

Lezioni d'abisso

Case nella sabbia, case nella terra, case nella roccia

Lessons in chasms

Houses in the Sand, Houses in the Earth,
Houses in the Rock

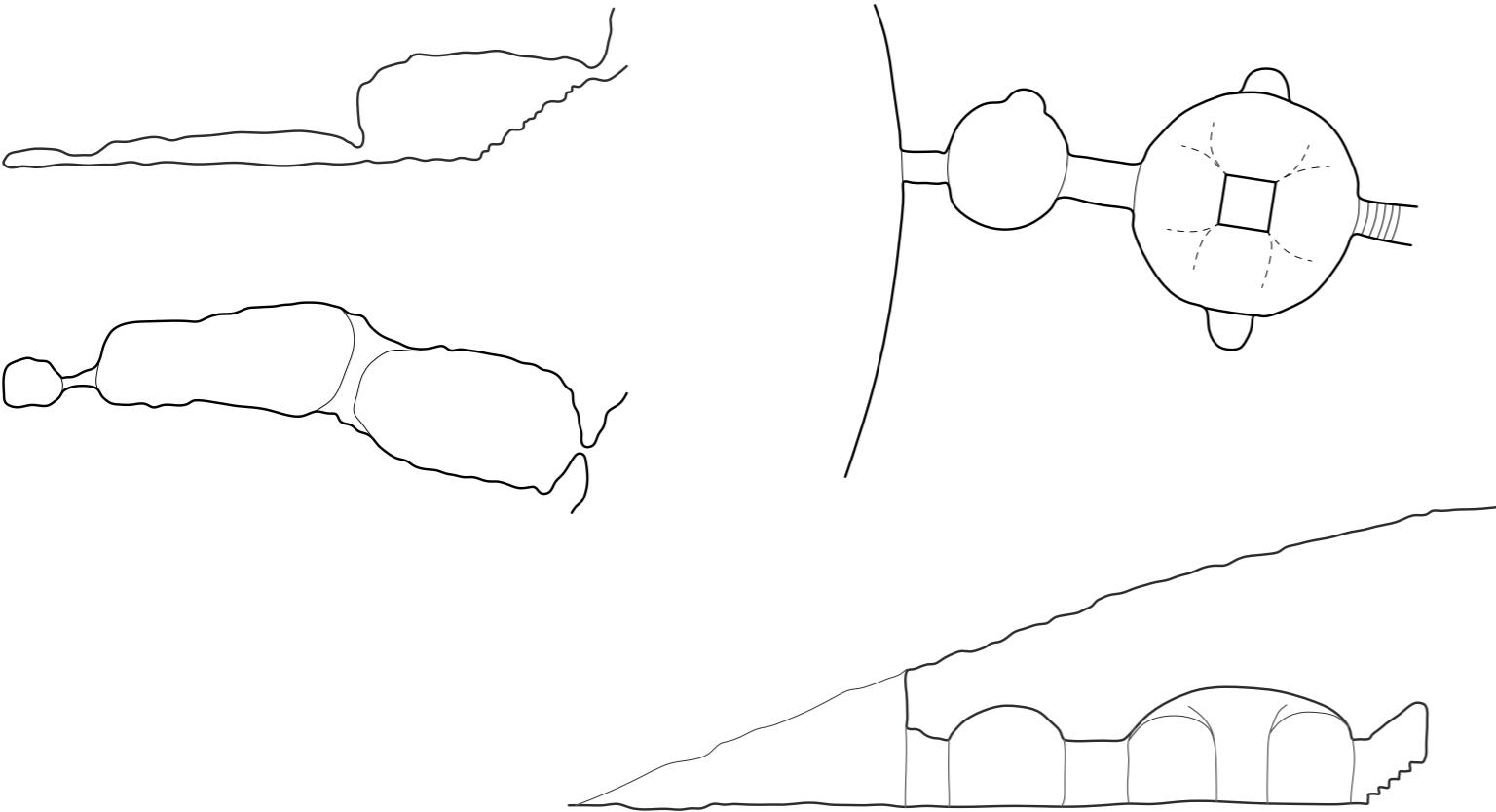
Antonello Boschi

Le condizioni climatiche delle grotte primordiali sono lo spunto per una riflessione sull'abitare ipogeo che guarda al materiale come un qualcosa nel quale confondersi e con cui realizzare una sorta di estetica della sparizione.

The climate conditions of primordial caves stimulate reflections on underground living in which material is seen as something with which to potentially mingle, in a fusion that leads to a sort of aesthetic of disappearance.

Vista dal drone di casa SRMS & A di Werner Tscholl, Castelbello (BZ) 2014-2017 © Albrecht Auer (Staschitz)

Drone's-eye view of the SRMS & A house by Werner Tscholl, Castelbello (BZ) 2014-2017 © Albrecht Auer (Staschitz)



«I capelli mi si rizzavano in testa, mi battevano i denti e tremavo in tutto il corpo. [...] Decisamente non avevo preso sufficienti lezioni d'abisso, alla Frelser Kirk di Copenaghen.»

Queste le parole del più famoso esploratore immaginario di grotte della letteratura, quel Jules Verne che, pur non avendo mai percorso la discesa del vulcano Snæfell, sapeva come rendere quel senso di disagio che molti provano quando si trovano nelle viscere della terra. Sensazioni come quella del freddo che paragonata alle condizioni esterne non avevano alcun riferimento scientifico. Lo spazio sotterraneo anche in aree battute dai venti gelidi dei paesi del nord così come abbiamo visto, nelle torride condizioni

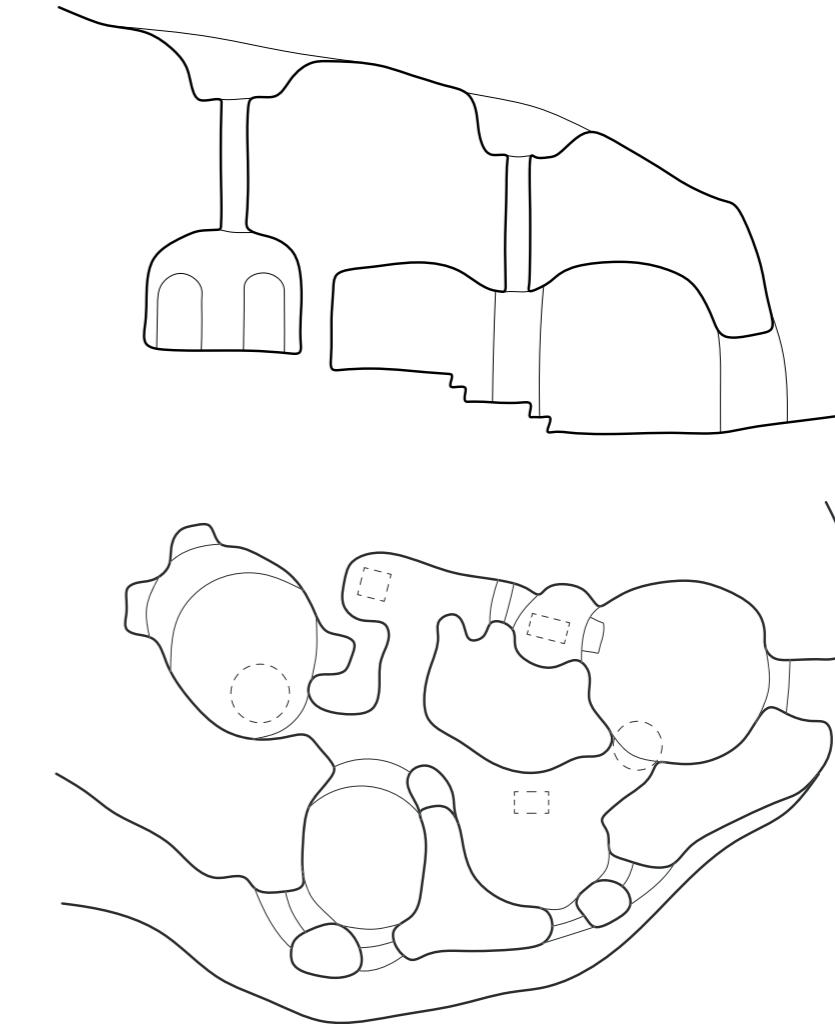
Pianta e sezione di una grotta a Mount Eccles nello Stato di Victoria, Australia

