

Diversità invisibili. Esplorazioni del sottosuolo minerario

Francesco Torelli

Dipartimento di Architettura, Università di Firenze, Italia.
francesco.torelli@unifi.it

Abstract

Nell'entropia della vita superficiale, dominata da orizzonti visibili, si tende spesso a trascurare le potenzialità e complessità del sottosuolo, una dimensione scavata e sfruttata nel tempo, che custodisce stratificazioni geologiche, semantiche e temporali..

Attraverso l'esplorazione di un paesaggio archeominerario sloveno, plasmato dallo sfruttamento di giacimenti con influenze culturali, insediative ed economiche, emerge lo stretto legame tra lo strato superficiale e una realtà ipogea. Quest'ultima impone una diversa grammatica dettata da condizioni lontane dalle abitudini umane, generando un'ampia gamma di alterazioni percettive che, in una visione umanocentrica, possono rendere estremo l'abitare in questi contesti.

Tuttavia, una specializzata diversità biologica che vive questi ambienti testimonia come tale estremismo non sia assoluto, ma possa offrire strumenti utili al progetto di paesaggio per affrontare la complessità della dimensione che quotidianamente viviamo.

In the entropy of surface life, dominated by visible horizons, the potential and complexity of the underground are often overlooked. This subterranean realm, excavated and exploited over time, holds geological, semantic, and temporal stratifications.

Through the exploration of a Slovenian mining landscape, shaped by the extraction of deposits with cultural, settlement, and economic influences, the profound connection between the surface layer and hypogeal reality emerges. The latter imposes a different grammar, dictated by conditions far removed from human habits, generating a wide range of perceptual alterations that, from an anthropocentric perspective, may render inhabiting these contexts extreme.

However, a specialized biodiversity inhabiting in these environments testifies that such extremity is not absolute but may offer useful tools for landscape design to address the complexity of the dimension we live daily.

Keywords

Archeologia mineraria, Sotterraneo, Alterazioni percettive, Biodiversità, Progetto di paesaggio
Mining archaeology, Underground, Perceptual alteration, Biodiversity, Landscape design

Complessità semantiche

La complessità del suolo, strettamente connessa alla sua natura ecosistemica, ci richiama all'importanza di riconoscere e preservare quei valori intrinseci legati alla sua "dimensione fisica, ecologica, estetica e sociale nella quale risiede [...] il senso della nostra appartenenza al paesaggio e alla Terra" (Latini, Zanon, 2022, p.7).

Da sempre ricco serbatoio di diversità, il suolo svolge molteplici funzioni fondamentali per il mantenimento degli ecosistemi e il sostegno alla vita sulla Terra, arricchite da una straordinaria varietà di significati. Strettamente correlato ad esso, il sottosuolo, provocatoriamente 'nascosto, oscuro ed enigmatico', ha intrattenuto un rapporto complesso con il superficiale quotidianamente vissuto dall'umanità, instaurando una fitta rete di relazioni visibili e invisibili e ricamando una continuità verticale, spesso dimenticata. L'interfaccia di relazione identificabile nella linea del suolo¹, paragonabile alla superficie di una foglia, ospita una diversità di mondi sviluppati in altezza (Occhiuto, 2021), accogliendo il paragone vegetale degli stomi² al fine di permettere scambi nella continuità tra diversi strati. Per individuare tali canali di comunicazione risulta necessario allenare una visione critica, capace di andare oltre le dimensioni immediatamente visibili, aprendosi all'ascolto di altri sensi. Questo approccio richiede, quindi, uno sguardo che scava, cerca e si in-

terroga, permettendo di collegare le forme visibili in superficie con ciò che occupa il lato inferiore del volto della Terra (Occhiuto, 2021); una *attention flottante* (Lassus, 2006), così come citata da Donadieu, per intrecciare i diversi strati di cui sono ricchi i luoghi (Venturi Ferriolo, 2008).

La complessità di significato associata all'ipogeo rimane spesso nascosta o accostata ad immaginari culturali che fuorviano le nostre percezioni, rendendo necessaria, ai fini della conoscenza, una più consapevole discesa al di sotto del livello dei nostri piedi. Proprio una diversa considerazione di questa realtà, rispetto a quella superficiale, ha garantito che essa rimanesse ancora oggi non solo spesso invisibile, ma anche scarsamente esplorata (Jakob, 2022). Questo ha concretizzato l'esistenza di una diversità di spazi e di volumi ancora inviolati da parte dell'uomo ma, inevitabilmente, tracciati da altre specie animali o da vie d'acqua. Come nel caso del tratto sloveno del fiume sotterraneo Reka-Timavo, le cui manifestazioni avvengono attraverso il vento che diviene messaggero in superficie³ (fig. 1).

Il sottosuolo, nella sua natura antitetica che evoca il grembo ma anche la tomba (Blecic et al., 2022), ha spesso costituito un habitat per entità immaginifiche e creature antropomorfe, richiamando l'idea di un luogo infernale associato alla morte. Allo stesso tempo, è un ambiente che custodisce le nostre più pro-



fonde paure, popolato da esseri che, per via dell'evoluzione, siamo inclini a temere. Eppure, il sottosuolo rappresenta anche un rifugio, uno spazio entro cui scappare e proteggersi, la prima meta nei momenti di pericolo. I legami archetipici con tali ambienti connessi alla Madre Terra hanno quindi influenzato la nostra cultura, radicandosi nella psiche collettiva e governando quegli "impulsi atavici subliminali" (Hunt, 2019) che il biologo ecologista Gordon Orians (2014) definisce come "fantasmi del passato ambientale". Si tratta, pertanto, di "un mondo rovesciato, molte volte più affascinante di quello che ci abbiamo costruito sopra" (Tozzi, 2008, p.10).

