



**Gruppo Speleo-Archeologico  
"Giovanni Spano"  
Cagliari**

Scuola di Speleologia

# MANUALE DI SPELEOLOGIA

CORSO DI PRIMO LIVELLO

(rev. rm/2012)

# SOMMARIO

PREFAZIONE.....	6
1. LA SPELEOLOGIA .....	7
1.1. LA SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA - SSI.....	9
1.1.1. LA COMMISSIONE NAZIONALE SCUOLE DI SPELEOLOGIA - SSI.....	10
2. IL CARSIAMO E LA FORMAZIONE DELLE GROTTA .....	11
2.1. FENOMENI CARSIICI DI SUPERFICIE .....	12
2.1.1. IL PAESAGGIO CARSIICO .....	12
2.1.2. TIPI E CARATTERISTICHE DELLE ROCCE SOLUBILI .....	14
2.1.3. I PROCESSI DI SOLUZIONE E DI PRECIPITAZIONE DEL CARBONATO DI CALCIO.....	15
2.1.4. LE FORME MINORI .....	16
2.1.5. LE MACROFORME.....	16
2.2. FENOMENI CARSIICI DI PROFONDITA' .....	18
2.2.1. LA FORMAZIONE DELLE GROTTA .....	18
2.2.2. LE CONCREZIONI .....	19
3. IL CARSIAMO IN SARDEGNA .....	21
3.1. GENERALITA' .....	21
3.1.1. CONFIGURAZIONE ED OROGRAFIA DELLA SARDEGNA .....	21
3.1.2. LA GEOLOGIA REGIONALE.....	22
3.1.3. IL CLIMA IN SARDEGNA .....	24
3.2. IL PAESAGGIO CARSIICO IN SARDEGNA .....	25
3.2.1. INTRODUZIONE.....	25
3.2.2. TIPOLOGIA E MORFOLOGIA DEI DIVERSI PAESAGGI CARSIICI.....	28
3.2.3. VALENZE MORFOLOGICHE ASSOCIATE AI DIVERSI TIPI DI CARSIAMO .....	30
3.2.4. IL DEGRADO AMBIENTALE.....	33
3.2.5. PROPOSTE DI TUTELA E DI MANAGEMENT DEGLI ECOSISTEMI CARSIICI .....	34
3.3. LE SORGENTI CARSIICHE DELLA SARDEGNA: UTILIZZO E TUTELA .....	35
3.3.1. INTRODUZIONE.....	35
3.3.2. VALORIZZAZIONE E TUTELA DEGLI ACQUIFERI CARSIICI .....	38
4. SPELEOLOGIA IN SARDEGNA.....	40
5. LA FAUNA E LA FLORA DEGLI AMBIENTI DI GROTTA.....	43
5.1. INTRODUZIONE.....	43
5.2. L'AMBIENTE SOTTERRANEO, LA FAUNA DELLE GROTTA E GLI ADATTAMENTI DEGLI ANIMALI IPOGEICI.....	43

5.3.	ASPETTI BIOGEOGRAFICI.....	46
5.4.	IN SARDEGNA.....	47
5.5.	LE STAR: GEOTRITONI, EUPROTTI, PIPISTRELLI TROGLOFILI .....	53
5.6.	LA FLORA.....	55
5.7.	RACCOLTA DELL'ENTOMOFAUNA .....	56
5.8.	PREPARAZIONE, CONSERVAZIONE E DETERMINAZIONE DEI CAMPIONI.....	57
5.9.	ASPETTI PROTEZIONISTICI: la ' <i>White-Nose Syndrome</i> ' .....	58
6.	SPELEO ARCHEOLOGIA .....	62
6.1.	PREMESSA.....	62
6.2.	L'ETÀ DELLA PIETRA .....	62
6.2.1.	IL PALEOLITICO.....	62
6.2.2.	IL NEOLITICO .....	62
6.3.	L'ETÀ DEI METALLI.....	65
6.3.1	IL CALCOLITICO O ENEOLITICO .....	65
6.3.2.	L'ETÀ DEL BRONZO E DEL FERRO.....	65
7.	SPELEOLOGIA URBANA O IN CAVITA' ARTIFICIALI.....	67
8.	I MATERIALI SPELEOLOGICI .....	72
8.1.	IL MATERIALE PERSONALE STANDARD .....	72
8.1.1	IL CASCO.....	72
8.1.2.	LA BOMBOLA (ACETILENE).....	73
8.1.3.	LA CINTURA .....	74
8.1.4.	LA TUTA.....	75
8.1.5.	IL SOTTOTUTA.....	75
8.1.6.	LE CALZATURE E LE CALZE .....	75
8.1.7.	LE GINOCCHIERE E I GUANTI.....	76
8.2.	IL MATERIALE PERSONALE DA CORDA .....	76
8.2.2.	LA LONGE .....	77
8.2.3.	I BLOCCANTI.....	78
8.2.4.	IL DISCENSORE.....	78
8.5.	I NODI BASE.....	82
8.5.1.	MEZZO BARCAIOLO.....	82
8.5.2.	BARCAIOLO .....	82
8.5.3.	DOPPIO INGLESE .....	83

8.5.4.	GUIDE CON FRIZIONE (NODO A OTTO).....	83
8.5.5.	DOPPIO GUIDE CON FRIZIONE (NODO CONIGLIO).....	84
8.5.6.	NODO FETTUCCIA.....	84
8.5.7.	NODO BULIN (BOLINA O GASSA D'AMANTE) .....	85
9.	ALIMENTAZIONE E CORREDO MINIMO PERSONALE.....	86
9.1.	ALIMENTAZIONE .....	86
9.2.	CORREDO MINIMO PERSONALE.....	86
10.	LA PROGRESSIONE ORIZZONTALE IN GROTTA.....	87
11.	LA PROGRESSIONE VERTICALE IN GROTTA.....	92
11.1.	LA DISCESA .....	92
11.2.	LA SALITA .....	95
11.3.	PROBLEMATICHE.....	96
11.4.	IL PASSAGGIO DEL NODO .....	97
11.5.	INVERSIONE DI MARCIA (CAMBIO ATTREZZI) .....	98
11.6.	DISCESA SUI BLOCCANTI.....	99
11.7.	SUPERAMENTO DEL CORRIMANO .....	99
11.8.	SUPERAMENTO DI UNA DEVIAZIONE.....	100
11.9.	LA PROGRESSIONE IN SCALETTA .....	100
12.	LA RICERCA DELLE GROTTA .....	102
12.1.	ANALISI GEOLOGICHE E RICERCA DI FONTI BIBLIOGRAFICHE E ORALI .....	102
12.2.	RICERCA SUL TERRENO.....	102
12.3.	EQUIPAGGIAMENTO .....	103
13.	IL RILIEVO DELLE GROTTA.....	104
13.1.	STRUMENTI DA RILIEVO IN GROTTA.....	104
13.2.	MISURA DELLA DIREZIONE .....	104
13.3.	MISURA DELLA PENDENZA .....	106
13.4.	MISURA DELLE DISTANZE .....	106
13.5.	OPERAZIONI DI RILIEVO.....	107
13.6.	LA RESTITUZIONE.....	110
14.	NOZIONI DI PRONTO SOCCORSO E CENNI SUL CNSAS-SASS.....	111
14.1.	LE FRATTURE .....	113
14.2.	DISTORSIONI.....	115
14.3.	LUSSAZIONI .....	115

14.4.	FERITE .....	116
14.5.	EMORRAGIE.....	116
14.5.1	SEGN E SINTOMI .....	117
14.6.	IPOTERMIA.....	117
14.7.	SHOCK.....	118
14.8.	SINCOPE.....	119
14.9.	ARRESTO CARDIACO.....	120
14.10.	PRIMO SOCCORSO – PROCEDURE BLS .....	120
14.10.1.	FUNZIONE.....	121
14.10.2.	LA CATENA DELLA SPRAVVIVENZA .....	122
14.10.3.	PROCEDURA DEL BLS – IL BLS LAICO.....	122
14.10.4.	VALUTAZIONE DELLA SCENA.....	123
14.10.5.	VALUTAZIONE DELLO STATO DI COSCIENZA .....	123
14.10.6.	RIANIMAZIONE CARDIO-POLMONARE.....	128
14.10.7.	LA POSIZIONE LATERALE DI SICUREZZA (PLS).....	132
14.11.	CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI .....	133

## **PREFAZIONE**

Questo manuale vuole essere una guida introduttiva rivolta a coloro che, rimasti affascinati dalle grotte o incuriositi dalle svariate voci che circolano incontrollate riguardo al mondo della speleologia, hanno deciso di vivere sulla propria pelle una nuova esperienza e si sono iscritti ad un gruppo speleologico.

Ho solo raccolto e riordinato il lavoro che già era stato fatto negli anni passati, cercando di dargli un aspetto più leggibile e aggiungendo dove ho potuto, qualche nuova informazione (solo dove la mia esperienza mi ha consentito di farlo senza incorrere in inesattezze)

Non cambia quindi la sostanza di questa dispensa che resta la massima espressione di ciò che è il Gruppo Speleo-Archeologico “Giovanni Spano” e di ciò che ha fatto e che fa per tutelare e proteggere le grotte e tutto ciò che ruota intorno.

Pierluigi Melis (2001)

## **PREFAZIONE ALLA REVISIONE 2011**

La revisione 2011 del manuale ha comportato alcuni aggiornamenti tra i quali le indicazioni sulle procedure di primo soccorso che periodicamente vengono riviste dall'ERC (European Resuscitation Council), è stato inserito un cenno alla struttura della Commissione Nazionale Scuole di Speleologia della Società Speleologica Italiana di cui il nostro Gruppo e la nostra Scuola fanno parte e qualche altro aggiornamento che il tempo ha reso necessario, non ultimo le informazioni sulla WNS (White Nose Syndrome) che sta facendo strage di pipistrelli nel nord America. Questo per sensibilizzare maggiormente chi si avvicina alla speleologia alla tutela degli esseri che vivono nel buio.

La struttura del manuale rimane pressoché inalterata, frutto del lavoro precedente e che prosegue nell'intento di essere una guida per iniziare a vivere l'avventura speleologica nel rispetto della natura avendo sempre ben presente la sicurezza delle persone che praticano la speleologia.

A 35 anni dalla sua fondazione (1976) il G.S.A.G.S., gruppo tra i più numerosi in Italia, conferma l'entusiasmo e la voglia di fare speleologia anche come strumento di aggregazione sociale.

Riccardo Mascia

## **PREFAZIONE ALLA REVISIONE 2012**

In occasione del XXVIII corso d'introduzione alla speleologia ho voluto ricontrollare il manuale soprattutto nelle parti relative all'aggiornamento delle norme tecniche generali e della CNSS-SSI e ho cercato di adeguare le immagini e le illustrazioni all'evoluzione dei tempi.

L'edizione 2012 non cambia di molto la precedente.

Riccardo Mascia

## 1. LA SPELEOLOGIA

La speleologia è quella scienza che studia le grotte avvalendosi dell'aiuto di varie discipline come la geologia, la biologia, l'archeologia ed altre ancora che possono entrare in causa a seconda dello studio che la grotta esige. Ma oltre che la ricerca scientifica, la speleologia è anche pratica esplorativa, in modo che le tecniche di esplorazione, utilizzate anche da chi va in grotta senza l'interesse dello studioso, siano di aiuto alla ricerca stessa. Naturalmente vi sono vari modi di affrontare una grotta: dal gusto semplice, ma pur sempre bello, di visitare una cavità per un proprio piacere interiore, ad un più interessante obiettivo che è quello di studiarla nei suoi più svariati e straordinari aspetti. A differenza di altre nazioni, dove la speleologia viene considerata materia di insegnamento in vari istituti universitari, in Italia, se escludiamo casi isolati, questa disciplina è sostenuta quasi esclusivamente da associazioni volontarie: i cosiddetti "gruppi grotte", "gruppi speleologici" e "speleo club". Queste associazioni, formate da appassionati, specialisti e non, basate esclusivamente sull'autofinanziamento ed ai limiti tra il culturale, lo sportivo e lo scientifico, svolgono la loro attività in determinati settori geografici, secondo dei programmi prefissati e nei limiti dei mezzi finanziari e materiali. Nell'ambito di queste associazioni speleologiche esiste poi una chiara organizzazione, dove ogni componente risulta investito di un determinato compito; vi sarà così chi si interessa di topografia, chi si occupa di prelievi di rocce o di reperti faunistici, chi effettua misurazioni meteorologiche e chi fotografa. Queste suddivisioni, attualmente sono meno nette, in sintonia con le nuove tecniche di esplorazione, dove le squadre esplorative sono formate da pochi elementi e dove di conseguenza si preferisce sostituire alla netta specializzazione una più proficua polivalenza con un orientamento di interesse. Purtroppo con l'evoluzione della speleologia e la conseguente maggiore conoscenza di grotte da parte degli speleologi e dei non addetti ai lavori, si è andata sempre più organizzando la fiorente attività dei mercati clandestini delle concrezioni più rare, asportate da persone senza scrupoli. A ciò si aggiungono la cattura indiscriminata di animali cavernicoli (venduti a collezionisti) ed il tombarolaggio speleologico, con conseguenze irrimediabili per la conoscenza degli insediamenti preistorici nelle grotte. Infine, a contribuire a questo inesorabile degrado, ci pensano i visitatori della domenica, deturpando le grotte più semplici con scritte e rifiuti di ogni genere; ed in certi casi, purtroppo, anche gli stessi speleologi, che trasportati da scarsa sensibilità ecologica imbrattano luoghi di inestimabile valore

naturale con scaricate di carburo. E' quindi di notevole importanza la sensibilizzazione dell'opinione pubblica e l'educazione culturale ed ecologica degli speleologi e di chi si avvicina per la prima volta alla speleologia.

Luchino Chessa

## 1.1. LA SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA - SSI



La Società Speleologica Italiana è impegnata nella diffusione e nel progresso della speleologia, nella salvaguardia dell'ambiente naturale carsico ipogeo ed epigeo, nella promozione della corretta interazione tra il mondo sotterraneo e quanti lo visitino per ricerca, studio o personale curiosità.

La Società Speleologica Italiana, grazie al costante impegno per lo sviluppo della speleologia e della salvaguardia del patrimonio carsico del nostro Paese, è largamente riconosciuta come l'associazione nazionale di riferimento degli speleologi italiani.

### ▪ Cenni storici

Il 18 marzo del 1903 Michele Gortani, Carlo Alzona, Ciro Barbieri e Giorgio Trebbi, su invito del Rettore dell'Università di Bologna Giovanni Capellini costituirono a Bologna la Società Speleologica italiana.

Alterne vicende, intervallate da ben due conflitti mondiali, hanno portato, il 25 giugno del 1950 a Verona, alla ricostituzione della Società Speleologica Italiana, presso il Museo Civico di Storia Naturale. L'entomologo Leonida Boldori fu il primo presidente.

Fin dai primi anni dopo la ricostituzione la Società Speleologica Italiana ha legato le sue attività a quelle dell'Istituto Italiano di Speleologia, prestigioso ente di ricerca scientifica fondato nel 1927 dall'Azienda delle Reali Grotte Demaniali di Postumia e trasferitosi, dopo l'ultimo conflitto bellico, presso l'Università di Bologna, sotto la direzione di Michele Gortani.

Oggi la Società Speleologica Italiana, membro dell'**Union Internationale de Spéléologie - UIS** e della **Fédération Spéléologique Européenne - FSS**, è riconosciuta come Associazione di protezione ambientale dal Ministero dell'Ambiente (art.13 Legge n. 349/1986).

Da marzo 2011, la SSI è invitato permanente al Gruppo Parlamentare Amici della Montagna.

### 1.1.1. LA COMMISSIONE NAZIONALE SCUOLE DI SPELEOLOGIA - SSI



La Commissione Nazionale Scuole di Speleologia della Società Speleologica Italiana (C.N.S.S.-SSI) è l'organo tecnico-didattico della Società Speleologica Italiana che promuove e organizza l'insegnamento della Speleologia (nei settori della tecnica e della documentazione e della ricerca esplorativa e scientifica, **uniformando i programmi** e i supporti didattici), diffonde ed omogeneizza tanto le **norme di sicurezza per la prevenzione degli incidenti** in grotta quanto le norme di rispetto ambientale (per la tutela delle grotte, delle aree carsiche e dell'ambiente in genere), qualifica gli **istruttori di tecnica** e gli **aiuto-istruttori** che collaborano alla realizzazione dei diversi corsi di speleologia e coordina e qualifica l'attività delle singole Scuole di Speleologia componenti la C.N.S.S.-SSI.

La C.N.S.S.-SSI è strutturata in tre ambiti: locale, regionale e nazionale.

A livello locale vi sono le **Scuole di Speleologia**, istituite da uno o più Gruppi Speleologici, che promuovono e realizzano corsi di base e di corsi locali di approfondimento (corsi di primo livello) e curano la preparazione degli **istruttori**.

A livello regionale in ogni Regione vi è un Comitato Esecutivo Regionale, coordinato dal Coordinatore Regionale C.N.S.S.-SSI, che promuove e organizza gli stages di qualificazione per gli istruttori e i corsi regionali di specializzazione tecnica, scientifica e culturale (corsi di secondo livello).

A livello nazionale la Commissione (coordinata dal Comitato Esecutivo Nazionale, affiancata dall'Assemblea dei Coordinatori Regionali) organizza i corsi nazionali di specializzazione (corsi di terzo livello), cura la produzione dei **supporti didattici** ed esercita il coordinamento nazionale delle singole Scuole, incentivando le occasioni di collaborazione tecnico-didattica interregionale.

Tutti i partecipanti ad attività didattiche promosse dalla C.N.S.S.-SSI sono coperti dalle polizze assicurative S.S.I.

(tratto da <http://www.ssi.speleo.it/>)

## 2. IL CARSISMO E LA FORMAZIONE DELLE GROTTI

[Roccia, pietra, è il significato della radice indoeuropea Kar da cui il nome “Carso” (slavo “Krs” o “Kras”); questo indica la regione tra l’Italia e la Jugoslavia, compresa nella sua parte più famosa, fra le città di Monfalcone, Trieste e Postumia. Da questo derivano anche i termini scientifici “carsismo” e “fenomeni carsici”].

Le grotte intese come cavità naturali, a seconda del meccanismo di formazione, possono dividersi in tre tipi:

- cavità preesistenti alla formazione della roccia;
- cavità la cui origine è contemporanea alla formazione della roccia;
- cavità nate successivamente alla formazione della roccia;

Il primo tipo risulta molto raro ed è rappresentato dalle piccole cavità che si possono trovare nel travertino, formatesi per successiva apposizione di veli rocciosi su preesistenti vuoti, fino alla formazione del tetto e delle pareti (in Sardegna ne possiamo trovare nella zona di Perdasdefogu).

Il secondo tipo è rappresentato dalle grotte laviche, presenti ovviamente nelle zone vulcaniche; la loro formazione è dovuta al fatto che mentre in superficie la roccia lavica eruttata da un vulcano si raffredda rapidamente, in profondità essa si mantiene pastosa; tale condizione determina quindi lo spostamento della roccia e la formazione di condotti pressappoco circolari detti “tubi di lava” (gli unici in esempi in Sardegna si trovano nella zona di Cuglieri).

L’ultimo tipo comprende tutte quelle cavità, le più numerose, che si sviluppano mediante la formazione di vani in seno alla roccia formata precedentemente.

