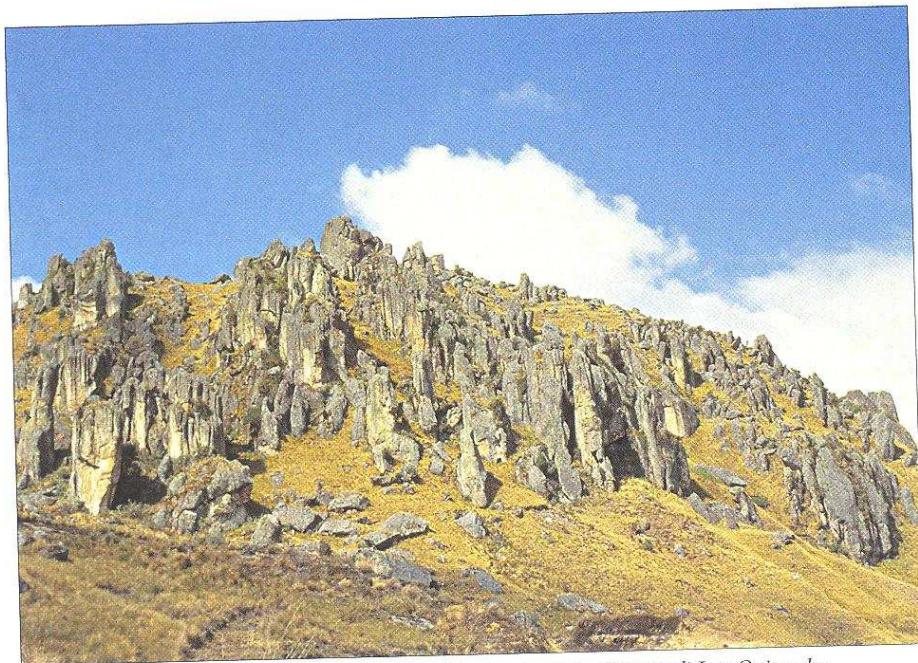


PERÙ '99 KARST PROJECT

61



Stone Forest su affioramenti vulcanici piroclastici nell'area di Los Quimiales.
(foto R. Ruggieri)

LE RICERCHE NEL DIPARTIMENTO DI ANCASH

L'area oggetto del 1° campo, situata nel Dipartimento di Ancash, occupa il settore centro-settentrionale del Perù. Capoluogo del Dipartimento è la città di Huaraz, di circa 80.000 abitanti, ubicata a 3.091 m di altitudine nella valle del Rio Santa, fiancheggiata a ovest dalla Cordigliera Negra e a est dalla Cordigliera Blanca. Quest'ultima, larga 20 km e lunga 180, contiene 20 vette che superano i 5.700 m fra cui lo Huascarán che con i suoi 6.768 m è il monte più alto del Perù oltre a essere la vetta più alta del mondo fra quelle situate ai tropici.

Istituito allo scopo di proteggere le bellezze della Cordigliera Blanca, il Parque Nacional Huascarán si estende per 3.400 km² e comprende tutta la zona della Cordigliera Blanca al di sopra dei 4.000 m di quota. Il parco presenta particolare interesse geomorfologico, oltre che per la scintillante catena innevata, per le sue spettacolari profonde vallate di origine glaciale e per i suoi numerosi laghi chiamati lagunas. La presenza di questi suggestivi laghi di alta montagna, è stata nel passato causa di catastrofi naturali per l'innalzamento del livello dell'acqua negli invasi e la conseguente tracimazione nelle valli sottostanti. Valanghe e terremoti verificatisi con una certa frequenza nell'area, hanno altresì concorso alla rottura degli esili argini morenici delle lagunas provocando la discesa nelle valli di una grande massa di acqua frammista a neve, ghiaccio, fango e rocce che ha sistematicamente travolto e seppellito tutto quanto sul suo cammino.

