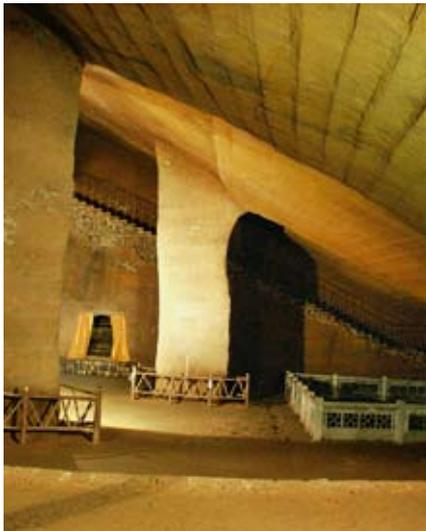


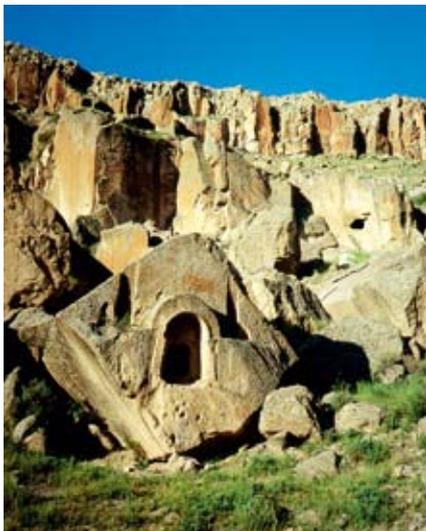
Indice



Il mistero delle cavità artificiali di Longyou (Zhejiang, Cina).....3
Paolo Forti

L'influenza dei fattori geologici e geomorfologici
sulla realizzazione di cavità artificiali.....11
Sossio Del Prete, Mario Parise

Le Neviere
Testimonianze nel territorio di Grottaglie25
Patrizia Maranò



L'acqua in miniera37
Giuliano Perna

Sistemi idraulici ipogei nell'area di Santa Sabina a Roma43
Leonardo Lombardi, Carlo Germani, Valentina Livi

La Cripta della Consolazione
Note sullo studio di un importante sito di interesse storico
nel centro della città di Cosenza55
Luigi Manna, Pierpaolo Pasqua

Segnalibri.....61



OPERA IPOGEA

Memorie della Commissione Nazionale Cavità Artificiali

SEMESTRALE DELLA SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA

ANNO 9 - NUMERO 2 - LUGLIO/DICEMBRE 2007

AUTORIZZAZIONE DEL TRIBUNALE DI BOLOGNA

N. 7702 DELL'11 OTTOBRE 2006

PROPRIETARIO: SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA

DIRETTORE RESPONSABILE: CARLA GALEAZZI

COMITATO SCIENTIFICO: EZIO BURRI, GIULIO CAPPÀ, FRANCO DELL'AQUILA, PAOLO GUGLIA,
ALDO MESSINA, ROBERTO NINI, ODOARDO PAPALINI, MARIO PARISE, GIULIANO PERNA, FABIO REDI,
ITALO RIERA, VITTORIO CASTELLANI †

REDAZIONE:

SOSSIO DEL PRETE, CARLA GALEAZZI, CARLO GERMANI

SEDE DELLA REDAZIONE:

C/O SOSSIO DEL PRETE - VIA FERRARECCE, 7 - 81100 CASERTA
OPERA IPOGEA@SSI.SPELEO.IT

RECENSIONI:

ROBERTO BIXIO - VIA AVIO, 6/7 - 16151 GENOVA

COMPOSIZIONE E IMPAGINAZIONE:

FRANCO GHERLIZZA, PASQUALE MONACO

FOTO DI COPERTINA:

FASESIA TUFACEA IN TURCHIA (FOTO G. BOLOGNA)

FOTO QUARTA DI COPERTINA:

CAVERNA DI GUERRA SUL MONTE CUESTALTA (FOTO F. GHERLIZZA)

STAMPA:

LITOSEI S.R.L. OFFICINE GRAFICHE
VIA ROSSINI, 10 - 40067 RASTIGNANO (BO) - TEL. 051744539

LA RIVISTA VIENE INVIATA IN OMAGGIO AI GRUPPI ASSOCIATI ALLA SSI

PREZZO DI COPERTINA:

EURO 20,00

FORME DI PAGAMENTO:

BONIFICO BANCARIO A FAVORE DELLA SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA

UNICREDIT BANCA SPA - FILIALE DI BOLOGNA

IBAN IT41Z0200802457000000621694

VERSAMENTI SU CCP N. 58504002

INTESTATO A SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA - VIA ZAMBONI, 67 - 40126 BOLOGNA

CARTA DI CREDITO INVIARE UN FAX AL NUMERO 051250049

INDICANDO NUMERO DELLA CARTA, SCADENZA, E NOME DELL'INTESTATARIO, IMPORTO DA TRATTENERE E CAUSALE.