Plan and section of a cave at Mount Eccles in the state of Victoria, Australia

Pianta e sezione di una abitazione scavata a White Cliffs nello Stato di New South Wales, Australia

Plan and section of an excavated dwelling at White Cliffs, in the state of New South Wales, Australia

del deserto tunisino, è sempre stato sinonimo di protezione, rifugio, difesa. Il romanziere, un po' come avrebbe fatto agli inizi del Novecento Emilio Salgari, aveva semplicemente mostrato quello che il lettore si aspettava di vedere e sentire. In realtà da un punto di vista strettamente biologico l'introduzione e la permanenza in un habitat sotterraneo, per le sue caratteristiche ambientali, aiuta a regolare il sistema nervoso, mantiene la produzione e la dissipazione di calore del corpo, stimolando i tassi metabolici e la resistenza alle malattie⁴, rappresentando quindi – almeno nel breve periodo – una sorta di condizione ottimale. Temperatura costante e umidità relativa stabile che hanno effetti addirittura di allungamento



Pianta e sezione di una abitazione scavata e con aerazione a White Cliff nello Stato di New South West, Australia

Plan and section of an excavated dwelling with aeration at White Cliffs, in the state of New South Wales, Australia

della longevità confermati dalle analisi condotte sulle popolazioni di alcune regioni della Cina². Un effetto di termoregolazione che si adatta sia a climi freddi e umidi che a quelli caldi e aridi, ben visibile nei territori australiani con cittadine come Coober Pedy e White Cliffs. In quest'ultima, in particolare, una piccola popolazione vive nelle grotte da più di un secolo grazie alla capacità di abbassare i valori esterni di venti gradi a seconda della sezione, della profondità della costruzione e del tipo di ventilazione utilizzata³. Gli stati di New South Wales e South Australia rappresentano l'ennesima dimostrazione di come l'utilizzo dello scavo e della crosta terrestre come strato entro il quale abitare, non abbiano confini geografici. I dati hanno infatti evidenziato come questi insediamenti si comportino come dei veri e propri "abbattitori" dei principali fattori influenti sul benessere termoigrometrico mettendo in relazione la morfologia delle cavità – altezze e profondità – con

"My hair stood on end, my teeth chattered, my limbs trembled. [...] Decidedly, I hadn't had enough 'lessons in chasms' at the Von Frelsers Kirke in Copenhagen." These are the words of the most famous imaginative explorer in all of literature, Jules Verne, who though he never walked the descending path of the Snæfell volcano was quite capable of conveying the sense of discomfort felt by many when they go down into the bowels of the earth. Sensations such as that of the cold, which in terms of actual weather conditions had no scientific

basis. The underground space, even in areas lashed by the frigid winds of the north, or in the torrid conditions of the Tunisian desert, has always been synonymous with protection, shelter, defense. The novelist, rather like what Emilio Salgari would do at the start of the 20th century, simply displayed what the reader was expecting to see and hear. Actually, from a strictly biological standpoint, entering and spending time in a subterranean habitat, due to its environmental characteristics, helps to regulate the nervous system, maintaining the production

and release of body heat, stimulating metabolic rates and resistance to illness,¹ and thus represents – at least over the short term – a sort of optimal condition. Constant temperature and stable relative humidity even have the effect of increasing longevity, as confirmed by analyses conducted on the populations of certain regions in China.² This effect of thermoregulation adapts to both cold-humid and hot-arid climates, as can be seen in Australia in towns like Coober Pedy and White Cliffs. In the latter, a small population

has lived in caves for over a century, thanks to the ability to lower external temperature by 20 degrees, depending on the cross-section, the depth of the construction and the type of ventilation utilized.³ The states of New South Wales and South Australia represent yet another demonstration of the fact that the use of excavation and of the earth's crust as a layer inside which to dwell know no geographical boundaries. The data show that these settlements act as true "regulators" of the main factors governing thermo-hygrometric comfort, putting the shape of the cavity – heights and depths – in relation to the internal parameters. In particular, in the Victoria area, the caves originally inhabited by aboriginal people in the settlements of East Buchan and Mount Eccles show that in the type created from a slope with a single opening for access, the wet-bulb and dry-bulb temperature drops drastically once past the entrance: in these examples the interface between internal and external space makes use of expedients to minimize the exchange between the two environments, such as the compression of the

entrance in the first case or even the descent by way of a staircase to a lower level, in the second.⁴ The ground is therefore an enormous potential resource for energy saving, and this is simply because starting from the last Ice Age the Earth has been incessantly subjected to the warming action of the sun's rays, to the point of bringing it to a semi-static thermal condition.⁵ Studies conducted in recent decades agree that the percentage of savings with respect to an above-ground work may vary from 47-80% depending on the type of terrain, to

33-50-70% depending on the function of the construction. In any case, comparing the same typology made above or under ground, the function of a building with the highest level of reduction of energy requirements is that of housing, industry or offices, with savings of as much as 60-70%, as opposed to 25-40% for the sectors of education, healthcare and sports.⁶ These results are not very different from those hypothesized by John Barnard Jr. just forty years earlier.⁷ These estimates that link the use of buildings to obtainable energy savings are

partially subject to revision if we take the internal heat gain of the different functions and surrounding conditions imposed by the climate of their location into consideration. This premise can be translated into a ranking summed up by the principle according to which the architectures that contain functions with low heat gain, as in the case of residential buildings, are underground types best optimized in warm climates, while functions that involve a large number of users, such as those for sporting activities, lead to better results in cool climates.⁸



i parametri interni. In particolare, nell'area di Victoria, le grotte abitate in origine dagli aborigeni negli insediamenti di East Buchan e Mount Eccles raccontano come nella tipologia ricavata da un pendio con una sola apertura che funge da accesso, la temperatura di bulbo umido e secco cala vertiginosamente una volta varcato l'ingresso: in questi esempi l'interfaccia tra lo spazio interno e quello esterno utilizza espedienti per minimizzare lo scambio tra i due ambienti, come la compressione dell'ingresso nel primo caso o addirittura la discesa attraverso una scala verso una quota più bassa nel secondo⁴.

Il suolo costituisce quindi una enorme risorsa

Paesaggio a Coober Pedy
nello Stato di South Australia,
Australia

Landscape at Coober Pedy
in the state of South Australia,
Australia

potenziale di risparmio energetico e questo semplicemente perché a partire dall'ultima glaciazione, la terra è stata sottoposta ininterrottamente all'azione riscaldante dei raggi solari fino a portarla a una condizione termica semi-statica⁵. Gli studi portati avanti negli ultimi decenni concordano come la percentuale di risparmio, rispetto a una opera soprasuolo, vari da un 47-80% a seconda del tipo di terreno, a un 33-50-70% a seconda della funzione che vi si svolge. E che, in ogni caso, confrontando la stessa tipologia realizzata fuori terra con una analoga sotterranea, la funzione di un edificio con il più alto livello di riduzione del fabbisogno energetico è quella abitativa, industriale



Dettaglio dell'entrata di una abitazione scavata a Coober Pedy nello Stato di South Australia, Australia

Detail of the entrance of an earth-sheltered house at Coober Pedy, state of South Australia, Australia

e per uffici con ben un 60-70% nei confronti di 25-40% dei settori educativi, della salute e dello sport⁶. Risultati non molto diversi da quelli ipotizzati da John Barnard Jr. solo quarant'anni prima⁷. Queste stime che legano l'utilizzo degli edifici al risparmio energetico ottenibile sono in parte soggette a revisione una volta preso in considerazione il guadagno termico interno delle differenti funzioni e le condizioni al contorno imposte dal clima nel quale si collocano. Premessa che si traduce in una classificazione riassumibile nel principio attraverso il quale architetture che contengono funzioni con basso guadagno termico, come nel caso di edifici residenziali, sono tipologie ipogee meglio

ottimizzabili in climi caldi, mentre funzioni che accolgono un grande numero di fruitori, come quelle per le attività sportive, danno risultati migliori in climi freddi⁸.