A loro volta queste possono essere classificate in quattro gruppi:

- cavità formate dall’azione del vento (erosione eolica);
- cavità formatesi a causa della deformazione meccanica della roccia (grotte di tipo tettonico);
- cavità scavate dall’azione meccanica del mare, dei fiumi, ecc..
- cavità formate dall’azione di dissoluzione, corrosione ed erosione delle acque;

Le grotte che interessano in modo particolare la speleologia sono le cavità dell'ultimo gruppo, cioè quelle formate dall'azione delle acque che, attraverso fenditure più o meno grandi presenti nella roccia, la scavano grazie ad un'azione chimico-fisica. La possibilità che si possa instaurare questo fenomeno dipende principalmente dalla roccia in cui esso avviene; essa infatti oltre a presentare numerose fessure, deve essere tenera e solubile in particolari condizioni chimico-fisiche. Queste caratteristiche sono classiche di alcune rocce di tipo "sedimentario": il calcare, la dolomia, il gesso ed il sale.

Per ciò che riguarda il gesso ed il sale l'azione delle acque si realizza tramite la loro semplice solubilizzazione; le cavità che vi si formano sono rare e hanno sviluppo generalmente limitato.

Il cosiddetto fenomeno "carsico" invece, dipende principalmente dall'azione di corrosione ed erosione delle acque sul calcare e sulla dolomia, ma su quest'ultima in minor misura.

Il calcare è una roccia di tipo sedimentario composta in prevalenza da carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), formatasi nel volgere delle ere geologiche del pianeta, nei fondali marini a non grande profondità. In periodi più o meno distanti nel tempo, si è avuta la sedimentazione marina, cioè l'accumulo lento e continuo di gusci calcarei di organismi viventi e la precipitazione di polveri e di carbonati di calcio presenti nelle acque del mare. Tale fenomeno ha così portato alla formazione di depositi di spessore variabile che, tramite meccanismi chimico-fisici (detti diagenesi), hanno acquistato la proprietà di roccia solida, diventando poi terre emerse.

In seguito, a causa dei fenomeni di corrugamento della crosta terrestre e mediante l'azione delle acque e dei climi (carsismo superficiale), dalle iniziali distese pianeggianti dei depositi calcarei si sono formate le montagne calcaree dei giorni nostri, dove di possono riscontrare i cosiddetti paesaggi carsici.

## **2.1. FENOMENI CARSICI DI SUPERFICIE**

### **2.1.1. IL PAESAGGIO CARSICO**

Il paesaggio carsico non è altro che un insieme di forme causate dalla solubilità della roccia (prevalentemente calcari) nelle acque naturali (acque piovane).

Grazie a questa solubilità le acque tendono a penetrare all'interno delle masse rocciose allargando delle vie di circolazione sotterranea; ne deriva un'assenza parziale o totale di

idrografia superficiale. I presupposti fondamentali perché esista un paesaggio carsico sono due:

- presenza di rocce solubili;
- abbondanza di precipitazioni meteoriche;

Nell'ambito di un rilievo costituito da rocce solubili, i processi carsici interessano in un primo momento la superficie esterna e dopo le zone di debolezza della massa rocciosa in cui l'acqua può penetrare (come ad esempio i piani di fratturazione ed i piani di stratificazione). Tenderà così ad individuarsi un insieme di forme distribuite sia in senso orizzontale, sia in senso verticale. Dall'alto verso il basso si potranno individuare: conche chiuse, inghiottitoi, pozzi, gallerie, cavità di sbocco. Per questo suo "spessore verticale" il paesaggio carsico si differenzia da tutti gli altri; esso spicca soprattutto per l'eccezionale abbondanza di cavità sotterranee che lo rendono difficilmente esplorabile in tutta la sua complessità.

Le cavità penetrabili all'uomo, le grotte, sono diventate oggetto di studio della speleologia, una scienza ambientale che prende in considerazione tutti i fattori e gli elementi che compongono i paesaggi carsici e precisamente:

- i tipi di rocce solubili ed i processi di soluzione;
- la situazione geologico-strutturale;
- i caratteri in grande dei rilievi carsificati;
- le forme di superficie;
- le cavità sotterranee;
- i rapporti fra le forme di superficie e le cavità sotterranee;
- la circolazione dell'acqua e le sorgenti;
- le condizioni climatiche;
- le azioni degli organismi e dell'uomo;

## 2.1.2. TIPI E CARATTERISTICHE DELLE ROCCE SOLUBILI

I processi di soluzione interessano prevalentemente i seguenti gruppi di rocce:

- le rocce carbonatiche (calcari, dolomie e rocce intermedie);
- le evaporiti (anidrite, gesso, salgemma);

Poiché le rocce carbonatiche costituiscono la grande prevalenza delle rocce solubili, verranno prese in attenta considerazione nei loro diversi aspetti.

I calcari sono rocce in gran parte di origine sedimentaria, cioè formati in seguito al lento accumulo di materiale organogeno (gusci di conchiglie, alghe calcaree, coralli briozoi, spugne, ecc.) nei fondali marini a profondità variabili. In seguito all'azione di processi di trasformazione chimico-fisica (processi diagenetici) gli imponenti spessori di sedimento calcareo accumulatisi nel corso di ere geologiche sono diventati roccia solida. I principali componenti delle rocce carbonatiche sono dunque due: il carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) ed il carbonato di magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ). Questi composti possono presentarsi isolatamente sotto forma di cristalli (caso frequente per il carbonato di calcio che si può trovare nelle forme minerali di calcite e, più raramente, di aragonite) o combinati a formare un sale doppio (carbonato doppio di calcio e magnesio: dolomite).

Le rocce principali quindi sono:

- i calcari (costituiti prevalentemente da calcite);
- le dolomie (costituite prevalentemente da dolomite);
- rocce miste come i calcari dolomitici e le dolomie calcaree;
- altre rocce miste con percentuali più o meno abbondanti di "impurità" (minerali argillosi, granuletti di quarzo, noduletti di selce, i carbonati, gli ossidi ed i solfuri di ferro);

### 2.1.3. I PROCESSI DI SOLUZIONE E DI PRECIPITAZIONE DEL CARBONATO DI CALCIO

Il fenomeno della soluzione chimica delle rocce calcaree è legato alla presenza di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) disciolta nelle acque naturali. La maggior quantità di questa anidride carbonica proviene dall'atmosfera; il gas sciolto in acqua conferisce a quest'ultima un certo grado di acidità; per questo motivo l'acqua può attaccare i carbonati e provocare la corrosione delle rocce carbonatiche.

La corrosione del calcare può essere schematicamente espressa dalla relazione:



La quantità di CaCO<sub>3</sub> che l'acqua può disciogliere sotto forma di bicarbonato di calcio dipende dalla quantità del CO<sub>2</sub> presente nell'acqua.

Le forme carsiche di superficie

Nella classificazione delle forme carsiche è utile distinguere le forme di superficie o epigee dalle forme profonde o ipogee, anche se esistono dei rapporti funzionali strettissimi fra i due gruppi. Anche dal punto di vista morfogenetico molte forme carsiche superficiali si spiegano solo se considerate assieme alle forme profonde che, in un certo senso, ne costituiscono il proseguimento verso il basso. Perciò, chi si accosta ad un paesaggio carsico potrà dapprima osservare il rilievo esterno e successivamente, attraverso qualche punto ben localizzato, accedere ad alcune cavità interne che però rappresentano soltanto una parte dell'intero sistema carsico ipogeo.

Esiste una vasta gamma di forme carsiche di superficie dalle dimensioni molto diverse, comprese fra i pochi centimetri e parecchi chilometri; vengono distinte in microforme (dimensioni da centimetriche a metriche) e macroforme (dimensioni da decametriche a chilometriche).

#### **2.1.4. LE FORME MINORI**

In genere le microforme sono speciali sculture della roccia provocate dalla corrosione da parte di soluzioni acquose acidule che hanno assunto i nomi generici di Karren (tedesco) o lapiés (francese). Un insieme di numerosi singoli Karren costituisce quelli che in lingua italiana vengono detti campi carreggiati o campi solcati. Fra queste forme se ne possono distinguere alcune che sono il risultato di processi di soluzione avvenuti sulla roccia nuda (Karren liberi) ed altre che si sono formate al di sotto di un copertura parziale (Karren semiliberi) o totale (Karren coperti) di suolo con vegetazione o acqua stagnante.

Fra i Karren liberi sono comuni:

- le scannellature (piccoli solchi rettilinei subparalleli, separati tra loro da sottili creste aguzze);
- le impronte (piccole cavità a fondo piatto e contorno semicircolare);
- i solchi carsici o docce (solchi della larghezza e profondità di parecchi centimetri e della lunghezza di diversi metri);

Fra i Karren semiliberi, cioè con presenza temporanea di acqua stagnante, le forme più importanti sono le vaschette di corrosione (cavità chiuse subcircolari o ellittiche a fondo piatto disposto orizzontalmente).

Fra i Karren coperti si distinguono varie forme arrotondate (solchi subparalleli a solco arrotondato separati da creste arrotondate). Sono molto frequenti le forme composte.

#### **2.1.5. LE MACROFORME**

Fra le macroforme carsiche la più tipica, che rappresenta un po' il simbolo dei paesaggi carsici, è la dolina (il nome di dolina deriva da "dol" che in slavo vuol dire "valle"; dolina corrisponderebbe perciò a "piccola valle"). La dolina è una conca chiusa, un bacino che si riempirebbe di acqua a originare un laghetto se le pareti fossero impermeabili. Invece di solito l'acqua viene assorbita attraverso le vie sotterranee, che però solo di rado si aprono in superficie come cavità ben osservabili e accessibili all'uomo; spesso il suolo od il detrito mascherano i punti assorbenti. Il diametro di queste doline varia dai 10m. ai 1000 m. per una profondità che può andare dai 2m. ai

300 m. La forma in pianta può essere circolare, ellittica o irregolare; la sezione verticale mostra sviluppi in altezza molto variabili anche in rapporto al diametro.

Le forme di dolina più comuni sono:

- troncoconica o a piatto;
- emisferica o a ciotola o scodella;
- conica o a imbuto;
- a pozzo;

Dal punto di vista della genesi delle doline, sono stati distinti i seguenti tipi:

- doline di soluzione normale (formatesi per dissoluzione della roccia da parte dell'acqua di ruscellamento superficiale);
- doline alluvionali;
- doline di collasso o di crollo (sono cavità, spesso a pozzo, presenti nei calcari o in altre rocce solubili, formatesi per il crollo del soffitto di grotte);
- doline di subsidenza in roccia;

Fra i tipi di doline propri delle regioni tropicali umide meritano di essere ricordati i cenotes dello Yucatan (Messico), enormi pozzi di crollo (spesso con laghetti sul fondo) resi famosi per i riti sacrificali che vi si praticavano nel periodo Maya.

Nell'ambito delle regioni calcaree a clima temperato, le forme più grandi delle doline sono le uvala, che possono derivare dalla coalescenza di più doline (in tal caso la forma planimetrica complessiva può ricordare un grappolo d'uva).

Tra le macroforme vanno annoverati i polje (polje corrisponde a campi piani nel significato del termine slavo; un equivalente italiano è il termine piano che si trova nella toponomastica dell'Appennino e delle Prealpi Venete), delle particolari forme carsiche chiuse di dimensioni chilometriche. Un polje tipico presenta un fondo piano ed orizzontale e versanti relativamente ripidi, tanto che l'angolo di raccordo fra le due superfici è brusco (circa 30°). Nei polje "attivi" il fondo viene allagato stagionalmente allorché gli inghiottitoi non riescono a smaltire tutta l'acqua che affluisce nel bacino (gli inghiottitoi sono pozzi o voragini naturali nei quali si smaltiscono le acque superficiali; si formano sia per dissoluzione delle rocce calcaree, sia per lo sprofondamento della volta di grotte. I primi sono stretti e sinuosi e si impostano generalmente su fratture, i secondi

sono cilindrici e possono raggiungere dimensioni abbastanza grandi. Nella stagione umida alcuni inghiottitoi possono addirittura trasformarsi in sorgenti).

Il fondo piano può presentare una sottile copertura di suolo che maschera alcuni inghiottitoi; però in genere manca una copertura detritica alla base dei versanti in quanto l'inondazione periodica rimuove i materiali sciolti.

Come grandi forme carsiche vengono classificate anche le valli carsiche.

Propriamente una valle non è una forma carsica ma il risultato dell'azione erosiva di un corso d'acqua superficiale; ciononostante in territori carsici si trovano delle valli sia percorse da fiumi, sia asciutte. Dove vi sia un fiume, l'alveo è quasi sempre sede di corrosione accelerata a spese delle rocce calcaree.

Un tipo di valle abbastanza frequente nei calcari è la gola o canyon carsico: profonde forre dai ripidi versanti in roccia, il cui fondo può essere asciutto oppure percorso da un fiume.

## **2.2. FENOMENI CARSICI DI PROFONDITA'**

### **2.2.1. LA FORMAZIONE DELLE GROTTA'**

Condizione indispensabile per il passaggio delle acque dalla superficie alla profondità della roccia è la presenza nella stessa di fessure in qualità di giunti di strato, fratture, faglie, diaclasi e leptoclasti.

Mentre i primi sono la naturale espressione della suddivisione in strati del calcare (quasi sempre colmi di limi ed argille), gli altri si formano in seguito ai fenomeni di retrazione durante il consolidamento della roccia e per azioni meccaniche (il peso delle rocce, i movimenti tettonici). Poiché il fenomeno carsico dipende in particolar modo dalla corrosione per opera dell'acqua, è necessario ricordare che questa, per sciogliere la roccia calcarea, deve essere acidula per arricchimento di acido carbonico ( $H_2CO_3$ ); tale acido si forma dalla anidride carbonica ( $CO_2$ ) che viene solubilizzata dall'acqua piovana nell'atmosfera e, in maggior misura, filtrando nei terreni ricchi di detriti vegetali. La presenza di acido carbonico trasforma il carbonato di calcio del calcare in bicarbonato di calcio ( $Ca(HCO_3)_2$ ), più solubile del precedente:  $CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$ .

Tramite questo meccanismo, le acque, penetrando nelle fessure della roccia, le allargano progressivamente, aiutate inoltre dall'azione fisica legata all'erosione della roccia da parte di impurità presenti nell'acqua. In seguito a questi fenomeni demolitori si ha il continuo ampliarsi delle fessure che tendono a fondersi tra loro per una caduta di

intercapedini, con formazione di ambienti sempre più vasti. Si viene così a creare un sistema di gallerie più o meno orizzontali e pozzi, in dipendenza dell'inclinazione degli strati e delle fessure della roccia; nella parte superiore (zona vadosa) lo scorrimento delle acque è periodico (in relazione alle piogge stagionali), di solito a pelo libero e con superamenti di dislivelli; in quella inferiore (zona freatica) le acque scorrono sotto pressione, occupando tutta la sezione delle condotte, con formazione di gallerie orizzontali di solito labirintiche. Per cui, come in superficie, anche in profondità si verifica una costante evoluzione dei processi di formazione delle grotte; si possono riconoscere infatti tre distinte fasi:

- giovanile (riguarda la prima formazione con allargamento delle fessure);
- fase matura (la grotta è in piena attività, presenta scorrimento idrico e iniziano i fenomeni di concrezionamento);
- fase senile o fossile (la grotta non è più percorsa dalle acque, sono abbondanti i crolli e le concrezioni);

### **2.2.2. LE CONCREZIONI**

Consideriamo una goccia d'acqua che scorre in una fessura della roccia calcarea: essa è ricca di bicarbonato di calcio ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) in soluzione; allorché questa goccia trova sbocco in una cavità di maggiori dimensioni, subisce un abbassamento della pressione liberando parte dell'anidride carbonica e facendo precipitare il carbonato di calcio, meno solubile, che si deposita e da luogo, col passare degli anni, al concrezionamento.

Dipendentemente dalla loro posizione possiamo distinguere:

- concrezioni di soffitto;
- concrezioni di parete e concrezioni di pavimento;

Fra quelle di soffitto ricordiamo le stalattiti (singole e in cortine) e le cannule; la differenza è data dalla velocità con cui la goccia si stacca dalla volta. Le cannule si formano quando la goccia si stacca molto rapidamente, esse hanno la forma di un tubicino dalle pareti molto sottili e fragili, spesso trasparenti. Le stalattiti invece risultano più massicce ed hanno un accrescimento molto più lento. Degne di nota, anche se difficili da spiegare, sono le eccentriche, stalattiti che non si sviluppano

verticalmente ma orizzontalmente od obliquamente. La loro formazione pare sia dovuta, in alcuni casi, alla costante presenza all'interno della grotta, di una corrente d'aria unidirezionale che fa cristallizzare la calcite in direzione contraria a quella della corrente. Altre eccentriche debbono la loro origine alle piccole dimensioni del canalicolo che le attraversa internamente, che si comporta come un vaso capillare per cui la goccia non è soggetta alla forza di gravità ed inoltre i cristalli di calcite si dispongono in maniera casuale. Una via di mezzo tra le concrezioni di soffitto e quelle di parete sono le vele o "fette di prosciutto", nelle quali la goccia, anziché staccarsi sempre dallo stesso punto, scorre lungo una linea di pendenza, depositando lungo il percorso il carbonato di calcio in strati successivi.

Fra le concrezioni di parete vi sono quelle cosiddette da "splash"; esse devono la loro genesi agli spruzzi provenienti di rimbalzo dal pavimento. La loro forma è spesso simile ad una colata, oppure ad un aggregato mammellonare qualora nella parete siano presenti protuberanze od escrescenze attorno a cui l'acqua deposita il carbonato di calcio.

Le concrezioni di pavimento comprendono stalagmiti, vaschette e pisoliti.

Le prime sono formate dalle gocce che cadono dal soffitto e nell'impatto perdono parte dell'anidride carbonica. Nel caso che la goccia cada da una stalattite, questa può congiungersi alla stalagmite dando luogo ad una colonna stalatto-stalagmitica che continua ad accrescersi solo in grossezza. Le vaschette si formano quando un velo d'acqua che scorre su un piano inclinato incontra delle asperità. Su questi ostacoli è più facile il deposito del carbonato di calcio che comincia a formare una serie di sbarramenti che col tempo si uniscono in un cordone paragonabile ad una piccola diga. In seguito essa cresce in altezza poiché l'acqua superandola deposita sul bordo altro carbonato di calcio. Le dimensioni delle vaschette variano da qualche millimetro ad alcuni metri. Le pisoliti o perle di grotta sono un caso particolare, a differenza delle altre concrezioni sono libere, cioè non sono saldate al pavimento; si formano all'interno di vaschette o pozze d'acqua in cui cade uno stillicidio più o meno intenso; l'agitazione dell'acqua favorisce la liberazione di CO<sub>2</sub> e quindi la precipitazione di CaCO<sub>3</sub>, esso si deposita sul fondo e intorno a granelli di sabbia, ciottoli, ossa di pipistrelli ecc. tenuti in costante movimento dall'agitazione dell'acqua crea dallo stillicidio impedendone quindi la saldatura al fondo.

### **3. IL CARSISMO IN SARDEGNA**

#### **3.1. GENERALITA'**

##### **3.1.1. CONFIGURAZIONE ED OROGRAFIA DELLA SARDEGNA**

La Sardegna, con i suoi 23800 kmq di superficie, è per estensione la seconda Isola del Mediterraneo dopo la Sicilia. L'isola è delimitata fra 38° 52' e 41° 19' di latitudine italiana e fra 2° 37' e 4° 19' di longitudine dal meridiano di Monte Mario.

