

LA ARQUITECTURA DEL MATERIAL UNICO: ARQUITECTURA SUBTERRANEA EXCAVADA EN LEVANTE. ESPAÑA.

(THE UNIQUE MATERIAL ARCHITECTURE: UNDERMINED
ARCHITECTURE IN LEVANTE. SPAIN).

Fernando Aranda Navarro, Dr. Arquitecto

Profesor Asociado de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia (España) asignatura "Estética y Composición".

Fecha de recepción: 15-IX-88
127-17

RESUMEN

La investigación realizada tiene por objeto establecer, por la vía experimental, el grado de viabilidad del proyecto arquitectónico pasivo enterrado por excavación, en el área geográfico-climática de Levante.

La investigación se desarrolla paralelamente según tres líneas de trabajo; geológica, ambiental y formal, que se refieren a las variables relevantes del diseño que adjetivan esta arquitectura como bioclimática y excavada.

El resultado de la investigación es el conocimiento real de las condiciones de confort ambiental y de las condiciones geológicas en que tal arquitectura se ha producido.

Finalmente, el conocimiento obtenido de modo empírico permite relacionar las condiciones ambientales y geológicas con la forma arquitectónica, y formular criterios operativos de proyectación.

El presente informe inicia la difusión de estos trabajos con la exposición resumida de las conclusiones relativas a la cuestión geológica, mediante una sencilla clasificación topológica de los asentamientos estudiados: plano horizontal, margen de vaguada, ladera abancalada, plano vertical y asentamientos mixtos.

SUMMARY

The work done tries to substantiate, by experimental means, the viability of the passive project undermined by excavation, in the geographical-climate area of Levante.

The investigation develops in three workings lines in a parallel way; geological, environmental and formal which are referred to the outstanding variables of the project which modify these architectures as bioclimatic and undermining ones.

The result of the investigation is the real knowledge of the ambient confort of the geological and topological which has been produced in this architecture.

Finally the knowledge obtained in an empiric way allows connectings such conditions with the architectural form and making out the operative and planed yardsticks.

This report starts the spread of these studies with the summarized exposition of the conclusions relative to the geological problem, by means of a simple classification of the different types of the studied sites: horizontal plane, watercourse edge, graded slope, vertical plane and mixed one.

1. INTRODUCCION

Existe una arquitectura que no se construye. No aparece materiales sobre la superficie terrestre. No se idea ni se realiza por composición aditiva de elementos, sino por sustracción, por vaciado y esculpido del subsuelo. Es la arquitectura subterránea excavada. (1).

Su reciente redescubrimiento ha ocurrido en el contexto de las llamadas arquitecturas pasivas y se debe

principalmente a las cualidades térmicas del espacio subterráneo excavado, es decir, al desfase y amortiguamiento de la onda térmica externa que tiene lugar en el subsuelo. (2).

La recuperación del arquetipo de la caverna inspira actualmente una sugestiva arquitectura que reúne ciertos aspectos positivos del mundo primitivo con la modernidad y el progreso, entendidos ahora en clave ecológica. (3).

En la historia de la arquitectura subterránea excavada se observa una tendencia casi constante a la imitación de sistemas de formas codificados por la arquitectura construida. Sin embargo, el campo de fuerzas producido por la descompresión del subsuelo tras la excavación es de naturaleza específica, muy diferente del campo usual de la gravedad, clima y otros agentes exteriores, por lo que la moderna arquitectura subterránea excavada se ha interesado en el desarrollo de modos particulares de proyectar y de ejecutar, basados precisamente en esa especificidad. (4).

Por otra parte, aunque las razones que explican la aparición de un asentamiento subterráneo excavado son principalmente económicas, sociales y culturales, su esplendor solo es posible cuando convergen adecuadas condiciones topológicas y geológicas.