Se, come abbiamo visto, risulta determinante il tipo di collocazione, non meno importante è la tipologia del terreno. Non è un caso che il maggior numero di persone che vivono in case ctonie sia collocato in Cina dove il *loess* – un sedimento eolico di sabbia fine e limo di origine glaciale che grazie alla scarsa durezza e a un alto grado di porosità è facile da scavare – costituisce il miglior materiale da costruzione possibile. Lo stesso contesto favorevole si ritrova nell'esempio già esposto a Matmata nel

While as we have seen the type of placement is decisive, the type of terrain is no less important. It is no coincidence that the largest number of people living in underground dwellings is found in China, where the *loess* – a loamy deposit formed by wind, of glacial origin, in which it is easy to dig thanks to its lack of hardness and its high porosity – constitutes the best possible construction material. The same kind of favorable context exists in Matmata, in which the ease of working on the site represented the indispensable condition for its settlement, considering the

limited tools for excavation of the cave dwellers that founded the village. With the passing centuries the malleability of the materials become less important, thanks to technological progress and to the priority placed on guarantees of insulation and structural performance in architecture today. Precisely the level of heat on the ground, together with the geomorphological conditions of the site, are among the aspects that influence the initial choice of the location and the behavior of the structure: in a city like Shanghai variation curves can be summed

be obtained between three and seven degrees in summer and one and seven degrees in winter. Likewise, the data of the walls of an underground construction reflect the condition of the immediately adjacent areas, following the temperature distribution gradient from the warmer surface layers to the deeper layers, already stabilizing at approximately three meters of depth.⁹ Taking an empirical approach that overlooks the different variables impacting the conditions of the terrain, in temperate climates the behavior can be summed

up in three phases. On the basis of depth increment it is possible to already detect an attenuation of 20% at ten centimeters from the surface with respect to the variation of air heat, with a phase shift of six hours. Below thirty centimeters the daily variation of external temperature is completely absorbed by the thermal inertia of the ground. Reaching a depth of five meters, we can measure a constant condition equal to the annual average of the location, with a deviation of the order of one degree centigrade.¹⁰ This exponential reduction of the external

thermal variation and of the temperature in general evens out the performance of an underground building in various periods of the year. This observation is equally important if we consider it from an opposite standpoint, namely that of the dispersion of heat from an underground space towards the outside. The achievement of comfort in an underground situation happens both in the warm period and the cool period, given the proximity of the maximum dispersions to the average dispersions of the building.

The combination of limited

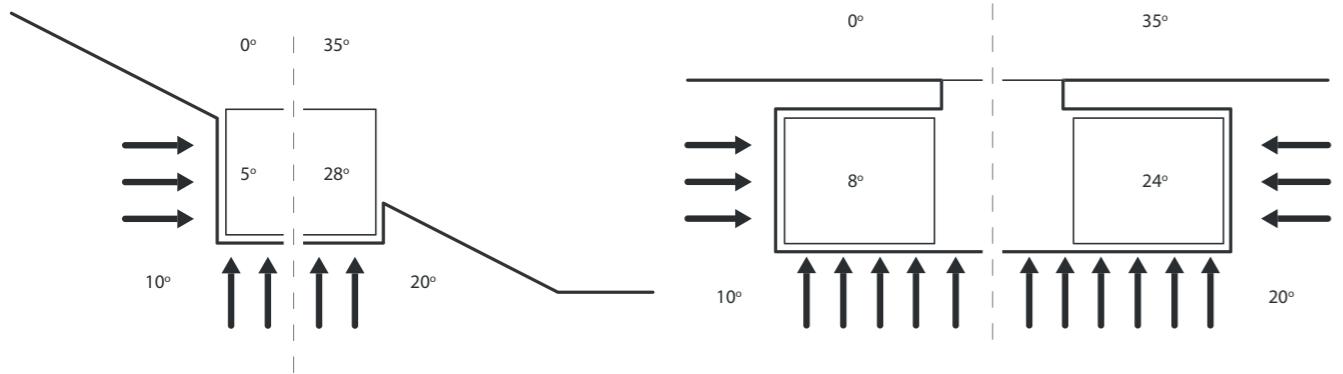
dispersion and inertia of the terrain with respect to the external climate – a formula that puts the underground condition into a position of advantage in terms of energy consumption – is joined by the concept of PAHS, passive annual heat storage, i.e. the capacity to exploit these characteristics in order to further increase the performance of a building on an annual basis. PAHS is a method used to accumulate heat during the summer through natural cooling and storage of the heat in the ground itself, which will release it to the

building through shared surfaces during the winter.¹¹ The strategy is fundamentally based on the thermodynamic principle by which heat flows naturally from a warmer object to a cooler object. In other words, the ground contains the possibility of regulating temperature in architecture, a sort of *deus ex machina ante litteram*, prior to the use of machines to heat or cool water and air.

To assess the benefits of an underground location for a basic shelter, we can identify two volume types – one partially inserted in a hillside (slope design), the other

completely below ground, like a courtyard (atrium design) – in which it becomes clear not only that PAHS and passive cooling strategies can be enormously advantageous in both summer and winter, but also that this advantage is maximized by the patio typology.¹² Therefore the form can also have an impact on living conditions and, to paraphrase Sullivan, form follows climate. In warm zones the best form is that of the rectangle, or one with the largest possible number of sides, because the greater the surface exposed to the ground, the greater the

thermal exchange, leading to more efficient cooling of the spaces. Vice versa, in cooler zones the circular form, or in general a form with less exposed surface, reduces heat dispersion – hence the trend towards compact dwellings.¹³ Besides all these considerations, there is obviously also the contribution offered to underground architecture by natural ventilation. The difference of temperature inside and outside the building, though reduced to a minimum by the action of the terrain, in any case permits a fundamental phenomenon



quale la natura facilmente lavorabile del luogo ha rappresentato la *conditio sine qua non* per essere abitato, considerando i limitati strumenti di scavo in possesso delle popolazioni troglodite che lo hanno fondato. Con il passare dei secoli la malleabilità dei materiali ha avuto una incidenza progressivamente minore, arginata dal progresso tecnologico e subordinata alle garanzie di isolamento e comportamento strutturale richieste all'architettura dei nostri giorni. Proprio il grado di calore a terra, insieme alle condizioni geomorfologiche del sito, sono alcuni degli aspetti che maggiormente influenzano la scelta iniziale del luogo e successivamente il comportamento della struttura: in una città come Shanghai si ottengono curve di variazione tra i tre e i sette gradi in estate e fra gli uno e i sette gradi in inverno. Alla stessa maniera i dati dei muri di una opera ipogea riflettono l'andamento delle aree immediatamente adiacenti, seguendo il gradiente di distribuzione della temperatura dagli strati superficiali più caldi fino a quelli più profondi,

Effetti del PAHS e del raffreddamento passivo in inverno e in estate sullo spazio interno parzialmente inserito nel terreno collinare

Effects of PAHS and passive cooling in winter and summer on internal space partially inserted in a hillside

Effetti del PAHS e del raffreddamento passivo in inverno e in estate sullo spazio interno completamente interrato a corte