**IL CONTENUTO E LA FORMA DEGLI ARTICOLI PUBBLICATI IMPEGNANO ESCLUSIVAMENTE GLI AUTORI.
NESSUNA PARTE DELLA PRESENTE PUBBLICAZIONE PUÒ ESSERE RIPRODOTTA IN ALCUN MODO
SENZA IL CONSENSO SCRITTO DEGLI AUTORI.**

Il mistero delle cavità artificiali di Longyou (Zhejiang, Cina)

Paolo Forti

Istituto Italiano di Speleologia, Via Zamboni 67, 40126 Bologna, paolo.forti@unibo.it

Riassunto

Le "Grotte" di Longyou sono degli enormi ipogei artificiali scavati almeno 2000 anni fa, dei quali non si conosce praticamente nulla. In mancanza di fonti scritte su questi ipogei, gli archeologi e gli storici cinesi hanno avanzato varie ipotesi sulla loro funzione: abitazioni trogloditiche, mausolei, acquartieramenti militari o semplici cave di pietra. Al momento nessuna di queste può essere ritenuta più probabile delle altre anche se è abbastanza logico supporre che il loro utilizzo sia variato nei secoli. Di tali strutture si era persa ogni traccia in quanto fino a circa 15 anni fa risultavano completamente piene di acqua. Successivamente ne sono state svuotate cinque che, immediatamente, sono divenute una delle principali attrazioni turistiche della Cina, visitate annualmente da oltre un milione di persone. Proprio la loro apertura al turismo ha creato alle "grotte" di Longyou problemi di stabilità e di conservazione che in parte si stanno risolvendo al fine di mantenere intatti per le future generazioni questi eccezionali ipogei artificiali.

Parole chiave: Abitazioni trogloditiche, acquartieramenti militari, mausolei, cave di pietra, Cina.

Abstract

The Longyou grottoes are huge underground spaces dug over 2000 years ago. Their origin and purpose is presently completely unknown. Lacking any written document over them, Chinese archaeologists and historians put forth different hypothesis: from troglodytic houses, to troop stations, from mausoleums to quarries. At the moment none of them may be regarded as more probable even if it is likely that their use changed during the centuries. Any trace of them was lost and they remained filled of water until 15 years ago when five of them were completely dewatered: immediately the Longyou grottoes became one of the most important tourist attraction of China. They are presently visited by more than 1 million person a year. But their transformation into tourist object caused stability problems to the grottoes, which also suffer some depletion of their natural environment. Some of these problems are presently under evaluation / solution in order to maintain these exceptional artificial caves intact for future generations.

Key words: Trogloditic houses, troop stations, mausoleums, quarries, China.

Introduzione

Shiyanbei è un villaggio contadino attraversato dal fiume Qujiang, circa 3 km a nord della città di Longyou, nel centro della provincia di Zhejiang (Fig. 1): la sua stessa esistenza era ignota alla quasi totalità dei cinesi fino al 1992.

Nel luglio di quell'anno, infatti, 4 contadini del luogo, utilizzando ininterrottamente per 17 giorni 4 pompe aspiranti, riuscirono a svuotare completamente uno dei tanti misteriosi pozzi "senza fondo" (Fig. 2), che si trovavano sul fianco della collina: si trattava della prima

grande "grotta" di Longyou (oltre 1000 metri quadrati con una volta alta fino a 36 metri), cui seguirono in breve tempo altre 4.

L'eccezionalità della scoperta stava nel fatto che, a differenza di tutti gli altri grandi monumenti cinesi, di questi ipogei artificiali si era completamente persa ogni memoria storica: ancora oggi infatti nulla si sa di chi, quando, come e perché realizzò questi enormi vuoti sotterranei. L'unica cosa certa è che il loro scavo avvenne almeno 2000 anni fa dato che, nel 2001, all'interno del pozzo al fondo della "grotta n. 2" sono stati trovati

frammenti di vasi che risalgono alla Dinastia Xihan.

Per la loro ampiezza e la perfezione di realizzazione, ma anche, e direi soprattutto, per il mistero che le avvolge, le cavità artificiali di Longyou sono divenute in breve tempo una delle attrazioni turistiche più importanti di tutta la Cina, tanto da essere definite la 9^a meraviglia del mondo, subito dopo la Grande Muraglia e i guerrieri di terracotta. Attualmente sono visitate da quasi un milione di persone paganti all'anno.