Ancora si ricordano: la disastrosa valanga del 1941, che provocò la morte di 5.000 persone a Huaraz; quella del 1962 che provocò la morte di 4.000 persone nella città di Ranrahirca; e quella ancor più disastrosa del 1970, innescata da un terremoto di 7,7 gradi della scala Richter, che provocò la morte di 30.000 per-

sone a Huaraz, mentre Yungay fu completamente sepolta dall'alluvione provocata dal forte sisma.

Oggi il governo ha creato un ente che tiene, sotto controllo i livelli dei laghi tramite la costruzione di dighe e tunnel al fine di scongiurare il ripetersi degli anzidetti tragici eventi.

ASPETTI GEOLOGICI E STRUTTURALI

Nell'area oggetto delle ricerche del 1° campo, affiorano sedimenti elastici appartenenti al Gruppo Goyllarisquiza. Il suddetto gruppo, affiorante nelle Ande settentrionali e centrali del Perù, presenta una facies arenitica e conglomeratica di spessore limitato nella valle del Marañon e nella Cordigliera Central, mentre si differenzia marcatamente nella Cordigliera Occidentale con una potente successione di quarzite, siltite e calcare.

Mentre la sequenza del settore orientale è denominata facies di piattaforma per essersi depositata superiormente alla geoanticlinale del Marañon, quella del settore occidentale, affiorante nell'area di ricerca, è denominata facies de cuenca per essersi depositata nella Cuenca Occidentale Peruviana. L'anzidetta facies de cuenca si divide nella Formazione Chimù, Santa, Carhuaz e Farrat.

La formazione Chimù consiste di alcune centinaia di metri di quarzite, arenaria e siltite con livelli di antracite; sormonta la siltite della Formazione Chicama, mentre soggiace ai calcari della formazione Santa, in entrambi i casi con un contatto in leggera discordanza erosionale. L'età è Valanginiano inferiore e medio. La soprastante formazione Santa consiste in 100 e fino a 350 m di calcare e siltite calcarea sormontati dalle arenarie e siltiti della Formazione Carhuaz con contatto discordante parallelo. L'età è Valanginiana.

La formazione Farrat consiste di quarzite fine e biancastra con intercalazioni di siltite rossa;

presenta uno spessore da 150 a 200 m e un'età riconducibile all'Aptiano.

L'anzidescritto Gruppo Goyllarisquiza si è depositato in un ambiente prevalentemente continentale costituito da depositi fluviali e di delta con alcune intercalazioni marine rappresentate dalle facies di cuenca delle formazioni Santa e in parte Carhuaz.

Il motivo tettonico strutturale nell'area anzidescritta si presenta con una serie di anticlinali e sinclinali con assi diretti NE-SW interessate da sistemi di faglie aventi direzione NNE-SSW e NE-SW. Il motivo suddetto si osserva nel settore sinistro della valle del Rio Santa interessato dagli affioramenti quarzitico - calcarei cretacei della Cordigliera Negra.

LE CAVITÀ

La ricerca di cavità nell'area nel Dipartimento di Ancash ha interessato essenzialmente due siti ubicati il primo nella Provincia di Recuay a sud di Huaraz, lungo la valle del Rio Santa, e il secondo, sempre nella medesima valle, ma più a nord in località Tingua. Nelle anzidette località sono note due grotte denominate rispettivamente Cueva di San Patrizio e Cueva del Guitarrero.

Cueva di San Patrizio

In prossimità della città di Recuay, con ingresso a pochi metri dalla strada che percorre il fondo della valle del Rio Santa, si trova la Cueva di San Patrizio, a quota 3.435 m.

Il versante sul cui fronte si apre la grotta presenta diverse morfologie di tipo carsico, quali piccoli antri e concrezioni calcitiche, riconducibili essenzialmente a fenomeni deposizionali di tipo travertinoso e a successivi processi di corrosione.

La cueva si sviluppa interamente nella formazione conglomeratica, in un paleo-terrazzo fluviale, per una lunghezza di una cinquantina di metri ed è chiusa da una colata calcitica.