Effects of PAHS and passive cooling in winter and summer on an internal space completely excavated as a courtyard

stabilizzandosi già intorno ai tre metri di profondità⁹. Secondo un approccio empirico, che trascura le diverse variabili incidenti sulla condizioni del terreno, il comportamento in climi temperati si può riassumere in tre fasi. In base all'incremento della profondità è possibile riscontrare già a dieci centimetri dalla superficie un'attenuazione del 20% rispetto alla variazione di calore dell'aria, con uno sfasamento di sei ore. Oltre i trenta centimetri la variazione giornaliera della temperatura esterna è del tutto ammortizzata dall'inerzia termica del suolo. Raggiunti i cinque metri sottoterra si misura una condizione costante pari a quella media annua del luogo, con uno scarto dell'ordine di un grado centigrado¹⁰. Questo esponenziale ammortamento della variazione termica esterna e della temperatura in assoluto, livella il comportamento di un edificio ipogeo a seconda del periodo dell'anno. Osservazione che è altrettanto importante se considerata secondo una prospettiva opposta, ovvero guardando alle dispersioni che un ambiente interrato trasmette

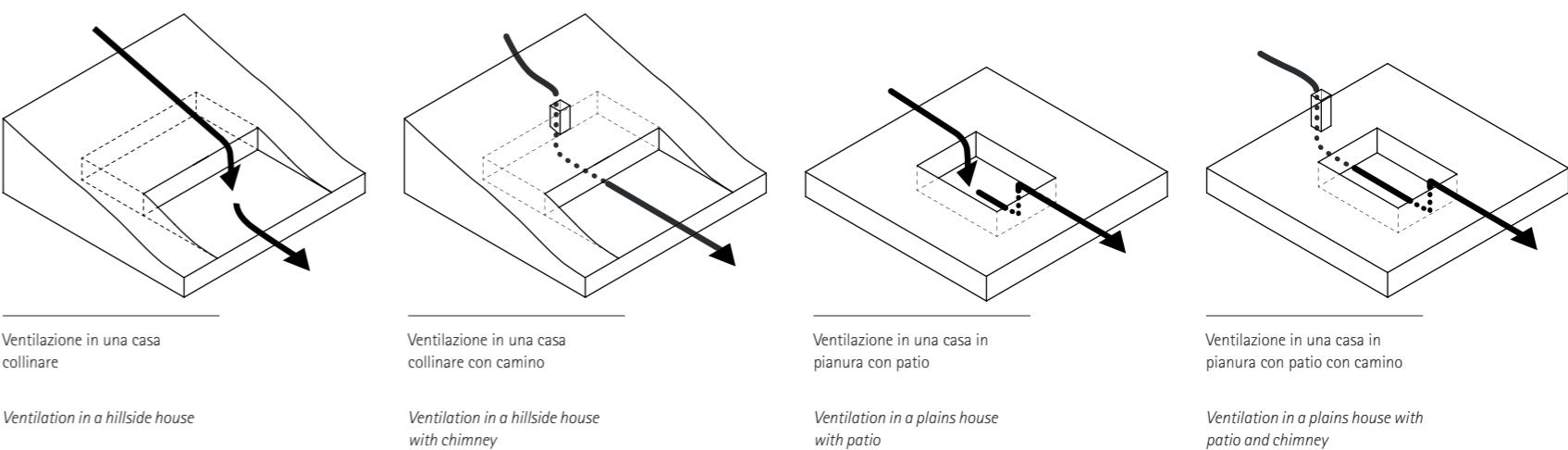
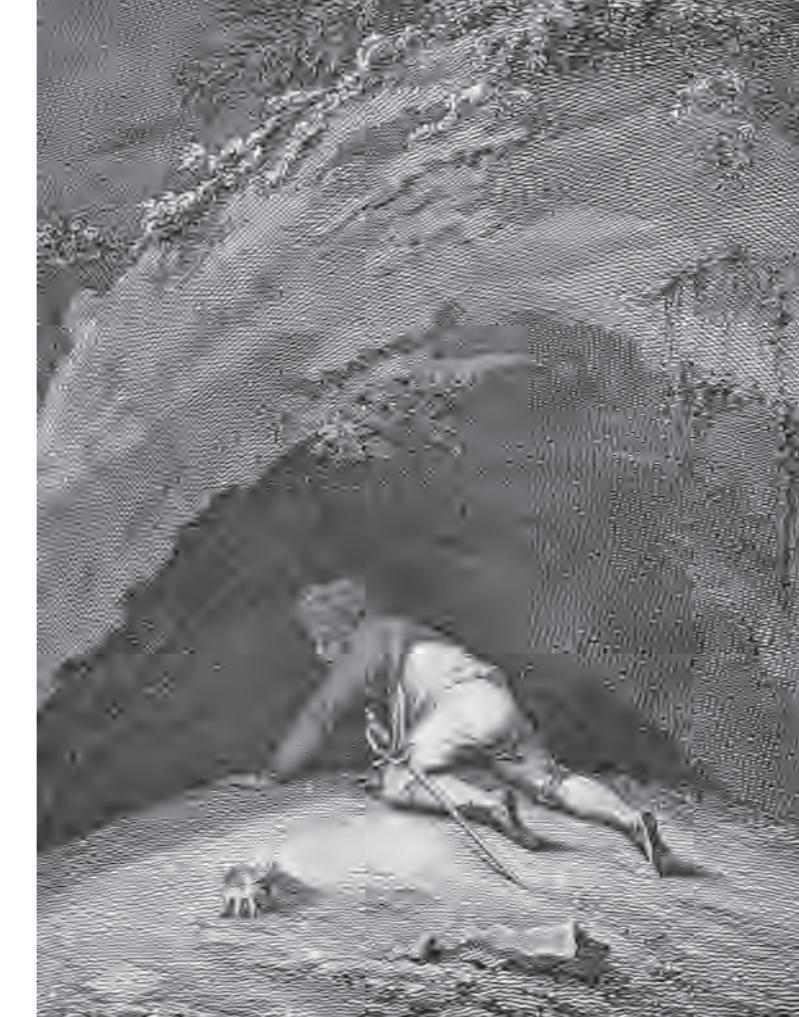
with-held issued out with a certain proportional force.¹⁴ The tale told by Niels Klim, but also historic examples like the houses of Jerusalem or the dwellings of ancient Mesopotamia, allow us to observe how the ground mass, while preventing heat dispersion, also blocks the passage of air at the same time, which thus has to take place through controlled openings. The quantity and quality of the gaps are variables firmly linked to the design, which can take on the characteristics of cross or ascensional ventilation, and all the conditions found

in traditional architecture. The passage and circulation of air constitute one of the basic conditions of everyday experience of architecture, from the times in which casements did not exist, all the way to the practice of aerating homes based on the path of the sun, before the introduction of air conditioning. It comes naturally, from the outset, to point to a limitation of good passive ventilation, namely the fact that a building partially or completely below ground has less possibility of opening to the outside, and therefore has few ways to be crossed, which

characteristics of the site and its wind conditions. The approach involves a kind of track on which to control this flow, without direct exposure to the wind which often brings with it dust and debris. The difference in conception between buildings constructed on a slope and those organized around a courtyard lies precisely in the routes that can be plotted, all aimed at a constant flow in the interiors, always as an optimized fraction of the currents on the ground surface. Very specific dynamics can be seen in the above-mentioned cases at Coober Pedy, where conduits excavated in a way that resembles the intricate dynamism of mines represent a solution that exploits the chimney effect, facilitating air circulation. The pressure differential created thanks to the underground situation triggers utterly exceptional internal movements, which can be manifested on the surface as blasts of air,¹⁵ a sort of Icelandic mistour to link back to Verne's narrative. These puffs, made visible by the sand of the Australian landscapes, are the result of skilful channelling designed for this purpose with diagrams that show the relationship

Incisione di Johan Friderich Clemens, su disegno di Nicolai Abildgaard, raffigurante Niels Klim, Copenaghen 1789