Il loro svuotamento e la successiva turisticizzazione hanno profonda-

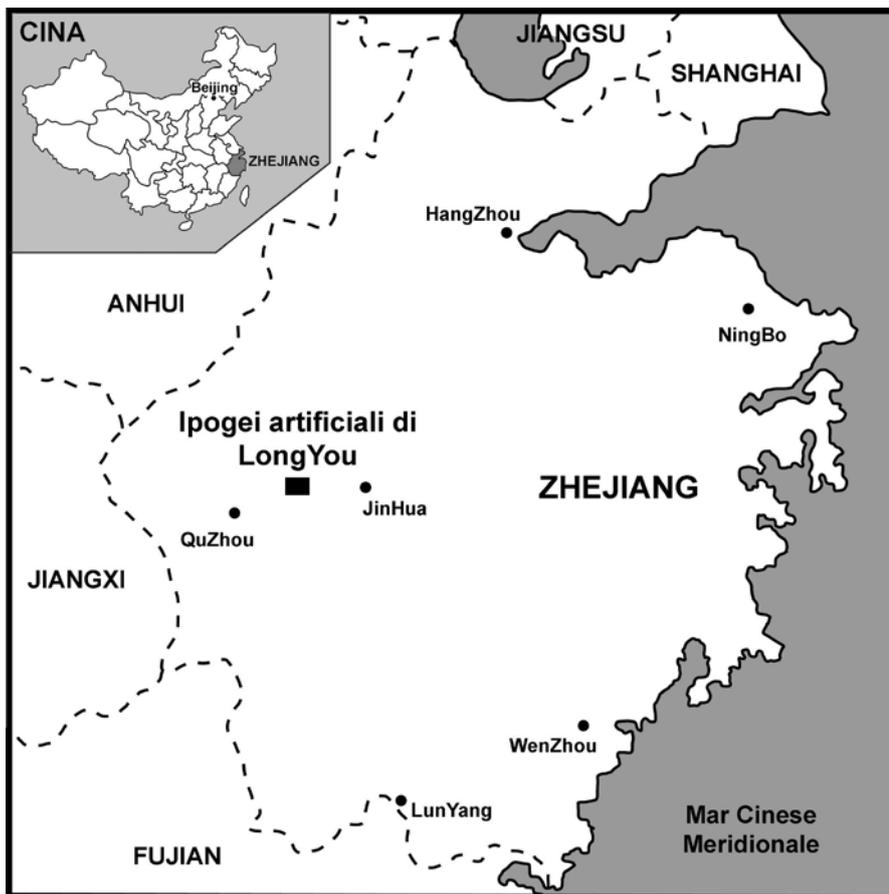


Fig. 1 - Localizzazione delle "grotte" di Longyou.

mente cambiato le condizioni ambientali in cui le cavità si erano conservate perfettamente per duemila anni tanto che, già a meno di 10 anni dalla loro scoperta, si sono cominciati a manifestare fenome-

ni di degrado. Per questo motivo, come esperto di grotte turistiche e di fenomeni di condensazione, ho avuto la possibilità di visitare gli ipogei di Longyou nel 2001 (Forti, 2001).



Fig. 2 - Ingresso di uno dei molti ipogei ancora completamente riempiti d'acqua.

Nel presente lavoro si è cercato di riassumere le conoscenze attuali su queste cavità sia dal punto di vista morfologico-strutturale sia da quello della loro conservazione futura.

Descrizione delle cavità

La collina di Fenghuang (57 m sul livello del mare), che attualmente è profondamente incisa dai meandri del fiume Qujiang, è costituita da una blanda antiforمة di arenarie cretache di spessore metrico e di potenza complessiva di circa 100 metri, intervallate da sottili strati di siltiti e/o argilliti. L'arenaria presenta un color rosso mattone vivo ed è assolutamente inalterata se si eccettua il sottile strato superficiale a contatto con il suolo pedologico.

I fianchi e l'area sommitale della collina per un'area di circa 0,35 km² sono letteralmente crivellati da ingressi posti a differente livello, che danno adito agli ipogei sempre completamente riempiti d'acqua (Fig. 2). Sino ad oggi sono stati catalogati ben 24 ingressi, ma solo cinque cavità sono state svuotate completamente e sono attualmente visitabili, mentre delle altre non si sa assolutamente né la profondità né la dimensione.

Ricerche effettuate in un raggio di 3 km hanno dimostrato che nelle colline vicine sono presenti quasi 50 altri ipogei i cui ingressi allagati sono del tutto analoghi a quelli di Longyou.

Alcune delle cinque cavità svuotate, raggiungono una profondità superiore a quella del letto fluviale esterno (circa 20-30 metri più basso della sommità della collina), ma nonostante la relativa vicinanza dello stesso, non presentano alcun fenomeno di ingressione acquosa. Questo è dovuto al fatto che gli interstrati siltosi argillosi sono del tutto impermeabili e permettono quindi all'acqua di infiltrarsi all'interno dell'arenaria solamente attraverso fratture beanti (Gai Mei Guo et al., 2005). Pertanto gli ipogei si sono riempiti d'acqua a seguito dell'infiltrazione o del ruscellamento dell'acqua di pioggia, cosa questa che giustifica il fatto

che cavità a differente quota siano comunque tutte costantemente riempite.