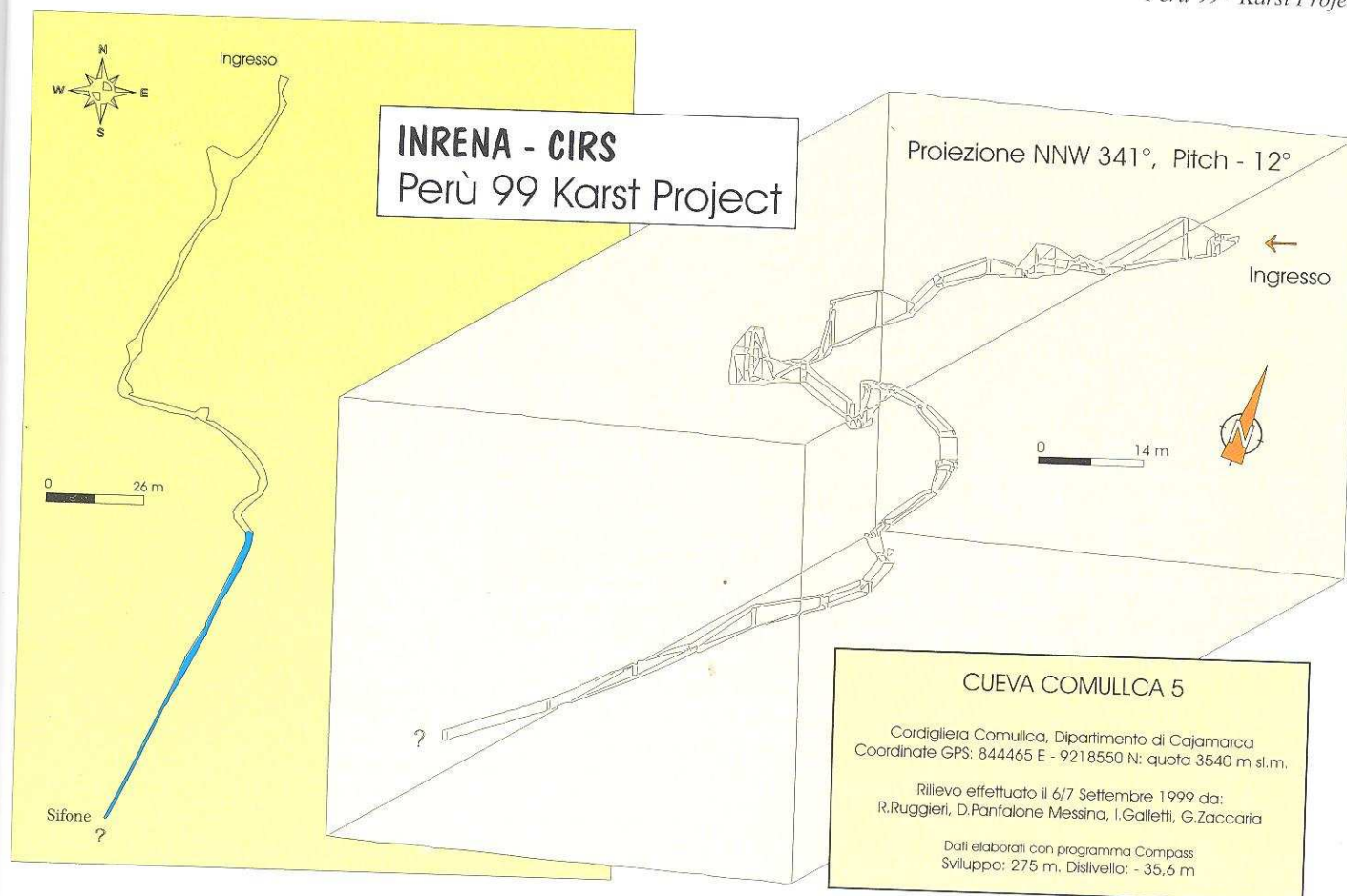
Cueva del Guitarrero

A nord di Huaraz, in prossimità del paese di Tingua, si attraversa sulla sinistra la valle del Rio Santa, dopodiché si risale il versante lungo un sentiero, dapprima in lieve pendenza, quindi via via più ripido, fino a raggiungere a quota 2.700 l'ingresso della Cueva del Guitarrero. È questa una cavità di tipo tettonico, impostata su una frattura interessata prevalentemente da crolli da distacco lungo gli interstrati e solo parzialmente da processi di soluzione carsica.

