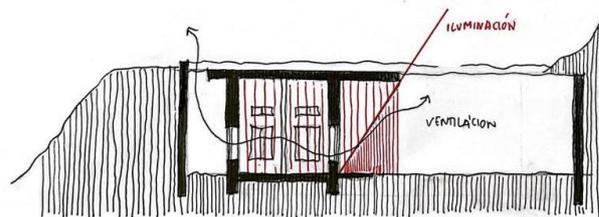


Figura 101 Sección longitudinal de vivienda por debajo del plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

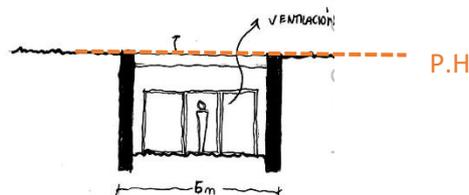
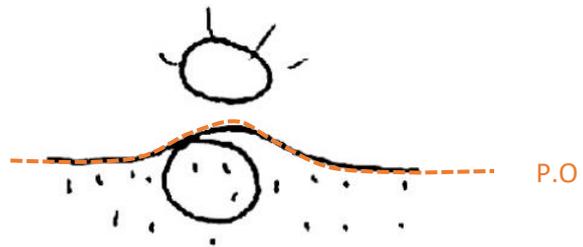


Figura 103 Sección trasversal de vivienda por debajo del plano horizontal del suelo. Boceto de elaboración propia.

4.2 De las viviendas excavadas por debajo de un plano ondulado en Capadocia pasando por la propuesta Dislocation de Katsuhiro Isobe hasta la residencia Alcacer do Sal de Aires Mateus en 2010.



4.2 Conos del valle de Goreme en Capadocia (Turquía) S.III y IV

Hace miles de años el valle de Goreme sirvió como refugio donde protegerse y formar comunidad como consecuencia de su situación estratégica. Así, un paisaje mágico de formaciones pétreas bajo un plano ondulado conforma el paisaje, creando una auténtica ciudad natural de **llenos y vacíos**. El aprovechamiento de estas construcciones naturales se basó en la excavación de la masa calcárea, muy fácil de trabajar con herramientas rudimentarias. En este sentido, la excavación horizontal permitió crear miles de viviendas dispuestas en vertical conectadas entre sí, mediante túneles y escaleras interiores e exteriores, formando auténticas edificaciones en altura configuradas en base a llenos y vacíos.

La **iluminación y ventilación** se realizaba por la abertura que existe en fachada ya que las temperaturas en el valle son extremadamente cálidas durante todo el año y la lluvia está reducida a 10 días al año. Aun así, estas configuraciones permitían la generación de subdivisiones con el mismo material rocoso del que están compuestos, aprovechando al



Figura 106 Conos del valle de Goreme en Capadocia (Turquía) S.III y S.IV. Fuente: https://viajes.nationalgeographic.com.es/a/viaje-por-region-capadocia_8995

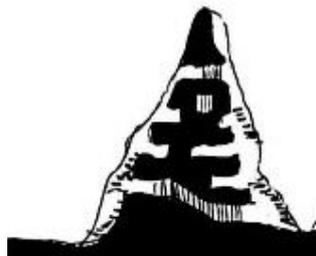


Figura 104 **Llenos y vacíos**. Sección transversal de cono tipo en el valle de Goreme (Turquía). Inercia térmica. Boceto de elaboración propia.

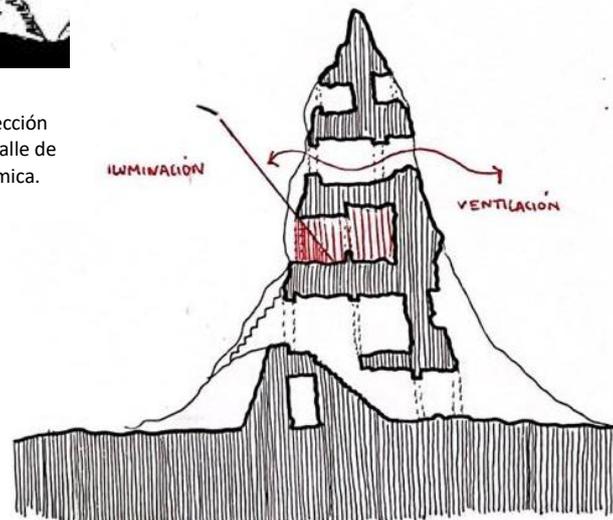


Figura 105 Ventilación e iluminación en viviendas por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