Le cinque cavità visitabili presentano dimensioni differenti (da 300 a 2000 m² e con altezze variabili da 15 a 36 metri) ma la loro struttura è costantemente uguale: si tratta di ambienti con il pavimento sub-orizzontale, le pareti verticali e il soffitto inclinato di 20-30 gradi (Fig. 3); l'accesso al-

l'ipogeo è costantemente consentito da un'apertura di 2-10 metri nella sua parte sommitale (Fig. 4). Per scaricare gli stress del soffitto sono stati lasciati, a seconda della dimensione della volta, da 1 a 4 pilastri verticali, la cui sezione orizzontale ricorda la coda di un pesce (Fig. 5). Lungo le pareti laterali si osservano strette "scale" a "dente di sega" costituite da gradini di 60 centimetri di altezza, che comun-

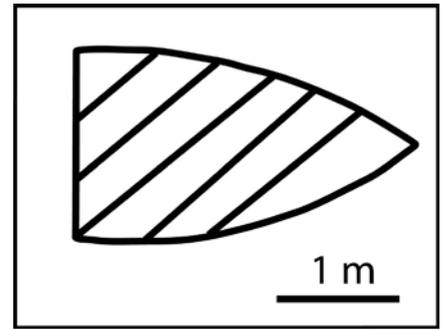


Fig. 5 - Sezione orizzontale dei pilastri che sostengono la volta di tutte le grotte di Longyou.

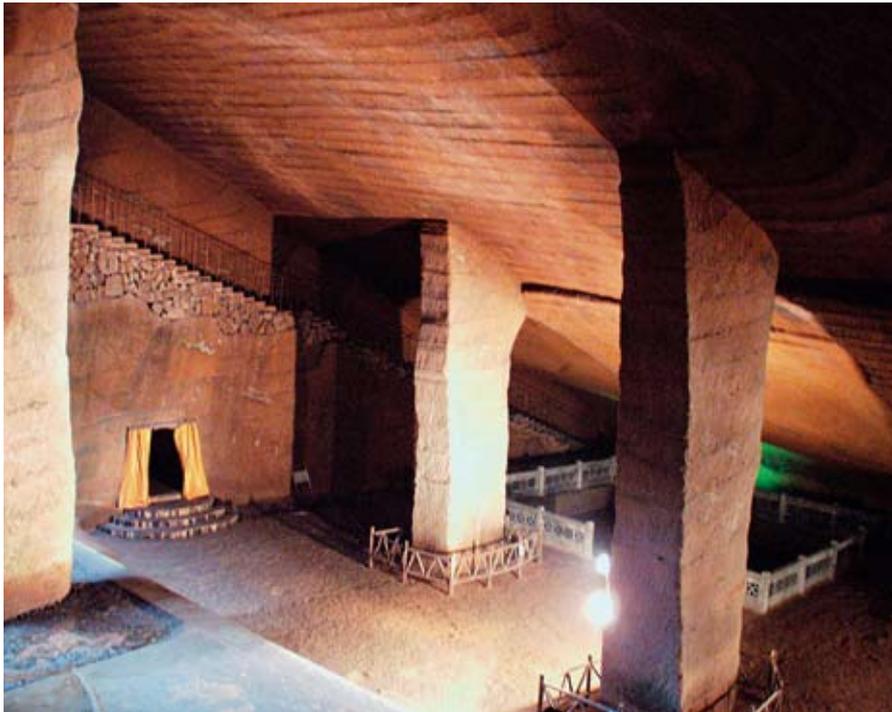


Fig. 3 - Visione parziale della "Grotta n. 2" con in primo piano uno dei grandi piloni di sostegno della volta.