La natura geologica del paesaggio, inoltre, emerge come un fondamento primordiale che permea ogni aspetto di esso, dai suoi caratteri morfologici, culturali e percettivi, alle sue trasformazioni e agli usi che le diverse comunità ne hanno fatto. Tra i diversi rapporti che l'uomo, introducendo una visione antropocentrica che andrà confutandosi nel corso del testo,

ha instaurato con il sotterraneo vi è proprio quello legato alla millenaria attività estrattiva che Eliade cita come "l'arte di tirar fuori dal ventre della terra i metalli più pregiati [...] accostata, dagli stessi minatori, all'attività delle ostetriche" (Eliade, 1987).

Seppur con antecedenti antichi in Europa, la diffusione dell'archeologia mineraria risale a poche decine di anni fa, come branca dell'archeologia per la ricostruzione temporale dei processi di ricerca e di sfruttamento dei giacimenti minerari, oltre che le conseguenti trasformazioni paesaggistiche in contesti estrattivi (Francovich, 2000, pp.186-187). I paesaggi archeominerari sono definiti come territori fortemente caratterizzati dalla presenza di tracce e giacimenti, il cui sfruttamento ha influenzato gli aspetti culturali, le dinamiche insediative e l'economia di un territorio (Guideri, 2008).

Come significativo per i temi trattati nel testo, si fa riferimento all'ambito geografico carsico e della Slovenia centrale; in particolare, a titolo esemplificati-

Fig. 1 - Il fiume Reka-Timavo all'uscita della grotta Škocjanske Jame, Divača, Slovenia (Foto: Dennis Tang, 2009, licenza: CC BY-SA 2.0).

vo, si introduce il paesaggio minerario del Monte Sitarjevec a Litija, più antica città mineraria della Slovenia (figg. 2,3). In questo sito poliminerale, la millenaria e discontinua opera estrattiva ha cessato le attività nel 1965⁴, spingendo i lavoratori a minare gli ingressi principali delle gallerie, lasciando al suo interno tracce, testimonianze e difficoltà della professione del minatore (Codec, 2010). La 'memoria mineraria', che ha spesso morfologicamente e culturalmente plasmato intere comunità partendo direttamente dalla dimensione sotterranea, si presenta infatti più fragile rispetto ad altri ambiti, in quanto "fotogrammi di lotte, di sacrifici inimmaginabili e di solidarietà salgono dal buio delle gallerie e s'intrecciano con la vita di superficie" (Sani, Serafini, 2007, p.11).

Una diversa metafisica

Nel contesto di quelle buie gallerie citate, i paradigmi a cui siamo abituati cambiano: i tempi sono diversi, si alterano le percezioni e i concetti che acquisiamo come assunti e definiti nel superficiale possono mostrare sfumature e connotazioni ancora differenti. Nel sotterraneo, si può parlare di un paesaggio litico con proprie caratteristiche atmosferiche⁵, dove la matrice principale è rappresentata dalla roccia, di varia natura e origine, dove avviene un'inversione tra vuoti e pieni e gli spazi vitali si generano in negativo. Come nell'ambiziosa opera immaginata dallo scul-

tore Eduardo Chillida, all'interno della montagna sacra Tindaya sull'Isola di Fuerteventura, in cui propose di creare 'spazio' svuotando la materia⁶. Nell'ambito sotterraneo, le diversità esaltano altre tipologie di percezioni, a discapito di quella visiva che normalmente rimane il mezzo principale con cui percepiamo nel superficiale. Si entra in una dimensione il cui buio rappresenta "la condizione eterna del luogo, almeno per la nostra limitata percezione del tempo" (Sauro, 2021, p.43). Si incontra un tempo diverso, che scorre più lentamente e induce alla lentezza, invitando a ridurre i propri ritmi. Ciò che all'esterno spesso è effimero, sottoterra tende a conservarsi (Badino, 1999). Emerge, infatti, la capacità dell'ambiente sotterraneo di "modulare il tempo", di rallentare i fotogrammi, "di fermarli o di accelerarli a seconda dell'entropia del luogo" (Sauro, 2021, p.141).

Oltre ai riferimenti temporali, cambiano anche quelli spaziali. L'esplorazione del sotterraneo mostra come tale dimensione presenti poche occasioni di accedere ad una prospettiva spaziale complessiva, riconducendo alla mancanza di un'accurata percezione delle distanze e ad una perdita dell'orientamento (Russo, 2013).