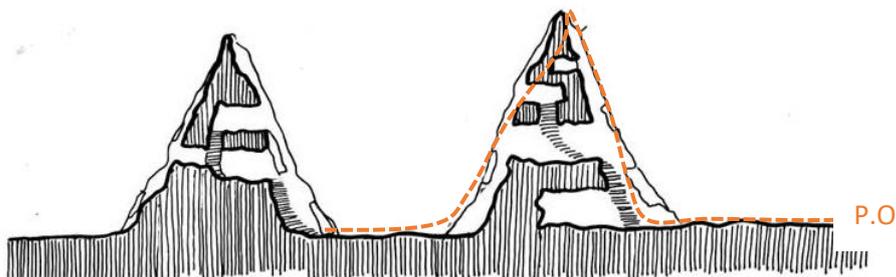


Figura 107 Conexión entre viviendas, formación de espacios intermedios colectivos. Boceto de elaboración propia.

4.2 Propuesta Dislocation de Katshuhiro Isobe. 1993

Como hemos visto en anteriores apartados, la propuesta Dislocation del arquitecto Katshuhiro Isobe plantea una serie de ondulaciones artificiales en el plano del suelo. Un plegamiento continuo de franjas de viviendas enterradas que aprovechan la inercia térmica del terreno al ubicarse por debajo del plano del suelo.

En este sentido esta estrategia, al encontrarse bajo la cota 0 permite tener franjas de viviendas **iluminadas y ventiladas** a través de sus fachadas. Una configuración típica de viviendas independientes pero que adquieren un valor especial al aprovecharse de la inercia térmica que le proporciona el plano ondulado. Una topografía operativa que da al visitante una sensación de que se mueve por un espacio cuasi-topológico

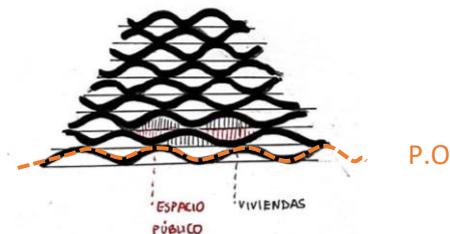


Figura 108 Vista frontal de la propuesta Dislocation de Katshuhiro Isobe en 1993. Inercia térmica por debajo del plano ondulado del suelo. Boceto de elaboración propia.

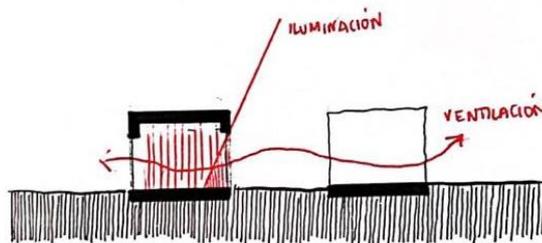


Figura 109 Sección tipo de iluminación y ventilación por debajo del plano ondulado artificial del suelo. Boceto de elaboración propia.

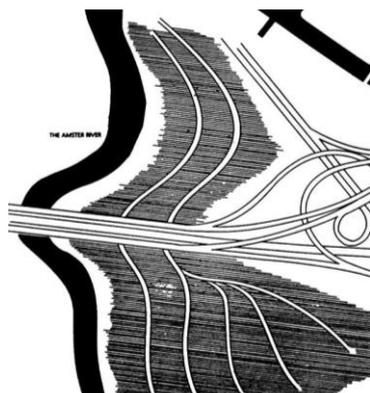


Figura 110 Propuesta Dislocation de Katshuhiro Isobe en 1993. Fuente: GAUSA, Manuel. (1998). Housing: nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR.