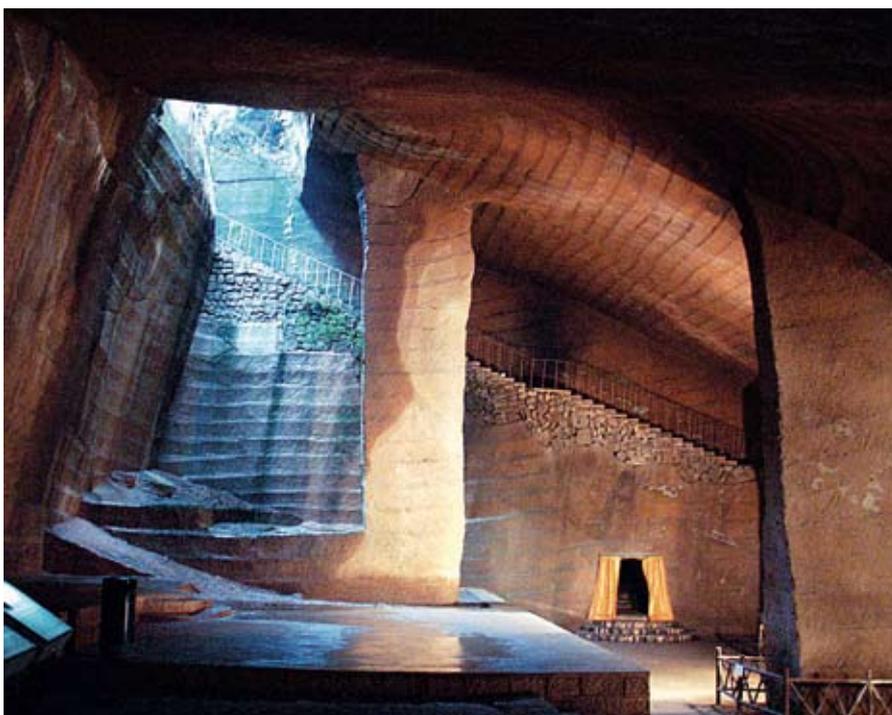


Fig. 4 - L'accesso alla "Grotta n.2" visto dal suo interno.

que raramente proseguono fino alla bocca dell'ipogeo.

Ma la cosa assolutamente eccezionale sono le incisioni dello scavo, la cui perfezione e simmetria potrebbe far pensare ad un decoro piuttosto che ad un residuo di lavorazione (Fig. 6). Si tratta di due motivi uno curvo e uno rettilineo, ma a volte ondulato, che nell'insieme sembrano riprodurre il moto ondoso del mare (Fig. 7).

A prescindere da queste incisioni le pareti sono completamente spoglie, se si eccettuano due piccoli bassorilievi comunque poco marcati nella grotta n. 2 e, nella grotta n. 5, un grande bassorilievo (Fig. 8) chiaramente successivo allo svuotamento della stessa. Bassorilievi più interessanti sono presenti su un architrave d'ingresso (Fig. 9) e su un pilastro che sorregge la volta di due cavità ancora allagate.

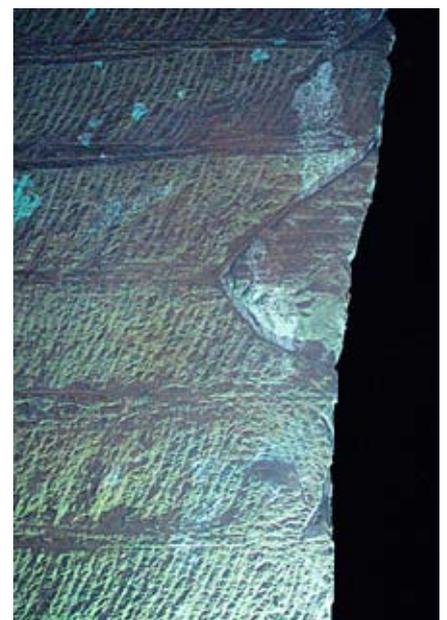


Fig. 6 - Particolare di una parete in cui sono evidenti le incisioni di scavo o di decoro.



Fig. 7 - Intersezione di una parete laterale con la volta.



Fig. 8 - Grande bassorilievo moderno nella "Grotta n. 5".

Perché sono state scavate queste "grotte"?

E' l'interrogativo che assilla tutti gli storici e gli archeologi cinesi dal momento della scoperta degli ipogei di Longyou: è infatti in assoluto la prima volta che di un'opera monumentale di quel paese, paragonabile per alcuni versi alla Grande Muraglia o ai Guerrieri di Terracotta, non vi sia nessuna memoria scritta. Eppure lo scavo della "grotte" a Longyou, dato il tremendo impegno finanziario, umano e temporale richiesto, deve essere per forza stato deciso e coordinato da un personaggio estremamente potente, forse l'imperatore in persona...

Per rendersene conto basta fare un piccolo calcolo (Sun et Al., 2001a,b): la realizzazione dell'insieme degli ipogei attualmente conosciuti attorno a Longyou ha richiesto l'asportazione di roccia per un volume di almeno 900.000 m³. Ora con i mezzi di scavo disponibili 2000 anni addietro (ma gli ipogei potrebbero essere ancora più antichi secondo alcuni degli archeologi e quindi posizionarsi in un periodo in cui ancora il ferro non era disponibile ma solo il bronzo) è stato valutato che un uomo non poteva sicuramente tagliare e trasportare più di 0,5 m³ di roccia al giorno. Questo significa che, se allo scavo hanno contribuito una media costante di 1000 uomini, il tempo minimo necessario per completare la realizzazione di tutti gli ipogei è stato di 5 anni. Naturalmente questa stima è assolutamente per difetto perché bisogna considerare innanzitutto che più in profondità procede lo scavo e con maggior difficoltà e tempo i singoli pezzi di roccia possono essere portati all'esterno (il peso di un blocco quadrato pronto per l'asportazione rinvenuto nella grotta 4 è risultato essere 250 kg).