Nell'ambito di un'esplorazione sotterranea, come visto, diventa fondamentale non affidarsi alla sola vista, ma a tutto il comparto di sensi a disposizione, integrando in maniera forte anche quello considerato



come sesto senso, la propriocezione. Citata per la prima volta nel 1893 da Charles Scott Sherrington, essa viene descritta scientificamente partendo dalle abilità del nostro sistema nervoso di “percepire la posizione e il movimento nello spazio” (Leandri, 2023, p.75), identificata da Sacks come “gli occhi del corpo, il modo in cui il corpo vede sé stesso” (Sacks, 1985, p.70). Tali luoghi sono spesso semplificati con il termine ‘sotterraneo’, ma racchiudono una complessità e una diversità non sempre visibili. In una prospettiva di ispirazione nietzschiana, per la quale tutto ciò che è profondo ama nascondersi⁷, questo paesaggio litico non richiederebbe di essere visto per esistere nella sua ricchezza, diversità geologica e ‘imprevedibile’ biodiversità. Al contrario, la prima assoluta osservazione di tali contesti attraverso fonti luminose artificiali comporta spesso un’alterazione delle condizioni, avviando un lento processo di deterioramento e perdita. Talvolta, infatti, “esplorare significa svelare qualcosa che è protetto dall’ignoto e una volta portato alla luce chiunque può distruggerlo” (Sauro, 2021, p.28).

Un luogo, pertanto, dove nessun fotone può arrivare naturalmente, privo di cielo, ma dove talvolta la natura si è attrezzata per possederne uno. È il caso, per esempio, della Grotta delle Lucciole nella caverna di Waitomo, in Nuova Zelanda, dove la specie *Arachno-*

Fig. 2 – Sotterranei della miniera del Monte Sitarjevec, Litija, Slovenia (Foto: Francesco Torelli, 2023).

Fig. 3 – Sotterranei della miniera del Monte Sitarjevec, Litija, Slovenia (Foto: Francesco Torelli, 2023).

campanula luminosa, mosca diptera nota per la bioluminescenza nella sua forma larvale, crea un paesaggio stellato molto più ordinato di quello che vediamo in superficie⁸ (Gould, 2006).

Biodiversità sotterranea

Per interpretare la complessità di un sistema è necessario considerarne le diverse componenti. Nell'ambito ipogeo, per esempio, la componente semantica si lega all'immaginario comune di un luogo distante dalla quotidianità, mentre quella biologica, come visto, evidenzia l'importanza di specializzarsi per vivere le complessità di tale dimensione.

Per esplorare, quindi, le dinamiche di vita nell'ipogeo diviene fondamentale prendere in considerazione, per esempio, le condizioni dell'atmosfera nel sottosuolo ed i suoi parametri.

Le cavità sotterranee, naturali o artificiali e dismesse, rappresentano generalmente sistemi isotermi, termicamente quasi-chiusi e meccanicamente vincolati (Badino, 1999), dove scompaiono anche i ritmi delle stagioni (Balsamini, Ligi, 2022). Nonostante la scarsità di risorse alimentari, grazie a temperature e umidità pressoché costanti e all'assenza di luce, l'ipogeo si presenta come habitat ideale per la sopravvivenza di particolari comunità animali. Infatti, tali contesti meritano di essere studiati, oltre che dal punto di

vista geologico e strutturale, anche da quello biologico per i particolari adattamenti morfo-fisiologici sviluppati nelle specie che lo abitano. Fin dai primi decenni dopo la chiusura della già citata miniera slovena del Monte Sitarjevec, per esempio, le attività di ricerca sul campo e nel suo contesto paesaggistico si posero come fondamentali per incrementare la consapevolezza dell'identità dei luoghi e restituire, attraverso il progetto di paesaggio, le complessità geologiche, biologiche e culturali che contraddistinguono questa realtà.

Scendendo, pertanto, nella dimensione sotterranea, a pochi metri dall'ingresso, quando inizia a calare la luce, le condizioni ambientali cambiano drasticamente e con esse scompaiono rapidamente le forme di vita vegetali (Dorigo, Stoch, 2007), presenti invece sulle soglie come felci, muschi, epatiche e alghe. Ci si chiede, pertanto, come possa funzionare la catena biologica all'interno di questi luoghi e di quali possano essere gli attivatori biologici, cioè gli organismi che promuovono la sostanza organica alla base della catena. Se in contesti superficiali i produttori primari sono organismi autotrofi, che operano con la fotosintesi per trasferire energia ai diversi sistemi ecologici, questo non può avvenire in contesti privi di luce. Mancando, quindi, organismi fotosintetici il flusso di energia proviene prevalentemente dall'esterno ed è costituito



soprattutto da detrito di origine animale e vegetale (Vay, 2018).

Anche nell'ambito della diversità biologica che abita l'ambiente ipogeo, l'immaginario comune e le credenze nei secoli hanno modellato la sfera culturale umana; come nel caso dei mostri marini o sotterranei introdotti da Conrad Gesner (1551) nel suo *Historiae Animalium* da cui attingerà anche Giorgio Agricola per raccontare testualmente la fauna sotterranea nel suo *De Animantibus Subterraneis* del XVI secolo (Aldrich et al., 2009).