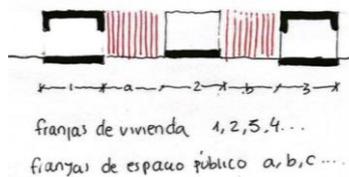


Figura 111 Espacios compartidos entre las franjas de vivienda. Boceto de elaboración propia.

4.2 Residencia Alcacer do Sal por Aires Mateus (Portugal) 2010

El arquitecto portugués lo tenía claro cuando proyectó la residencia de Alcacer do Sal (Portugal) buscaba la lectura en base a una tipología específica de comunidad. Una micro-sociedad reinterpretada, un plano artificial macizo como si de una muralla se tratara configurada a base de **llenos y vacíos**. Un muro perforado por habitaciones que bien podrían ser, si aumentaran sus dimensiones, auténticas viviendas excavadas en el macizo. Una estrategia muy similar a los dos casos de estudios mencionados, una visión poética de como el plano del suelo continúa la topografía original formando una estructura muy similar a las formaciones en el valle de Goreme en Capadocia (Turquía).

Así, los habitáculos interiores son **iluminados y ventilados** a través de los huecos en fachada tras el vacío de la masa que configura el edificio. Una serie de vacíos rodeados de la masa pesante, densa y excavada, **que aprovecha la inercia térmica que le proporciona el material compacto**.



Figura 113 Residencia Alcacer do Sal de Aires Mateus (Portugal) 2010. Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/residencia-de-ancianos-en-alcacer-do-sal-1>

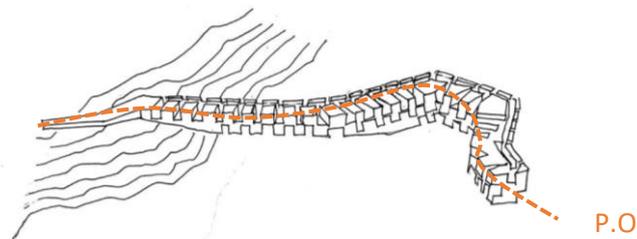


Figura 112 Vista exterior de la residencia Alcacer do Sal en Portugal 2010. Boceto de elaboración propia.

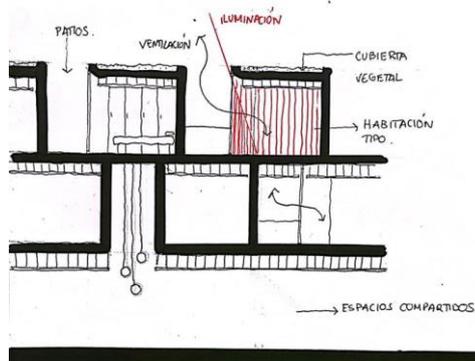


Figura 114 Sección longitudinal de viviendas tipo. Iluminación y ventilación de las células domésticas. Boceto de elaboración propia.



Figura 115. **Llenos y vacíos**. Sección longitudinal de residencia Alcacer do sal en Portugal. Inercia térmica: llenos y vacíos. Boceto de elaboración propia.

4.3 De las **viviendas semienterradas en el plano** en Matera pasando por el proyecto residencial en Santander de Alejandro de la Sota hasta la Casa Bancal por Julia Schultz en Teruel (España) en 2012.

Cueva construida

Cueva enterrada



4.3 Ciudad Sassi de Matera (Italia) 3500 a.C

Retomando la ciudad excavada de los Sassi de Matera (Italia) podemos observar como en este tipo de asentamientos semienterrados relacionan de una forma exquisita, la cueva enterrada y la cueva construida. Es decir, aprovechan **las características isotermas** de la tierra para recubrir las estancias de habitación y servicio y dejan las destinadas a lugares de mayor tránsito como cocinas y zonas de animales en la parte externa. Por tanto, en este tipo de estrategias la vivienda se prolonga hacia la parte pública permitiendo **iluminar** su interior mediante huecos en fachadas. En este caso, la **ventilación** más común se realiza mediante huecos de chimeneas en la parte construida consiguiendo no alterar los caminos de acceso en la parte superior.