Etching by Johan Friderich Clemens, from a drawing by Nicolai Abildgaard, depicting Niels Klim, Copenhagen 1789



Ventilazione in una casa collinare

Ventilation in a hillside house

Ventilazione in una casa collinare con camino

Ventilation in a hillside house with chimney

Ventilazione in una casa in pianura con patio

Ventilation in a plains house with patio

Ventilation in a plains house with patio and chimney

between air speed and ground level. Not only are these factors directly proportional; we can also observe a rise in ventilation in keeping with the depth of the excavation.¹⁶ While elaborate but rudimentary conduits wind under the sands of the Southern Hemisphere, much more complex devices are found in the wind towers of Iran. Authentic monuments to the air, standing out like obelisks at the corners of constructions, these towers give rise to a system of natural mechanical circulation that dates back tens of centuries prior to

a profound depth. One lay by the path up the hill which I had followed during my first walk. [...] Sitting by the side of these, and peering down, I failed to see any gleam of water, and could catch no reflection from a lighted match. [...] I discovered from the flaring of the match that a steady current of air set down the shaft. Moreover, I carelessly threw a scrap of paper into the throat of the well, and instead of fluttering slowly down, it was at once sucked swiftly out of sight. After a time, too, I came to connect with these wells that appeared to sink to

here and there upon the hill slopes. Above these there was often apparent a peculiar flicker of the air, much as one sees it on a hot day above a sun-scorched beach. Putting these things together there certainly seemed to me a strong suggestion of an extensive system of subterranean ventilation.¹⁷ The approach to ventilation somehow recapitulates the difference that exists between methods we might define as "erusive" and those that are constructive: the former, spontaneous in character, exploit natural cavities using archaic means – excavation



I pozzi di ventilazione in un fotogramma tratto dal film *The Time Machine*, di George Pal, Usa 1960

*Ventilation wells in a still taken from *The Time Machine*, by George Pal, USA 1960*

Il condotto di areazione visto dall'interno in un fotogramma tratto dal film *The Time Machine*, di George Pal, Usa 1960

*The aeration conduit seen from the inside in a still taken from *The Time Machine*, by George Pal, USA 1960*

when the roof begins to be covered with moss, thanks to the treatment of the surface roughened by the hand finishing done with spades, rakes and brooms.¹⁹ A thin shell resting on pillars and partitions, suspended at times, filled in with glass panels that not only permit constant contact with the rock and the view of the valley, but also provide cross ventilation, first through the walls and then upward. A volume initially incised, then subtracted from the bulk of the mountain, and finally returned to it in the form of a tent stretched amidst compact rocks, steep



cliffs and ravines. A dialogue with the existing context that is not aimed at compliance with the local language of construction, but takes part in the aerial life of the mountain, letting itself be transported by a game of references between underlying forms and landscapes, and finally abandoning itself to the diaphanous glow of the sun's rays. Here the lithic memory of the site is understood, grasping the importance of light, and here we can fully comprehend the lesson of the chasm.



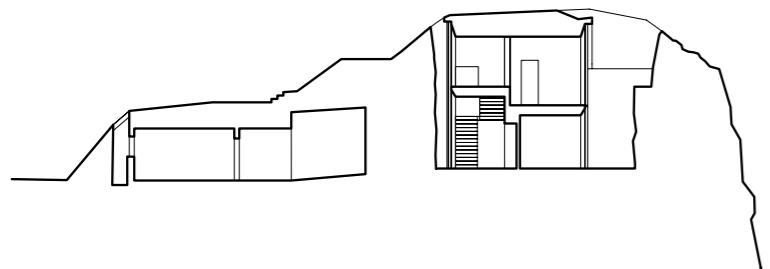
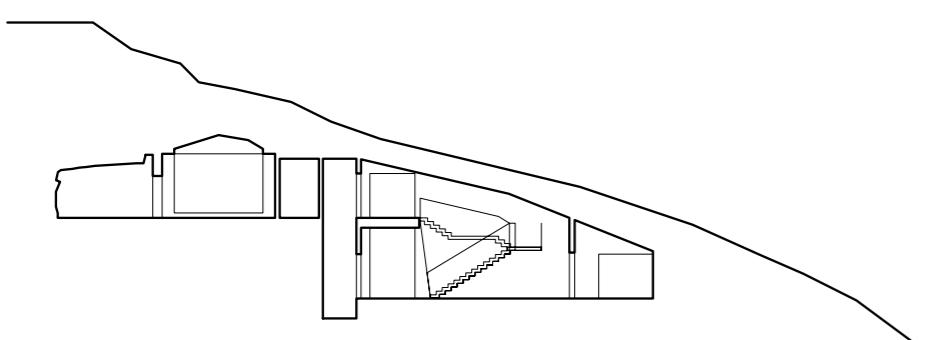
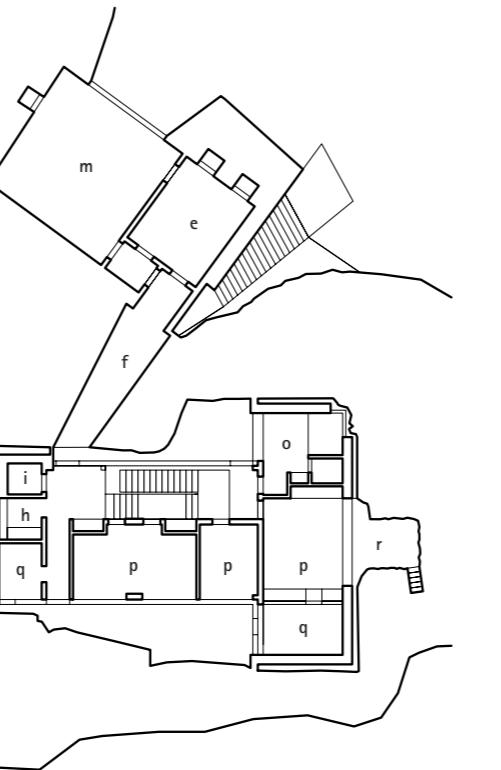
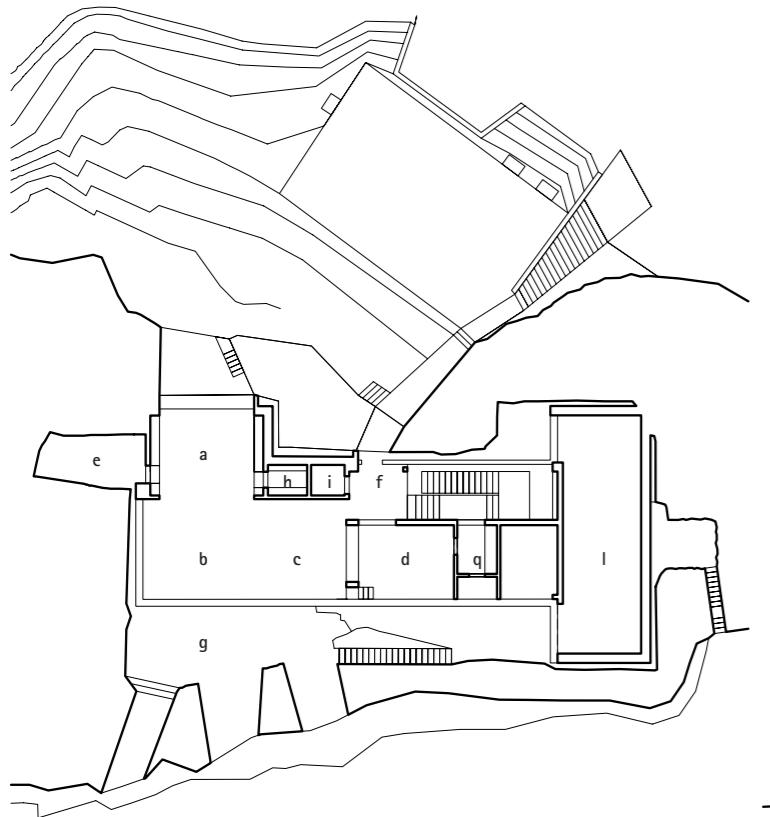
verso l'esterno. Il raggiungimento del comfort in una situazione ipogea avviene sia nel periodo caldo che in quello freddo, vista la vicinanza di quelle che saranno le dispersioni massime alle dispersioni medie dell'edificio.