L'approccio scientifico verso lo studio della vita nelle grotte si avviò nei primi decenni del XIX secolo, nuovamente nel Carso sloveno, con la scoperta del primo coleottero ipogeo *Leptodirus hochenwarti*, considerato ancora oggi il primo organismo troglobio terrestre ufficialmente descritto⁹. Nel 1904, lo speleologo Armand Virè propose poi il termine 'biospeleologia' per

indicare lo studio della vita sotterranea¹⁰. Gli antenati degli attuali abitanti della dimensione ipogea nelle regioni temperate, mettevano le loro radici in ambienti caratterizzati da condizioni climatiche stabili, come fitti boschi o zone vicine ai ghiacciai, dove potevano trovare un ambiente ideale con alta umidità e basse temperature. Con la fine delle ere glaciali, tali organismi hanno cercato rifugio nelle cavità che offrivano un clima simile a quello dei loro habitat di origine; nel corso dei millenni, essi sono poi stati soggetti ad un processo di selezione naturale, adattandosi al nuovo ambiente attraverso cambiamenti sia fisiologici che comportamentali (Brencio, Tavolini, 2000). Gli organismi animali che abitano oggi questi luoghi si diversificano tra specie definite trogllosseni, presenti accidentalmente nei luoghi o temporaneamente sulle soglie con il superficiale, trogllofilo, capaci di vivere anche all'esterno ma con predilezione per ambien-

Fig. 4 - *Rhinolophus hipposideros* durante lo svernamento (Foto: Matthieu Gauvain, 2004, licenza: CC-BY-SA-3.0).

Fig. 5 - Presenza di funghi sulle strutture lignee della miniera di Sitarjevec, Litija, Slovenia (Foto: Francesco Torelli, 2023)

ti ipogei e, infine, troglobi, vincolati alla vita sotterranea. Questi ultimi mostrano troglomorfismi, come il sopperire la mancanza di occhi con organi sensoriali differenti, antenne o zampe allungate, che garantiscono loro un diverso orizzonte cognitivo specializzato per tale contesto (Gasparo, 1997).

Aldemaro Romero cita di un significativo aneddoto che riguarda Georges Cuvier, naturalista francese che ha avuto un notevole impatto anche nelle definizioni alla base del concetto di stratigrafia geologica; nello specifico, descrive come un suo studente si sia presentato vestito da diavolo, con corna e zoccoli, minacciando scherzosamente di mangiarlo. Di fronte al trucco, Cuvier si basò sull'osservazione delle caratteristiche quali corna, zoccoli e coda per dedurre "[...] *herbivore. You cannot eat me*" (Romero, 2011, p.144). Questa vicenda evidenzia come fortemente associamo la fisiologia delle forme di vita al loro comportamento, offrendo un contributo significativo alla comprensione della grammatica e della metafisica nell'ambito di un paesaggio sotterraneo.

In relazione, infatti, alla miniera slovena di Litija, le ricerche eseguite con il fine di identificare la vita nel sotterraneo minerario del Monte Sitarjevec hanno posto l'attenzione su contesti in fase di trasformazione verso ambienti assimilabili ad habitat naturali, concretizzando la presenza di un'importante biodiversità. Se ancora le possibilità di esplorazione non





hanno permesso di individuare organismi troglobi, sono invece presenti nelle gallerie di ingresso troglolosseni, come ragni, millepiedi, coleotteri, cavallette e falene delle caverne. Organismi troglotrofici occupavano invece gli ambiti più profondi della miniera; tra questi individui si menzionano anche specie che stanno avviando troglomorfismi, come collemboli o acari. Si cita, per esempio, la presenza della specie protetta *Rhinolophus hipposideros* (fig. 4), detto pipistrello a ferro di cavallo dalla forma della sua bocca (Polak, 2018, p.59). Anche il regno dei funghi trova in questo sotterraneo un importante riscontro (fig. 5), in particolare con funghi parassiti e saprofiti, i quali vivono rispettivamente a spese di altri organismi delle grotte e su substrati portati dall'esterno, soprattutto attraverso i flussi d'acqua (Polak, 2018, p.56).

A supporto della continuità tra immaginario comune e discipline scientifiche, le prime descrizioni e i ritrovamenti della salamandra delle grotte, *Proteus an-*

Carso sloveno e triestino, hanno subito acceso le curiosità legate ad una sua possibile origine come stadio giovanile di drago. Si tratta, infatti, dell'unico vertebrato troglotrofico descritto nel continente europeo, abitante degli ambienti sotterranei del Carso Dinarico (Sket, 1997).

Come esaminato nei progetti e nelle attività dello *Speleovivarium 'Erwin Pichl'*, museo e laboratorio di Trieste dedicato alla biologia sotterranea e carsica¹¹, la figura del Proteo diviene la dimostrazione che ciò che noi definiamo come ambiente estremo in una visione umanocentrica, non può esserlo in assoluto. Come il Proteo, infatti, le specie troglotrofe, nella loro evoluzione, hanno visto caratteri generalmente convergenti. Tra i vari, si fa menzione della già citata anoftalmia, cioè una regressione dell'apparato visivo fino alla totale cecità, con un conseguente sviluppo di altri sistemi percettivi. Inoltre, la depigmentazione si lega alla non necessità di avere colore nella propria pelle in un contesto di buio assoluto, evenienza non contempla-

Fig. 6 - *Proteus anguinus Laurenti*, lago di Divje Jezero, Slovenia (Foto: Arne Hodalič, 2023, licenza: CC-BY-SA-3.0).

pagine seguenti

Fig. 7 - Particolari conformazioni nei sotterranei della miniera di Sitarjevec, Litija, Slovenia (Foto: Francesco Torelli, 2023).

Fig. 8 - Sotterranei della miniera di Sitarjevec, Litija, Slovenia (Foto: Francesco Torelli, 2024)

ta nel nostro sistema neurologico. Un metabolismo rallentato consente loro di restare a digiuno per tempi più lunghi, anche in virtù della scarsità di risorse e di una differente catena alimentare.