Como habíamos comentado anteriormente, los Sassi de Matera conformaron auténticas comunidades sostenibles, no sólo por conseguir espacios confortables naturalmente sino además por su sistema de captación de agua en sus aljibes excavados en la tosca roca.



Figura 118 Ciudad de Sassi de Matera (Italia). Fuente: <https://blog-italia.com/otros-destinos-de-italia/los-sassi-de-matera>

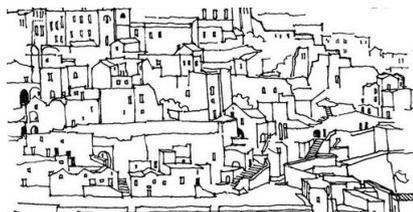


Figura 116 Vista frontal de la ciudad Sassi de Matera (Italia). Boceto de elaboración propia.

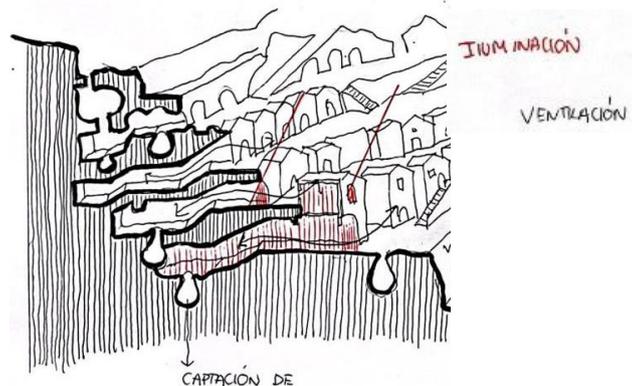


Figura 117 Iluminación y ventilación en las viviendas semienterradas en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

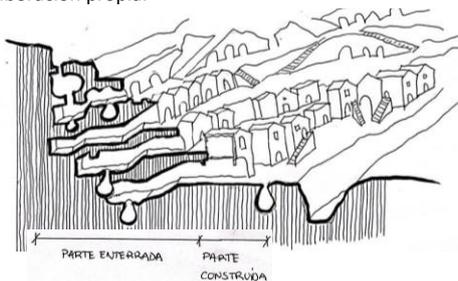


Figura 119 Viviendas semienterradas en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

4.3 Bloque de viviendas semienterradas por Alejandro de la Sota en Santander (España) 1967

Mucho antes de la Casa Domínguez, el maestro, Alejandro de la Sota ya había experimentado con la semi excavación como estrategia de integración de la arquitectura en el plano del suelo.

Así, en la búsqueda de un conjunto residencial sostenible y mimetizado con la ladera donde se ubicaría el proyecto, el arquitecto proyecta una configuración de viviendas escalonadas. Una distribución basada en viviendas semi enterradas conectadas a través de escaleras en pendiente y cubiertas por terrazas verdes.

Todas las viviendas aprovecharían la **inercia térmica** del terreno y estarían orientadas al sol y al mar. Viviendas **iluminadas** mediante grandes ventanales en fachada y **ventiladas** a través de patios y chimeneas de ventilación.

Un conjunto residencial que tomaría, de haberse llevado a cabo, de una calidad sublime y que nos habría recordado a una autentica ciudadela como la de los Sassi de Matera en Italia.

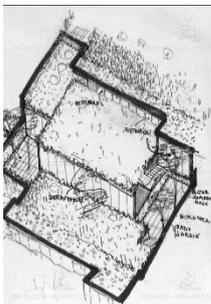


Figura 122 Proyecto de bloque de viviendas semienterradas de Alejandro de la Sota en Santander (España) 1967. Fuente: <https://archivo.alejandrodelaSota.org/es/original/project/303>

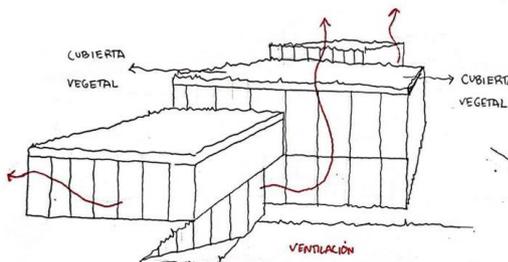


Figura 120 Vista exterior del proyecto de bloque de viviendas de Alejandro de la Sota en Santander (España) 1967. Inercia térmica. Boceto de elaboración propia.