Orograficamente la Sardegna si presenta molto tormentata, anche se conserva ancora in parte la sua originaria struttura ercinica di penepiano. I rilievi montani, pur non raggiungendo altezze notevoli (1833 m s.l.m. a Punta La Marmora), sono alquanto rocciosi ed alpestri e scendono spesso direttamente a mare (Sardegna orientale, Nurra, Iglesiente).

I più importanti gruppi montuosi sono L'Iglesiente ed il Sulcis separati dalla valle del Cixerri nel Sud-ovest, il gruppo dei Sette Fratelli nel Sud-est, il Gennargentu che domina la parte centrale, il Supramonte e l'Altopiano del Golfo di Orosei ad Oriente ed il Monte Albo poco più a Nord, la catena del Marghine-Planargia ed il Limbara in provincia di Sassari e tanti altri piccoli massicci. L'altitudine media della Sardegna è di 365 m s.l.m.

Un aspetto caratteristico del paesaggio isolano è quello determinato dalle forme legate all'idrografia superficiale, con preponderanza delle valli incassate, che seguono le direttrici tettoniche del basamento paleozoico, rispetto a quelle a fondo concavo o piatto. L'aspetto paesaggistico più rilevante dell'isola è quello legato alle coste che mostrano un continuo alternarsi di falesie e spiagge, rendendo il litorale sardo uno dei più ambiti del mediterraneo. Le più interessanti falesie si trovano sulla costa tra Masua e Buggerru, nel Golfo di Orosei, a Capo Caccia, tra Alghero e Bosa, nel Golfo di Olbia (Tavolara, Capo Figari), nel Sulcis (Capo Teulada, Capo Spartivento, ecc.) e nelle Isole di San Pietro e di Sant'Antioco.

I lidi sabbiosi più estesi si trovano alle foci dei più grandi fiumi isolani (Flumendosa, Tirso, Coghinas, Cedrino, ecc.), ma anche sulle coste ad Ovest e a Nord-Ovest esposti ai venti di maestrale (Piscinas ad Arbus, Is Arenas di Narbolia, Platamona e marina di Sorso, Funtanamare di Nebida, ecc.). I cordoni litorali più interessanti invece si trovano nella Sardegna meridionale e orientale (Poetto di Cagliari e Quartu Sant'Elena, Costa Rei di Villasimius, Marina di Barisardo, Marina di Orosei, ecc.)

Agli estesi espandimenti vulcanici terziari sono legati gli altopiani detti "giare" della Sardegna centrale e tanti altri tabulati nel Nord Sardegna (Logudoro), nel Sulcis (Narcao, Carbonia, ecc.) e nella Sardegna orientale (Dorgali, Barisardo, ecc.).

Anche il paesaggio carsico, nonostante soltanto l'8 % della superficie della Sardegna è rappresentata da rocce carbonatiche, occupa uno spazio importante nella morfologia dell'Isola. In particolare nelle rocce carbonatiche mesozoiche della Sardegna centro-orientale si sono sviluppate belle morfologie carsiche (Supramonte, Golfo di Orosei, Monte Albo), ma anche nelle rocce cambriane dell'Iglesiente e tante altre aree carsiche. Infine il paesaggio della Sardegna è stato modificato dall'uomo. Tra le morfologie antropiche vanno ricordate soprattutto quelle legate all'attività mineraria che da 8000 anni ha modificato la morfologia della Sardegna, in particolare nel Sulcis-Iglesiente, ma anche nel Sarrabus, nella Nurra ed in tante altre località.

### **3.1.2. LA GEOLOGIA REGIONALE**

In Sardegna affiorano rocce sedimentarie, metamorfiche, vulcaniche e plutoniche di età che varia dal Cambriano inferiore fino al Quaternario recente e per questo l'Isola costituisce una delle regioni più complete dal punto di vista geologico dell'Europa. La sua storia geologica, a causa degli eventi tettonici nel Terziario, fa parte di quella della Francia meridionale e della Catalogna e si differenzia in modo drastico da quella della penisola italiana.

Le rocce paleozoiche affiorano in tre distinte aree, in tutta la metà orientale dell'Isola, nella Nurra e nel Sulcis-Iglesiente. Nelle aree restanti affiorano rocce di età inferiori, in prevalenza sedimenti terziari e prodotti vulcanici.

Il Cambriano affiora in parte nel Gerrei e soprattutto nel Sulcis-Iglesiente, in quest'ultima area con una potente successione sedimentaria che inizia con arenarie, prosegue con rocce carbonatiche e termina con scisti. In questi sedimenti, soltanto lievemente metamorfizzati, si trovano abbondanti fossili, prevalentemente Archeociatidi e Trilobiti. Nelle rocce carbonatiche si sono instaurati i più importanti giacimenti metalliferi sardi.

I sedimenti cambriani sono stati interessati in modo evidente seppure marginalmente dall'orogenesi caledoniana durante la cosiddetta Fase Sarda che ne ha provocato l'emersione dal mare e la conseguente erosione. Durante l'Ordoviciano ed il Siluriano si depositano in discordanza angolare imponenti sedimenti prodotti dallo smantellamento

delle rocce cambriane, anche questi fossiliferi. In particolare si sono trovati Brachiopodi, Briozoi, Gasteropodi, Crinoidi, Trilobiti, Tentaculiti, Cistoidi e Conularidi nell'Ordoviciano e Graptoliti, Cefalopodi, Ostracodi, Crinoidi, Lamellibranchi e Conodonti nel Siluriano.

Dal Carbonifero medio si verifica l'orogenesi ercinica che interessa tutte le rocce descritte sopra, deformandole in modo vistoso. Durante l'orogenesi e immediatamente dopo, nelle fasi estensionali, hanno luogo imponenti manifestazioni vulcaniche e plutoniche, che portano alla messa in posto dei graniti della Gallura, della Sardegna centro-orientale e del Sulcis-Iglesiente. Nel corso di questa orogenesi le rocce subiscono un metamorfismo che diminuisce da Nord a Sud.

Con la conclusione dell'orogenesi ercinica ha inizio un lungo periodo di relativa calma durante il quale la terra emersa viene erosa. Questo spianamento delle montagne porta alla formazione del peneplano ercinico sul quale successivamente si depositano i sedimenti delle trasgressioni mesozoiche che iniziano nel Permo-Trias e trovano il loro culmine nel Giurese. Estese coperture giurassico-cretacee si trovano nella Sardegna centro-orientale (dal Capo Figari a Nord fino a Escalaplano a Sud) e nella Nurra, mentre più piccole testimonianze sono documentate nel Sulcis (Sant'Antioco) ed in altre località della Sardegna sud-occidentale. Le rocce mesozoiche contengono Lamellibranchi, Conodonti, Cefalopodi, Foraminiferi, Crinoidi, Ammoniti, Echinodermi, Coralli ecc.

Dopo un breve periodo continentale i mari del Terziario inondano il territorio sardo a partire dal Paleocene superiore ed in particolare nell'Eocene. Il carbone intercalato a strati calcarei e marnosi del Bacino lignitifero del Sulcis sono di quest'età, così come gli altopiani del Salto di Quirra (Monte Cardiga ecc.). Nell'Eocene sono stati trovati molti fossili, in particolare Macroforaminiferi come i nummuliti.

Durante l'Oligocene la Sardegna subisce i contraccolpi dell'orogenesi alpina con la formazione del Rift sardo, una grande fossa tettonica che si estende dal Golfo di Asinara a Nord al Golfo di Cagliari a Sud. Durante l'Oligocene-Miocene infatti a questa tettonica si associa un intenso vulcanismo che colmerà in parte la fossa insieme a sedimenti continentali. Nel Miocene inizia inoltre la trasgressione marina che porterà alla colmata del Rift sardo con sedimenti calcarei, arenacei e marnosi. In questi sedimenti si sono trovati moltissimi Molluschi, Gasteropodi, Echinidi e Briozoi.

Dopo il Miocene inizia un nuovo ciclo vulcanico alcalino con la formazioni di grossi apparati effusivi (Monti Ferru, Monte Arci, ecc.) e gli altopiani basaltici (la Giara di Gesturi, il Campeda - Marghine, gli espandimenti a Baunei, Dorgali e Barisardo, ecc.).

Nello stesso periodo si forma la Fossa del Campidano, un'evoluzione della più antica Fossa sarda, che viene colmata con potenti sedimenti alluvionali.

Il Pleistocene è caratterizzata dalle glaciazioni, che in Sardegna non hanno avuto grosse ripercussioni a parte le oscillazioni del livello del mare, con imponenti depositi di *éboullis ordonnées*, paleofrane e depositi marini (dune fossili, il tirreniano, ecc.).

### 3.1.3. IL CLIMA IN SARDEGNA

Il clima viene determinato dall'insieme dei fattori quali la temperatura, le precipitazioni e la pressione.

Per quanto riguarda la temperatura le medie di pressoché tutte le stazioni meteorologiche si mantengono compresi fra i 12° e i 17°, con i minimi fino a 10° sotto zero a massime che possono raggiungere i 45°. Queste temperature corrispondono con quelle dei climi mediterranei.

Anche per quanto riguarda le precipitazioni la Sardegna rientra, non solo per la sua posizione geografica, nelle regioni a clima mediterraneo, con massime piogge nei mesi invernali e quasi assoluta mancanza di precipitazioni nei mesi estivi. Inoltre le precipitazioni nevose sono scarse e limitate a poche località e non hanno una apprezzabile influenza sul regime delle acque superficiali.

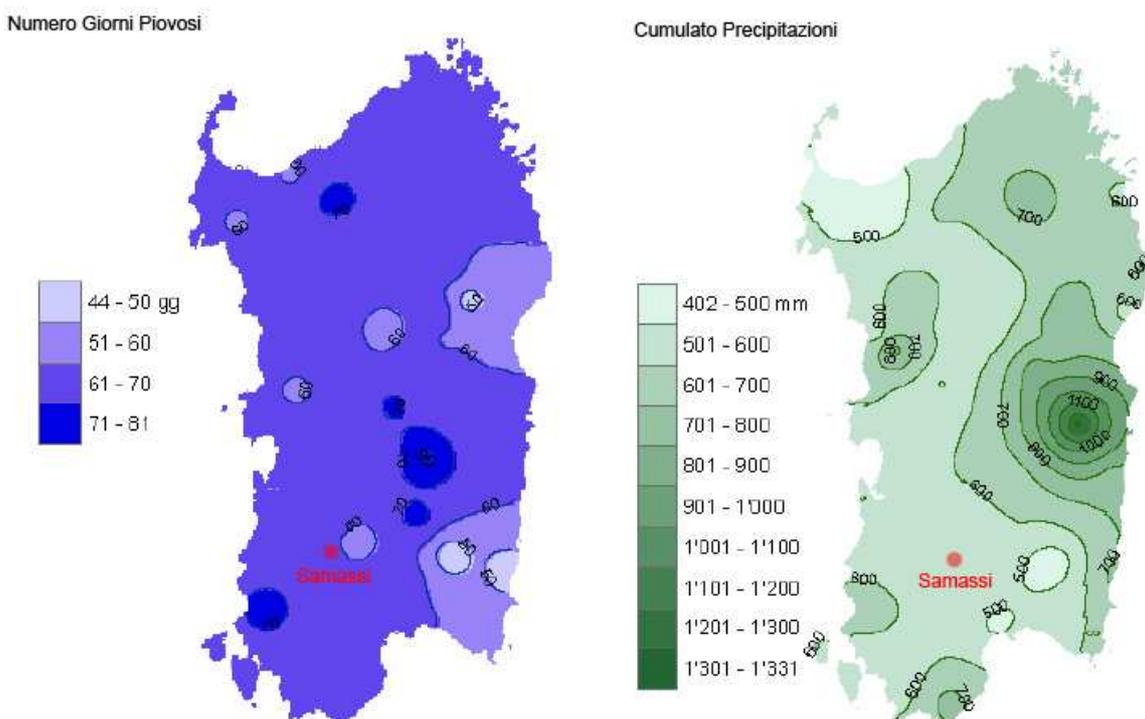


Figura 1 - Numero giorni piovosi nel periodo Ottobre 2004 - Aprile 2005

In Sardegna l'andamento pluviometrico ha un regime a massimo raddoppiato. La stagione piovosa ha inizio in Sardegna normalmente nel mese di novembre (le piogge di settembre-ottobre hanno quasi sempre un carattere di acquazzoni estivi) e dura fino a marzo con una interruzione più o meno lunga nel mese di gennaio. Questo breve periodo arido invernale è conosciuto con il nome "secche di Gennaio" e può durare anche per più di 7 settimane. Il periodo di siccità ha inizio nel mese di giugno e si protrae sino alla fine di agosto, ma talvolta addirittura fino ad ottobre. Le piogge in Sardegna hanno carattere temporalesco, in particolare sul versante sud-orientale, e possono causare grossi problemi (alluvioni e piene, frane, ecc.).

Per tutta la Sardegna la precipitazione media annua risulta di circa 650 mm nelle aree costiere a 1200 mm nelle aree montane oltre i 100 m s.l.m., corrispondenti a circa 18 miliardi di metri cubi d'acqua all'anno.

## **3.2. IL PAESAGGIO CARSIKO IN SARDEGNA**

### **3.2.1. INTRODUZIONE**

Il paesaggio carsico in Sardegna presenta una varietà di forme che, nella maggior parte dei casi caratterizza in senso morfologico le diverse tipologie di aree carbonatiche. In questo studio, oltre alla classificazione di queste aree, si è cercato di descriverle dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e paesaggistico ambientale, per fornire una valida base di riferimento utile alla loro pianificazione territoriale in chiave ecologica e paesistica adatta alle esigenze peculiari di queste aree intrinsecamente vulnerabili. Infine vengono proposti dei criteri di valutazione degli interventi antropici al fine di garantire la migliore valorizzazione possibile alla luce dei principi della compatibilità ambientale e della sostenibilità.

Richiami di geologia regionale con particolare riferimento alla distribuzione e alla dimensione delle aree carsiche

La geologia della Sardegna è caratterizzata da un basamento paleozoico, per lo più costituito da rocce intrusive e metamorfiche, sul quale poggiano in discordanza varie unità sedimentarie e vulcaniche di età che vanno dal Mesozoico all'Olocene-Recente. Soltanto l'8 % della totalità delle rocce affioranti risultano di tipo carbonatico e costituiscono quasi sempre aree carsiche. Queste aree possono essere suddivise dal punto di vista geocronologico, geografico, litologico e/o morfologico. Dal punto di vista geologico-geografico si possono distinguere diversi gruppi carsici, i più importanti dei

quali sono quello Sulcitano, Iglesiente, del Supramonte, dei Tacchi (o Tonneri), della Nurra mesozoica, del Salto di Quirra e quelli delle estese coperture calcaree mioceniche del Turritano-Logudoro-Anglona, del Cagliariitano e dell'Alta Marmilla (Fig. 1). Esistono inoltre diversi affioramenti più piccoli, di età Siluro-Devoniana, Triassica e Giurassica, che completano il quadro delle manifestazioni carsiche regionali.

Il fenomeno carsico della Sardegna sud-occidentale si è sviluppato nei calcari dolomitici del Cambriano medio-inferiore e risulta tra i più vecchi del mondo. Sono almeno cinque i cicli carsici succedutesi dal Cambriano fino ai giorni nostri, e questi hanno lasciato una loro impronta, spesso assai complessa, nel paesaggio di questa zona. Mentre nel Sulcis gli affioramenti di rocce carbonatiche risultano distribuite a macchie di leopardo, nell'Iglesiente le formazioni carsificabile sono raggruppate in un unico grande affioramento, variamente dislocata in diverse unità carsologiche non ancora ben definite. Strutturalmente queste aree sono state interessate da 3 importanti orogenesi, la Caledonica, l'Ercinica e l'Alpina, con il conseguente sovrapporsi di deformazioni che rendono difficile l'interpretazione strutturale-morfologica.

Le rocce carbonatiche carsificabili del Sulcis-Iglesiente coprono in totale una superficie di circa 230 kmq, pari al 1% della superficie totale dell'Isola. Lo spessore dell'intera serie cambrica raggiunge almeno i 3000 metri, di cui circa 1000 sono costituite dalle rocce carbonatiche del Gruppo di Gonnese.

Nel Paleozoico esistono altri orizzonti carbonatici di un certo interesse carsologico, riferibili al Siluriano (Ozieri, Silanus, Samugheo, Castello di Quirra) ed al Devoniano (Villasalto, Armungia), che coprono complessivamente circa 60 kmq. Questi affioramenti, in genere di limitato spessore, possono dar luogo ad interessanti fenomeni carsici di interesse locale. Le estensioni comunque non permettono l'instaurarsi di una morfologia evoluta tipicamente carsica.

Il Supramonte, qui inteso come l'insieme dell'omonimo massiccio centrale, il Golfo di Orosei, il Monte s'Ospile, il Monte Tuttavista, il Monte Albo, l'Isola di Tavolara ed il Capo Figari, comprende tutta una serie di affioramenti carbonatici mesozoici caratterizzati da una tettonica alpina con faglie trascorrenti, pieghe a grande raggio, strutture sinclinali e monoclinali. Le rocce carbonatiche coprono un lasso di tempo che va dal Giurese medio al Cretacico superiore e sono inferiormente delimitate dalle formazioni scistose o granitiche paleozoiche. Lo spessore, che in origine superava i 1000 metri, varia da 100 m ad un massimo di 800 m. Queste aree carsiche, che coprono una superficie totale di più di 450 kmq (circa 2 % della superficie totale della Sardegna), sono caratterizzate, oltre

che dall'assetto strutturale, dalle morfologie superficiali che qui presentano il loro massimo sviluppo. Soprattutto nelle aree più estese (Supramonte, Golfo di Orosei, Monte Albo) queste micro- e macroforme raggiungono il loro massimo splendore con imponenti campi solcati, grandi doline di crollo e di dissoluzione, grossi complessi carsici sotterranei e lunghi tormentati canyons. In origine tutti questi affioramenti, dovevano far parte di un'unica piattaforma carbonatica, in seguito smembrata da movimenti tettonici e fenomeni di erosione.

Più a Sud esistono altri affioramenti di rocce calcaree mesozoiche, per lo più di età Giurese medio-superiore, separati tra loro da profondi valli tettoniche. Ogni affioramento è caratterizzato da un tavolato carbonatico, composto da una successione di strati calcareo-dolomitici sub-orizzontali di spessore metrico, delimitato da pareti a strapiombo in corrispondenza di dislocazioni tettoniche. Lo spessore totale della sequenza raggiunge in alcuni casi i 300 metri, ma è generalmente di un centinaio di metri. L'insieme di questi tavolati, localmente denominati "Tacchi" o "Tonneri", viene chiamato "Zona carsica dei Tacchi", chiaramente distinguibile dal Supramonte, oltre che per la loro conformazione strutturale, anche per la loro morfologia superficiale. Uno degli elementi morfologici caratterizzanti sono le città di roccia, di cui esistono bellissimi esempi su diversi tacchi. La superficie totale coperta da tutti i "Tonneri" risulta essere di 260 kmq, corrispondenti all'1 % circa.