Come descritto da Dorigo e Stoch (2007), essendo le grotte ambienti con temperatura e umidità pressoché costanti, dove la luce è assente, gli animali troglobi hanno spesso perso ogni legame con la stagionalità del mondo esterno, sfalsando di conseguenza fenomeni comuni per noi, come il ritmo cadiano o i ritmi circannuali. Altri caratteri legati per esempio alla riproduzione e alle garanzie di sopravvivenza della prole si inseriscono, pertanto, in un contesto vitale molto lontano dalle nostre capacità di adattamento. Queste condizioni, infatti, permettono a molte specie endemiche dell'ipogeo di "entrare a far parte di una vera e propria catena biologica che trova nel buio il proprio campo di azione". Per noi umani, ancora oggi, "la percezione visiva rimane il principale mezzo a nostra disposizione per poter comprendere e concepire ciò che si trova sotto la superficie" (Sauro, 2021, p.53), rischiando molto spesso di forzare un adattamento dell'habitat ai propri bisogni e non, in maniera più dilatata nel tempo, il proprio sistema-corpo a tali luoghi.

Proprio le modalità con cui l'uomo ha utilizzato e sfruttato il mondo sotterraneo, come descritto nel testo, mostrano come da sempre tali ambientazioni

siano state adattate nel corso del tempo per soddisfare esigenze di varia durata. Anche a causa di queste condizioni, contesti antropizzati come le miniere dismesse sono troppo spesso considerati ambienti sterili dal punto di vista della biodiversità (Delunas, Cillo, 2021). Ambiti come la miniera del Monte Sitarjevec raccontano invece come l'abbandono di queste attività, talvolta con una conseguente chiusura degli ingressi di pozzi e gallerie, abbia avviato processi di trasformazione di molti ambienti in habitat assimilabili alle grotte naturali. Questi, come visto, ospitano spesso fauna caratteristica e talvolta endemica (Vay, 2018), oltre che meravigliose formazioni geologiche (fig. 7). Tali contesti, ascrivibili in molti casi alla categoria di habitat di interesse comunitario 'grotte non ancora sfruttate a livello turistico'¹², si pongono pertanto come strategici per trasformazioni verso habitat ipogei a tutti gli effetti, ospitanti fauna specializzata e diversificata (Vay, 2018).

Coltivare la diversità

L'approccio al progetto di paesaggio, che necessiti di relazionarsi con contesti sotterranei di varia tipologia, richiede una consapevolezza più profonda che possa intercettare le tematiche citate.

Nell'ambito dei paesaggi dell'archeologia mineraria, la diversità va oltre gli organismi viventi che si adattano a condizioni 'estreme' o residue; essa ingloba





le relazioni tra i differenti strati geologici, i resti delle strutture antropiche e le pratiche di sfruttamento, nonché i processi rigenerativi che nel tempo ridisegnano il paesaggio. L'individuazione delle potenzialità della dimensione sotterranea di siti archeominerari passa proprio per il riconoscimento delle sue relazioni con la dimensione superficiale, oltre che del giusto equilibrio tra conservazione del patrimonio e sensibilizzazione dell'utente.

L'opera di valorizzazione della miniera del Monte Sitarjevec si appoggia, per esempio, su un ampio e transdisciplinare campo di ricerche che, dalla chiusura dell'attività, ha guidato il processo decisionale. Dalle campagne di archeologia del paesaggio fino a studi e indagini sulla vita nella miniera, le ricerche hanno sempre interagito con entrambe le dimensioni. Si fa menzione, per esempio delle sperimentazioni nei diversi ambiti della miniera a cura di *SubBio Lab*, Laboratorio dell'Università di Lubiana, operante nel campo della biospeleologia su territorio sloveno¹³.

Attraverso un importante coinvolgimento delle comunità prossime alla miniera, il progetto di gestione e valorizzazione del sito ha permesso di avviare anche una serie di importanti iniziative ai fini di una conservazione in forma attiva, cioè attraverso una fruizione consapevole e sostenibile di tale patrimonio. Dal 2017, l'offerta esplorativa di una porzione di sotterraneo minerario permette di entrare in contatto con la storia e le forme della miniera, ma anche con la complessità delle dinamiche geologiche e biologiche, nel pieno rispetto di quest'ultime. La dimensione sotterranea e quella superficiale di questo sito si uniscono, infatti, a costituire un luogo di narrazione e trasmissione delle diverse peculiarità culturali della città di Litija legate all'attività mineraria, ma anche ad aspetti etnologici, agli usi e ai costumi tradizionali del paese, alle realizzazioni sperimentali di elementi legati al mondo della miniera, oltre che ad installazioni artistiche, sonore e luminose (Marjan, 2023). Infine, le potenzialità di questa dimensione hanno stimolato pro-

poste inventive e alternative, sempre supportate da ricerche sul campo e da una rete di attori esterni. È possibile citare, per esempio, gli studi per testare alcuni spazi ipogei per attività di speleoterapia, cioè un “trattamento climatico” per asmatici e pazienti affetti da bronchite (Rajšek, 2021), oppure l'utilizzo di ambiti per l'essiccazione di particolari prodotti alimentari in collaborazione anche con fattorie esterne.