La cavità risulta costituita da un unico ambiente con un iniziale grande ingresso di circa 17 m di larghezza x 6 m di altezza e un successivo vano di circa 19 metri di lunghezza.

La cavità appare ubicata nella zona di transizione fra la successione quarzitica della formazione Chimù e la successione calcarea della soprastante formazione Santa del Valanginiano (Cretaceo inferiore).

Un grande cartello all'ingresso della cavità evidenzia l'importanza archeologica del sito per i ritrovamenti effettuati risalenti a circa 10.000 anni fa.



LE RICERCHE NEL DIPARTIMENTO DI CAJAMARCA

Le aree di ricerca, oggetto del 2° campo, si trovano nel Dipartimento di Cajamarca, ubicato nelle regioni settentrionali della Cordigliera occidentale. Capoluogo del Dipartimento è l'omonima città di Cajamarca, con 70.000 abitanti e a quota 2.720 m.

La città, di aspetto coloniale, è intrisa di storia, essendo stata un importante centro inca; fu qui che Pizarro catturò, tenne prigioniero e infine uccise Atahualpa il mitico re inca.

Le ricerche nel suddetto Dipartimento sono state condotte in due zone distinte, rispettivamente la prima nella Cordigliera Comulca, e la seconda nell'area del paese di Yanacancha Baja, entrambe nel Distretto di La Encañada.

Aspetti geologici

In generale nell'area di Cajamarca, San Marcos e Cajabamba affiorano sedimenti del Cretaceo che si contraddistinguono con una sequenza inferiore prevalentemente clastica di piattaforma, nel settore orientale, e una sequenza superiore carbonatica di cuenca, più rappresentata nel settore occidentale.

Nell'area di indagine della Cordigliera Comulca affiorano le seguenti formazioni:

Formazione Chulec: costituita da una sequenza fossilifera di calcare arenaceo, lutite e marne per uno spessore complessivo compreso fra 200 e 300 m (Albiano medio e inferiore).
Formazione Pariatambo: superiormente alla Formazione Chulec, con una alternanza di lutite con strati fini di calcare bituminoso nera-

stro, strati di calcare con noduli silicei e dolomitici. Lo spessore varia fra 150 e 200 m e l'età Albiano medio.

Formazione Yumagual: sovrasta con lieve discordanza la Formazione anzidescritta con una sequenza di marne e calcari grigi in banchi più o meno uniformi. In alcuni orizzonti si osservano noduli calcarei, mentre lo spessore è sui 700 m. L'età, dal contenuto fossilifero, è stata attribuita al neo-Albiano e parte bassa del Cenomaniano. La suddetta Formazione costituisce la parte maggiormente carsificata presente nell'area di indagine.

Tettonica e strutture

Le strutture principali presenti nell'area di indagine sono legate al verificarsi del secondo stadio del ciclo andino i cui movimenti definirono la formazione delle due principali famiglie strutturali presenti nella regione. Queste ultime sono rappresentate dalla provincia strutturale a pieghe e sovrascorrimenti, sviluppatesi nel settore della cuenca e dalla provincia strutturale a formazioni imbricate presente nel settore del fronte orientale.

Il suddetto secondo stadio, preceduto da una fase epirogenetica di sollevamento durante il Senoniano, si caratterizza per una fase compressiva che produce intensi piegamenti e accavallamenti nei sedimenti della cuenca a partire dal Terziario inferiore.