2. PLAN DE TRABAJO

Interesados por establecer la viabilidad de tal arquitectura en la geografía climática de Levante, hemos realizado una investigación experimental de las variables que adjetivan esta arquitectura como bioclimática y excavada, es decir, de las condiciones de confort ambiental y de las condiciones geológicas y topológicas. El conocimiento obtenido de modo empírico se ofrece como criterios operativos de proyectación que ayuden a comprender y relacionar las citadas condiciones con la forma arquitectónica que es posible en ellas. El laboratorio de las diversas experiencias ha sido una muestra representativa del valioso patrimonio arquitectónico excavado que aún existe en la zona delimitada.

En el presente informe queremos iniciar la difusión de estos estudios con la exposición resumida de las conclusiones relativas a la cuestión geológica, pudiendo tal vez en futuros artículos exponer los resultados de la investigación ambiental.

La línea de investigación geológica se inicia con el estudio general de los lugares excavados que proporciona la bibliografía especializada. (5).

A continuación se planifican y realizan las salidas de campo con el objeto de elaborar las descripciones geológicas y topológicas de los asentamientos subterráneos excavados y de sus entornos.

La observación directa de los materiales excavados permite realizar un primer análisis petrológico que se completa posteriormente mediante el análisis en laboratorio de las muestras extraídas.

Finalmente se dispone de la información necesaria para establecer la influencia que ambas variables, geología y topología, ejercen sobre la forma arquitectónica

allí generada, lo cual explicamos a continuación mediante una sencilla clasificación topológica de los tipos de asentamiento que se han estudiado:

- a) Asentamiento en plano horizontal.
- b) Asentamiento en margen de vaguada.
- c) Asentamiento en ladera abancalada.
- d) Asentamiento en plano vertical.
- e) Asentamiento mixto.

3. CLASIFICACION

a) Asentamiento en plano horizontal

Los terrenos excavados en asentamientos de tipo plano horizontal, como los existentes en el barrio "Cuevas de la Torre" de Paterna, las demolidas "Cuevas de La Carolina" y "Camales" de Benimamet, y en general, los barrios subterráneos excavados en el afloramiento miocénico que rodea la huerta valenciana, se clasifican litológicamente como depósitos arenosos terciarios de génesis continental que, en la actualidad, se encuentran cubiertos por una costra caliza formada por cementación de las sales disueltas en el agua de escorrentía superficial.

La existencia de un ligero microlapiaz, o la débil tectónica que se manifiesta en alguna dirección de fracturación, como diaclasas hoy ya soldadas, no llega a comprometer la impermeabilidad o la capacidad geotectural de la costra, cuya uniformidad y espesor medio, de unos 70 cm., son suficientes para formar un techo bajo el que se excava con facilidad y en cualquier dirección, encontrándose vaciados arquitrabados de hasta 9 m de luz.

El subsuelo arenoso tiene suficiente cohesión para formar los muros que soportan la placa caliza de cubierta, pero no la suficiente como para permitir más de una planta de excavación. Estos terrenos permiten la formación de muros curvos, pero lo frecuente es la configuración de espacios prismáticos por muros ortogonales, organizando la planta en dos crujías, una recayente a fachada y otra a patio trasero, a imitación de tipologías propias de la arquitectura vernácula construida. (Figura 1).

El acceso a las viviendas "frenteadas" se realiza aprovechando la existencia de un cortado como paramento de fachada o bien excavando una plaza a cielo abierto para formar los frentes de las denominadas viviendas "enclotadas", las cuales se agrupan alrededor de la plaza para amortizar su excavación. (6). (Fig. 2).

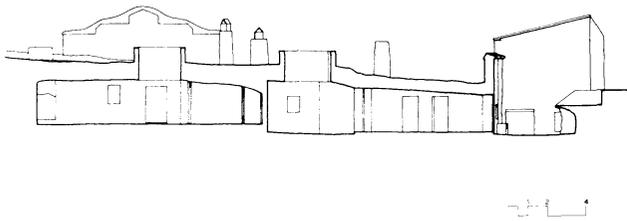


Fig. 1.— Cueva N.º 100. "Cuevas de la Torre". Paterna. (Sección).