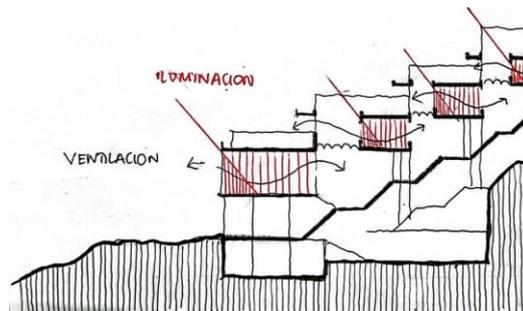


Figura 121 Iluminación y ventilación en las viviendas semienterradas en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

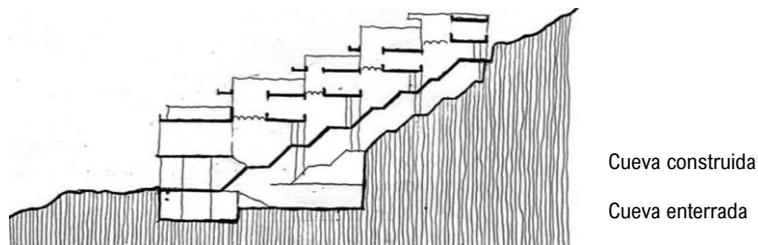


Figura 123 Sección longitudinal del proyecto de bloque de viviendas semienterradas en el plano del suelo. Boceto de elaboración propia.

B.2 Casa Bancal por Julia Schultz en Teruel (España) 2012

Como idea de partida, Casa bancal de Julia Schultz se centra en búsqueda de la protección climática de la vivienda y las mejores vistas, al estar ubicado en un paisaje de bancales. La integración de la célula doméstica se realiza de nuevo mediante una estrategia de semi enterramiento en la topografía existente, dejando en la parte construida como acceso y prolongación de la parte excavada. Este anexo se configura además como una expansión del parterre superior, ya que con ello se aumentaría no sólo la capacidad productiva del bancal sino la **inercia térmica** gracias a la colocación de una cubierta vegetal.

Al igual que hemos visto en el proyecto de viviendas en Santander por Alejandro de la Sota o la ciudad de los sassi de matera, la prolongación de la vivienda hacia el exterior permite una mejor entrada de luz y, que además permite la búsqueda de orientaciones a través de su perfil quebrado. Una adaptación al entorno reducida a la construcción de muros de piedra en paralelo a la configuración natural del bancal, permitiendo la correcta **ventilación e iluminación** del habitáculo enterrado.



Figura 127 Casa Bancal de Julia Schultz en Teruel (España) 2012. Fuente: https://www.juliaschulzdornburg.com/cas/casa-bancal-cretas-teruel?page_id=589

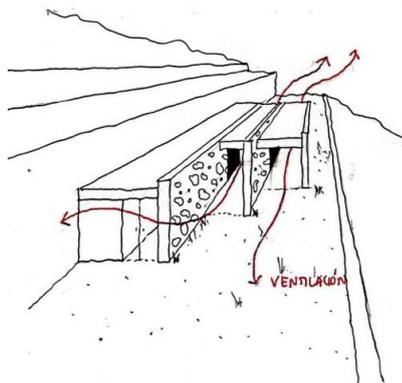


Figura 125 Vista general de Casa Bancal de Julia Shultz en Teruel (España) 2012. Iluminación y ventilación. Boceto de elaboración propia.