Alla combinazione di dispersioni contenute e inerzia del terreno rispetto al clima esterno – che rappresentano una formula che pone la condizione ipogea in una posizione energeticamente privilegiata – si aggiunge il concetto di PAHS, *passive annual heat storage*, ovvero la capacità di sfruttare queste caratteristiche per incrementare ulteriormente le prestazioni dell'edificio su base annua. Il PAHS è un metodo per accumulare calore durante l'estate attraverso il raffrescamento naturale e l'immagazzinamento di questo nel suolo stesso che lo restituirà all'edificio attraverso la superficie che condividono durante l'inverno¹¹. Una strategia che si basa fondamentalmente sul principio termodinamico per il quale il flusso di calore segue sempre la direzione da un corpo più caldo a uno più freddo. In

Vista verso sud ovest e la Val Venosta di casa SRMS & A di Werner Tscholl, Castelbello (BZ) 2014-2017 © René Riller

View towards the southwest and Val Venosta of the SRMS & A house by Werner Tscholl, Castelbello (BZ) 2014-2017 © René Riller

altre parole il sottosuolo contiene al suo interno le possibilità per regolare la temperatura in architettura, una sorta di *deus ex machina ante litteram*, prima della realizzazione delle macchine per riscaldamento o raffreddamento di acqua e aria. Volendo valutare il beneficio di un assetto ipogeo di un edificio elementare si possono individuare due tipi di volume – l'uno inserito parzialmente nella collina (slope design), l'altro completamente interrato a corte (atrium design) – nei quali si verifica come le strategie PAHS e raffreddamento passivo non solo risultino di enorme vantaggio sia nel periodo estivo che in quello invernale, ma anche come questo vantaggio risulti massimo nella tipologia a patio¹². Anche la forma può quindi incidere sulle condizioni abitative e, parafrasando Sullivan, *Form Follows ... Climate*. In zone calde la forma migliore risulta essere quella rettangolare o con un numero maggiore di lati possibili in quanto maggiore è la superficie esposta alla terra, maggiore sarà lo scambio termico e gli ambienti risulteranno meglio raffreddati. Viceversa in



Pianta del piano terra: a) cucina, b) pranzo c) soggiorno, d) studio, e) cantina, f) ingresso, g) terrazza, h) ripostiglio, i) ascensore, l) vuoto, m) garage, o) sauna, p) camera q) bagno, r) cortile

Ground floor plan: a) kitchen, b) dining room, c) living area, d) studio, e) cellar, f) entrance, g) terrace, h) closet, i) elevator, l) void, m) garage, o) sauna, p) bedroom q) bathroom, r) courtyard

Pianta del primo piano: a) cucina, b) pranzo c) soggiorno, d) studio, e) cantina, f) ingresso, g) terrazza, h) ripostiglio, i) ascensore, l) vuoto, m) garage, o) sauna, p) camera q) bagno, r) cortile

First floor plan: a) kitchen, b) dining room, c) living area, d) studio, e) cellar, f) entrance, g) terrace, h) closet, i) elevator, l) void, m) garage, o) sauna, p) bedroom q) bathroom, r) courtyard

Sezioni longitudinale e trasversale della casa

Longitudinal section and cross-section of the house



Vista della sala verso la terrazza
© René Riller

View of the living area towards the terrace © René Riller

Il fronte sud e la terrazza © René Riller

The southern facade and the terrace © René Riller





La copertura della casa © René Riller

The roof of the house © René Riller

quelle fredde la forma circolare o, in generale, con poca superficie esposta, riduce la dispersione del calore da cui consegue la tendenza verso case compatte¹³. Il tutto, ovviamente, senza considerare il contributo offerto all'architettura ipogea dalla ventilazione naturale.

La differenza di temperatura dentro e fuori l'edificio, nonostante sia ridotta al minimo dall'azione del terreno, permette comunque un fondamentale fenomeno di aereazione che, se opportunamente progettato e controllato, può risultare un ulteriore elemento di risparmio sul peso complessivo di consumo energetico di una costruzione interrata. «La bocca della grotta emette a intervalli una lieve e gradevole corrente d'aria, quasi un costante singulto con cui a tratti sembra rilassare la gola, a tratti chiuderla; per questo i dotti di Bergen [...] avevano più volte esortato i concittadini a esplorare meglio la natura dell'antro, specialmente perché esso, quasi a intervalli regolari, emetteva con forza l'aria che aveva risucchiato, al pari di una persona che respira»¹⁴. Il racconto di Niels Klim, ma anche esempi storici come le case di Gerusalemme o le abitazioni dell'antica Mesopotamia, ci permettono di osservare come la massa suolo, se da una parte impedisce la dispersione del calore, allo stesso tempo blocca il passaggio dell'aria che deve allora avvenire attraverso aperture controllate. La quantità e la qualità dei vuoti sono variabili legate saldamente al progetto, che può assumere le caratteristiche di ventilazione trasversale, ascensionale e tutte le condizioni che si ritrovano nell'architettura tradizionale. Il passaggio e la circolazione dell'aria sono una delle condizioni alla base della quotidianità in architettura, dai tempi in cui ancora non esistevano infissi, fino all'abitudine di arieggiare le case in base alla rotazione del sole, prima dell'avvento dei condizionatori. È naturale sollevare da subito come fattore limitante per una buona ventilazione passiva il fatto che l'edificio, in quanto completamente o parzialmente interrato abbia minore possibilità di aprirsi all'esterno, e quindi disponga di meno armi per essere attraversato. Una casistica, ampiamente bilanciata dai benefici che il suolo apporta per incrementare il benessere interno, che si riduce all'utilizzo di finestre e camini.

Considerando come caso tipo quello dei climi caldi e secchi, ovvero i contesti più bisognosi di circolazione dell'aria è interessante capire come questa sia un fluido da manipolare e incanalare attraverso prese in superficie, deviazioni e compressioni, tutti strumenti che dovranno fare i conti con le caratteristiche morfologiche del luogo e l'andamento dei venti. Sorta di piste sulle quali correre in modo controllato, senza un apporto diretto del vento che spesso porta con sé detriti e polveri. La differenza di approccio che si riscontra negli edifici costruiti su pendio piuttosto che in quelli organizzati intorno a una corte sta proprio nei percorsi che si possono delineare, tutti mirati a un flusso costante negli spazi interni, e sempre frazione ottimizzata delle correnti di superficie.