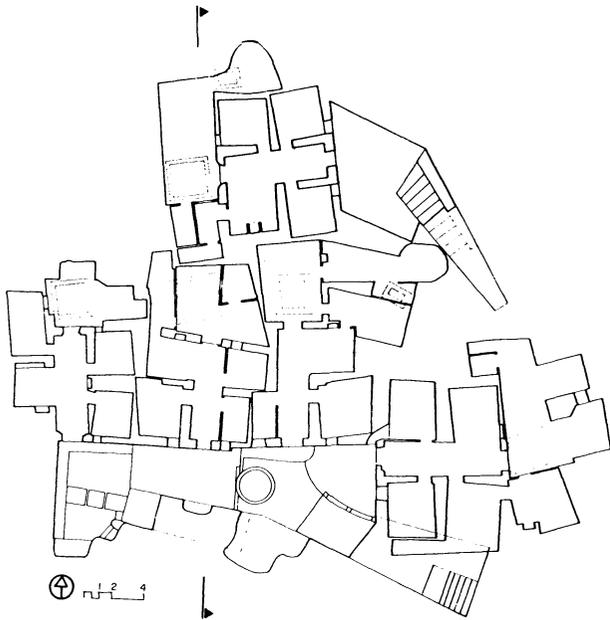


Fig. 2.— Cueva N.º 100. "Cuevas de la Torre". Paterna. (Planta).

Cada vivienda puede disponer de patio trasero propio, excavado y ensanchado alrededor de la proyección estricta de la abertura practicada en la costra.

Los taladros de las chimeneas, escotaduras de patios y límites de plazas, se recrean con obra de fábrica, constituyendo emergencias arquitectónicas de factura abstracta que delatan el trazado del barrio, cuya verdadera naturaleza subterránea vuelve a camuflarse con fachadas que mimetizan las de superficie.

En estas condiciones se ha decantado un tipo excavado muy depurado que funciona bien ambientalmente, pero que no desarrolla las posibilidades de la planta libre, la forma de las aberturas o la exhibición de las texturas calcáreas.

Las características del tipo puro se desvanecen a medida que nos alejamos del arco de dunas primitivas que rodean Valencia. Los asentamientos subterráneos situados en la falda de los primeros cerros, como el que aún existe junto a la Calle Almas, de Benaguacil, se excavan en depósitos de ladera constituidos por calizas heterométricas englobadas por concentraciones variables de materiales detríticos, arenas, arcillas de decalcificación o arcillas rojas. La excavación se realiza con más facilidad en los tramos carbonatados localmente

y enriquecidos con los detritos poco consolidados. Cuando la serie arenisca evoluciona superiormente a tramos arcillosos finos, convierte a las partes superiores en impermeables, y posibilita que las aguas de escorrentía superficial, ricas en carbonatos, formen una costra calcárea en sí, o cementen otros tramos arenosos superiores, dando lugar a una pseudo-caliza arenosa que, por su propia génesis, no tiene uniformidad ni espesor suficiente, pese a lo cual es aprovechada como covertera de la excavación.

La estructura de estos asentamientos se interpreta como el resultado de un aprovechamiento en primera fase de los niveles arenosos, lo que produce una cierta ordenación por la naturaleza de esa serie estratigráfica, y un crecimiento en segunda fase a expensas de los niveles de depósitos de ladera cubiertos localmente por encostramientos calcáreos, obteniéndose la azarosa ordenación actual y la degradación de los tipos hasta casi la inhabitabilidad, quedando ejemplificada la importancia de la relación que existe entre las condiciones geológicas y la arquitectura excavada que es posible en ellas.

b) Asentamiento en margen de vaguada

El asentamiento en los escalones marginales de vaguada, como el recientemente rehabilitado de "Cuevas de San Pedro", en Casas de Juan Nuñez, se excava en arenisca de grano muy fino, débilmente carbonatada, y algo arcillosa, a veces también ferruginosa, con ligeras alternancias de carbonatos de tonalidades muy blancas.