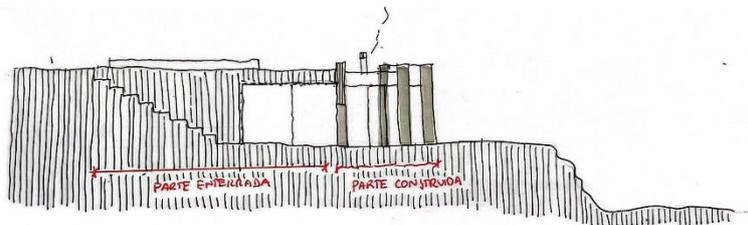


Figura 124 Sección longitudinal de vivienda semienterrada en el plano del suelo. Inercia térmica. Boceto de elaboración propia.

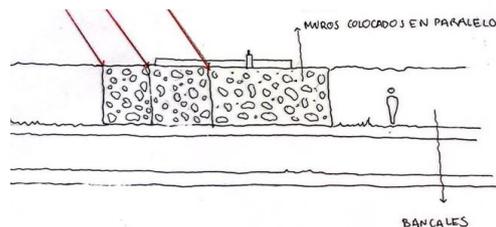


Figura 126 Integración de la vivienda en el paisaje de bancales. Boceto de elaboración propia.

5 conclusión

Desde el inicio de la investigación, y a medida que iba profundizando en la arquitectura vinculada con el plano del suelo ha persistido la siguiente pregunta,

¿puede suponer la Arquitectura excavada una posible alternativa sostenible a la vivienda colectiva contemporánea?

Para dar respuesta a este interrogante ha sido necesario analizar dos cuestiones. En primer lugar, estudiar los parámetros climáticos de las tres estrategias proyectuales elegidas como materia de estudio, y en segundo lugar, la viabilidad de este tipo de arquitecturas como un campo bidireccional entre la célula doméstica y la vivienda colectiva en la construcción de la ciudad contemporánea.

Cuestión 1.

A raíz del estudio de los diferentes ejemplos de vivienda individual y colectiva vinculada al plano del suelo he podido observar como a pesar de validarse los tres parámetros climáticos en todos los casos de estudio seleccionados, ya sea el aprovechamiento de la inercia térmica, la iluminación o la ventilación, existe bajo mi punto de vista, un tipo de estrategia donde se cumple de forma explícita la condición de sostenibilidad, que es la vivienda semienterrada en el plano del suelo. Este razonamiento está basado en las siguientes reflexiones:

Por un lado, la vivienda bajo el plano horizontal se realiza mediante la excavación vertical generando, en la mayoría de los casos, un gran vacío central abierto al cielo generalmente situado en el centro de la vivienda, con el que poder iluminar y ventilar naturalmente las estancias organizadas entorno a él. Una estrategia válida en climas cálidos que permiten tener patios completamente abiertos al exterior como ocurre en las viviendas del valle de Loess en china o la casa tierra de BCHO en Corea realizada en 2009. Este hecho se hace complicado en climas más fríos como podemos ver en la vivienda realizada por el arquitecto Fernando Higueras en Madrid en el año 1972, donde se hace necesario acristalar el vacío haciendo imposible la ventilación natural de la vivienda.

A pesar de ello, este tipo de arquitecturas permiten el total aprovechamiento de la inercia térmica que les proporciona la tierra al encontrarse enterradas prácticamente en su totalidad por la masa compacta y densa.

Por otro lado, la vivienda bajo el plano ondulado permite no sólo el aprovechamiento de la inercia térmica total del terreno que la rodea sino una correcta ventilación e iluminación al ser realizada horizontalmente, abriendo huecos en fachada. El problema principal en este tipo de construcciones se centra en la artificialidad de las propuestas surgidas a partir de los años 90 que en mi opinión son soluciones que suponen un elevado coste económico por su excesiva carga formal, además de una agresión excesiva al medio ambiente por la cantidad de material empleado para su construcción. Así ejemplos como la propuesta Dislocation, realizada por Katsuhiko Isoyama en 1993, o algunas propuestas, a veces desmesuradas de algunos edificios de vivienda colectiva proyectados por el estudio de arquitectura BIG, parten de un plano artificial de masa continua que posteriormente se perfora consiguiendo artefactos alejados del carácter natural de la excavación realizada en los conos del valle de Goreme en Capadocia.