Importanti coperture mesozoiche si trovano inoltre nella Sardegna nordoccidentale, dove carbonatiti di età Triassico-Cretacea coprono le metamorfite paleozoiche. Questo dominio carsico, denominato Nurra mesozoica, è caratterizzata da diversi affioramenti che coprono una superficie complessiva di 150 kmq pari al 0,6 % della superficie isolana. I massicci, che risultano separati tra loro da dislocazioni tettoniche, poggiano su un basamento metamorfico e vengono coperti verso l'alto dalle formazioni mioceniche e plioceniche. Gli spessori dell'intera serie vanno dai 300 metri nell'area di Capo Caccia sino ad una decina nelle zone più settentrionali. La serie mesozoica inizia con depositi prevalentemente terrigeni del Trias inferiore, seguita dalla serie carbonatica del Muschelkalk-Keuper e dalle rocce più spiccatamente calcaree del Giurassico sino al Cretaceo superiore. I banchi sono disposti in ampie strutture monoclinali che fanno parte di pieghe ad ampio raggio, spezzati da una serie di faglie disposte in modo concentrico e in qualche raro caso radiale. Il carsismo risulta ben sviluppato, soprattutto nelle rocce più calcaree del Giurese superiore-Cretaceo, e raggiunge il massimo sviluppo nell'area di Capo Caccia e Punta Giglio.

Per completezza del discorso citiamo alcuni affioramenti mesozoici del Golfo di Palmas (Monte Sari a Nord di Porto Pino e Maladroxia nella parte occidentale dell'Isola di Sant'Antioco), per una superficie totale di circa 20 kmq, scarsamente carsificati, relitti di una più ampia copertura calcareo-dolomitica che doveva coprire parte del Sulcis meridionale. Questi lembi, parte per la loro composizione più dolomitica, parte per il clima semi-arido, non mostrano evidenti segni di carsismo attuale, ma hanno comunque preservato alcuni paleokarst di interesse scientifico.

Le prime rocce carbonatiche terziarie di un certo rilievo sono i calcari nummulitici dell'Eocene che affiorano a Nord del Sarrabus, nella zona chiamata tradizionalmente Salto di Quirra. Il loro massimo spessore, intorno ai 300 metri, viene raggiunto nell'area del Monte Cardiga, ma generalmente non supera i 100 metri. Il tavolato calcareo, che copre una superficie di circa 40 kmq, è sede di un carsismo ben sviluppato e gerarchizzato, ed anche le forme carsiche epigee sono ben rappresentate in particolare da numerose doline.

Ma le coperture calcaree mioceniche sono quelle più estese dell'Isola, coprendo circa 500 kmq di superficie pari al 2 % dell'Isola. La serie miocenica, prevalentemente calcarea (Nord-Sardegna) talvolta più terrigena-marnosa (Campidano), è caratterizzata da banchi spesso ricchi di fossili, disposti sub-orizzontalmente, localmente interessata da faglie con modesto rigetto. Gli spessori delle serie carbonatiche mioceniche variano da pochi metri ad una cinquantina, non raggiungendo quasi mai i 100 metri. Nei calcari del Miocene si è instaurato un carsismo assai evidente, soprattutto nel Nord della Sardegna, con la formazione di importanti sistemi di grotte sotterranee ed estese depressioni carsiche.

### **3.2.2. TIPOLOGIA E MORFOLOGIA DEI DIVERSI PAESAGGI CARSI**

Il fenomeno carsico in Sardegna si è sviluppato con modalità ed effetti diversi in relazione alla litologia, alla struttura ed alle vicende paleogeografiche e paleoclimatiche della zona. Così le aree distinte nel paragrafo precedente sono tutte caratterizzate da una morfologia carsica propria che talvolta le identifica anche morfologicamente. In generale sono presenti pressoché tutte le classiche forme carsiche epigee quali doline, polje, grotte, valli carsiche, campi carreggiati ecc.

Il carsismo nel Sulcis-Iglesiente è caratterizzata da un complessità dovuta alla tettonica ed al sovrapporsi di almeno cinque cicli carsici. Le forme carsiche epigee non sono molto

sviluppate, dovuto sia al clima attuale, sfavorevole allo sviluppo delle tipiche forme carsiche superficiali, sia alla composizione della roccia, più dolomitica e ricristallizzata, sia alla intensa fratturazione della roccia che tende a far defluire le acque superficiali rapidamente nel sottosuolo prima che essa può agire in superficie. Il carsismo di profondità d'altro canto risulta molto ben sviluppato, con numerosissime grotte, tanto da collocare l'area tra le più "carsificate" d'Italia. Altra caratteristica che ha lasciato evidenti segni nel paesaggio sono le mineralizzazioni di origine carsica, sfruttate economicamente da più di due millenni. Le ferite lasciate dalle attività minerarie sono visibili un po' ovunque e rendono unico quest'area carsica a livello nazionale.

Le tre aree carsiche del Mesozoico sono distinguibili, oltre che su base strettamente geografico, anche dal punto di vista strutturale-morfologico. Nella Nurra il carsismo superficiale non è molto sviluppato, anche se esistono alcuni bei esempi di doline e campi carreggiati, soprattutto a causa della esigua estensione degli affioramenti. Il paesaggio della Nurra mesozoica è comunque caratteristica, in particolare in corrispondenza delle coste, dove il fenomeno carsico appare più accentuato.

Nel Supramonte (interno e Golfo di Orosei) invece queste macro- e microforme raggiungono il loro massimo splendore, soprattutto in corrispondenza dei calcari più puri. L'insieme di queste forme e la tettonica plicativa rende il paesaggio del Supramonte unico in Sardegna. Le stesse caratteristiche, seppur meno sviluppate, si trovano nel Monte Albo, sull'Isola di Tavolara, sul Capo Figari, sul Monte Tuttavista e sul Monte s'Ospile.

Nell'area dei Tacchi la morfologia è dominata dalla disposizione sub-orizzontale degli strati calcareo-dolomitici e dalla fratturazione sub-verticale. La caratteristica forma di altopiani piatti delimitati da pareti verticali identifica tutto il paesaggio della Barbagia di Seulo e parte dell'Ogliastra e del Sarcidano. Sugli altopiani inoltre sono frequenti alcune macroforme carsiche quali polje, doline ed in particolare città di roccia, unici in Sardegna. Alla base dei tacchi infine, sgorgano numerosissime sorgenti, rendendo le popolazioni di questa zona tra le meno colpite dalla siccità.

Anche l'altopiano del Salto di Quirra appare come un "Tacco", assumendo la stessa morfologia dei cugini mesozoici più a Nord. Il calcare nummulitico appare comunque più scuro, differenziandosi quindi visivamente abbastanza dal comune "Tacco". Il carsismo, a differenza di quello dei Tacchi, risulta molto più gerarchizzato, con grossi collettori ipogei con pochi esutori carsici.

Il carsismo nel Miocene infine ha dato luogo, nel Nord della Sardegna, ad una serie di morfologie carsiche quali polje, valli cieche e chiuse e grotte, condizionate prevalentemente dalla stratificazione sub-orizzontale e dalle estensioni delle coperture calcaree. Spesso queste morfologie si sono impostate in corrispondenza di livelli più marnosi e quindi meno permeabili, che possono costituire dei livelli di base locali, e più frequentemente delle sottostanti formazioni vulcaniche impermeabili. Le cavità sono per lo più ad andamento orizzontale e sono spesso interessate da scorrimento idrico temporaneo o perenne.

### **3.2.3. VALENZE MORFOLOGICHE ASSOCIATE AI DIVERSI TIPI DI CARISMO**

Ogni area carsica mostra delle fenomenologie morfologiche proprie, dovute a delle caratteristiche intrinseche legate alla litologia, alla posizione geografiche, alle condizioni climatiche ed alla struttura. In alcune aree inoltre, l'opera dell'uomo ha modificato in parte l'ambiente ed il paesaggio lasciando un'evidente impronta antropica. Queste morfologie tendono a identificare certe aree, rendendole uniche e paesaggisticamente differenziate.

Nel Sulcis-Iglesiente, come detto sopra, queste forme carsiche superficiali sono poco evolute e scarsamente rappresentate: esistono comunque alcuni esempi di doline di crollo (sul Mont'Ega di Narcao e su Corona Arrubia di Fluminimaggiore) e di doline di dissoluzione carsica (Sant'Aintroxia ad Iglesias e a valle della Diga di Monteponi), qualche canyon o valle carsica (che comunque è una forma fluviocarsica) e piccoli campi carreggiati poco sviluppati (Cuccuru Tiria). Lungo la costa si possono inoltre trovare alcuni relitti di cavità di attraversamento che hanno creato dei tipici arco di roccia, dovute più all'azione del mare che alla dissoluzione carsica. In alcune zone il carsismo superficiale ha prodotto delle pietraie carsiche o grize, evidenti segni di prolungati periodi di azione carsica (Monte Orbai - Domus de Maria). La grande importanza del carsismo nel Sulcis-Iglesiente è dovuta soprattutto alle morfologie carsiche in profondità (grotte e carsismo sepolto). Molti dei giacimenti dell'Iglesiente sono di origine carsica e sono stati sfruttati da almeno due millenni. L'attività estrattiva, sia quella antica che quella recente, ha lasciato l'impronta paesaggistica più evidente nell'area.

Mentre le forme carsiche nelle rocce carbonatiche Siluro-Devoniane sono pressochè assenti a causa della esiguità degli affioramenti, nella Nurra mesozoica invece si possono osservare alcune doline, qualcuna ad imbuto con un vero e proprio inghiottitoio sul

fondo (Monte Doglia), qualche altra aperta per erosione del versante (Cala d'Inferno), oppure grandi depressioni carsiche (polje) come quelli di Cala Lunga - Tramariglio o di Campu Chervaggiu sul Monte Alvaro. In genere comunque, a parte alcune zone limitate, i calcari della Nurra non presentano forme carsiche epigee di grande rilievo. Soltanto l'area di Capo Caccia - Punta Giglio mostra evidenti segni di evoluzione carsica con la formazione di grandi caverne (grotta di Nettuno e grotta Verde).

Ben più interessanti risultano essere i vari affioramenti mesozoici della Sardegna centro-orientale, raggruppati sotto il generico nome di "Supramonte". In particolare gli affioramenti più importanti come il Supramonte centrale, il Golfo di Orosei e il Monte Albo contengono dei veri e propri monumenti geomorfologici di origine carsica. Nel Supramonte sono conosciuti una diecina di archi naturali, come Arcu Lupiru a Baunei e soprattutto Arcu Istampada sul Monte Tuttavista, e diverse guglie, la più nota delle quali risulta essere quella di Goloritzè, meta di numerosi escursionisti. Altri esempi classici di monumenti geomorfologici sono la dolina di crollo di Su Sercone e quella più nota di Tiscali ad Oliena. Ci sono poi le doline di dissoluzione, alcune con gli inghiottitoi accessibili sul fondo, come il Golgo, varie doline presso Punta s'Abbadorgiu e sulla dorsale di Costa 'e Silana, ed in tanti altri luoghi di grande suggestività. Merita particolare attenzione la serie di doline anastomizzate in località Su Canale (Baunei), definibile anche come uvala, unica nel suo genere in Sardegna. Oltre alle doline esistono numerose grandi depressioni carsiche, classificabili come polje, come Campu Donanigoro e Campu su Mudercu ad Orgosolo e Piano d'Otzio a Baunei. Tra le microforme carsiche spiccano i campi carreggiati, in particolare quelli nella Valle di Lanaitto ad Oliena, vaschette di corrosione, crepacci carsici e tante altre che, per la loro abbondanza e la loro perfezione, rendono il Supramonte unico a scala regionale. In questa zona infine, troviamo i canyon carsici più imponenti dell'Isola, alcuni dei quali si collocano tra i più belli dell'Italia. Basti pensare alla Codula Ilune a la sua famosa spiaggia finale, ed alla Gola di Flumineddu che esce dal Supramonte centrale attraverso la splendida Gola di Gorropu. Le stesse morfologie, seppur in proporzioni più modeste, si possono trovare sugli altri massicci carbonatici del Supramonte (Isola di Tavolara, Capo Figari, Monte s'Ospile).

Le forme carsiche che si sono sviluppate sugli altopiani mesozoici dell'area dei Tacchi sono influenzate dalla stratificazione sub-orizzontale e dalla diaclasizzazione sub-verticale.

In corrispondenza di strati dolomitici più resistenti si sono potuti formare delle doline e dei polje spesso di grande bellezza. Ma la forma carso-morfologica più caratteristica di queste zone è la città di roccia, che in alcuni casi raggiunge un grande valore paesaggistico (Monte Arqueri, Tacco di Tertenia). Tutte queste morfologie danno ai Tacchi un aspetto ruiforme, unico in Sardegna.

Le stesse forme si possono riscontrare sull'Altopiano eocenico del Salto di Quirra, caratterizzato anch'esso dalla stratificazione sub-orizzontale e dalla fessurazione sub-verticale, ma in misura meno accentuata. Sono abbondanti le doline di dissoluzione, alcune con inghiottitoio attivo sul fondo (dolina di Buddidorgiu) e le valli cieche (Canale Cresia).

I calcari delle estese coperture mioceniche mostrano evidenti segni di carsismo superficiale con polje, doline, valli cieche e valli chiuse e qualche campo carreggiato. Alcuni polje raggiungono dimensioni molto grandi (Tanca Manna a Laerru, Polje di Padrusanu presso il Monte Castanza a Cossoine) e rappresentano spesso anche delle valli cieche con inghiottitoi perennemente attivi. Tra le doline, non molto frequenti, si possono ricordare quelle di Monte Majore presso Thiesi e quella di Badde Cannalza ad Osilo. In genere comunque, a causa della presenza di livelli meno carsificabili, le forme carsiche, soprattutto le microforme, sono poco sviluppate e confinate ad aree ristrette.

Vulnerabilità dell'ambiente carsico e delle sue risorse

L'ambiente carsico ed il paesaggio ad esso legato, per le loro particolari caratteristiche, risultano generalmente molto vulnerabili all'inquinamento. Oltre al valore strettamente morfologico, le aree carsiche si distinguono da tutte le altre aree per la ricchezza e la peculiarità di diverse risorse, tra cui meritano grande attenzione quella idrica, quella culturale-scientifica e quella ecologica. Le aree carsiche infatti costituiscono grandi serbatoi di acque sotterranee, che potrebbero essere disponibili in un prossimo futuro per uso idropotabile. A causa della continua e crescente antropizzazione queste aree, ed in particolare la risorsa acqua in esse contenuta, sono sempre più esposti ad elevati rischi di contaminazione. L'alta velocità di flusso delle acque sotterranee e la scarsa capacità di autodepurazione dell'acquifero carsico determinano un'elevata vulnerabilità all'inquinamento. Fattori che possono attenuare gli effetti della contaminazione sono la presenza di suoli come copertura dei karst, il deflusso più lento in microfratture invece che in condotte carsiche e la diluizione da parte di acque pulite. In genere comunque esistono degli inghiottitoi che possono convogliare direttamente e rapidamente le acque

contaminate in profondità, o dei sistemi carsici ben sviluppati che rendono il flusso sotterraneo molto veloce.

Dal punto di vista scientifico le aree carsiche costituiscono degli ecosistemi unici in cui trovano rifugio tantissime specie animali e vegetali. Sulle rupe calcaree, nelle garighe montane, sul fondo delle depressioni carsiche e sui litosuoli carbonatici vegetano tantissime specie di piante endemiche che compongono l'associazione floristica più ricca dell'Isola. Sugli scogli e nelle falesie sul mare nidificano numerose specie di uccelli, mentre sulle rupi più isolati si possono ancora trovare coppie di aquile ed altri grossi rapaci. Nel profondo buio delle cavità naturali abita una ricca fauna troglobia e troglodila con numerose specie endemiche di grande valore scientifico e biogeografico. Negli anfratti e nelle grotte inoltre si sono conservati dei sedimenti ricchi di reperti paleontologici e archeologici di inestimabile valore scientifico.

Per concludere va ricordato inoltre che nell'Isola le aree carsiche rappresentano tra le più ambite mete per il turismo contemporaneo, costituendo quindi un'importante risorsa per le future generazioni. Per tutte queste ragioni risulta evidente l'importanza di salvaguardare questa risorsa con una attenta pianificazione in chiave ecologica.

### **3.2.4. IL DEGRADO AMBIENTALE**

Le aree carsiche, in Sardegna come in tutta l'Italia, grazie ai caratteri morfologici tormentati ed alla scarsità di acque superficiali, sono sempre state scarsamente adatte per l'agricoltura o per l'insediamento di nuclei urbani, ed invece idonee per l'attività pastorizia. L'agricoltura viene praticata soltanto in aree ristrette caratterizzate da locali bacini d'acqua perenni o sul fondo delle depressioni carsiche dove abbonda il suolo. La pastorizia ovina e caprina ha avuto come principale effetto la progressiva erosione del suolo, causando quindi l'aumento della rocciosità. Mancando il manto vegetale infatti, il suolo è stato lentamente dilavato dalle acque superficiali e trasportato sul fondo delle depressioni carsiche o direttamente nel sottosuolo attraverso inghiottitoi.

L'antropizzazione delle aree carsiche in Sardegna non è ancora ai livelli continentali e non esistono attualmente grossi problemi di inquinamento dovuto ad urbanizzazione. Tra i nuclei urbani che sono stati costruiti in parte su aree carsiche citiamo le città di Carbonia, Iglesias e Sassari. I nuclei urbani comunque, sono collocati quasi sempre alle falde dei massicci carsici, laddove sgorgano numerose sorgenti e dove esistono grandi piane alluvionali dove si possono praticare attività agricole. Anche la viabilità connessa

all'impianto urbano è relativamente limitata sulle aree carsiche, attraversate generalmente da strade a fondo naturale. Soltanto in alcune zone, visitate da numerosi turisti, si è proceduto alla costruzione di strade asfaltate, che però non incidono troppo il paesaggio carsico. Il degrado ambientale più evidente nelle aree carsiche sarde è dovuto alle attività estrattive, non solo nel Sulcis-Iglesiente, ma anche in altre zone come Monte Albo, Monte Alvaro e vari tacchi. Per la costruzione delle case e delle strade si fa spesso uso di materiali calcarei, ed esistono grandi cave di pietra, di marmo e di travertino che spesso, una volta abbandonate, lasciano grandi ferite nel paesaggio. Ma le ferite lasciate dalle attività estrattive delle miniere piombo-zincifere e baritine sono senz'altro più evidenti. Queste attività hanno modificate tra l'altro anche la circolazione delle acque sotterranee, e soltanto tra diversi anni potremo constatare gli effetti che il pompaggio a -200 a Monteponi ha avuto sull'acquifero carbonatico. In ultimo esistono le discariche dei rifiuti solidi urbani, spesso collocati nelle cave abbandonate in aree carsiche.

### **3.2.5. PROPOSTE DI TUTELA E DI MANAGEMENT DEGLI ECOSISTEMI CARSICI**

Da tutto quanto detto sopra risulta evidente l'importanza degli ecosistemi carsici per l'uomo di oggi, il quale deve cercare di utilizzare le risorse contenute nelle aree carsiche nel miglior modo possibile. Un'errata pianificazione dell'utilizzo di queste risorse può comprometterne in modo anche irreversibile l'integrità.

La salvaguardia delle aree carsiche non può comunque consistere soltanto nella definizione di vincoli e divieti, ma deve mirare alla fruizione delle risorse compatibile con l'ambiente, cioè far coincidere gli interessi privati con quelli pubblici. Occorre quindi fare una valutazione dell'impatto ambientale, che a causa della complessità di questi ecosistemi risulta estremamente laborioso e coinvolge esperti di vari settori scientifici. Per poter valutare l'impatto ed il rischio dell'attività antropica nelle aree carsiche è necessario aumentare le conoscenze su questi ecosistemi, oggi ancora troppo inadeguate a livello internazionale ed in particolare in Sardegna. Oltre alla ricerca scientifica intanto va promossa l'educazione ambientale nelle scuole, vero serbatoio del nostro futuro.