Dinamiche del tutto particolari si ritrovano nei casi di cui abbiamo parlato a Coober Pedy, dove condotti scavati alla maniera che ricorda l'intricato dinamismo di un giacimento estrattivo, rappresentano una soluzione che sfrutta l'effetto camino favorendo la circolazione dell'aria. Così il differenziale di pressione che si crea grazie alla situazione ipogea innesca dei moti interni del tutto eccezionali, che possono arrivare a manifestarsi in superfici come sbuffi di aria¹⁵, sorta di *mistour* islandesi se volessimo rifarci alla narrativa verniana. Questo soffio, reso visibile dalla sabbia degli paesaggi australiani è il frutto di una sapiente canalizzazione studiata per l'occasione con diagrammi che mettono in rapporto la velocità dell'aria con la quota del terreno. Questi fattori non solo risultano

Vista di scorcio del fronte sud della casa © René Riller

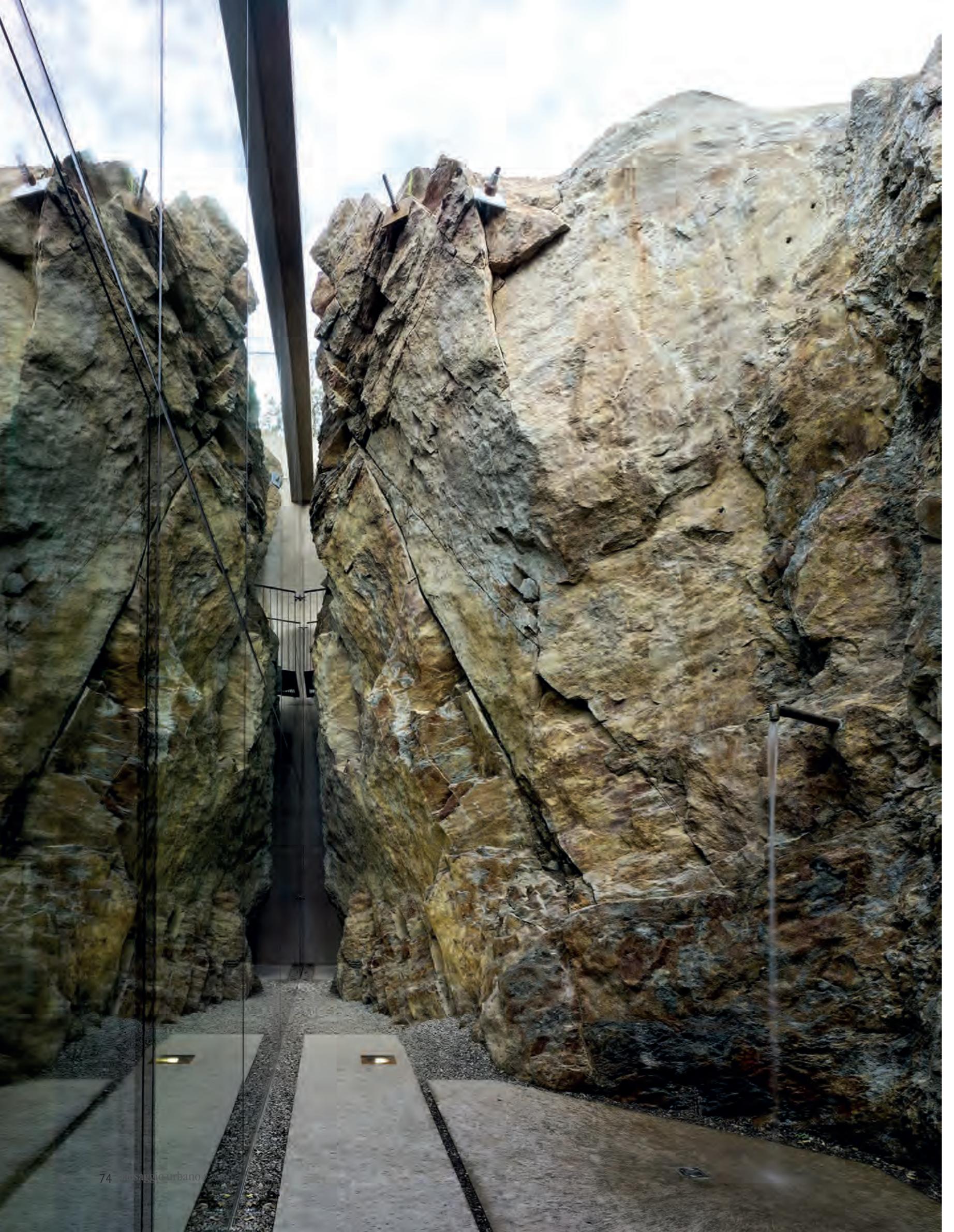
Angle view of the southern facade of the house © René Riller

direttamente proporzionali ma si riscontra un'impennata della ventilazione all'incremento della profondità dello scavo¹⁶. E se elaborati ma rudimentali condotti si snodano al di sotto delle sabbie dell'emisfero australe, congegni ben più complessi si ritrovano nelle torri del vento in Iran. Autentici monumenti all'aria che si stagliano come obelischi agli angoli delle costruzioni dando vita a un sistema di circolazione meccanica naturale che precede di decine di secoli i protocolli contemporanei di risparmio energetico. Questi dispositivi prevedono l'interramento di collettori di aria verso i vari ambienti e serviti attraverso camini orientati secondo la direzione dei venti prevalenti. La sezione di questi corpi si divide così in due parti speculari, l'una che favorisce l'ingresso dell'aria, l'altra che la espelle alla fine del suo percorso dentro l'edificio. Persino Wells, Herbert George lo scrittore, aveva capito l'importanza di questi sistemi di captazione ed espulsione dell'aria: «un elemento caratteristico che attirò subito la mia attenzione, era la presenza di certi pozzi circolari, alcuni dei quali, mi parve, molto profondi. Uno sorgeva vicino al sentiero sulla collina che avevo seguito in occasione della mia prima camminata. [...] Sedendomi sul bordo di questi pozzi e guardando giù nella tenebra non vidi mai luccicare l'acqua, né, accendendo un fiammifero, ottenni alcun riflesso. Ma da ciascuno di questi pozzi sentii provenire un suono. [...] I guizzi della fiammella mi rivelarono che lungo i pozzi c'era una forte corrente d'aria. In una di quelle gole, inoltre, gettai un pezzo di carta, che invece di calare lentamente al basso ne fu risucchiato improvvisamente. Dopo un po' misi in relazione i pozzi con le alte torri che sorgevano qua e là sui pendii, perché sopra di loro c'era spesso quel tremolio dell'aria che si vede nelle giornate calde su una spiaggia cotta dal sole. Mettendo insieme tutti questi elementi, ne trassi la potente suggestione di un vasto sistema di ventilazione sotterranea»¹⁷.

L'approccio alla ventilazione reitera in qualche modo la diversità esistente nei metodi che potremmo definire "erosivi" e di quelli costruttivi: il primo, di tipo spontaneo, sfrutta le cavità naturali e utilizza mezzi arcaici – scavo di nicchie, passaggi, ampliamenti e condotti – mentre il secondo, che qualcuno definirebbe colto¹⁸, impiega tecnologie contemporanee. Esiste in realtà un altro atteggiamento che possiamo trovare in opere come casa SRMS & A di Werner Tscholl a Castelbello in Trentino-Alto Adige. Qui i modi si mescolano e si integrano evitando la retorica dell'approccio ecologico a vantaggio di una sorta di caverna *sub specie machinae*. L'abitazione rupestre diviene una *concrete-sheltered house*, letteralmente affondata nella roccia che il tempo provvederà a nascondere alla vista quando la copertura comincerà a ricoprirsi di muschio, grazie al trattamento superficiale reso grezzo dalla finitura a mano del piano realizzata con pale, rastrelli e scope¹⁹. Un guscio sottile appoggiato su pilastri, setti, a volte appeso, tamponato da pareti vetrate che permettono non solo il costante contatto con la roccia e la vista sulla valle, ma anche una ventilazione trasversale tra pareti prima e verso l'alto poi. All'inizio un volume inciso, dopo sottratto alla matrice della montagna e infine restituito sotto forma di tenda distesa fra rocce compatte, pareti scoscese, forre.

Un dialogo con le preesistenze che non è finalizzato ad assecondare il linguaggio del costruito locale, ma che partecipa alla vita aerea della montagna, si lascia trasportare da un gioco di rimandi fra forme e paesaggi sottostanti, abbandonandosi infine alla diafanità dei raggi del sole. Qui si è capita la memoria litica del luogo, qui si è colta l'importanza della luce, qui si è compresa appieno la lezione d'abisso.