Un caso aparte es la residencia de Alcacer do Sal, proyectada por Aires Mateus en 2010, que partiendo de las mismas premisas, consigue mantener un equilibrio entre la escala del edificio y el contexto en el que se inscribe al plantear un elemento lineal estrecho y articulado que emerge del plano del suelo.

Por último, en la vivienda semienterrada a diferencia de la vivienda excavada totalmente bajo el plano horizontal, este tipo de arquitecturas permiten la ventilación cruzada gracias a los huecos en fachada y los patios generados entre la vivienda y el plano inclinado, consiguiendo estancias mejor refrigeradas y confortables tanto en invierno como en verano. Además, la generación de espacios híbridos de construcciones en superficie y espacios enterrados permite una mejor adaptación de los espacios habitables a la topografía existente respecto a otras estrategias. En este sentido el diálogo entre arquitectura y paisaje es total ya que las viviendas están abiertas al paisaje como ocurre en los Sassi de Matera permitiendo el control de la iluminación a través de huecos en fachada y aprovechando la inercia térmica que le proporciona la inclinación del plano como hizo Alejandro de la Sota en su proyecto de viviendas en Santander en 1967.

Cuestión 2.

¿Cabe la posibilidad de que la vivienda vinculada al plano del suelo permita la relación bidireccional entre la célula doméstica y la vivienda colectiva?

Aunque no es el objetivo principal de este trabajo, para dar respuesta a esta pregunta, es necesario recurrir a la relación entre la célula doméstica y vivienda colectiva puesta de relieve por Carlos Matí Aris en el texto "Las Formas de la Residencia en la Ciudad Moderna: Vivienda y Ciudad en la Europa de Entreguerras". Si revisamos algunas de las propuestas de los arquitectos modernos, vemos que en los estudios que se realizan a partir de los años XX, se desarrolla al mismo tiempo una célula habitable autónoma y dotada de identidad y un proyecto de estructura colectiva, que es la consecuencia lógica de explotar las posibilidades de agregación de dicha célula. En nuestro caso hablaríamos de la superposición o repetición de la célula doméstica a lo largo del plano. A pesar de que en las tres estrategias hemos podido comprobar que es posible la generación de comunidades vecinales, centraremos la pregunta entorno a la semi excavación, al ser considerada en este trabajo, como la alternativa más sostenible.

A lo largo del análisis gráfico de las diferentes estrategias hemos podido ver como la vivienda semi enterrada permite la formación de comunidades a través del aprovechamiento de laderas o bancales productivos. Este instrumento proyectual ha permitido a maestros como Alejandro de la Sota generar propuestas emblemáticas como las viviendas escalonadas en una ladera que cae hacia la bahía de Santander, en 1967, la vivienda ubicada en terrazas de cultivos lo largo de La desembocadura del río Miño, en Moledo, realizadas por Eduardo Souto de Moura, en 1998, o la casa en un bancal de Julia Shultz, en 2012, que aprovechan el terreno natural con la superposición de la célula doméstica a lo largo del plano inclinado continuo o aterrazado generando espacios intermedios destinados a la colectividad.

No obstante, como comentaba con anterioridad al principio de esta conclusión el trabajo no desarrolla en profundidad los elementos que permiten desarrollar la vida en común en la vivienda colectiva como son los espacios intermedios, las escaleras de acceso, los pasillos de conexión entre viviendas o los espacios compartidos. A pesar de ello, en varios de los casos de estudio hemos hecho hincapié en algunos

de los elementos que conectan y forman comunidad entre las células unifamiliares de las comunidades estudiadas a lo largo de la investigación como son: los corredores enterrados en las viviendas de Loess en China y los Conos de Goreme en Turquía , las escaleras abiertas al cielo e iluminadas apoyadas en la ladera de los proyectos Rokko Housing en Japón y las viviendas de Alejandro de la Sota en Santander o los espacios intermedios surgidos entre las viviendas Siedlung Halen en Suiza.