Sobre estos niveles se encuentran láminas carbonatadas que incluyen, eventualmente, clastos heterométricos sueltos de caliza rodada y de matriz arcilloso-arenosa. Alternando con las láminas aparecen areniscas compactadas y algo cementadas por carbonatos. En la parte superior pueden repetirse los conglomerados, con finura variable pero de mayor espesor, de modo que esta capa se convierte en un techo capaz de soportar la descompresión. La naturaleza arcillosa del estrato más superficial y su espesor, que llega a los 3 m, aseguran la impermeabilidad de la cubierta, la cual llega a constituir tierra de labor sin que ello influya en la normal actividad de las viviendas.

Bajo este techo, las areniscas poco carbonatadas y las arcillas exigen una cuidadosa excavación abovedada entre muros y la formación de arcos en pasos y ventanas, como ocurre en los barrios subterráneos de Crevillente, resultando un sistema geotectural característico muy distinto del arquitrabado propio del asentamiento en plano horizontal. (Fig. 3).

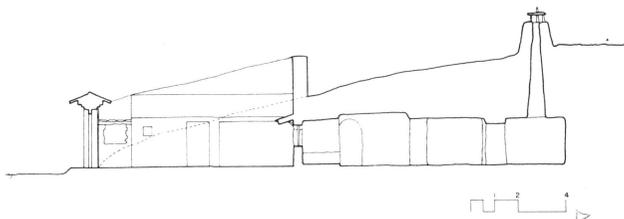


Fig. 3.— Cueva de La Alcuza. "Cuevas de San Pedro". Casas de Juan Nuñez. (Sección).

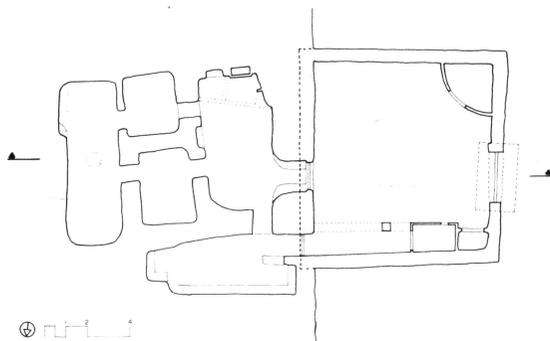


Fig. 4.— Cueva de la Alcuza. "Cuevas de San Pedro". Casas de Juan Nuñez. (Planta).

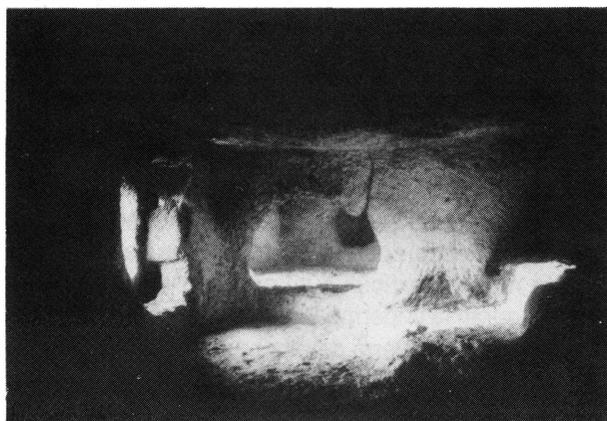
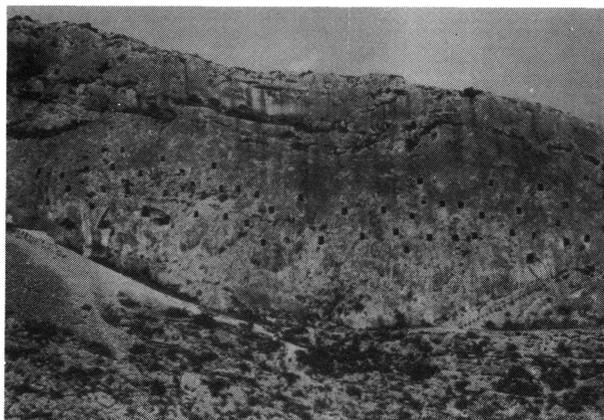