Inoltre bisogna anche considerare la perfezione del lavoro di scavo, come testimoniato dalle tracce conservatesi sulle pareti: per tutti questi motivi è oggettivamente credibile che l'effettivo tempo di scavo debba essere stato almeno tre volte quanto precedentemente stimato, quindi 15 anni.



Fig. 9 - Architrave di una grotta ancora allagata con evidenti bassorilievi antichi.

La realizzazione delle cavità artificiali di Longyou doveva pertanto essere un progetto nazionale con grandi risorse finanziarie del governo, come appunto lo sono stati i progetti della grande muraglia e dei guerrieri di terracotta... Eppure nessuno storico cinese ha mai accennato a queste grotte...

La mancanza di fonti storiche impedisce per ora di definire con certezza quando e perché le grotte di Longyou furono scavate, anche se gli studiosi moderni avanzano differenti ipotesi, di cui si riportano qui di seguito le più accreditate attualmente, evidenziandone comunque per ciascuna i punti di criticità.

Abitazioni trogloditiche (3000-1000 a.C.): strutture simili infatti esistono in altre aree della Cina. Ogni cavità avrebbe dovuto contenere un'intera tribù o ospitare depositi alimentari degli stessi. A sfavore di questa ipotesi vi è la dimensione eccessiva delle grotte e la difficoltà che uomini preistorici potessero scavare così grandi vuoti in una roccia così tenace, e infine

l'assenza di ogni indizio di frequentazione al loro interno (grafiti sui muri, tracce di passaggio sulle scale, manufatti, resti delle derrate alimentari, etc.).

Acquartieramenti per truppe durante il periodo degli Stati Combattenti (475-221 a.C.): sembra infatti che il re Gou Jian dello Stato di Yue dopo una sconfitta subita, per dieci anni abbia riorganizzato il suo esercito e lo abbia allenato segretamente in cavità sotterranee prima di vincere definitivamente contro i suoi nemici. La folta vegetazione che caratterizza la collina e la piccola dimensione degli ingressi alle grotte di Longyou ben si prestano a mantenerle segrete, ma comunque questa ipotesi contrasta con il fatto che nelle grotte, come già detto, manchino del tutto evidenze di frequentazione abituale umana. E inoltre la vita e le azioni dell'Imperatore dello stato Yue è molto ben nota e documentata da testi storici: non è credibile che le grotte di Longyou, che ne sono una parte così importante, siano state completamente trascurate.

Mausolei della dinastia Han (206 a.C. - 220 d.C.): alcune fonti storiche infatti parlano di un re chiamato Xu Yangwang che visse nella regione e fece alcuni grandi costruzioni per la sua tomba; inoltre gli studiosi hanno trovato nel museo di Longyou un frammento di una stele in cui si legge: "...dopo che il re morì i suoi sudditi chiamarono col suo nome la collina dove fu sepolto e iniziarono la costruzione di grotte nella roccia per lui...". La cura del decoro parietale potrebbe essere un indizio a favore di questa ipotesi, la struttura stessa degli ipogei, a singola camera non connessa con gli altri, differisce sostanzialmente da quella dei mausolei tipici della dinastia Han. L'ipotesi mausoleo, poi, difficilmente è in grado di spiegare perché per un solo re si siano scavate ben oltre 50 cavità. E infine la mancanza assoluta di ogni tipo di manufatto al loro interno porta ad escludere che le cinque cavità che sono state svuotate dall'acqua abbiano mai ospitato corredi funerari: nulla però vieta di pensare che il vero mausoleo sia in uno degli ipogei ancora sommersi dall'acqua.

Cave di Pietra (1000 a.C. - 1000 d.C.): il ritrovamento all'interno della grotta n. 2 di un blocco quadrato di 250 kg di peso (0,4x0,4x0,6 m) potrebbe avvalorare l'ipotesi che le cavità di Longyou siano state utilizzate come cave per la produzione di blocchi di pietra. Ma anche questa ipotesi ha i suoi punti deboli: infatti sarebbe stato enormemente più facile estrarre il materiale da cave a cielo aperto invece che in sotterraneo. Inoltre non si ha nessuna evidenza di dove l'enorme quantità di materiale sarebbe stato utilizzato: è realmente difficile credere che nessuno dei monumenti costruiti utilizzando i blocchi di arenaria di Longyou sia conservato sino ad oggi.

Come si vede nessuna di queste quattro ipotesi è del tutto soddisfacente, pertanto gli studiosi sono adesso propensi a pensare che questi ipogei non siano tutti coevi e che probabilmente siano stati utilizzati nel tempo per differenti scopi...

Comunque fintanto che non si trovino un maggior numero di manufatti al loro interno, ovvero non si scoprirà una fonte scritta che ne descriva l'utilizzazione, ogni ragionamento in merito sarà una pura speculazione.