A livello normativo la legislazione nazionale e regionale si è dimostrato carente e quasi inesistente, perlopiù le scarse normative risultano generali e non adatte all'ambiente carsico, estremamente peculiare e complesso.

### **3.3. LE SORGENTI CARSIICHE DELLA SARDEGNA: UTILIZZO E TUTELA**

#### **3.3.1. INTRODUZIONE**

In Sardegna le conoscenze idrogeologiche delle sorgenti carsiche risultano molto frammentarie; se per alcune aree carsiche esistono degli studi idrogeologici più o meno specifici, per altre mancano del tutto i dati sulle sorgenti e sulle acque sotterranee. Nonostante tutto ciò, l'approvvigionamento idrico di numerosi centri abitati in Sardegna dipende quasi esclusivamente dalle acque carsiche. Possiamo citare i comuni di Iglesias, Porto Torres, Sassari, Oliena, Dorgali, Siniscola e moltissimi paesi dell'Ogliastra e della Barbagia di Seulo.

Considerando che più di 40% della superficie isolana è occupata da rocce intrusive, che danno luogo ad acquiferi di limitato interesse, e più del 20 % è occupata da scisti paleozoici e rocce terziarie effusive perlopiù impermeabili, soltanto il 40% della Sardegna è occupata dalle restanti formazioni sedimentarie, da media-bassa ad alta permeabilità.

In questa ricerca sulle aree carsiche sarde molta attenzione si è data agli aspetti idrogeologici e nei paragrafi seguenti si cercherà soprattutto di dare una sintesi sulle attuali conoscenze delle sorgenti carsiche della Sardegna, con l'intento di formare una valida base per ulteriori ricerche ed approfondimenti in materia.

Le sorgenti carsiche con cenni sugli acquiferi profondi

Le rocce carbonatiche coprono una superficie totale di circa 1800 Km<sup>2</sup>, corrispondenti al 8 % della superficie totale dell'Isola. Dal punto di vista stratigrafico le rocce carbonatiche interessate da fenomeni carsici possono essere suddivise principalmente in 5 gruppi: i calcari ed i calcari dolomitici del Cambriaco, i calcari dolomitici ed i marmi dell'Ordoviciano-Devoniano, le varie formazioni calcareo-dolomitiche del Mesozoico, i calcari nummulitici dell'Eocene ed i calcari più o meno marnosi miocenici.

Una sorgente, per essere definita carsica, deve avere un bacino di raccolta che risulti ubicato principalmente su rocce carbonatiche. Alcune sorgenti, definite carsiche in questo lavoro, risultano impostate sul contatto tra le formazioni carbonatiche e delle rocce definite impermeabili, altre sono completamente impostate sulle rocce

carsificate, altre ancora scaturiscono dal detrito accumulato alla base delle pareti carbonatiche.

Caratteristiche abbastanza comuni delle sorgenti carsiche sono la loro portata, mediamente elevata, il loro chimismo carbonatico-alcalino-terroso ed il loro regime idrodinamico. In concomitanza di piene si osserva una rapida risposta alla sorgente con picchi di portata molto elevati e ristretti nel tempo.

Nell'area del Sulcis-Iglesiente l'assetto idrogeologico è stato fortemente influenzato dall'attività mineraria. La falda idrica sotterranea è rimasta per lungo tempo tenuto sotto controllo da imponenti sistemi di pompaggio che, sino a pochi anni fa, erano posti a quota -200 nella Miniera di Monteponi per consentire lo sfruttamento economico del giacimento ben al di sotto del livello del mare. Attualmente, dopo quasi due anni di risalita la falda idrica, a causa della sospensione del medesimo pompaggio, è risalito a +8m sul livello del mare, quota alla quale parte la grande galleria di drenaggio. Nell'Iglesiente sono ubicate alcune tra le più importanti risorgenti carsiche della Sardegna, Pubusino e Su Mannau a Fluminimaggiore, San Giovanni a Domusnovas e Caput Acquis a Villamassargia. Quest'ultima mostrava fino ad una ventina di anni fa ancora resti dell'antico acquedotto romano che portava le acque fino alla città di Karalis, l'attuale Cagliari. Dall'analisi della Figura 1 si può facilmente notare che soprattutto nell'Iglesiente, costituito da un grande affioramento carbonatico suddiviso in almeno 5 grandi bacini idrogeologici, la rete di drenaggio sotterranea risulta molto gerarchizzata con pochi punti di recapito, peraltro di notevole portata. Il fenomeno carsico interessa soprattutto il Calcarea cerroide con la formazione di grossi sistemi carsici talvolta interessati da scorrimento idrico ipogeo (grotte di Cuccuru Tiria ad Iglesias e di Su Mannau a Fluminimaggiore).

Nel Sulcis, gli affioramenti carbonatici del Cambrico, più o meno grandi, risultano separati tra loro da grandi faglie o strutture tettoniche che le mettono a contatto con rocce impermeabili. Anche se il carsismo è talvolta ben sviluppato ed evidente, le portate delle sorgenti risultano molto meno importanti di quelle riscontrate nell'Iglesiente.

I carbonati del Silurico-Devoniano affiorano in diverse località della Sardegna, e sono sempre di scarso interesse idrogeologico, essendo gli affioramenti poco estesi. Alcune sorgenti, spesso captate dai vicini e piccoli centri abitati, si trovano intorno al rilievo paleozoico di Ozieri, nei dintorni di Gadoni ed Esterzili, e nelle dolomie di Silanus.

Anche le rocce carbonatiche mesozoiche della Nurra rivestono scarso interesse dal punto di vista idrogeologico per la scarsità di sorgenti e la loro esigua portata. Nonostante ciò alcune di queste sorgenti, in particolare intorno ad Alghero e Porto Torres, vengono captate per uso idropotabile. Va detto comunque che lo sfruttamento incontrollato degli acquiferi alluvionali e carbonatici costieri nella zona di Alghero ha causato, oltre al prosciugamento di alcune delle risorgenti carsiche sottomarine conosciute sotto il nome locale di “Bulloni”, in particolare l’inquinamento della falda idrica sotterranea da acque marine. Ricordiamo infine la struttura sinclinalica che costituisce il massiccio mesozoico più interessante della Nurra, il Monte Alvaro ed il vicino Monte Nurra, che potrebbe rivestire notevole importanza idrogeologica, costituendo probabilmente un significativo serbatoio d’acqua.

Uno dei più importanti acquiferi carbonatici della Sardegna è costituito dai vasti altopiani denominati in questo studio con il generico termine “Supramonte”, che comprende oltre il Supramonte stesso, il Golfo di Orosei, il Monte Tuttavista, il Monte Albo, l’Isola di Tavolara e il promontorio di Capo Figari a Golfo Aranci. Qui il carsismo risulta molto ben sviluppato e vi si conoscono i più grandi sistemi carsici dell’Isola con sviluppi chilometrici. Le sorgenti di Su Gologone, di San Pantaleo e di Frunc’e Oche sono tra le più grandi della Sardegna con portate che superano i 100 l/s. Non dimentichiamo inoltre le risorgenti sottomarine, in parte sconosciute, che riversano direttamente a mare quantità di acque dolci considerevoli: le risorgenti di Cala Luna, del Bel Torrente (Sisine) e di Mudaloro sembrano raggiungere portate medie valutabili per la prima in un centinaio di litri al secondo, per le altre in una cinquantina. Molte di queste acque non vengono attualmente utilizzate, ma costituiscono comunque una grande risorsa per il futuro.

Questi acquiferi risultano ben suddivisi in alcuni grandi sistemi a dreni interconnessi, con pochi punti di recapito. Così circa il 90% delle acque assorbite dal Supramonte di Urzulei, Oliena, Orgosolo e Dorgali vengono alla luce dopo un tragitto chilometrico alle sorgenti di Su Gologone e San Pantaleo, mentre soltanto un decimo fuoriesce da una serie di sorgenti tra cui quella di Gorropu e quelle molto più piccole del Supramonte di Orgosolo - Oliena.

Un altro acquifero carbonatico molto importante per la Sardegna centrale è costituito dai numerosi altopiani detti “Tacchi”, alcuni dei quali raggiungono superfici di oltre 20 kmq, situati a meridione del massiccio del Gennargentu. Alla base di questi altopiani sgorgano numerose sorgenti spesso con portate significative. Le sorgenti più grandi si

trovano sul Tacco del Sarcidano, sul Tacco di Ulassai, ed alla base dei Tacchi Arba di Gairo - Ussassai, Monte Tonneri di Seui e Monte Arbu di Tertenia. Questi acquiferi sono in grado di soddisfare il bisogno idrico di pressoché tutti i centri abitati di questa zona dell'Isola. L'elevato numero di sorgenti fa pensare ad un acquifero carsico impostato su un reticolo carsico complesso e diversificato, impostato più che su grandi condotte carsiche su numerose microfratture.

Più a Sud, nei dintorni di Perdasdefogu, si trova il grande altopiano del Salto di Quirra, costituito da calcari nummulitici dell'Eocene, che rappresenta anch'esso un acquifero abbastanza importante. Le acque inghiottite dal sistema carsico principale di Is Angurtidorgius vengono alla luce dopo un percorso di più di 2 km alle risorgenti di Canneddas de Tuvulu, formando una suggestiva cascata. Oltre a questa risorgente, ne sono conosciute alcune altre di piccola entità, tutte ubicate sul contatto tra le rocce carbonatiche eoceniche con gli scisti impermeabili sottostanti. L'altopiano risulta quindi idrogeologicamente suddiviso in alcuni settori caratterizzati da collettori ipogei ben sviluppati che fanno capo a poche risorgenti ben localizzate.

Gli estesi affioramenti miocenici della Sardegna settentrionale, che raggiungono la loro massima espressione nel Sassarese e nel Logudoro, sono costituite prevalentemente da rocce carbonatiche che danno luogo a numerose sorgenti, alcune delle quali con portate consistenti e talvolta utilizzate per gli acquedotti dei paesi vicini. Generalmente questi acquiferi risultano impostati su un reticolo fratturato più che su singole grandi condotte carsiche, ma in alcuni casi, come ad esempio a Cossoine, si possono formare dei complessi sistemi carsici di notevole grandezza. Il Miocene della Sardegna meridionale invece risulta costituita da sedimenti arenaceo-marnosi o argillosi-arenacei e soltanto superiormente calcarei, rappresentando quindi un acquifero di scarsa importanza, mentre nella Trexenta e nella Marmilla essi diventano completamente argillosi-arenacei, e quindi impermeabili.

### **3.3.2. VALORIZZAZIONE E TUTELA DEGLI ACQUIFERI CARSICI**

Gli acquiferi carsici e le loro rispettive sorgenti rivestono una notevole importanza strategica, essendo tra le risorse idropotabili sotterranee più cospicue dell'Isola. Per questo occorrerebbe valorizzare queste risorse, così importanti per la Sardegna, con adeguate misure di studio e di tutela.

La valorizzazione di queste risorse significa da un lato curare il loro aspetto estetico-naturalistico; queste sorgenti infatti, rappresentano spesso dei poli di attrazione turistica di grande interesse, in particolare per Su Gologone, senza tralasciare tante sorgenti carsiche sparse in tutta la Sardegna.

Dall'altro lato sarebbe opportuno valorizzare la risorsa sotterranea mediante opere di presa ed acquedotti che rispettino l'ambiente e le potenzialità idriche stesse. In questo ambito è rimasta molta strada da percorrere: sarebbe indispensabile svolgere studi specifici ed approfonditi, non solo da parte degli istituti universitari, ma anche con l'aiuto degli speleologi e degli speleosubacquei che meglio di chiunque conoscono i segreti dell'ambiente carsico.

Jo De Waele

#### 4. SPELEOLOGIA IN SARDEGNA

Le prime descrizioni di grotte in Sardegna risalgono al secolo scorso; in particolare viene messa in luce la Grotta di Nettuno di Alghero, visitata a partire dalla fine del secolo scorso. Altre grotte conosciute e citate più volte sono la grotta di Su Marmuri ad Ulàssai, quella di San Giovanni di Domusnovas, la grotta di Monte Majore a Thiesi e tante altre. Queste descrizioni si devono principalmente a Vittorio Angius (nel dizionario geografico della Sardegna del Casalis) e a Alberto della Marmora.

In Sardegna il primo lavoro a carattere catastale risale al 1936, quando Carmelo Maxia pubblica nella rivista "Le Grotte d'Italia" l'articolo dal titolo "Le attuali conoscenze speleologiche in Sardegna" in cui vengono elencate 94 cavità naturali. Tale elenco comprendeva oltre al nome della grotta, il comune e la località in cui si apre e qualche cenno geologico e descrittivo (Maxia C., 1936).

Nel 1955 in Sardegna si tiene il VII Congresso Nazionale di Speleologia che dà un notevole impulso all'attività speleologica nell'Isola, e 9 anni dopo Antonio Furreddu porta in stampa l'elenco catastale nella rivista "Rassegna Speleologica Italiana" (Furreddu P.A., 1964). Quasi contemporaneamente, insieme a Carlo Maxia, pubblica il libro "Grotte della Sardegna" (Furreddu P.A. & Maxia C., 1964). Nelle due opere viene reso noto un elenco abbastanza dettagliato di 354 grotte, frutto delle ricerche svolte da numerosi gruppi speleologici della penisola (Gruppo Grotte Milano, Circolo Speleologico Romano, Speleo Club Universitario Comense, Unione Speleologica Bolognese, Gruppo Speleologico Bolognese, Commissione Grotte Eugenio Boegan di Trieste) e da quelli sorti in Sardegna negli anni '50 tra i quali citiamo il Gruppo Grotte Nuorese, il Gruppo Speleologico PIO XI di Cuglieri il Centro Grotte Alghero ed il Centro Speleologico Sardo. Questo elenco catastale, pur essendo molto più completo del precedente, riporta però una notevole quantità di errori anche grossolani, per esempio sono inseriti nuraghi, domus de janas, buchi non catastabili, oltre a doppie numerazioni.

Il libro "Grotte della Sardegna" porta ad un crescente interesse sugli aspetti speleologici dell'Isola, e prima del 1970 nascono varie nuove associazioni speleologiche (lo Speleo Club di Cagliari, il Gruppo Speleologico Sassarese, lo Speleo Club di Domusnovas, il Gruppo Grotte Cagliari C.A.I., l'Associazione Speleologica Iglesiente, il Clan Speleologico Iglesiente come sezione del PIO XI, il Gruppo Grotte Cagliariitano "Emil Vidal", il Gruppo Speleologico Ulassese poi diventato Gruppo Speleo-Archeologico "Nino Businco" e qualche altro gruppo) che portano nuova linfa all'attività speleologica in Sardegna.

Dopo alcuni tentativi di aggregazione tra i gruppi speleologici della Sardegna (la rinascita nel 1967 del Centro Speleologico Sardo che dura poco più di un anno, la Società Speleologica Sarda nel triennio 1972-1974) nel 1973, in seno alla Società Speleologica Sarda, si costituisce un Comitato Catasto, presieduto da Gianfranco Pirodda, che rende pubblico un elenco catastale di 1047 grotte durante il I° Congresso Speleo-Ecologico che si tiene in Sardegna nel 1974 (Catasto Regionale Delle Grotte Della Sardegna, 1974). Questo Comitato non viene però riconosciuto dal Gruppo Speleologico PIO XI di Antonio Furreddu, tanto che si costituiscono contemporaneamente due Delegati e due Comitati con ovvie conseguenze negative.

Nello stesso periodo (1972) nasce la rivista trimestrale "Speleologia Sarda", curata dal Gruppo Speleologico PIO XI e da Antonio Furreddu, che esce regolarmente per quasi vent'anni per un numero totale di 76 opuscoli. Questa rivista riportando numerosissime informazioni sulle grotte della Sardegna, contribuisce a divulgare questa particolare realtà, portando indubbiamente alla crescita della speleologia e del Catasto nell'Isola.

E' in quegli anni che viene fondato il nostro Gruppo Speleo Archeologico "Giovanni Spano", nell'ottobre del 1976 quattro ragazzi ricchi di entusiasmo e passione si uniscono per costituire un gruppo che avrebbe dato e continua a dare un importante contributo alla ricerca, lo studio e divulgazione della speleologia.

Finalmente nel 1979 i gruppi riescono a trovare un accordo costituendo un nuovo Comitato Catasto, accettato dalla maggior parte degli speleologi dell'Isola. Il nuovo Comitato Catasto divide il territorio in quattro zone catastali (Sassarese, Sulcis - Iglesiente, Nuorese e Cagliariitano-Oristanese), aggiungendo successivamente la quinta zona (Ogliastra-Barbagia di Seulo-Sarcidano), in base a criteri geografici e carsici, stilando inoltre la Scheda catastale come documento d'identità di ogni grotta messa a Catasto.

Nel 1983 il Comitato Catasto è inglobato nella appena nata Federazione Speleologica Sarda, ed il Catasto Grotte, grazie al lavoro di squadra, riesce ad aggiornare le prime 354 grotte che pubblica nella rivista Speleologia Sarda tra il 1984 ed il 1989 (Federazione Speleologica Sarda, 1984-1988). Un altro aggiornamento delle grotte dal numero 355 al 600 è pubblicato nella stessa rivista nel 1990, purtroppo con molti errori (Federazione Speleologica Sarda, 1990).

A causa dei molteplici errori presenti nel Catasto, negli ultimi anni prima della stipulazione della convenzione con l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente si discute animatamente sull'opportunità di rinumerare o meno le grotte già accatastate (Mucedda

M., 1992), ma si giunge alla conclusione che, dove possibile, vanno salvaguardati i numeri delle grotte adeguatamente documentate, cancellando e sostituendo quelle di cui mancano dati essenziali.

Finalmente nell'ultima sessione della Giunta nel dicembre 1995 la Legge sul Catasto delle Grotte in Sardegna venne approvata, e nel Gennaio del 1996 venne fatta una Convenzione tra l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente e la Federazione Speleologica Sarda per l'informatizzazione del Catasto Grotte.

Da febbraio 1995 fino al dicembre del 1997 si progetta la banca dati e si inseriscono più del 50% delle grotte catastate in Sardegna. I risultati del Progetto sono stati resi pubblici nel Convegno sul Catasto che si è tenuto ad Oliena il 17 Aprile del 1999 (De Waele J., 1998; 1999) e nella 3° Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali (ASITA) che si è tenuta a Napoli, nella Mostra d'Oltremare, dal 9 al 12 Novembre 1999 (De Waele J., 1999).

Ad oggi (2011) risultano accatastate più di tremila grotte in Sardegna.

## **5. LA FAUNA E LA FLORA DEGLI AMBIENTI DI GROTTA**

### **5.1. INTRODUZIONE**

La fauna e la flora della Sardegna rivestono un grande interesse a livello internazionale. Conseguentemente all'isolamento geografico sono presenti nell'isola moltissime specie endemiche, cioè presenti esclusivamente in Sardegna, specie che possono offrire importanti informazioni biogeografiche, cioè relative alla diffusione degli organismi e ai loro rapporti evolutivi, paleo climatiche e paleoambientali. Questo è ancor più vero per il popolamento faunistico e floristico delle grotte. L'ambiente sotterraneo infatti è considerato 'conservatore' per eccellenza, ed ha quindi permesso la sopravvivenza di numerosi organismi molto più diffusi nel passato, mentre oggi, a causa di cambiamenti climatici, si ritrovano soltanto in poche aree o addirittura in poche grotte.