Note

- 1 - G. Golany, T. Ojima, *Geo-Space Urban Design*, New York, Wiley & Sons, 1996, p. 67. Ovviamente non si deve confondere il vivere in una costruzione sotterranea, che prevede alternanza di interno ed esterno, con gli esperimenti estremi di permanenza in grotte per periodi lunghi che hanno, ben altre ripercussioni sulla salute.
- 2 - H. Yan, "The Effects of Cave Dwelling on Human Health", *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2, 1986, pp. 171-175.
- 3 - S. A. Baggs, "The dugout Dwellings of an Outback Opal Mining Town in Australia", in T. Stauffer (a cura di), *Underground Utilization: A Reference Manual of Selected Works*, Kansas City, University of Missouri, 1978, pp. 573-599.
- 4 - Ibid., p. 581.
- 5 - S. A. Baggs, "Underground Earth-Insulated Architecture", *Building Economist*, 16, giugno 1977, p. 17.
- 6 - C. Van Dronkelaar, D. Cóstola, R. A. Mangkuto, J. L.M. Hensen, "Heating and cooling energy demand in underground buildings: Potential for savings in various climates and functions", *Energy and Buildings*, 71, marzo 2014, pp. 129, 134.
- 7 - Barnard viene citato in particolare in E. V. Smay, "Underground Houses-low fuel bills, low maintenance, privacy, security", *Popular Science*, 4, aprile 1977, pp. 84-89, 155.
- 8 - C. Van Dronkelaar, D. Cóstola, R. A. Mangkuto, J. L.M. Hensen, "Heating and cooling energy demand in underground buildings: Potential for savings in various climates and functions", cit., p. 134.
- 9 - H. Xueyuan, S. Yu, "The Urban Underground Space Environment and Human Performance", *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2, 1988, pp. 195-196.
- 10 - W. F. Spiegel, "Air Quality and Heat Transfer", in F. L. Moreland (a cura di), *The Use of Earth Covered Buildings*. In atti della conferenza *Alternatives in Energy Conservation*, Fort Worth, National Science Foundation, 1975, p. 248.
- 11 - Il concetto iniziale di PAHS è di J. N. Hait, *Passive Annual Heat Storage: Improving the Design of Earth Shelters, or, How to Store Summer's Sunshine to Keep your Wigwam Warm all Winter*, Missoula, Rocky Mountain Research Center, 1983. Cfr. anche A. J. Anselm, "Passive annual heat storage principles in earth sheltered housing, a supplementary energy saving system in residential housing", *Energy and Buildings*, 40, luglio 2008, pp. 1214-1219.
- 12 - A. J. Anselm, "Earth Shelters. A Review of Energy Conservation Properties in Earth Sheltered Housing", in A. Z. Ahmed (a cura di), *Energy Conservation*, Rijeka, Intech, 2012, pp. 125-148.
- 13 - G. Golany, *Earth-Sheltered Habitat History: Architecture and Urban Design*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1983, pp. 105-108.
- 14 - Ludvig Holberg, *Nicolar Klimii iter subterraneum*, Cobenhavn, Jacob Preuss, 1741; trad. it. *Il viaggio sotterraneo di Niels Klim*, a cura di Bruno Berni, Milano, Adelphi, 1994, p. 16.
- 15 - Baggs, "The dugout Dwellings of an Outback Opal Mining Town in Australia", cit., pp. 587-588.
- 16 - Ibid., p. 590.
- 17 - H. G. Wells, *The Time Machine*, New York, Henry Holt & Co., 1895; trad. it. *La macchina del tempo*, Torino, Einaudi, 2017, pp. 52-53.
- 18 - M. Nicoletti, *L'architettura delle Caverne*, Roma, Laterza, 1980, pp. 11-12.
- 19 - M. Mulazzani, "Werner Tscholl, Casa SMRS & A, Castelbelbo, Bolzano", *Casabella*, 886, giugno 2018, p. 19. Vedi anche W. Tscholl, "Habitat Troglodita, House SMRS & A, Castelbelbo (Italy)", in *Arquitectura Viva*, 209, novembre 2018, pp. 32-35.

Notes

- 1 - Gideon Golany, and Toshio Ojima, *Geo-Space Urban Design* (New York: Wiley & Sons, 1996), 67. Obviously living underground, which includes alternation of indoor and outdoor, mustn't be confused with the extreme experiments of stays in caves for long periods, different consequences on health.
- 2 - Huo Yan, "The Effects of Cave Dwelling on Human Health," *Tunnelling and Underground Space Technology* 2 (1986): 171-175.
- 3 - Sydney A. Baggs, "The dugout Dwellings of an Outback Opal Mining Town in Australia," in *Underground Utilization: A Reference Manual of Selected Works*, Truman Stauffer, ed., (Kansas City, MO: University of Missouri, 1978), 573-599.
- 4 - Ibid., 581.
- 5 - Sydney A. Baggs, "Underground Earth-Insulated Architecture," *Building Economist* 16 (June 1977): 17.
- 6 - Chris Van Dronkelaar, Daniel Cóstola, Ritsky A. Mangkuto, and Jan L.M. Hensen, "Heating and cooling energy demand in underground buildings: Potential for savings in various climates and functions," *Energy and Buildings* 71 (March 2014): 129, 134.
- 7 - Barnard is quoted in particular in Elaine V. Smay, "Underground Houses-low fuel bills, low maintenance, privacy, security," *Popular Science* 4 (April 1977): 84-89, 155.
- 8 - Van Dronkelaar, Cóstola, Mangkuto, and Hensen, "Heating and cooling energy demand in underground buildings: Potential for savings in various climates and functions," 134.
- 9 - Hou Xueyuan, and Su Yu, "The Urban Underground Space Environment and Human Performance," *Tunnelling and Underground Space Technology* 2 (1988): 195-196.
- 10 - Walter F. Spiegel, "Air Quality and Heat Transfer," ed. Frank L. Moreland, *The Use of Earth Covered Buildings*. In *Proceedings of the Conference Alternatives in Energy Conservation*, 248. Fort Worth, TX: National Science Foundation, 1975.
- 11 - The basic concept of PAHS is by John N. Hait, *Passive Annual Heat Storage: Improving the Design of Earth Shelters, or, How to Store Summer's Sunshine to Keep your Wigwam Warm all Winter* (Missoula, MT: Rocky Mountain Research Center, 1983). See also Akubue Jideofor Anselm, "Passive annual heat storage principles in earth sheltered housing, a supplementary energy saving system in residential housing," *Energy and Buildings* 40 (July 2008): 1214-1219.
- 12 - Akubue Jideofor Anselm, "Earth Shelters. A Review of Energy Conservation Properties in Earth Sheltered Housing," in *Energy Conservation*, ed. Azri Zain Ahmed (Rijeka: Intech, 2012), 125-148.
- 13 - Gideon Golany, *Earth-Sheltered Habitat History: Architecture and Urban Design* (New York: Van Nostrand Reinhold, 1983), 105-108.
- 14 - Ludvig Holberg, *A Journey to the World Under-Ground* (London: T. Astley and B. Collins, 1742), 3.
- 15 - Baggs, "The dugout Dwellings of an Outback Opal Mining Town in Australia," 587-588.
- 16 - Ibid., 590.
- 17 - Herbert George Wells, *The Time Machine* (New York: Henry Holt & Co., 1895), 93-94.
- 18 - Manfredi Nicoletti, *L'architettura delle Caverne* (Rome: Laterza, 1980), 11-12.
- 19 - Marco Mulazzani, "Werner Tscholl, Casa SMRS & A, Castelbelbo, Bolzano," *Casabella*, 886, giugno 2018, p. 19. Vedi anche W. Tscholl, "Habitat Troglodita, House SMRS & A, Castelbelbo (Italy)," in *Arquitectura Viva*, 209 (november 2018): 32-35.

Traduzione di Steve Piccolo

Antonello Boschi

Professore Associato di Composizione architettonica e urbana, DESTeC, Università di Pisa • Associate Professor of Architecture and Urban Design at DESTeC, Pisa University
antonello.boschi@unipi.it