La modalità transdisciplinare, tipica dell'architettura del paesaggio, con la quale vengono elaborate tali proposte di gestione permette di considerare sempre la diversità di patrimonio esistente e nello specifico quello più fragile associato alla diversità biologica. La maggior parte degli ecosistemi ipogei si presentano, come visto, in un delicato equilibrio, generato dalle condizioni ambientali rimaste stabili per tempi più o meno prolungati. Questo ha permesso l'evoluzione di forme di vita particolarmente specializzate, inclusi endemismi con specie che talvolta vivono in una sola grotta. Attraverso il progetto paesaggistico, quindi, ci si trova ad operare in un ecosistema unico, nel quale aspetti culturali e tracce dell'estrazione dialogano con il ritorno di elementi naturali, generando nuovi equilibri che richiedono una gestione oculata e, come visto, una conservazione dinamica. Pertanto, proposte gestionali rispetto a questi temi e a questa tipologia di paesaggi si proiettano, anche, verso la sensibilizzazione e formazione dei progettisti e professionisti che operano in tale complessità, oltre che verso la comunicazione, la didattica e l'educazione del visi-

tatore. Una qualsiasi variazione di parametri chimici, di atmosfera, acqua, luce, suono può, infatti, generare fenomeni di disturbo per la catena biologica di questi luoghi; allo stesso modo, ogni intervento nel sotterraneo o sulla superficie di contesti ipogei fragili dovrebbe considerare le possibili alterazioni dell'equilibrio ecologico e degli ecosistemi presenti (fig. 8). Nel progetto, la semplice chiusura di un pozzo artificiale, l'obliterazione di una fessura naturale o, al contrario, l'apertura di nuove cavità, gallerie, tunnel può rappresentare un elemento invasivo nei confronti di una dimensione fino a quel momento stabile.

Già agli inizi degli anni Novanta, Ana Camacho (1992) esprimeva l'importanza di tali realtà dal punto di vista dei modelli ecologici, sui rapporti per esempio tra metabolismo e longevità, dimensioni e sforzo riproduttivo delle specie. Nella loro difficoltà di comprensione, l'autrice le interpretava come ecosistemi ‘semplificati’, facili da delimitare nello spazio, con parametri biotici e abiotici quantificabili con buon grado di precisione.

Parallelamente a questa semplificazione, come visto, esiste però una notevole complessità, una potenziale eterogeneità e diversità, in un fragile equilibrio spesso sconosciuto.

Un luogo in cui sono germogliati i semi più profondi della nostra esistenza, dove il legame con la Madre Terra si presenta ormai molto più forte rispetto al superficiale. In questo contesto, vige l'obbligo di cedere il primato alla vista a favore degli altri strumenti

dell'orchestra sensoriale. Si tratta di una dimensione, pertanto, da cui dovremmo tornare ad acquisire valori, legati alla coltivazione della pazienza, della variabilità di ritmi e di tempi, ma anche legata a concetti di 'multinaturalismo'¹⁴ e di diversità biologiche che esistono anche se non le osserviamo o viviamo. Provocatoriamente, il progetto di paesaggio può di-

venire fondamentale per acquisire la consapevolezza che l'allontanamento da un'esplorazione alla radice di questi temi stia oggi giorno influenzando negativamente il vivere quotidiano in superficie e che la complessità del mondo sotterraneo debba essere riscoperta, ritrovata e raccolta come contributo alle sfide superficiali del presente.

Note

¹ Si propone una prospettiva per la quale la linea del suolo che concettualmente separa il sottosuolo dal soprassuolo non si comporta come un margine separatore, ma piuttosto come un'interfaccia che apre ad entrambe le dimensioni e ne permetta una continuità.

² Si utilizza la metafora degli stomi, piccole aperture presenti sulla pagina inferiore delle foglie, richiamando la funzione di interfaccia e il ruolo cruciale nello scambio gassoso tra la pianta e il contesto atmosferico esterno.

³ Si riporta il caso del fiume Reka-Timavo, che scorre tra Slovenia e Italia, sfociando a Trieste, e che per parte del suo percorso corre sotterraneo, originando contesti ancora in parte inesplorati, con manifestazione nel superficiale attraverso flussi d'aria che le masse d'acqua spingono verso l'esterno (Galli, 1999)

⁴ Si rimanda alla pubblicazione del 2018 a cura del Comune di Lj-tija nell'ambito del simposio sulla miniera di Sitarjevec "Strokovni simpozij o rudniku Sitarjevec in Srečanje rudarskih mest" (Zarnik, 2018)

⁵ Generalmente, le temperature di un ambiente ipogeo si equilibrano alle temperature della roccia, mantenendosi costante durante l'anno, indicativamente vicino alla media della temperatura media esterna annuale del luogo. Anche l'umidità all'interno di tali contesti rimane costante (Badino, 1999).

⁶ Per la descrizione della proposta e delle controversie che "Monument of Tolerance" a Tindaya ha scaturito, si rimanda al volume di De Poli, Incerti, 2014, p.54.

⁷ Prendendo in considerazione le parole di Nietzsche ("ciò che è profondo ama la maschera" in Nietzsche, F. W. "Al di là del bene e del male" (2011) - Vol. 15., ed. elettronica con traduzione di Silvia Bortoli Cappelletto, Newton Compton Editori) ciò che è profondo, nella sua complessità e diversità, non necessità di essere percepito per esistere. La maschera citata si presenta come mezzo con cui proteggersi e salvaguardare la propria profondità, ma anche per sfuggire da una realtà talvolta dannosa.