Fig. 5.— "Cuevas de San Pedro". Casas de Juan Nuñez.

El estrato de techo puede taladrarse para elevar chimeneas en tercera o cuarta crujía, asegurando tanto la calefacción como la ventilación perfecta de toda la vivienda. En la actualidad podrían mejorarse las condiciones

de iluminación en las estancias profundas mediante taladros análogos para conductos de sol.

Predomina la masa sobre el espacio vacío porque los tramos de muro que soportan la capa de cubierta son de gran espesor debido a la naturaleza poco cohesiva del terreno, por lo que suelen recurrirse al refuerzo aparejado de fábrica de ladrillo o mampuestos, e incluso a la sustitución total. La pulverización constante de estos parámetros interiores hace obligatorio su revestimiento, por lo que, sin recurrir a productos especiales, no pueden exhibirse sus coloraciones y texturas naturales. (Figura 4).

La linealidad geológica y topológica del escalón marginal de la vaguada, cuando la naturaleza de su terreno es uniforme, hace posible la aparición de viviendas subterráneas organizadas en hilera, con una primera crujía exterior y el resto en profundidad, como el tipo generado en Casas de Juan Nuñez, que constituye un ejemplo bien definido y ajustado a las necesidades de sus habitantes originales, apurando al límite las posibilidades de asentamiento subterráneo en un suelo difícil. (Figura 5).

Cuando la topología característica de la vaguada no va acompañada de la geología de arrastre descrita, se alteran los tipos de vivienda y también su organización, en detrimento de su interés y de su habitabilidad. Por ejemplo, en el caso del barrio subterráneo del Barranco, en Ribarroja del Turia, las márgenes, inclinadas y altas, son depósitos mal calibrados, arenosos y con bajo porcentaje de finos, abundando más las gravas y arenas por la proximidad de los montes erosionados, existiendo además tramos de verdadera costra caliza. En este tipo de terrenos de rambla suelen aparecer varios niveles: el inferior arenoso, con lechos finos de carbonatos intercalados y horizontales que dan cierta cohesión al conjunto, y que es el que se aprovecha para la excavación, preferentemente en los lugares menos carbonatados; el nivel central, donde aparecen gravas cementadas en forma de conglomerado con espesores iguales o mayores que los tramos excavados, y finalmente el nivel superior, en el que se desarrolla irregularmente la caliza de costra, formando estos últimos la cubierta de los espacios vaciados.

c) Asentamiento en ladera abancalada

El asentamiento subterráneo excavado en la topología de ladera, abancalada natural o artificialmente, es posible por la existencia de bancos dolomíticos, también escalonados, alternados con rellenos margoso-arenosos poco compactados. Como ocurre en el barrio

recientemente rehabilitado de "Cuevas del Agujero" en Chinchilla, las viviendas se excavan con gran libertad en los rellenos, y los bancos dolomíticos, duros e impermeables, forman los techos y a la vez las calles del escalón inmediato superior. (Fig. 6).