E' bene sapere che il primo animale cieco ritrovato in grotta è un Coleottero (*Leptodyrus hohenwarti*) in una cavità di Postumia. Fu un naturalista austriaco, il conte di Hohenwart, a scoprire questo straordinario animale, e da allora migliaia di specie cavernicole sono state descritte in tutto il mondo. Il primo animale cavernicolo scoperto nelle grotte sarde è anch'esso un coleottero, *Ovobathysciola gestroi*, trovato appunto da Raffaello Gestro nel lontano 1871 nella Grotta di Su Marmuri ad Ulassai e descritto con il nome dello scopritore un anno dopo dallo specialista Léon Fairmaire.

Le ultime scoperte speleofaunistiche di una certa importanza si devono a speleologi del Gruppo Speleologico Sassarese, in particolare Giuseppe Graffiti e Mauro Mucedda, con l'individuazione di diverse nuove specie, a testimonianza che la ricerca zoologica in grotte sarde può ancora regalare molto alla Scienza.

### **5.2. L'AMBIENTE SOTTERRANEO, LA FAUNA DELLE GROTTA E GLI ADATTAMENTI DEGLI ANIMALI IPOGEICI**

Mentre in passato era di largo uso il termine 'ambiente cavernicolo', oggi è meglio parlare di ambiente 'ipogeo' o 'sotterraneo', in contrapposizione all'ambiente 'epigeo' o 'superficiale'. Le particolari condizioni ambientali delle grotte infatti possono ritrovarsi anche in altri ambienti quali tane, miniere, sistemi di fessure e sotto i massi, e specie animali ritenute in passato tipiche delle caverne sono state trovate nel terriccio sotto i massi superficiali. Caratterizzano l'ambiente sotterraneo l'elevata umidità, l'oscurità assoluta e la costanza di temperatura, fattori che hanno portato nel tempo a

particolari adattamenti morfologici degli organismi che vi abitano. Il popolamento di un certo ambiente sotterraneo dipende da fattori abiotici (luce, temperatura, umidità, litologia), biotici (relazione fra i vari organismi, predatore-preda), e biogeografici (storia geologica dell'area geografica). Mancano le piante verdi caratterizzate dalla fotosintesi clorofilliana e dalla produzione di sostanze organiche primarie, che costituiscono il primo anello della catena alimentare in superficie. In ambiente sotterraneo quindi le risorse alimentari sono fortemente limitate, condizionando notevolmente la vita degli organismi.

Come si diceva, la luce è ovviamente assente nella parte interna delle grotte, ma a partire dall'ingresso (sia esso orizzontale che verticale), esiste una precisa zonazione in base all'intensità della radiazione luminosa, che si rispecchia con precisione sul popolamento vegetale ed animale. La temperatura in ambiente sotterraneo rispecchia la media annua dell'area geografica in cui esso si trova, ed è quindi relativamente costante nel tempo. Questo fatto, tra l'altro, ha causato nelle popolazioni animali di grotta la riduzione dei ritmi stagionali (non vi è differenza tra le stagioni) e non esistono quindi ben differenziati periodi di riproduzione o di letargo. L'umidità relativa dell'aria in ambiente ipogeo è generalmente prossima alla saturazione (oltre 95%), rappresentando forse uno dei fattori più importanti per gli organismi sotterranei. Anche piccole variazioni di umidità relativa dell'ambiente possono causare l'estinzione di alcune delle specie più specializzate. Anche l'agitazione dell'aria e dell'acqua (in zone con forti correnti d'aria è pressoché assente la fauna ipogea) e la loro composizione chimica costituiscono fattori abiotici di una certa importanza per il popolamento ipogeo. Anche la composizione litica delle grotte impatta notevolmente sulla vita ipogea, e solitamente solo le grotte in roccia calcarea ospitano popolamenti animali.

I fattori biotici riguardano tutti quegli elementi di natura biologica ed organica che condizionano la vita sotterranea, come l'origine delle risorse trofiche e le relazioni tra i vari organismi. Le risorse trofiche in ambiente sotterraneo hanno una doppia origine: esogena ed endogena. Le sostanze alimentari provengono in buona parte dall'ambiente esterno (risorse esogene), trasportate dalle acque o cadute per gravità, o semplicemente da animali o piante epigei (pipistrelli, radici delle piante, l'uomo stesso). Questa risorsa viene utilizzata sia dagli organismi saprofiti (che vivono nutrendosi di sostanze in decomposizione) che dai batteri eterotrofi, che nell'insieme costituiscono le risorse endogene, e che a loro volta costituiscono la fonte principale di cibo per i predatori che si trovano al vertice della piramide alimentare.

L'ambiente sotterraneo è un mondo particolare e selettivo, popolato da diversi tipi di organismi adattati alle condizioni talvolta estreme che hanno colonizzato queste nicchie ecologiche. Così si può parlare di organismi edafici (del terreno e del suolo), endogei (delle microfessure), ipogei (dell'ambiente sotterraneo vero e proprio) e freatobi (dell'acqua sotterranea). Esiste una classificazione schematica ancora di largo uso per la sua comodità, che inquadra grossolanamente gli organismi dal punto di vista ecologico, in troglosseni, troglofili, e troglobi. Gli animali troglosseni non sono dei veri cavernicoli ma si trovano accidentalmente in ambiente sotterraneo (caduta nei pozzi e nelle fessure, portati dalle acque di un fiume): classici esempi sono bisce e rane. Vengono chiamati troglofili gli organismi che trascorrono una parte della loro vita sottoterra (vari ragni, diverse specie di insetti, pipistrelli), ed eutroglofili quando essi vi si riproducono (alcune specie di pipistrelli, diversi insetti).

Il vero troglobio invece trascorre la maggior parte della sua vita in ambiente sotterraneo e vi si riproduce. Generalmente un animale viene definito troglobio quando mostra chiari cambiamenti fisiologici e morfologici tipici dell'ambiente sotterraneo. Alcune delle specie più evolute in questo senso non sono più in grado di sopravvivere in ambiente esterno. Le specie troglobie trovano la loro origine in specie epigee affini, trovatesi o rifugiatisi in ambiente sotterraneo in passato e poi modificatisi sia morfologicamente che fisiologicamente. I principali cambiamenti morfologici rispetto ai parenti prossimi superficiali sono la riduzione o la perdita totale della vista; la depigmentazione; l'allungamento delle appendici e lo sviluppo di organi sensoriali particolari (sensilli) sulle estremità delle antenne, dei palpi e delle setole; il corpo schiacciato in senso dorso-ventrale o lateralmente, per colonizzare anche fessure e spazi ridotti. Gli insetti alati riducono o perdono le ali membranose (atterismo) per la difficoltà e/o l'inutilità di volare in ambiente oscuro. Dal punto di vista fisiologico il ciclo vitale si allunga mentre lo sviluppo larvale si riduce (la vita da adulto è molto più lunga rispetto a quella larvale), la quantità di uova diminuisce (le risorse trofiche non sono sufficienti a tenere in vita molti organismi), il metabolismo rallenta (minor consumo di ossigeno e d'energia) e si perdono i ritmi circadiani e nictemerali.

Come sopra accennato, l'ambiente sotterraneo ha favorito certe specie che presentavano già adattamenti alla vita sottoterra (animali che vivevano sotto i massi o nei suoli) rispetto ad altre. Questi organismi si sono successivamente evoluti fino a diventare dei veri troglobi perfettamente adattati alle nuove condizioni ambientali. Questo fenomeno di speciazione, ovvero della formazione di specie distinte ed evolute

rispetto al comune parente ancestrale, è particolarmente favorito in ambiente sotterraneo. Soprattutto in questi ambienti, più che in ogni altro ecosistema, è valida la regola di impostazione Darwiniana 'sopravvivenza del più adatto', a causa della scarsità di risorse trofiche e della selettività dell'ambiente. La speciazione può verificarsi ad esempio quando un massiccio viene tagliato in due parti distinte da una grossa incisione fluviale, stroncando il flusso genico e portando dopo alcune decine di migliaia di anni a due specie morfologicamente diverse e in ultimo non più interfeconde.

### 5.3. ASPETTI BIOGEOGRAFICI

Il popolamento dell'ambiente sotterraneo dipende in ultimo dalle vicende geologiche e paleogeografiche succedutesi nel tempo in una determinata area. Le estese glaciazioni del passato, a causa della formazione di permafrost (strato superficiale spesso alcune decine di metri che rimane permanentemente ghiacciato), hanno determinato l'assenza di specie ipogee specializzate in diverse aree del mondo (Nord-America e Europa del Nord), così come in aree tropicali l'abbondanza di risorse trofiche all'interno delle cavità (pipistrelli, grosse quantità di resti di piante) non ha agevolato la specializzazione degli animali sotterranei a causa della scarsa competizione per il cibo. Anche la separazione di aree geografiche per cause diverse hanno provocato il differenziarsi di più specie congenetiche. Esempi sono le due sottospecie di *Sardaphaenops* in Sardegna, uno nel Supramonte interno, l'altro nel Golfo di Orosei, separati tra loro da una profonda valle, oppure i crostacei del genere *Catalauniscus* della Catalogna (Pirenei) e dell'Iglesiente, differenziatisi a partire da 30 milioni di anni fa a causa del distacco del blocco sardo-corso dal continente europeo (attuale Provenza-Catalogna). Molti organismi sotterranei sono dei veri e propri fossili viventi, testimonianza di antiche faune una volta presenti su buona parte della superficie terrestre ed oggi localizzate soltanto in poche stazioni ipogee. Un classico esempio è il geotritone, presente oltre che in Sardegna nell'Appennino settentrionale e nelle Alpi Marittime, mentre nell'America del Nord esistono altri generi affini. Lo studio della fauna sotterranea ha portato numerose indicazioni sulla situazione ambientale e geografica delle terre emerse e dei mari nel passato. La fauna ipogea dell'Arcipelago Toscano, della Corsica, della Sardegna e delle Isole Baleari mostrano una certa affinità, tanto da ipotizzare l'esistenza in passato di un collegamento via terra tra queste aree oggi separate da centinaia di km di acqua. Così

alcune specie di Diplopodi e Crostacei dell'Iglesiente-Sulcis hanno lontani parenti nella Catalogna e nella Francia meridionale, testimoniando la provenienza della placca sardo-corsa da queste aree con una rototraslazione antioraria nel Oligo-Miocene.

#### 5.4. IN SARDEGNA.....

Le grotte della Sardegna ospitano una fauna altamente diversificata, appartenente a gruppi tassonomicamente molto distanti. Esistono numerosi lavori a riguardo, la maggior parte dei quali sono articoli specialistici. Tra le opere più importanti occorre segnalare quelle oramai classiche di Puddu e Pirodda (1974) e di Cassola (1982). Numerose sono le nuove specie scoperte grazie a ricerche successive, che si aggiungono alla già ricca fauna cavernicola sarda. Qui si riporta una breve sintesi che mette in evidenza le specie più importanti.

In grotta si trovano rappresentanti dei seguenti Phyla: Protozoi, Poriferi, Celenterati, Platelmini, Nemertini, Nematodi, Anellidi, Molluschi, Artropodi e Vertebrati. Dei primi sette si conoscono poche specie in Sardegna, principalmente perché mai studiati, ma non è improbabile che in futuro possano essere descritte nuove specie, in particolare dalle grotte marine.

Tra gli Anellidi (Anellida), i 'vermi', sono note specie delle Classi dei Policheti, Archianellidi, Oligocheti ed Irudinei (sanguisughe). Quest'ultima classe ha qualche rappresentante parassita del geotritone. Va anche detto che gli Anellidi di grotta non sono mai stati studiati con metodo.

I Molluschi di grotta, escludendo numerose entità trogllosseniche come alcuni organismi marini e molluschi terrestri che si rifugiano, senza riprodurvisi, in ambienti di grotta, appartengono alla Classe dei Gasteropodi (Gasteropoda), tra cui la diffusa lumaca carnivora del genere *Oxychilus* (Zonitidae) (Giusti & Pezzoli, 1982). Esiste poi un nutrito gruppo di molluschi gasteropodi, spesso minuscoli, appartenenti alla Superfamiglia Hydrobiodea, che vivono nelle acque sotterranee. Anche in questo caso la Sardegna si sta rivelando un'importante fonte di piacevoli sorprese (Manganelli et al, 1998; Cianfanelli et al, 1999).

Tra gli Artropodi (Arthropoda) si distinguono le Classi dei Crostacei, degli Aracnidi, dei Diplopodi, dei Chilopodi e degli Insetti, quest'ultima la più numerosa. Tra i Crostacei (Crustacea) le Famiglie più rappresentate sono: Copepodi, Anfipodi e Isopodi. I primi vivono sott'acqua, sia in ambiente cavernicolo che in quello freatico, e sono di

dimensioni decisamente microscopiche. La loro raccolta può essere effettuata soltanto mediante retini da plancton. Merita di essere menzionata la specie *Speocyclops sardous*, endemica della sola Grotta del Bue Marino a Dorgali. Gli Anfipodi (con gli arti differenziati e sempre acquatici) sono molto più grandi dei Copepodi e possono raggiungere il centimetro di lunghezza. Tra questi animali troviamo i gamberetti con la specie *Niphargus longicaudatus*, presente in diverse grotte del Sassarese, la *Salentinella angelieri* nota dalle grotte di Capo Caccia ad Alghero ed anche dalle grotte marine del Golfo di Orosei, e l'*Ingolfiella cottarellii* scoperta nella Grotta del Papa sull'Isola di Tavolara. Tra gli Isopodi (con gli arti indifferenziati) si trovano numerosi rappresentanti nel mondo ipogeo, alcuni dei quali di estremo interesse biogeografico, tutte specie terrestri delle Famiglie dei Trichonisciidae, dei Porcellionidae, degli Stylonisciidae e degli Armadillididae. Della prima famiglia citiamo l'*Alpioniscus fragilis* caratteristico troglobio di moltissime grotte della Sardegna centro-orientale e quattro specie di *Nesiotoniscus* (*N. patrizii*, *N. grafittii*, *N. ferrarai*, ed *N. affinis*). Mentre la prima è ampiamente distribuita in grotte del Sulcis, dell'Iglesiente e del Nuorese, la seconda è nota soltanto della Grotta di San Francesco ad Orani, mentre le altre due specie sono confinate rispettivamente nelle zone di Capo Caccia e del Logudoro. Altre specie di Trichonisciidae sono i due *Catalauniscus* (*C. puddui* e *C. hirundinella*) tipici della Grotta di Su Mannau a Fluminimaggiore e poi ritrovati anche in altre cavità, l'*Oritoniscus condei* di grotte del Monte Albo, e i due *Scotoniscus* (*S. janas* di grotte dell'Iglesiente e *S. baccettii* dalla Grotta del Papa a Tavolara). Tra i Porcellionidae si trovano molte specie, ma soltanto il *Tritracheoniscus cerruttii* è endogeo, reperibile nella zona del Monte Tuttavista e di Dorgali. Nelle grotte del Monte S'Ospile e del Monte Albo ritroviamo invece il *Cordioniscus patrizii*, della famiglia degli Stylonisciidae, mentre l'Armadillididae *Alloschizidium sardous* è conosciuto soltanto per alcune grotte della Nurra di Alghero.

Altri animali molto numerosi nelle grotte sarde sono gli Aracnidi (Arachnida), rappresentati da quattro sottoclassi: i Pseudoscorpioni, i Palipgradi, i Ragni e gli Opilioni. I Pseudoscorpioni (Pseudoscorpiones) sembrano ragni con delle grosse chele anteriori, e sono tra gli animali più belli dell'ambiente cavernicolo. Negli ultimi anni sono state scoperte numerose specie nuove per la scienza. Delle due famiglie (Chthoniidae e Neobisiidae) sono conosciuti numerosi elementi tipici dell'ambiente sotterraneo. Tra i *Chthonius* troglobi ricordiamo il *C. cassolai* tipico delle grotte del Gerrei, il *C. poseidonis* di Capo Caccia, e *C. grafittii* del Sassarese. Del genere

*Spelyngochthonius*, di dimensioni molto più piccole, le specie troglobie finora descritte sono tre: lo *S. sardous* della Grotta del Bue Marino a Dorgali, lo *S. grafittii* della Grotta di Molafà presso Sassari, e lo *S. beieri* della Grotta di Santa Caterina presso Usini in provincia di Sassari. Il genere *Neobisium* conta tre specie di un certo interesse: *N. lulense*, il più grande Pseudoscorpione noto in grotte sarde ed endemico di alcune grotte del Monte Albo, *N. henroti*, anch'esso endemico del Monte Albo ma trovato in una grotta soltanto, e *N. sardoum* presente in molte grotte del Supramonte di Oliena e di Urzulei. Il genere *Roncus* è rappresentato da numerose specie: *R. sardous* confinato nel Golfo di Orosei, *R. baccettii* e *R. puddui* in grotte del Sulcis-Iglesiente, *R. grafittii* trovato soltanto in una grotta nel Paleozoico di Nughedu San Nicolò, *R. turritanus* conosciuto di numerose grotte del Sassarese, *R. melloguensis* di grotte del Meilogu e *R. sandalioticus* invece di cavità del Logudoro.

I Palpigradi (Palpigrada) sono animali di dimensioni microscopiche, molto veloci e terricoli. Finora sono state descritte soltanto tre specie di grotta, tutte appartenenti al genere *Eukoenenia*: *E. mirabilis*, *E. patrizii* e *E. grafittii*. Mentre la prima è specie endogea, le ultime due sono troglobie endemiche rispettivamente della Grotta del Bue Marino (Dorgali) e della Grotta del Sorell (Alghero).

I Ragni (Aranea) sono tra gli abitanti più vistosi delle grotte; la maggior parte delle specie ad ampia diffusione sono troglossene e troglofile e non vengono trattati in questa breve nota. Le specie eutroglofile o troglobie invece sono *Stalita patrizii* (Fam. Dysderidae), trovata in molte grotte del Golfo di Orosei, i Leptonetidi *Leptotena patrizii* (Grotta di San Giovanni a Domusnovas) e *L. taramellii* (Grotta di Sos Jocos a Dorgali), il Linyphiidae *Leptyphantes sardoa* (Grotta di Su Marmuri, Ulassai) e gli Agelenidae *Tegenaria henroti* (grotte del Dorgalese) e *T. eleonora* (varie grotte dell'Iglesiente e Grotta de Is Angurtidorgius a Villaputzu, sul Salto di Quirra).

Tra gli Opilioni (Opiliones) di particolare interesse sono le specie *Mitostoma patrizii* della famiglia degli Nemastomatidae, frequente in molte grotte del Nuorese e dell'Iglesiente, ed il Travuniidae *Buemarinoa patrizii*, troglobio altamente specializzato tipico dei grandi complessi carsici del Golfo di Orosei.