Una terza situazione strutturale sovrapposta si riflette sia nella presenza di faglie ad alto angolo che tagliano la copertura mesozoica, sia nelle ondulazioni delle rocce vulcaniche legate alla terza fase del ciclo andino. Il suddetto

sistema di faglie presenta direzione andina, prevalentemente inversa e obliqua alle pieghe e a volte semiparallela. Piegamenti di età successiva e fagliamenti di tipo gravitazionale sono altresì osservabili nell'area, come pure sistemi di faglie, con minore sfasamento, normali agli assi delle strutture a pieghe.

Le cavità della Cordigliera Comulca

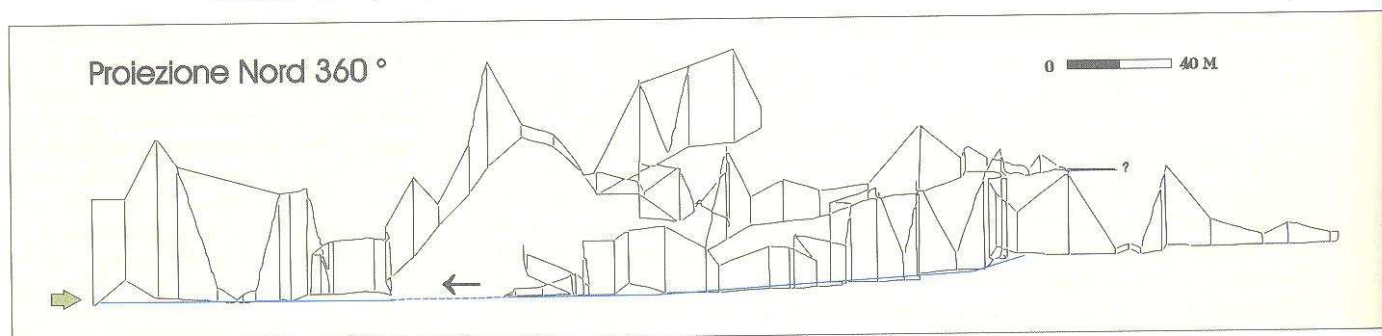
L'area della Cordigliera Comulca, ricade nel bacino idrografico del Rio Cajamarca tributario del bacino amazzonico. Si raggiunge percorrendo 50 km circa della strada sterrata per Celendin che in direzione nord-est risale l'altipiano fino a quota 3.800 m.

Il paesaggio fisico dell'altipiano si presenta costituito da un insieme di potenti blocchi carbonatici, con andamento strutturale sia monoclinale, con inclinazioni da pochi gradi fino a 80-90°, sia anticlinale che sinclinale.

I suddetti sistemi sono intercalati da settori variamente ribassati per faglia, con morfologia blandamente ondulata e superficialmente punteggiata da piccole depressioni. Queste ultime, allineate lungo direzioni strutturali, costituiscono punti di cattura del ruscellamento idrico meteorico dell'altipiano. Le suddette aree rappresentano antiche superfici di erosione collegate alle prime fasi del sollevamento andino.

Riguardo al clima l'area è caratterizzata da un periodo piovoso da dicembre a marzo e da un periodo secco da aprile a novembre.

Le ricognizioni effettuate nella Cordigliera Comulca hanno prodotto il rilevamento di 6 strutture carsiche, di cui 2 inghiottitoi, 3 poz-