La normalización de las calles allanadas sobre los bancos dolomíticos determina los frentes de las viviendas que se forman por recorte de los niveles margoso-arenosos. Derivado de los procesos de percolación de las aguas superficiales, las partes externas, descubiertas por la excavación, se transforman en costras de carbonatación que confieren a los niveles margosos cierta dureza extra de apariencia superior a la real. Este factor cementante del encostramiento calcáreo que forma los paramentos de fachada evita los deterioros prematuros por meteorización, pero en aquellas zonas en que se elimina irresponsablemente la costra protectora, se producen acciones erosivas intensas cuyo efecto es la aparición en las fachadas de un interesante repertorio de pequeñas bermas, texturas y formas acarcabadas, generadas a favor de los tramos desprotegidos.

Las ventanas y puertas practicadas en fachada suelen recercarse con obra de fábrica, tanto para reforzar los muros como para recibir adecuadamente la carpintería. Otro elemento característico de estas fachadas son los hogares y chimeneas que se sitúan casi en el exterior de la primera crujía para no afectar a las calles y viviendas superiores, evitando también así el taladro del banco dolomítico más duro. Es interesante su repertorio de formas puras, conos y prismas, increíblemente esbeltos para provocar el tiro. Estos elementos aparejados, todos ellos pintados de blanco para diferenciarlos del ocre natural del terreno, se inspiran en un supuesto folclore local, prevaleciendo la verdadera naturaleza subterránea del barrio sobre los intentos de imitación de la casa construida. (Figura 7).

En los interiores permanece el gesto feliz de la excavación autodidacta y salvaje que originó este magnífico ejemplo de las posibilidades formales y tipológicas de la arquitectura excavada. La calidad del relleno margoso-arenoso permite el vaciado y esculpido libre de parámetros rectos o curvos y también su continuidad espacial. El aspecto y color natural del terreno trabajado pueden exhibirse debido a la integridad de los materiales, ya sea en bruto con las peculiares huellas dejadas por las herramientas y técnicas propias de la excavación o incluso con acabado pulido. (Fig. 8).

La vivienda excavada tipo es lineal, de una sola crujía exterior, salvo excepciones en que se excava alguna alcoba íntima o almacén en profundidad. El abancalamiento impone una organización de las viviendas en

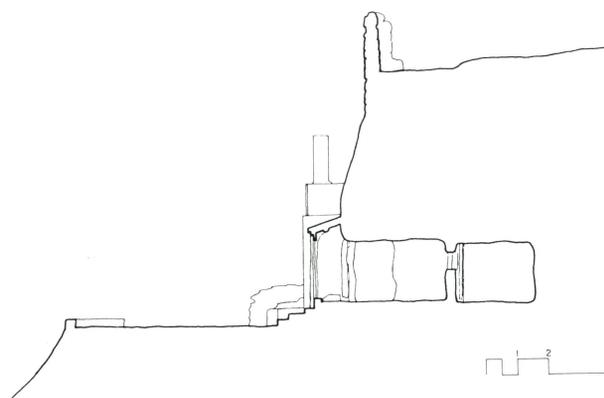


Fig. 6.— Cueva del Olmo. "Cuevas del Agujero". Chinchilla. (Sección).



Fig. 7.— "Cuevas del Agujero". Chinchilla.

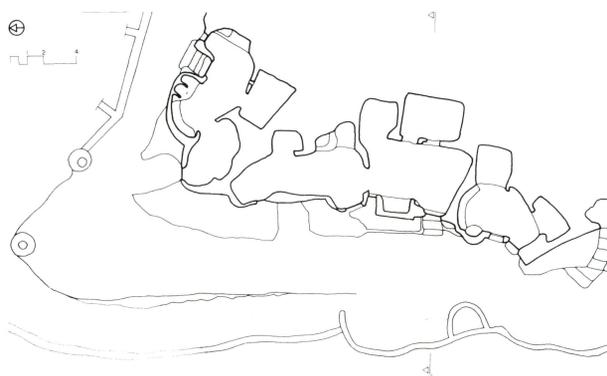


Fig. 8.— Cueva del Olmo. "Cuevas del Agujero". Chinchilla. (Planta).