⁸ Secondo Gould, infatti, la composizione di questo 'cielo' è molto diversa da quella reale, dove le stelle sono disposte casualmen-

te rispetto alla posizione della Terra e, perciò, le vediamo riunite in costellazioni. Nello specifico la luminosità di tali larve si forma all'estremità posteriore del corpo in cui sono presenti quattro doti escretori, da cui passa un prodotto di escrezione che, in presenza di ossigeno, diventa luminoso grazie alla luciferasi, enzima prodotto dalla larva. Questa sua abitudine diventa funzionale per attirare prede.

⁹ Per tale informazione si rimanda alla pagina online del Dizionario Italiano di Speleologia <https://www.gsptorino.it/speleodizionario1/html>

¹⁰ La biospeleologia viene, poi, definita come "a branch of biology dedicated to the study of organisms that live in caves and are collectively referred to as troglotauna" (Juberthie, 2005, pp.35-50)

¹¹ Lo Speleovivarium "Erwin Pichl" si trova a Trieste all'interno del colle arenaceo di San Vito. Tale laboratorio, che oggi collabora con strutture scientifiche e accademiche, è stato aperto al pubblico nel 1990 e riconosciuto Museo Minore dalla Regione Friuli-Venezia Giulia nel 1995. La galleria in cui è stato pensato apparteneva al sistema di gallerie antiaeree abbandonate e oggi si presenta attrezzata di vasche che ospitano specie troglotiche, oltre che pannelli ed elementi informativi legati alla vita e alle condizioni nel sotterraneo (Mauri et al. 2013, pp. 162-166)

¹² Il Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) introduce tra i diversi habitat quello denominato come "8310 - Grotte non ancora sfruttate a livello turistico", definendone caratteristiche e indicazioni operative (Stoch, 2016)

¹³ Si rimanda al sito del Laboratorio, www.subbio.net. A queste si aggiungono ulteriori sperimentazioni, tra cui quelle dell'Institute Josef Stefan e del progetto europeo CleanHME per lo sviluppo di nuove fonti energetiche pulite, sicure ed efficienti, consultabile al sito www.cleanhme.eu.

¹⁴ Si fa riferimento al concetto di "multinaturalismo" citato da Lucina Caravaggi (Caravaggi, 2022)

Bibliografia

- Aldrich M. L., Leviton A. E., Sears. L. L. 2009, *Georgius Agricola, De Animantibus Subterraneis, 1549 and 1556: A translation of a Renaissance essay in zoology and natural history*, «Proceedings of the California Academy of Sciences» vol. 60, n. 9, pp. 89-174..
- Aurisicchio S., Evangelista A., Masi P. 1982, *Il Tufo Giallo Napoletano: permeabilità ed impregnabilità con monomeri acrilici*, «Rivista Italiana Geotecnica» vol. 19, n. 2, pp. 22-27.
- Badino G. 1999, *Il clima sotterraneo*, La Venta Association, Treviso.
- Balsamini L., Ligi G. 2022, *Coppi maglia gialla. L'occupazione della miniera di Cabernardi* (AN), Edizioni Malamente, Urbino.
- Blečić I. et al. 2021, *Esplorazioni narrative, artistiche e videoludiche. Il caso di Monteponi*, Planum. Publisher Journal of Urbanism .
- Brencio G., Tavolini A. 2000, *Il mondo sotterraneo*, «I Quaderni del Parco», vol.3, Comunità Montana dell'Esino-Frassassi, Parco naturale regionale Gola della Rossa e di Frassassi. Conerografica, Camerano (AN).
- Camacho A. I. 1992, *The Natural History of Biospeleology*, Monografia del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Editori Carlos Martín Escorza, Alfredo Salvador Milla, Madrid..
- Caravaggi L. 2022, *Co evolution*, «Ri-Vista. Research for landscape architecture», 20.2.
- De Poli M., Incerti G. 2014, *Atlante dei paesaggi riciclati*, Skira Editore, Milano.
- Delunas C., Cillo D. 2021, *Studio di biodiversità faunistica nella Miniera di Sa Duchessa (Domusnovas, Sardegna sud-occidentale)*, «Mediterraneanonline/Naturalistica» n. 4, pp. 42-49.
- Dorigo L., Stoch F. 2007, *La fauna sotterranea*, «Il sistema sotterranea Vigant-Pre Oreak (Nimis, Udine, Prealpi Giulie)», Arti Grafiche Friulane, Udine.
- Eliade M. 1987, *Arti del metallo e alchimia*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Filipponi M. 2003 *Die Stabilität von Karsthöhlräumen am Beispiel der AF Lindner-Halle im Abisso di Trebiciano (Italia)*, MS thesis. ETH, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Professur für Ingenieur-und Hydrogeologie.
- Francovich R., Manacorda D. 2000, *Dizionario di Archeologia*, Editori Laterza, Bari .
- Galli M. 1999, *Timavo. Esplorazioni e studi*, Supplemento n. 23 di Atti e Memorie della Commissione Grotte "Eugenio Boegan" - Direzione della Grotta Gigante, Trieste.
- Gasparo F. 1997, *Miscellanea biospeologica. Parte I: Friuli*, Atti e Memorie della Commissione Grotte "E. Boegan", Trieste.
- Gesner C. 1551, *Historiae animalium*, Christ. Froschauer, Zurigo.
- Godec I. 2010, *Rudnik Sitarjevec*, Javni zavod za kulturo, Litija.
- Gould S. J. 2006, *Risplendi grande lucciola. Riflessioni di storia naturale*, Universale Economica Saggi, Giangiacomo Feltrinelli Editore, Milano.
- Guideri S. 2008, *L'archeologia della produzione e la formazione dei paesaggi minerari*, «Linee guida per la tutela, gestione e valorizzazione di siti e parchi geo-minerari. Proposte e prospettive per la crescita e la sostenibilità del settore», ISPRA, Manuali e linee guida 46/2008 <ISBN: 978-88-448-0359-9>.
- Hunt W. 2019, *I misteri del sottosuolo. Storia umana del mondo sotterraneo*, traduzione di Giuliana Olivero, Bollati Boringhieri Editore, Torino.
- Jakob M. 2022, (foreword), in A. Boschi (a cura di), *Poetics of Underground Space. Architecture, literature, cinema*, Routledge, Oxon.
- Juberthie C. 2005, *La naissance et le développement de la Biospéologie ante et post Émile Racovitza (1907)*, Endins: Publicació d'Espeleologia 28, pp. 35-50.