I Millepiedi (Diplopoda) sono ampiamente studiati e numerose sono le specie troglobie citate per le grotte sarde. Tra i Polydesmidae sono da ricordare *Mastigonodesmus undeviginti*, *M. destefanii vignai*, *Sardodesmus irregularis* e *Schedoleiodesmus lobatus*, tutte del Sulcis-Iglesiente. Il Trichopolydesmidae *Ingurtidorgius caprinus* invece è confinata alla sola Grotta de Is Angurtidorgius. Quattro

sono le specie di *Devillea* (Fam. Xystodesmidae), *D. doderoi* (grotte di Laconi), *D. cerruttii* (Supramonte di Oliena), *D. patrizii* (Golfo di Orosei) e *D. doderoi sanctijohannis* (Grotta di San Giovanni, Domusnovas). Della Famiglia dei Craspedosomatidae l'unico rappresentante sardo è la specie *Sardosoma franchettii* finora nota soltanto della Grotta di Sa Conca 'e Crapa (Monte Albo). La Famiglia Callipodidae è rappresentata da tre specie, *Callipus hamuliger* e *C. piroddai* del Sulcis-Iglesiente e *Sardopus malleiger*, descritta soltanto da grotte dei Tacchi di Ulassai e di Jerzu. Per i Blaniulidi ricordiamo il *Sardoblaniulus annae*, troglobio noto soltanto dalla Grotta di Sa Conca 'e Crapa a Lula, il *Blaniulus eulophus* descritto di grotte presso Santadi e *Choneiulus lacinifer*, tipico della Grotta di Cane Gortoé nell'abitato di Siniscola. Il Diplopode cavernicolo a più larga distribuzione in Sardegna è lo Julide *Syniulus puddui*, conosciuto di grotte dell'Iglesiente, del Supramonte di Oliena e del Golfo di Orosei.

Dell'ordine dei Centopiedi (Chilopoda), ricordiamo le due classi dei Geophilomorpha e dei Lithobiomorpha. Tra questi animali, spesso di colore arancione-rossiccio, si conoscono diverse specie troglobie, tra i quali citiamo il *Troglolithobius sbordonii* del Golfo di Orosei (Grotta del Bue Marino, varie grotte del Dorgalese e Sistema carsico della Codula Illune), il *Lithobius agilis sardous* endemico di grotte del Supramonte di Oliena, e *L. doderoi* noto di grotte del Tacco di Ulassai.

Il gruppo animale più numeroso nelle grotte della Sardegna è quello degli Insetti (Insecta), con rappresentanti delle seguenti classi: Collembola, Diplura, Thysanura, Orthoptera, Trychoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Dei Collemboli (Collembola), oltre alle specie troglofile molto diffuse, citiamo l'*Arrhopalites giovannensis*, troglobio noto della sola Grotta di San Giovanni a Domusnovas. Tra i Dipluri (Diplura), insetti bianchi senza ali e con due lunghe antenne e due appendici caudali, si conoscono numerose specie troglobie e rare, appartenenti alle famiglie Campodeidae e Japygidae. Tra i primi, *Campodea patrizii* e *Plusiocampa sardiniana* esclusive della Grotta di San Giovanni (Domusnovas), il più piccolo *C. emeryi spelaea* esclusivo della Grotta di Monte Majore a Thiesi, *C. blandinae ichnusa* e *Plusiocampa socia* note di grotte del Monte Albo, *Oncinocampa pacti* della Grotta di Su Marmuri ad Ulassai, *Podocampa cerruttii* nota soltanto da alcune cavità del Monte Tuttavista, e *Patrizicampa sardoa* endemico del Supramonte e del Golfo di Orosei. L'unico Japygidae cavernicolo finora descritto risulta essere il *Metajapyx morodero patrizianus* della Grotta di San Giovanni (Domusnovas).

Per la Classe dei Thysanura (pesciolini d'argento), simili ai Diplura ma con tre appendici caudali, soltanto una specie risulta cavernicola: la *Nicoletia jeanneli* (rinominata *Coletinia cfr. subterranea*), nota di alcune grotte del Dorgalese. Tra i Grilli (Orthoptera) si conoscono attualmente due specie troglofile del genere *Acroneuroptila*: l'*A. sardoa* del Supramonte e l'*A. puddui* del Gerrei. Tra i Trychoptera (falene dell'acqua) due sono le specie endemiche e troglofile: *Mesophylax sardous* assai frequente in grotte della Sardegna meridionale, e la *Micropterna malatesta*, specie molto più rara segnalata in cavità del Sassarese. Per quanto riguarda le 'vere' farfalle (Lepidoptera) non si segnalano specie endemiche o troglofile caratteristiche, anche se non è raro trovare degli esemplari in grotta. Per i Ditteri (Diptera) è utile segnalare due specie ectoparassite dei Pipistrelli, *Penicillidia dufouri* che si nutre del sangue dei Vespertilionidi (*Myotis*), e *Brachytarsina flavipennis* sui Rhinolophidae. Queste mosche parassite, ormai prive di ali, si trovano spesso vaganti sulle pareti della grotta.

La Classe più interessante degli Insetti è quella dei Coleotteri (Coleoptera) con numerosi rappresentanti troglobi di grande interesse appartenenti alle famiglie dei Carabidae, Staphylinidae, Pselaphidae, Cholevidae, Histeridae e Curculionidae. Tra i Carabidi segnaliamo il *Sardaphaenops supramontanus* con le sottospecie *supramontanus* del Supramonte (località tipica la Grotta dell'Edera di Urzulei e la Nurra de Sas Palumbas ad Oliena) e *grafittii* del Golfo di Orosei (sistema carsico della Codula Illune), il *Duvalius sardous* tipico della Grotta di Sa Conca 'e Crapa a Lula (Monte Albo), lo *Speomolops sardous* della Grotta del Bue Marino a Dorgali, l'*Actenipus pippiai* di grotte del Dorgalese, le due specie di *Typhloreicheia*, *T. boffai* e *T. henroti*, ambedue della Grotta Pisanu a Dorgali e l'ultima ritrovata anche nella Grotta di Monte Longos ad Urzulei.

Tra i Coleotteri Stafilinidi (Staphilinidae) non vi sono entità specializzate all'ambiente sotterraneo; ricordiamo comunque la specie *Atheta spelaea* nota di grotte dell'Iglesiente e del Salto di Quirra e nel resto d'Italia presente soltanto nel Carso Triestino e Sloveno. Per i Coleotteri Pselafidi (Pselaphidae) si citano tre specie: *Tychobythinus aymerichi* ritrovata in una grotta nel Parco Aymerich a Laconi, *T. foveipennis* di grotta del Monte Albo, e *Briaxis difficilis* ampiamente distribuita. Un altro gruppo di Coleotteri con elementi altamente specializzati alla vita sotterranea sono i Colevidi (Cholevidae) con le specie *Patriziella sardoa* tipica della Nurra di Sas Palumbas ad Oliena, *P. nuragica* esclusiva della Grotta sa Ucca de Mammuscone a Cossoine, le tre specie del genere *Ovobathysciola*: *O. gestroi* tipica dei Tacchi d'Ogliastra e ritrovata anche in grotte del Salto di Quirra, l'*O. majori* presente in tutto il Supramonte, e *O.*

*grafittii* localizzata nella sola grotta Badde (Pozzomaggiore), e le due specie del genere *Speonomus*, lo *S. lostiai* e lo *S. diabolicus*, ambedue note di grotte della Barbagia di Seulo (per un elenco completo delle 26 specie di Colevidi, appartenenti a 11 generi, presenti in Sardegna, e per la loro distribuzione, vedi Casale et al, 2009). Delle famiglie dei Isteridi (Histeridae) e dei Curculionidi (Curculionidae) si conoscono soltanto due specie specializzate alla vita sotterranea, rispettivamente il *Sardulus spelaeus* della Grotta di Toddeitto a Dorgali e il *Troglorrhynchus doderoi* della Grotta di Sas Turrillas a Capo Figari (Golfo Aranci). Per la Classe degli Imenotteri (Hymenoptera), infine, è da segnalare la formica eutroglofila *Ponera sulcitana*, endemica di grotta del Sulcis.

Tra i Vertebrati spiccano per interesse gli Ordini degli Anfibi con cinque rappresentanti, i Rettili, varie specie di Uccelli, qualche specie di Pesci ed i Mammiferi tra cui ricordiamo oltre che i Pipistrelli anche la foca monaca (*Monachus monachus*). Gli Anfibi (Amphibia) tipici di grotta sono tutti appartenenti alla Classe degli Urodeli (geotritoni e salamandre, vedi sotto), mentre gli Anuri (rane e rospi) sono da considerarsi troglosseni. Questi ultimi (tre le specie in Sardegna: *Hyla sarda*, *Discoglossus sardous*, *Bufo viridis*) possono cadere nei pozzi o nei crepacci. Non è inoltre raro incontrare varie specie di Rettili, in particolare le bisce e le lucertole, tutte troglossene. Nelle acque dei fiumi sotterranei si possono trovare pesci, e soprattutto l'anguilla, che compie notevoli migrazioni anche sottoterra, è stata avvistata più volte anche a diversi chilometri di distanza dall'esterno (Complesso della Codula Illune e la Grotta dell'Edera ad Urzulei). Finora non è stato scoperto un pesce cavernicolo, anche se non si può escludere l'ipotesi, perché speleosubacquei hanno segnalato pesciolini nei sifoni del complesso Su Spiria-Su Palu. Il più grande mammifero troglosseno (Ordine Mammalia) è senza dubbio la foca monaca, ormai estinta sulle coste sarde, di cui si hanno segnalazioni certe sulla costa tra Dorgali e Baunei sino agli anni '60. Questa foca era in passato presente a Capo Caccia, lungo tutta la costa orientale che da Capo Figari va fino a Villasimius, ma l'antropizzazione delle coste ed il crescente turismo hanno causato la scomparsa delle nostre colonie. Attualmente, nel Mediterraneo, permangono colonie stabili in mari più tranquilli, in Tunisia, Turchia, Grecia, isole della Croazia meridionale. Negli ultimi anni si sono verificati alcuni avvistamenti tra Capo Carbonara e Orosei, che hanno riacceso la speranza della presenza di questo splendido animale lungo le coste sarde. Le grotte sarde sono spesso sede di colonie di Uccelli: le specie più caratteristiche sono i colombacci (*Columba livia*) ed in alcune grotte costiere ad Alghero, la berta maggiore.

## 5.5. LE STAR: geotritoni, euprotti, pipistrelli troglodili

Uno degli animali più caratteristici delle grotte della Sardegna, forse anche per le sue dimensioni, è il geotritone sardo, che ha parenti in Toscana e nelle Alpi Marittime, mentre in Nord-America sono presenti altre specie di un genere simile. Sono quattro le specie riconosciute in Sardegna, tutte eutroglofile. Il *Speleomantis genei*, tipico del Sulcis-Iglesiente, è forse la specie più antica da cui si sono evolute le altre tre, *S. imperialis*, *S. supramontis* e *S. flavus*. Di queste, la prima si trova nella zona dei Tacchi d'Ogliastra, Sarcidano, Gerrei, Salto di Quirra e la Barbagia; la seconda ha preso il nome della sua località tipica, il Supramonte, ma è presente anche nel Golfo di Orosei, mentre la terza è esclusiva del Monte Albo. In primavera si possono riscontrare in grotta, non lontano dall'ingresso, centinaia di piccoli geotritoni sgusciati dalle loro uova, a testimonianza che questo animale si riproduce in ambiente sotterraneo. Durante l'inverno, o comunque nei periodi più freddi ed umidi, i geotritoni vengono visti spesso anche all'esterno, sotto i massi.

Insieme ai geotritoni, l'Anfibio più interessante riscontrabile in ambiente cavernicolo è l'euproto (*Euproctus platycephalus*), che si trova nei ruscelli sotterranei anche a notevole distanza dall'ingresso. Questa Salamandra troglodilica è indicatore di acqua non inquinata e sta diventando sempre più raro nell'ambiente naturale della Sardegna a causa della pressione antropica e del peggioramento della qualità dell'acqua superficiale. La popolazione più numerosa è probabilmente quella delle Gole di Gorroppu, ma numeri consistenti di questi animali sono rinvenibili in ambiente cavernicolo anche a Is Angurtidorgius, sull'altopiano di Quirra, ed è stato osservato recentemente a Sa Rutta'e s'Edera, ad almeno -100 m rispetto alla quota di ingresso.

I pipistrelli presenti in Sardegna sono ascrivibili a ben 21 specie (*Rhinolophus euryale*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *R. mehelyi*, *Myotis capaccinii*, *M. daubentoni*, *M. emarginatus*, *M. myotis*, *M. mystacinus*, *M. punicus*, *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus kuhli*, *P. pipistrellus*, *Hypsugo savii*, *Nyctalus leisleri*, *Plecotus auritus*, *P. austriacus*, *P. sardus*, *Barbastella barbastellus*, *Miniopterus schreibersi*, *Tadarida teniotis*), classificabili in quattro Famiglie (Rinofolidi, Vespertilionidi, Miniotteridi, Molossidi). Di queste, circa la metà frequentano stabilmente od occasionalmente le grotte (per note morfologiche ed ecologiche relative alle singole specie, consulta il sito del Centro per lo Studio e la Protezione dei Pipistrelli in Sardegna, [www.pipistrellisardegna.org](http://www.pipistrellisardegna.org)). Di particolare rilievo l'eccezionale scoperta, solo pochi

anni addietro, di una specie endemica (unico mammifero) della Sardegna, il *Plecotus sardus* o Orecchione sardo (Mucedda et al, 2002). Si tratta di un pipistrello di media taglia, inconfondibile per le grandi orecchie, lunghe quasi quanto il corpo e unite davanti sulla fronte. È una specie rara, segnalata sinora solamente nell'area del Supramonte, nelle aree boschive attorno al massiccio del Gennargentu e nella zona del Lago Omodeo. I rifugi noti sono molto pochi, situati all'interno di grotte e in qualche soffitta di edifici.

Oltre alle grotte naturali, che rappresentano i luoghi ideali per questi pipistrelli, esistono altri ambienti di tipo sotterraneo spesso utilizzati dai Chiroterteri quali miniere, domus de janas, nuraghi, acquedotti, gallerie ed altre cavità artificiali. Anche se sono state osservate colonie di pipistrelli in grotte ad alta quota (circa 1230 m s.l.m., Nurra de Sas Palumbas, Monte Corراسi, Oliena), la maggior parte delle grotte frequentate da questi mammiferi si trovano a quote inferiori ai 500 m s.l.m. I pipistrelli utilizzano le grotte come rifugio, come luoghi per l'ibernazione o per la riproduzione, e formano spesso colonie di migliaia di esemplari, in genere costituite da più specie. La più grande colonia attualmente conosciuta in Sardegna è quella invernale della Grotta di Su Marmuri di Ulassai, con almeno diecimila esemplari di *Miniopterus schreibersi* che formano una grande macchia nera sul soffitto. Altre grosse colonie invernali si trovano nella suddetta grotta di Oliena, la Grotta di Monte Majore di Thiesi, la Grotta di Sa Conca 'e Crapa a Lula, la Grotta di Su Guanu a Pozzomaggiore, la Grotta de Is Angurtidorgius a Villaputzu e la Grotta di Sa Rocca Ulari a Borutta. Sono tutte queste grotte con temperature interne abbastanza basse, tra 9-13 °C. Le più grosse colonie di ibernazione sono costituite dalle specie *Miniopterus schreibersi* e *Myotis myotis* in grotte di alta quota (>800 m), mentre per il *Myotis capaccinii* non si conosce ancora una località di letargo. Le varie specie di *Rhinolophus* invece formano gruppi più piccoli nei luoghi freschi delle grotte, e non raggiungono sempre uno stato di letargo completo. E' facile trovare singoli esemplari di *Rhinolophus ferrumequinum* o di *R. hipposideros* appesi al soffitto della grotta durante l'inverno. In estate invece queste due specie sono raramente presenti in grotte naturali, preferendo casolari abbandonati, nuraghi o stalle.

Dalla primavera all'inizio dell'autunno invece molti pipistrelli scelgono alcune cavità per la riproduzione, le cosiddette grotte 'nursery'. Sono tutte caratterizzate da temperature abbastanza alte e costanti (15-25 °C), e si aprono perciò a quote piuttosto basse che non superino i 500 m s.l.m. Le colonie di riproduzione sono quasi sempre miste, costituite da più specie, generalmente *Myotis myotis*, *M. capaccinii*, *Miniopterus*

*schreibersi* e *Rhinolophus mehelyi*. I due altri ferro di cavallo (*Rhinolophus ferrumequinum* e *R. hipposideros*) raramente formano delle colonie di riproduzione in grotta, ma preferiscono cavità artificiali o edifici abbandonati. Generalmente le colonie 'nursery' sono facilmente riconoscibili per la presenza dei cuccioli ancora senza peli, di colore rosa, in mezzo a pipistrelli più maturi, tutti in continuo movimento. Durante gli spostamenti in grotta i piccoli rimangono aggrappati alla madre. La mortalità dei piccoli pipistrelli è piuttosto elevata, in particolare per la specie *Myotis myotis* (bisogna evitare di visitare le grotte 'nursery' nel periodo estivo). Nelle stagioni intermedie i pipistrelli si spostano dai luoghi di riproduzione per dirigersi alle grotte dove trascorreranno l'inverno in letargo. Durante questa migrazione possono formare delle colonie molto grandi. Alcune grotte utilizzate esclusivamente durante questi movimenti migratori sono la Grotta di San Giovanni a Domusnovas, la già nominata Grotta di Monte Majore a Thiesi e la Grotta di San Francesco a Orani, tutte cavità con temperature interne intermedie a quelle delle grotte 'nursery' e di quelle di ibernazione.

Infine, non possiamo non menzionare che il 2011 è l'anno europeo del pipistrello ([www.yearofthebat.org](http://www.yearofthebat.org)), con numerosissime iniziative tese soprattutto ad incrementare la conoscenza da parte del grande pubblico di questi affascinanti animali ed assicurare la loro protezione, insieme a quella dei fragili habitat che abitano.

## 5.6. LA FLORA

A causa della mancanza totale di luce nel sottosuolo è impossibile lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana e mancano conseguentemente le piante verdi. Soltanto nei pressi dell'imboccatura delle grotte o sul fondo delle voragini dove arriva ancora un po' di luce si possono riscontrare piante verdi spesso igrofile (amanti dell'umidità) come i muschi e le felci. Molto spesso l'imboccatura delle grotte offre un rifugio sicuro per queste piante che talvolta sono scomparse dalle aree circostanti meno riparate dalle condizioni atmosferiche. Talvolta, all'interno delle grotte turistiche, presso le lampade, è possibile osservare muschi, alghe, o addirittura piantine verdi, che sfruttano la luce artificiale.

Nell'assenza quasi totale di luce spariscono le piante verdi, e soltanto alcune alghe cianoficee e cloroficee, qualche muschio e soprattutto i funghi riescono a svilupparsi. Dove la luce scompare definitivamente sono presenti soltanto i funghi, alcuni dei quali (Laboulbeniales), parassiti di Coleotteri cavernicoli, sono da considerarsi troglobi. Lo studio dei funghi di grotta, in particolare in Sardegna, è soltanto agli inizi e potrebbe

portare in futuro alla scoperta di nuove specie. E' curioso sapere, per esempio, che i pipistrelli in letargo hanno spesso il naso ricoperto di funghi. Questi ultimi si nutrono degli avanzi di cibo dei pipistrelli, senza recare alcun danno agli ospiti (ma vedi sotto la nota sulla '*White-Nose Syndrome*').