Fig. 9.— Cueva del Olmo. "Cuevas del Agujero". Chinchilla.

hileras que se ciñen a las curvas topográficas que definen cada bancalete. Esta estructuración del asentamiento proporciona a todas las viviendas iluminación, ventilación y vistas lejanas excepcionales. (Figura 9).

Pese a la intensa tectónica que generalmente se asocia a la formación de laderas abancaladas de estas características, y que se manifiesta en las profundas fallas de su entorno, no se observan acciones estructurales que condicionen las excavaciones, excepto dispersas fracturaciones verticales, del tipo diaclasa, cuyo trazado se interrumpe en los niveles más detríticos.

d) Asentamiento en plano vertical

Los asentamientos en plano vertical, como los estudiados en "Cuevas de los Moros" de Bocairente, "Cueva de las ventanas" en Alfafara o del "Pou Clar" en Onteniente, se localizan en afloramientos de calizas masivas y submasivas en forma de farallones o cantiles originados por erosión fluvial, que se clasifican petrologicamente como calizas blancas ligeramente silíceas y arenosas, tendentes en sus tramos basales a calcarenitas, o calizas arenosas, con derivaciones esparíticas.

En el caso de Bocairente, las celdas prismáticas permanecen en el plano vertical de la primera crujía con una intercomunicación compleja que proporciona al conjunto una estructura de laberinto evidenciada en el exterior como una azarosa disposición de huecos rectangulares que recuerdan el enmarcado habitual de la ventana construida. En Alfafara, el taladro de los huecos es irregular y su estructura radial, lo que confiere al exterior una expresión no encontrada en ningún otro caso de los estudiados. Otras, veces, como ocurre en Onteniente, interesa la experiencia de la oposición compensada entre el pequeño hueco aislado y la enorme masa caliza. (Fig. 10).

De los distintos tipos de terreno estudiados, la calcarenita masiva se destaca como el campo geológico más adecuado para desarrollar, con facilidad y máxima libertad de excavación, todas las posibilidades de los planteamientos expresionistas, orgánicos o informales de la arquitectura subterránea excavada. (Fig. 11).

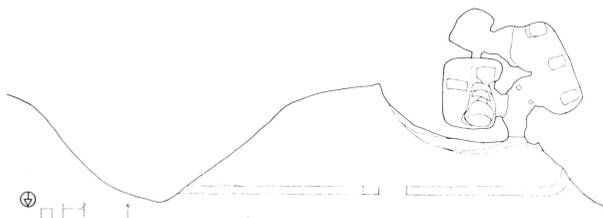


Fig. 10— Cueva de las Ventanas. Alfafara. (Planta).



Fig. 11.— Cuevas de los Moros. Bocairente.

Cuando la topología del plano vertical no va acompañada de una geología adecuada, el asentamiento queda comprometido, como queda ejemplificado en el hábitat excavado en la "Peña del Turco" de Chella. Las "Cuevas del Turco" se sitúan en un afloramiento de rocas carbonatadas ricas en detritos areno-arcillosos, variablemente tableadas y fuertemente teñidas en amarillos, ocre y grises procedentes de las arcillas. Debido a su génesis se intercalan láminas, e incluso masas, de arenas, arcillas o yesos. La excavación planificada en esta columna geológica es muy difícil por su propia heterogeneidad, ya que incluye arcillas, yesos, margas, calizas tableadas, calcarenitas, dolomías e incluso rocas volcánicas básicas. La estabilidad de los terrenos descomprimidos se ve amenazada por la presencia de materiales yesíferos que producen empujes expansivos multidireccionales debidos a la transformación de la anhidrita en yeso, causando la desorganización tanto de los materiales competentes como de los detríticos. La intensa tectónica local incrementa la brechificación del asentamiento, lo que unido a la fuerte erosión producida por las lluvias y arrolladas estacionales explica la indefinición de los tipos y de la forma externa, así como el fracaso de la colonización.