- Lassus B. 2006, *Vers un paysage plus global: un 'habitat-territoire'*, «L'architecture d'aujourd'hui», n.363 mars-avril 2006 - Paysages, éditions Jean-Michel Place, Paris, pp.56-63.
- Latini L., Zanon S. 2022, *Suolo come Paesaggio. Nature, attraversamenti e immersioni, nuove topografie*, Fondazione Benetton Studi e Ricerche, Antiga, Treviso.
- Leandri G. 2023, *Glossario Illustrato Propriocazione*, «A Magazine about Architecture, Design and Cities», GUD, n.7/2023, Stefano Termanini Editore, Genova.
- Marjan J. 2023, *Razvoj interaktivnih svetil za ekstremne razmere*, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, ISBN 978-961-6980-74-6.
- Mauri E. et al 2013, *Una finestra sulla vita nel buio. Didattica e divulgazione allo Speleovivarium* in Cucchi F. e Guidi P. (a cura di), *Diffusione delle conoscenze: Atti del XXI Congresso Nazionale di Speleologia, Trieste, 2-5 giugno 2011*, Trieste, EUT Edizioni Università di Trieste, pp. 162-166.
- Occhiuto R. 2021, *What the Ground Says...*, «Sustainability», 13, 13420 <https://doi.org/10.3390/su132313420>.
- Orians G. H. 2014, *Snakes, sunrises, and Shakespeare: How evolution shapes our loves and fears*, University of Chicago Press.
- Polak S. 2018, *Živalstvo rudnika Sitarjevec (Fauna della miniera di Sitarjevec)* in Strokovni simpozij o rudniku Sitarjevec 2018, Rudnik Sitarjevec - odkriti zaklad, Občina Litija, Litija.
- Rajšek B. 2021, *V litijski rudnik po novem s kravatami*, articolo online su «Delo», quotidiano sloveno. Consultabile online su <https://www.delo.si/lokalno/ljubljana-in-okolica/v-litijski-rudnik-po-novem-s-kravatami>.
- Romero A. 2011, *The Evolution of Cave Life: New concepts are challenging conventional ideas about life underground*, «American Scientist», March–April 2011, Vol. 99, n. 2, pp. 144-151.
- Russo N. 2013, *Il respiro delle grotte. Piccole divagazioni sulla profondità*, Ediciclo, Portogruaro.
- Sacks O. 1985, *L'uomo che scambiò sua moglie per un cappello*, Adelphi, Milano.
- Sani G., Serafini F. 2007, *Monte Amiata: frammenti di storia di miniere, minatori e lotte sociali*, Edizioni Effigi, Grosseto.
- Sauro F. 2021, *Il continente buio: caverne, grotte e misteri sotterranei. Alla scoperta del mondo sotto ai nostri piedi*, Il Saggiatore, Milano.
- Sket B. 1997, *Distribution of Proteus (Amphibia: Urodela: Proteidae) and its possible explanation*, «Journal of Biogeography», vol.24, pp.263–280, <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1997.00103.x>.
- Stoch F. 2016, *83 Grotte non ancora sfruttate a livello turistico. Caves not open to the public* in Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (eds.) *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat*, ISPRA, Roma.
- Tozzi M. 2008, *Italia Segreta. Viaggio nel sottosuolo da Torino a Palermo*, Rizzoli, Segrate.
- Vay L. 2018, *Marcarolo, le miniere diventano grotte di biodiversità*, «Piemonte Parchi», <www.piemonteparchi.it>.
- Venturi Ferriolo M. 2008, *Bernard Lassus: une pratique démesurable pour le paysage*, «Project de Paysage, Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace», <<http://journals.openedition.org/paysage/29933>> (1/2008).
- Zarnik B. 2018, *Rudnik Sitarjevec Odkriti Zaklad*, I. strokovni simpozij o rudniku Sitarjevec in Srečanje rudarskih mest, Comune di Litija.