En este punto podemos concluir que, aunque la vivienda semienterrada bajo el plano del suelo es la estrategia de aproximación que consideramos como la más adecuada, las otras tres estrategias estudiadas a lo largo del documento son también una opción válida para dar respuesta a la pregunta planteada al inicio de este trabajo sobre una posible alternativa sostenible a la vivienda colectiva contemporánea ya que cumplen en mayor o menor medida con los objetivos de esta investigación. Siendo la vivienda colectiva una disciplina dentro de la arquitectura en constante revisión, y en continuo desarrollo, este trabajo propone poner en valor los espacios ligados al suelo, enterrados o semienterrados, como lugares confortables no solamente como espacios oscuros destinados únicamente al recogimiento y al descanso.

“La manera según la cual los hombres somos en la tierra es el habitar.
Ser Hombre significa estar en la tierra como mortal, significa habitar”²⁸

Heidegger 1951

²⁸ HEIDEGGER, Martin (1994) *Conferencias y artículos*, Ediciones del Serbal, España

6 bibliografía:

Bibliografía específica

ALGARÍN COMINO, Mario. (2006). *Arquitecturas excavadas: el proyecto frente a la construcción del espacio*. Nº 21 de la Colección Arquíthesis. Fundación Caja de Arquitectos

APARICIO GUIADO, Jesús María. (2000). *El muro*. E.T.S Arquitectura (UPM). Madrid
 CASTELLANO PULIDO, Francisco Javier. (2015). El patrimonio fértil. Transferencias entre el paisaje agrario y la arquitectura en los crecimientos urbanos. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

GAUSA, Manuel. (1998). Housing: nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR.

GONZÁLEZ NIELA, Javier (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Ed. Munillalera. Madrid.

LOUBES, J.P. (1985). Arquitectura subterránea: aproximación a un hábitat natural. GG Gustavo Gili. Madrid.

MATI ARIS, Carlos Carlos. (1991) *Las Formas de la Residencia en la Ciudad Moderna: Vivienda y Ciudad en la Europa de Entreguerras*. Ediciones de la UPC. Barcelona

RAMÓN MOLINER, Fernando (1980) Ropa, sudor y arquitectura. Hermann Blume.
 RUDOFISKY, Bernard. (2020). Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí (Enrique Alda, Trans.). Pepitas. (Obra original publicada en 1964).

RUDOFISKY, Bernard. (2020). Arquitectura sin arquitectos. Una breve introducción a la arquitectura sin pedigrí (Enrique Alda, Trans.). Pepitas. (Obra original publicada en 1964).

Bibliografía complementaria

CAMPO BAEZA, Alberto. (2020). *Trece trucos de arquitectura*. Ed. ACB. Madrid.

DE LA SOTA, Alejandro (1997). *Alejandro de la Sota, Arquitecto*. 2ª ed. Madrid. Editorial Pronaos. Pp.164.

DUNZHEN, Liu (1980). La maison chinoise, Berger-Levrault. París

HEIDEGGER, Martin (1994) *Conferencias y artículos*, Ediciones del Serbal, España

VIRILIO, Paul (1965). *Ublicuidad* . Citado en op.cit Diccionario Arquitectura Avanzada. Pág.599

VITRUVIO POLIÓN, Marco (1995). Los diez libros de arquitectura. Alianza. Pepitas de Calabaza. Trad. José Luis Oliver Domingo. Madrid.

Tesis doctorales

CASTELLANO PULIDO, Francisco Javier. (2019). Bancales habitados: de la reutilización en la arquitectura tradicional al trabajo con el tiempo de César Manrique y Souto de Moura. Proyecto Progreso Arquitectura. Paisaje de Bancales, 21. Universidad de Sevilla.

SOSA DÍAZ-SAAVEDRA, José Antonio (1994). *Contextualismo y abstracción, reflexiones sobre las interrelaciones espaciales entre suelo, paisaje y arquitectura*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Gran Canaria.

Artículos

PRIETO, Nuria. (2019). El comportamiento térmico de la arquitectura subterránea. *Tectónica*. Recuperado de: <https://tectonica.archi/articles/el-comportamiento-termico-de-la-arquitectura-subterranea/>

Conferencias

DE LA SOTA, Alejandro. (1980). Conferencia. Barcelona. *Loc. Cit.*