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

e) Asentamiento mixto

El asentamiento mixto reúne varias de las características topológicas citadas. Un sorprendente ejemplo de sus posibilidades lo constituyen los hábitats subterráneos excavados en los paleocauces del río Júcar, erosionados en hoz, como la "Cueva del Diablo" o la recientemente realizada "Cueva de Masagó", en Alcalá del Júcar. El casco urbano se ubica en una ladera que permite la trama urbana semisubterránea del tipo abanacado, con una densidad alta que no hubiera sido alcanzada de no ser por la existencia de estratos terciarios alternados de calizas arcillosas, calcarenitas y margas de tonos muy claros, que permiten la realización de viviendas con una primera crujía exterior que se edifica en altura, y varias más excavadas en profundidad bajo la calle del escalón superior. La originalidad de "Masagó" radica en que la excavación se prolonga mediante una calle interior que atraviesa el corazón de la montaña, por uno de los tramos más areniscosos, hasta alcanzar el cortado opuesto, donde se desarrolla un asentamiento del tipo plano vertical entre los bancos duros que constituyen el suelo y el techo. (Fig. 12).

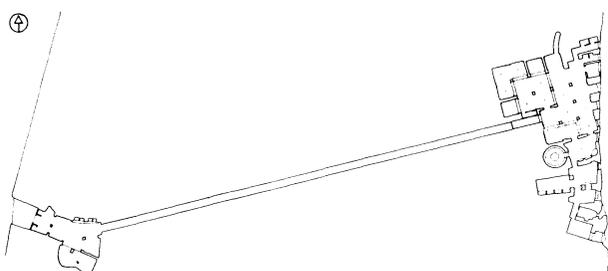


Fig. 12.— Cueva de Masagó. Alcalá del Júcar. (Planta).

4. EPILOGO

De esta forma queda probado que la arquitectura subterránea excavada moderna es geológicamente viable en aquellos lugares, como los casos citados, en que concurren adecuadas condiciones topológicas y geológicas.

La relación entre las condiciones del terreno y la forma arquitectónica ha quedado explicada para cada tipo y estos criterios pueden ser válidos y generalizables a presentaciones como las descritas, las cuales se encuentran en toda la geografía española.

Finalizando este trabajo quedan abiertas nuevas líneas de investigación, unas se refieren a geologías aún no estudiadas y que existen en diferentes zonas climáticas españolas, y otras a los terrenos en los que hoy sería viable el asentamiento subterráneo excavado con la ayuda de las últimas tecnologías de excavación, herramientas y productos especiales, los cuales no pudieron ser colonizados en el pasado.

BIBLIOGRAFIA

- 1 CHARNEAU, Nicole y TREBBI, Jean-Charles. *Maisons creusées. Maisons enterrées. Découvrir, restaurer, réaliser un habitat troglodytique*. Paris. 1981. Editions Alternatives.
- 2 WEIL, Louis. *Transmisión de calor*. Barcelona. 1976. Ed. Labor.
- 3 AAVV. *Earth sheltered housing: code, zoning and financing issues*. Minnesota. 1980. U.S. Department of Housing and Urban Development. The Underground Space Center University of Minnesota.
- 4 AAVV. *Werk/Oeuvre* (Número monográfico de arquitectura subterránea). Octubre. 1975. Páginas 878 a 912.
- 5 AAVV. *Mapa Geológico de España*. Hojas 695, 696, 722, 744, 766, 769, 791, 820 y 893. Madrid, 1958, 1974, 1973, 1979, 1981, 1980, 1981, 1975 y 1973, respectivamente. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria.
- 6 BOIGUES GREGORI, Carlos, LLORENS FABREGAT, Vicente, SOLAZ ROLDAN, Victoria y otros: "Catálogo del Patrimonio Arquitectónico del Término Municipal de Paterna". Valencia 1984, s/ed.

* * *