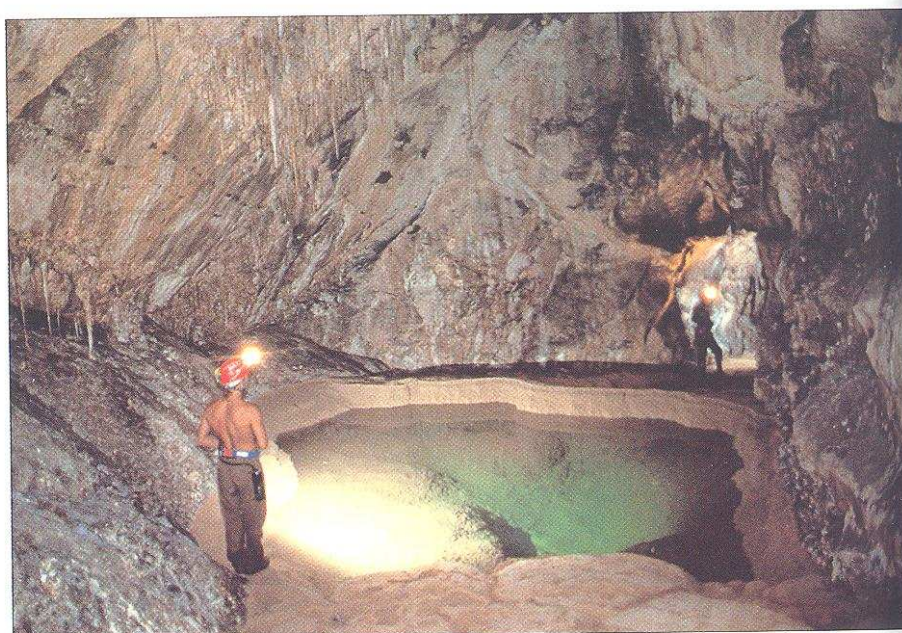
zi profondi sui 20 m e una cavità, rilevata per circa 300 m, con un ruscello nel tratto terminale, interrotta da un sifone.

Le cavità dell'area Yanacancha La Quina - Santiago de Chanta Alta

La seconda area, oggetto di indagine, ricade nel bacino idrografico del Rio Llaucan - El Tambillo avente come recapito finale il bacino amazzonico tributario dell'oceano Atlantico. Si raggiunge percorrendo la strada che da Cajamarca conduce a Bambamarca, attraversando l'area mineraria di Yanacocha; quindi a metà percorso circa, imboccando sulla destra la strada sterrata che porta al paese di Yanacancha, per un totale di 62 Km da Cajamarca. Lungo la strada per Yanacancha, in località Los Quinuales, si fiancheggia sulla sinistra un crinale costituito da rocce piroclastiche essenzialmente acide appartenenti al ciclo Vulcanico denominato Huambos di età Miocene superiore-Pliocene. Le creste delle falesie si presentano dentellate, fino a formare in diversi tratti una serie ininterrotta di torri e guglie con morfologie tipo karren sulle pareti. Il pae-

saggio nel suo complesso si presenta come un insieme suggestivo di pinnacoli così da meritare l'appellativo di foresta pietrificata.

Percorsi alcuni chilometri, in località El Campanario, gli affioramenti piroclastici si presentano stratificati e con morfologie carsiche



Cueva de la Iglesia - Ramo Rosso dei Laghi. (foto G. Zaccaria)

di forma ellissoidale lungo piani di frattura. Con l'approssimarsi all'area di Yanacancha, la morfologia del rilievo cambia nuovamente con un paesaggio costituito da grandi scarpate carbonatiche, notevolmente inclinate, deformate e incise. Gli anzidetti affioramenti appartengono al Gruppo Pulluicana costituito nel suo complesso da alcune centinaia di metri di calcare, marna, lutite e arenaria. In alcune aree il gruppo è stato suddiviso nella formazione Yumagual (già descritta come affioramento nella Cordigliera Comulca) e Mujarrún, mentre in altre regioni rimane indiviso. Nel settore di Chota e Chelendín il Gruppo Pulluicana presenta il suo massimo sviluppo con circa 800-1.000 m di spessore su cui domina il calcare. L'età del Gruppo è stata attribuita all'intervallo Albiano medio-superiore-Cenomaniano inferiore.