I problemi connessi con la loro conservazione e valorizzazione

Se l'età e lo scopo della costruzione degli ipogei è forse destinato a rimanere un mistero insolubile altrettanto non può dirsi relativamente al futuro di questi straordinari ambienti sotterranei.

Dopo poco più di 10 anni dalla loro scoperta, infatti, le 5 grotte svuotate mostrano chiari segni di degrado che, se non rapidamente contrastati, porteranno in un tempo non certo lunghissimo alla loro distruzione parziale o totale (Forti, 2001).

I principali problemi riguardano da un lato la stabilità statica degli ipogei anche, ma non solo, in funzione del degrado che la roccia subisce a causa della frequentazione turistica.

L'aver svuotato dopo migliaia di anni gli ipogei ha avuto come conseguenza immediata un oggettivo indebolimento delle enormi volte a causa dell'annullamento della spinta di Archimede. Attualmente in vaste porzioni del soffitto di tutte le cavità sono presenti fratture, di cui bisognerà controllare attentamente l'evoluzione nel tempo per intervenire, nel caso tendessero ad espandersi e a mettere in discussione la stabilità delle volte stesse

(Guo et Al., 2005).

Queste fratture, poi, sono ovviamente diventate le linee preferenziali di infiltrazione dell'acqua meteorica all'interno delle grotte: fintantoché l'infiltrazione è limitata non comporta affatto un indebolimento della struttura dato che il cemento calcareo, che viene disciolto al contatto suolo-arenaria, concorre a riempire le fratture con una concrezione carbonatica (Fig. 10 e Fig. 10a) che le rende più salde. Qualora però l'infiltrazione dovesse aumentare si innescherebbero meccanismi di erosione legati al moto turbolento delle acque, con conseguente rapido allargamento delle fratture. Per prevenire questa evoluzione le Autorità cinesi stanno provvedendo a impermeabilizzare con colate di cemento (Fig. 11) le zone in cui lo strato di arenaria sopra la volta degli ipogei è più sottile e più fratturato.

Un altro effetto perverso dovuto allo svuotamento è stato quello di aver dovuto coprire gli ingressi degli ipogei per evitare che l'acqua delle precipitazioni meteoriche potesse entrare ed accumularsi di nuovo al loro interno: se questo da un lato ha impedito all'acqua piovana di ruscellare dentro le grotte, dall'altro ha innescato il fenomeno della condensazione, assai perico-

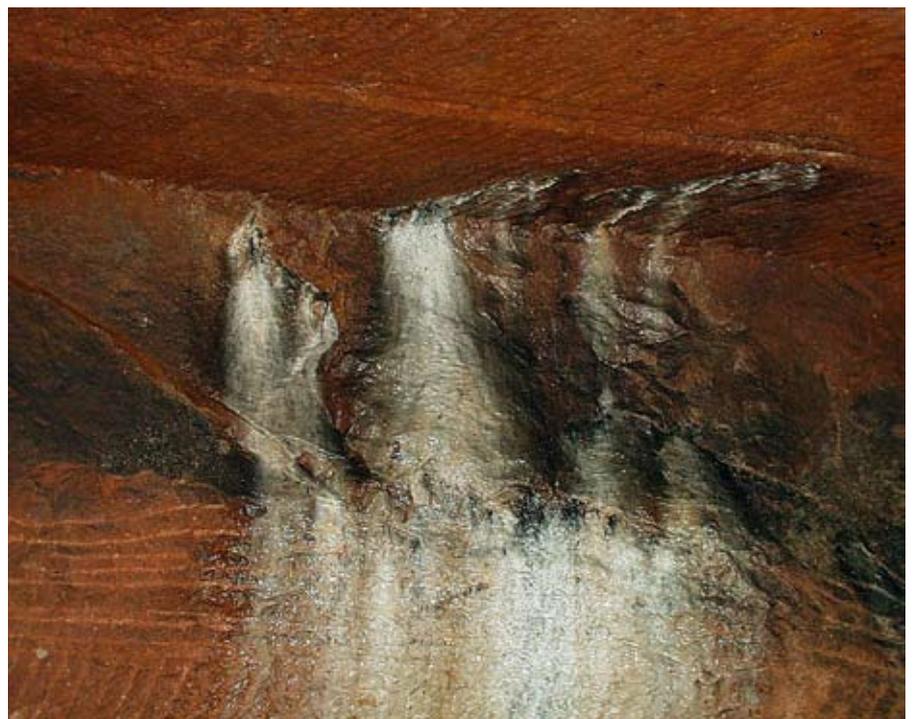


Fig. 10 e Fig. 10a - Concrezionamenti attuali dovuti all'infiltrazione di acque meteoriche.



Fig. 11 - Settembre 2001: lavori di consolidamento della superficie delle arenarie in corrispondenza delle maggiori fratture riscontrate in grotta.

all'interno a causa della frequentazione umana.

Questi accorgimenti dovrebbero essere sufficienti a garantire una conservazione delle "grotte" nel tempo, se non ottimale almeno soddisfacente, anche senza limitare il flusso turistico, cosa che attualmente le Autorità locali non sembrano intenzionate a considerare. Infatti se fondamentali si rivelano i problemi di conservazione delle strutture, al pari va detto che l'attuale gestione sembra oggettivamente ancora molto distante dagli standard minimi comunemente accettati in Europa. L'illuminazione è ottenuta con poche, potentissime, lampade che abbagliano i visitatori e prima o poi causeranno lo sviluppo di lampenflora nelle loro vicinanze. Inoltre all'interno delle grotte si è fatto largo uso di manufatti in legno (Fig. 12) che, a causa del clima caldo umido degra-

loso e difficile da contrastare. Al momento della mia visita, nel 2001, nelle aree della volta vicine agli accessi esterni erano evidenti notevoli fenomeni di condensazione, in parte direttamente collegati al clima particolarmente umido della regione, ma anche evidentemente ampliati dalla grande frequentazione umana seguita all'apertura al turismo.

Il tutto dipendeva anche dal fatto che la copertura degli ingressi era stata posizionata in modo da sigillarli quasi completamente e pertanto l'aria calda e umida, che risaliva dal fondo degli ipogei, non aveva praticamente modo di disperdersi nell'atmosfera esterna, creando addirittura una fitta nebbia nelle zone più alte degli ipogei.

Al fine di limitare al massimo questo fenomeno, che causando nel tempo la corrosione del cemento carbonatico avrebbe portato alla progressiva demolizione delle volte delle "grotte" di Longyou, è stato deciso di alzare le coperture a qualche metro di distanza dagli orifizi e inoltre, nel caso che questi ultimi non fossero la parte più alta delle cavità, creare artificialmente una ventilazione tale da garantire lo smaltimento nell'atmosfera esterna dell'umidità che si produce



Fig. 12 - Staccionate di legno in decomposizione nella "Grotta n. 4".



Fig. 13 - Stalagmiti di polistirolo e cemento nella "Grotta n. 4".

dano con grande velocità, con conseguente produzione di supporto trofico, che ha già portato le cavità a divenire luogo di frequentazione abituale per vari animali, quali i ratti, decisamente poco gradevoli per il turista. Si è inoltre proceduto ad "abbellire" la linearità delle strutture degli ipogei costruendo improbabili stalagmiti di polistirolo e cemento (Fig. 13).

Dunque la gestione turistica non è attualmente all'altezza dell'importanza del sito: nessun controllo dei visitatori, che possono toccare le pareti delle grotte ed eventualmente imbrattarle, nessuna limitazione o controllo del numero degli stessi che viene desunto esclu-

sivamente dal numero di biglietti venduto mensilmente, totale assenza di un controllo (anche solo puntuale se non in continuo) dei parametri ambientali all'interno degli ipogei.

Tutte queste osservazioni sono state chiaramente esposte alla direzione delle Grotte che ha promesso di tenerne conto in un prossimo futuro per migliorare la gestione del flusso turistico e garantire la conservazione nel tempo delle cavità.

Conclusioni

Le Grotte di Longyou sono tra gli ipogei artificiali dell'antichità più

grandi del mondo inoltre, per la Cina, rappresentano sicuramente un oggetto turistico di prima grandezza.

La loro utilizzazione turistica, però, richiederà in futuro un grosso sforzo per far sì che il degrado di queste strutture uniche al mondo non divenga troppo grande in un lasso di tempo troppo breve.

Dal punto di vista storico-archeologico sarà invece necessario intraprendere indagini più dettagliate negli archivi e nei musei per cercare di trovare quei riscontri storici necessari a dare una risposta definitiva ai quesiti ancora irrisolti: chi, quando e perché ha scavato questi ipogei?

Bibliografia

FORTI P., 2001, *Preliminary report on Longyou Artificial Caves, Longyou County, Zhejiang Province* - rapporto al Sindaco di Longyou, non pubblicato, 13 pp.

GUO G., LI L.H., YANG Z.F., TAO B., QU X.Y., ZHENG J., 2005, *Weathering mechanism of the Cretaceous argillaceous siltstone caverns, Longyou, China* - Bull. Eng. Geol. and Environment n.10, 16 pp.

SUN J., LING. J.M., JIA G., 2001a, *Examination of the Longyou grottoes in the western land of Zhejiang province from the viewpoint of engineering science* - Chin. J. Rock Mech. Eng 20(1), 131-133.

SUN J., LING. J.M., JIA G., ZANG Y.P., 2001b, *China's Longyou grottoes, Zhejiang Province* - News Int. J. Soc. Rock Mech 6(3), 44-46.