Cueva del Boqueron

A circa metà percorso fra il paese di Yanacancha e la Grotta de la Iglesia, discendendo sulla sinistra un ripido versante e proseguendo attraverso una stretta sella fra pareti rocciose, si arriva alla Cueva del Boqueron, ubicata alla base di una alta falesia carbonatica, dal cui ingresso fuoriesce un ruscello. Si tratta di un traforo idrogeologico lungo alcune centinaia di metri che dalla parte in cui si ingrota il ruscello presenta potenzialità esplorative sia in grotta che risalendo il corso d'acqua in esterno nella prospettiva di trovare altri trafori idrocarsici.

Cueva de la Iglesia o Yanamachay

A circa un'ora di sentiero da Yanacancha, in direzione Santiago de Chanta Alta, si trova la Cueva de la Iglesia, conosciuta altresì come Yanamachay in lingua Quechua, il cui grande ingresso campaniforme, alto circa 30 m, si staglia alla base di un'imponente falesia carbonatica cretacea.

Superato l'ingresso, dal quale esce un ruscello scorrendo tra massi di crollo, dopo stupende gallerie e grandi sale concrezionate si arriva al Ramo del Ciclope e alla Sala Splendente, le cui suggestioni sono evocate delle stesse denominazioni. In alto, nel settore sinistro della Sala Splendente si nota l'ingresso di una probabile galleria.

Tenendo invece la sinistra prima di entrare nel Ramo del Ciclope si arriva al Ramo Rosso dei Laghi. Questo settore, fra i più suggestivi dell'intero sistema Iglesia, risulta costituito da una successione di sale per buona parte occupate da grandi vasconi concrezionati pieni d'acqua di colore verde smeraldo. Nella parte apparentemente finale del Ramo Rosso dei Laghi, impostata su una struttura di interstrato, si intravede una possibile continuazione che viene lasciata ad una futura esplorazione. Nella parte terminale dell'altro ramo principale della grotta (vedi rilievo), cui si può accedere scendendo un pozzo di 16 metri prima di entrare nel Ramo Rosso dei Laghi, a circa 40 m dalla fine, la risalita di un camino, porta alla individuazione di altri ambienti con andamento labirintico esplorati solo in parte e lasciati anch'essi ad una successiva futura esplorazione.

MODELLO SPELEOGENETICO

Gli elementi morfologici e strutturali rilevati nel sistema carsico Iglesia suggeriscono un modello speleogenetico impostatosi in una fase iniziale lungo i sistemi di interstrato N 210/35 e sistemi di fratture N 40°, e in una fase successiva lungo una faglia avente direzione di immersione N 25 e inclinazione di 60°. A supporto di tale modello si evidenzia la presenza di almeno due livelli di gallerie delle quali quelle poste a quota più elevata sono impostate sia su strutture di interstrato (Ramo Rosso dei Laghi) sia su strutture tettoniche, alcune fossili e concrezionate, altre attualmente espletanti funzione di drenaggio vadoso durante la stagione delle piogge. Di contro le gallerie ubicate nel livello più basso, corrispondente al settore di ruscellamento del fiume, costituiscono l'asse di drenaggio e attuale livello di base dei processi di approfondimento carsico dell'intero sistema.

L'ostruzione della parte terminale del ramo del fiume, evidenzia come l'alimentazione di quest'ultimo, avvenga in modo non più prevalentemente canalizzato, quanto invece attraverso una serie di stillicidi più o meno consistenti durante la stagione secca, provenienti dalle anzidette gallerie superiori, che si trasformano in vere e proprie cascate d'acqua durante la stagione delle piogge. Al riguardo, evidenze di piene con portate considerevoli si evincono dalla consistente presenza sulle pareti della galleria principale, fino a diversi metri di altezza dal letto del fiume, di relitti di vegetazione. Inoltre, la presenza su più livelli, di morfologie tipo scallops di varie dimensioni testimonia come il regime delle portate sia più volte variato nel tempo in funzione di variazioni climatiche sia stagionali sia a carattere globale (periodi glaciali e interglaciali).

CONCLUSIONI

Con la campagna di ricerche speleologiche condotte nel periodo 2-12 settembre 1999, è stata realizzata la prima fase conoscitiva dei fenomeni carsici presenti nel Dipartimento di Cajamarca, preliminarmente alla definizione di un programma di ricerca finalizzato alla caratterizzazione geocarsica e idrogeologica del carsismo sviluppatosi in alcune aree della cordi-

gliera andina del Perù. Con le anzidette ricerche preliminari, in particolar modo condotte in due distinte aree del Dipartimento di Cajamarca, è stato possibile evidenziare la presenza di morfostutture carsiche sviluppatesi in un settore della Cordigliera Comulca, e costituite da sistemi vadosi in buona parte ostruiti da collassamenti e condotti carsici su frattura e interstrato interessati da notevoli quantità di depositi argillosi.

Diversamente dall'anzidetta area, più interessante si è invece rilevato il settore di Yanacancha (distretto di Encañada), dove le monoclinali carbonatiche del Cretaceo si presentano notevolmente carsificate con sistemi di gallerie e trafori carsici di notevole sviluppo. In particolare, nel suddetto settore le indagini e ricognizioni sono state indirizzate alla esplorazione della Cueva de la Iglesia, rilevata per circa 1,3 km ma con un potenziale ben superiore, la cui presenza di ambienti particolarmente concrezionati fa ritenere possibile la formulazione di un progetto di fruizione turistica, a impatto minimo.

Nell'area circostante le caratteristiche morfostutture dei rilievi carbonatici, hanno determinato la formazione di interessanti trafori idrogeologici (quale quello della Cueva del Boqueron) dove il ruscellamento superficiale e le acque emergenti dai sistemi carsici posti in quota, raggiungono il livello di base locale attraverso un sistema di denagaggio in cui si alternano settori in cavità con settori di incisione valliva esterni. Nell'area in questione, l'anzidetto sistema di drenaggio fluvio-carsico, su trafori idrogeologici, sembra pertanto così ben sviluppato da meritare uno studio più approfondito sia sotto l'aspetto idrogeologico che idrochimico.

I rilevamenti biospeleologici hanno consentito la raccolta di alcuni esemplari di fauna, allo stato attuale in fase di determinazione, mentre le osservazioni microclimatiche e ambientali rilevate in alcuni dei sistemi carsici esplorati hanno evidenziato condizioni potenzialmente favorevoli allo sviluppo di forme sia troglodile che prettamente troglodile.

In definitiva, queste prime positive risultanze, sia esplorative sia scientifiche, ottenute nell'area di Cajamarca lasciano ben sperare nella possibilità di ulteriori interessanti scoperte e giustificano pertanto un auspicabile prosieguo delle ricerche da realizzarsi con future campagne esplorative. □

BIBLIOGRAFIA

- Servicio de Geología y Minería** – Boletín N° 16 – *Geología de los Cuadrangulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Omabamba, Carhuaz y Huari* – John Wilson, Luis Reyes y Julio Carayar – Lima, Agosto de 1967 – Editado por el Servicio de Geología y Minería.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico** – Boletín N° 31 – *Geología de los Cuadrangulos de Cajamarca, Sam Marcos y Cajabamba. Hojas: (15-f, 15-g y 16-g).* Por Luis Reyes Rivera. Febrero 1980, Lima – Perù.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico** – Boletín N° 38 – *Geología de los Cuadrangulos de: Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (12-d), Chepen (15-e).* Por John Wilson. Noviembre 1985, Lima – Perù.
- RIBERA Carles, BELLES Xavier** (1994): *Perou. Encyclopedia Biospeologica*, tome 1, C. Juberthie et V. Decu eds. Société de Biospéologie, ISSN 0398 – 7973: 569-576 (2 fig., 1 tab.).
- SHELDON, J.A.** (1987): *Perù 87: preliminary report of the 1987 Army Caving Association expedition to the Peruvian Andes.* RRCPC Newsletter vol. 24 (nr.2): 6-9.