## **5.7. RACCOLTA DELL'ENTOMOFAUNA**

I metodi di cattura degli animali ipogei sono principalmente due, la raccolta diretta e quella mediante trappole o esche. La prima metodica consiste nel visitare un ambiente sotterraneo alla ricerca diretta di organismi sulle pareti, sul pavimento, sotto le pietre, nelle acque, nel terriccio, in mezzo ai detriti vegetali ed in tutti gli altri microambienti della grotta. L'operatore può in questo modo vedere le biocenosi con i suoi occhi, rilevare parametri chimico-fisici (temperatura, umidità relativa, correnti d'aria, stillicidio), scegliere gli esemplari più significativi ed interessanti lasciando tutti quelli che non sono utili per lo studio (perché già conosciuti, non ancora adulti ed inutili alla determinazione).

Per la raccolta vengono utilizzati vari strumenti, tra cui citiamo il pennellino di setola morbida che, bagnato ed accostato all'animaletto, aiuta a catturarlo e metterlo in un flacone contenente il liquido conservante (soluzione di alcool etilico, acqua distillata ed etere nella proporzione 70/20/10), un aspiratore (recipiente con tappo ermetico e due tubi di cui uno con filtro dal quale si aspira e l'altro da cui viene risucchiato l'animaletto), ed una pinzetta a presa morbida per gli esemplari più grandi. Una volta finita la raccolta, tutti gli esemplari possono essere riuniti in un flacone pulito e contenente la soluzione conservante ed una targhetta che indica la località, la data di cattura e chi ha rinvenuto i reperti (es. 'Grotta dei Fiori 218 SA/CA, 20-09-97, 200 m dall'ingresso su guano, J. De Waele').

Talvolta si ricorre all'uso di esche alimentari (pezzi di carne, pesce o formaggio) per attirare gli animali. Queste possono essere lasciate in grotta anche per alcuni mesi, direttamente su vari substrati e coperte da pietre, oppure in contenitori opportunamente forati per consentire agli animali di uscire ed entrare con facilità. Alcuni organismi possono essere rinvenuti molto più facilmente con questo metodo che con quello della ricerca diretta.

Un'altra tecnica da ricordare è quella che fa uso di trappole a caduta: un recipiente con l'esca sul fondo viene interrato fino all'orlo in modo che gli animali, attirati

dall'odore dell'esca, cadono dentro senza nessuna possibilità di uscire. Spesso si usa il marsala che fa annegare gli animali e ha l'effetto di conservarli per un breve periodo. Tali trappole, oltre a non essere per niente selettive, hanno il gravissimo difetto di causare delle vere e proprie stragi delle popolazioni cavernicole, specie se lasciate e/o dimenticate in grotta. Alla grotta di Sa Conca 'e Crapa a Lula (Monte Albo) numerose di queste trappole, con migliaia di animali morti, sono state scoperte e successivamente rimosse dal Gruppo Speleologico Sassarese nel 1976. A causa di questi micidiali congegni l'importantissima fauna di questa grotta, una volta abbondante, è stata più che dimezzata, recando un gravissimo danno al patrimonio speleofaunistico della Sardegna. Per fortuna, è stata successivamente segnalata la presenza dei bellissimi Coleotteri della specie *Duvalius sardous* e dei grandi Pseudoscorpioni *Neobisium lulense*, tipici di questa località, a conferma che la popolazione non è stata completamente estinta, come si temeva.

## **5.8. PREPARAZIONE, CONSERVAZIONE E DETERMINAZIONE DEI CAMPIONI**

I flaconi con i reperti e la soluzione conservante vengono riversati in una piastra petri o in un 'vetro d'orologio' ed esaminati sotto un microscopio binoculare o con l'ausilio di lenti d'ingrandimento. In questo modo si procede ad uno smistamento grossolano degli animali in vari gruppi faunistici (Ragni, Pseudoscorpioni, Crostacei, Gasteropodi, Chilopodi, ecc.) per iniziare la classificazione autonoma o per poterli mandare ai vari specialisti. Va detto che raramente la determinazione può essere fatta da non esperti, a causa delle microscopiche differenze, che soltanto lo specialista può valutare, tra le varie specie. Tutti gli animali di un certo gruppo vengono messi in tubetti stagni di plastica (come quelli dei rullini fotografici...che nell'era digitale stanno però purtroppo scomparendo!) riempiti per almeno la metà da alcool etilico al 70% (fresco se possibile, non l'alcool utilizzato in campagna perché sporco). Nei tubetti vengono messi gli esemplari di un certo animale raccolti in una località, ed un'etichetta con scritto sopra con china nera o matita il nome della località, provincia, comune, quota, numero catastale della grotta, la data di raccolta, le persone che hanno effettuato il prelievo e qualche dato ambientale (es. 'a 100 m dall'ingresso su guano'). Conviene spesso inserire nel tubetto un pezzo di cotone per evitare che gli urti durante il viaggio non facciano

danni al reperto. Occorre ricordare infine che la determinazione dei reperti richiede spesso un certo tempo, e qualche volta le notizie arrivano dopo alcuni anni. Questo soprattutto con gli specialisti molto conosciuti che ricevono reperti da tutte le parti del mondo e non riescono quindi a smaltire il tutto in breve tempo.

### **5.9. ASPETTI PROTEZIONISTICI: la 'White-Nose Syndrome'**

A partire dal 2006, un'infezione dagli aspetti ancora misteriosi sta decimando un numero impressionante di pipistrelli in Nord America. Si tratta della 'White-Nose Syndrome' (WNS), causata dal fungo *Geomyces destructans*, cosiddetta perché gli animali colpiti mostrano tipici segni biancastri di micosi intorno al naso, ma anche sulle ali, orecchie, o la coda (Garfas et al, 2009). Si calcola che, a partire dalla sua comparsa in una singola grotta dello stato di New York, la WNS abbia ucciso più di un milione di pipistrelli appartenenti a nove specie in 19 stati, diffondendosi a ritmi allarmanti verso sud-ovest e a nord, raggiungendo il Canada. Il fungo ritenuto colpevole di questo disastro, *G. destructans*, abita di solito nel suolo, è non è ben chiaro cosa lo porti ad infettare i pipistrelli. Solo gli animali in ibernazione vengono colpiti, risvegliandosi anzitempo dal torpore e disperdendo irreparabilmente le riserve accumulate per superare l'inverno, morendo così di fame e gelo. La mortalità, nelle colonie ibernanti colpite, può raggiungere il 100%!

Sono stati individuati due principali mezzi di diffusione tra colonie diverse, fattore che pone potenzialmente a rischio gran parte delle popolazioni di chiroterri in Nord America: attraverso il contatto animale-animale (cioè pipistrelli che si spostano da una grotta all'altra) e a causa del trasporto inavvertitamente mediato da esseri umani. Per quest'ultimo motivo, in Nord America sono stati emessi una serie di regolamenti draconiani che impediscono agli speleologi di recarsi in grotte santuario, dove permangono coloni importanti di pipistrelli non ancora infettate, e che prevedono in ogni caso la disinfezione di tutte le attrezzature e del vestiario (per un resoconto più dettagliato e aggiornamenti si veda [www.batcon.org](http://www.batcon.org) e [www.caves.org](http://www.caves.org)).

In Europa, la situazione è molto diversa. Sebbene il fungo ritenuto colpevole sia infatti stato rinvenuto su pipistrelli in Francia, Germania, Svizzera, Slovacchia, Ungheria e Repubblica Ceca, sembra che i chiroterri del Vecchio Continente siano in qualche modo immuni dagli effetti più devastanti dell'infezione, perché non sono stati registrati

episodi di mortalità di massa (Wibbelt et al, 2010). Una delle ipotesi al momento più accreditate prevede che il ceppo fungino responsabile sia stato in qualche modo trasportato dall'Europa al Nord America, iniziando a colpire colonie di pipistrelli suscettibili all'infezione. Tutte le società speleologiche europee, inclusa la SSI, sono comunque all'erta nel monitorare le colonie conosciute, ed eventualmente riportare infezioni sospette e tassi di mortalità anomali.

Andrea Rinaldi

Figura 1. Stato, aggiornato al Settembre 2011, della diffusione della *White-Nose Syndrome* in Nord-America, con le direttrici di espansione. Fonte: Bat Conservation International, [www.batcon.org](http://www.batcon.org).

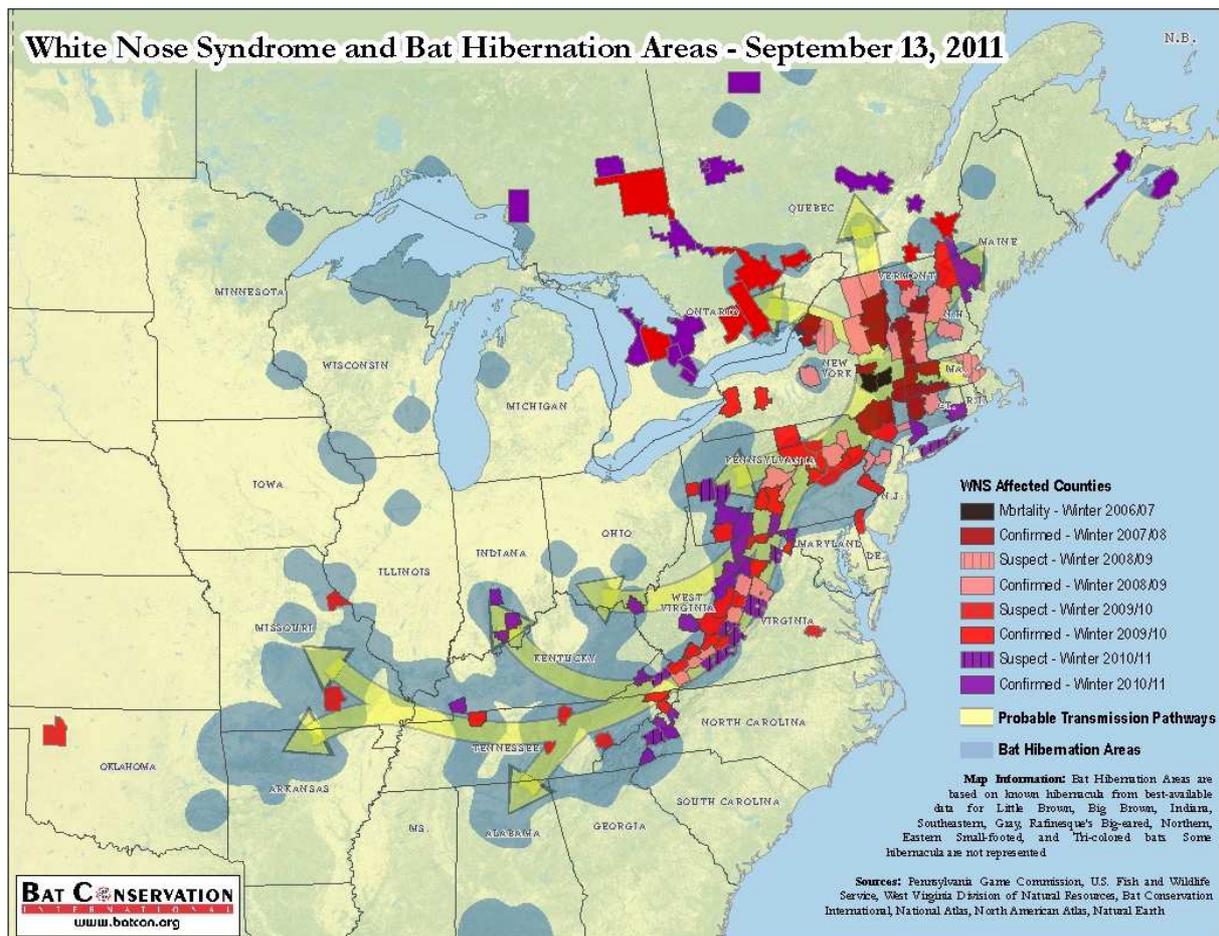


Figura 2. Esempari in ibernazione di *Myotis lucifugus* (little brown bat), uno dei più comuni pipistrelli del Nord America, con evidenti segni di *White-Nose Syndrome*. Fonte: National Geographic, <http://news.nationalgeographic.com>.



### Riferimenti bibliografici

Carta G (2002) *Le grotte di Sardegna*. Il Maestrone, Cagliari.

Casale A, Grafitti G, Latella L (2009) The Cholevidae (Coleoptera) of Sardinia. *Zootaxa* **2318**: 290-316

Cassola F (1982) Il popolamento cavernicolo della Sardegna. Biogeografia delle caverne italiane. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia* (n.s.) **7** (1978), 615-755.

Cianfanelli S, Calcagno M, Carletti C (1999). Nuovi molluschi nelle acque sotterranee della Sardegna orientale. *Speleologia* **40**: 112-113.

Gargas A, Marie Trest MC, Volk TJ, Blehert D (2009) *Geomyces destructans* sp. nov., associated with bat White-Nose Syndrome. *Mycotaxon* **108**: 147-154.

- Giusti F, Pezzoli E (1982) Molluschi cavernicoli italiani. *Notulae malacologicae*, XXVII. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia* (n.s.) **7** (1978): 431-450.
- Manganelli G, Bodon M, Cianfanelli S, Talenti E, Giusti F (1998). New hydrobiids from subterranean waters of eastern Sardinia (Gastropoda, Prosobranchia, Hydrobiidae). *Basteria*, **62**: 43-67.
- Mucedda M, Kiefer A, Pidinchedda E, Veith M (2002) A new species of long-eared bat (Chiroptera, Vespertilionidae) from Sardinia (Italy). *Acta Chiropterologica* **4**: 121-135.
- Puddu S, Pirodda GF (1974) Catalogo sistematico ragionato della fauna cavernicola della Sardegna. *Rendiconti del Seminario della Facoltà di Scienze dell'Università di Cagliari* **43** (1973): 151-205.
- Wibbelt G, et al (2010) White-Nose Syndrome fungus (*Geomyces destructans*) in bats, Europe. *Emerging Infectious Diseases* **16**: 1237-1242.

## **6. SPELEO ARCHEOLOGIA**

### **6.1. PREMESSA**

Riteniamo importante che ogni buon speleologo abbia qualche nozione di archeologia, o meglio, qualche conoscenza sulla preistoria della Sardegna, affinché sia cosciente di ciò che si può trovare in grotta. Le grotte infatti sono preziosissimi contenitori di materiale archeologico, talvolta l'unico luogo in cui si possono trovare testimonianze di un dato periodo, per esempio il Neolitico Antico.

In questa parte della dispensa quindi si daranno dei cenni sulla preistoria e sulla protostoria della Sardegna, con particolare riferimento alla frequentazione delle cavità naturali.

### **6.2. L'ETÀ DELLA PIETRA**

#### **6.2.1. IL PALEOLITICO**

Le prime testimonianze della presenza umana in Sardegna pare debbano farsi risalire a più di 200.000 anni fa, cioè al Paleolitico Inferiore: un periodo in cui l'uomo viveva di caccia e raccolta di frutti selvatici e fabbricava utensili con la tecnica della pietra scheggiata; tali reperti sono stati ritrovati in territorio di Perfugas (SS.), ma non c'è accordo all'interno della comunità scientifica sulla loro valutazione. Ad un periodo più recente, il Paleolitico Superiore, si attribuiscono invece resti di pasto, carboni e ossa di cervo, rinvenuti nelle grotte di Ziu Santoru e di Cala Luna, nonché quelli molto più cospicui della grotta Corbeddu di Oliena, ancora in fase di scavo e di studio, risalenti a circa 13.500 anni fa.

#### **6.2.2. IL NEOLITICO**

Molto di più si può dire sul Neolitico, o Età della Pietra Levigata, un periodo che risale a circa 8.000 anni a.C., caratterizzato dalla nascita dell'agricoltura e della fabbricazione di oggetti in ceramica (terracotta), materiale che si conserva perfettamente per millenni e quindi è un ottimo testimone delle culture preistoriche, che non hanno lasciato documenti scritti. In Sardegna le diverse culture sviluppatesi nel Neolitico sono talmente legate alle grotte, che hanno preso il nome dalle cavità naturali in cui si sono avuti i primi ritrovamenti. Ecco una classificazione cronologica di tali culture:

Neolitico Antico 6.000/3.730 a.C.: Cultura delle ceramiche impresse o di Filestru (Cultura di Su Carroppu, Cultura della Grotta Verde)

Neolitico Medio 3.730/3.300 a.C.: Cultura di Bonuighinu

Neolitico Recente 3.300/2.480 a.C.: Cultura di Ozieri.

Il Neolitico Antico prende il nome della grotta di Filiestru in territorio di Mara (SS.), perché in essa gli archeologi hanno scavato una trincea che ha dato una stratigrafia con resti delle culture più antiche. D'altronde ben 12 su un totale di 13 stazioni di tale epoca sono grotte o ripari sotto roccia; alcune erano usate come abitazione (Filestru, Corbeddu - Oliena, Sa Corona di Monte Majore - Thiesi e il riparo di Santo Stefano nell'arcipelago de La Maddalena), altre come sepoltura (grotta dei Colombi - Cagliari, Su Mrajani - Iglesias, Corongiu Acca II - Villamassargia), altre ancora fungevano da abitazione nell'ingresso e da tomba nel fondo (grotta Verde - Alghero, Su Carroppu - Carbonia); mentre delle altre non si conosce la funzione (grotta dell'Inferno - Muros, Tattinu - Santadi, S'Acqua Gelara - Buggerru). All'interno della grotta di Thiesi sgorga una sorgente, mentre un'altra di trova nei pressi di quella di Filiestru; ovviamente gli ingressi delle grandi cavità erano i luoghi più adatti a diventare abitazione, a causa dei fattori climatici e dell'illuminazione, insieme alla vicinanza dell'acqua. La prima fase del Neolitico Antico è detta anche di Su Carroppu, ma soprattutto prende il nome dalla ceramica decorata con la pressione a crudo di una conchiglia o di un punteruolo; dal nome della conchiglia, "Cardium Edule", la ceramica è detta anche cardiale. Si tratta di ciotole, pentole e altri recipienti di impasto scuro, col fondo convesso, i manici a nastro, la superficie lucida talvolta colorata di rosso. Nel riparo di Su Carroppu a Sirri - Carbonia sono stati ritrovati due scheletri con collane di conchiglie e rondelle di scisto rosa; numerose punte di freccia in ossidiana ("vetro" vulcanico proveniente dal Monte Arci ed esportato anche in Toscana, Liguria, Corsica ecc.) hanno permesso una datazione con metodo scientifico che riporta al 5.548 a.C.

La seconda fase è detta anche Cultura della Grotta Verde, dal nome della bellissima cavità algherese in cui si sono ritrovati diversi vasi con ossa, uno dei quali presenta sul manico una decorazione con un viso umano stilizzato (la faccia più antica della Sardegna!) ed un masso inciso con segni stellari ed antropomorfi. La grotta di Alghero è detta anche "Dell'Altare", poiché nel secolo XV vi si praticava il culto di Sant'Erasmo. Insieme alle ceramiche ed all'ossidiana, nelle frotte frequentate nel Neolitico Antico, si possono trovare anche resti di pasto, cioè, ossa di cervo, cinghiali, prolagus (un roditore ora estinto) e gusci di molluschi.

Il passaggio al Neolitico Medio (3.370 a.C.) è fissato dalla datazione con il radiocarbonio di reperti della trota che dà il nome alla cultura di Bonuighinu: Sa Ucca de Su Tintirriolu, in località Bonuighinu appunto, in territorio di Mara (SS). Di tale periodo abbiamo 36 stazioni, di cui 19 in grotta. A Sa Ucca de Su Tintirriolu, insieme alle ceramiche, a oggetti in pietra e resti di pasto, di sono trovate cinque stele in pietra, una ovale e quattro trapezoidali, dal probabile significato religioso. Molto interessante anche la grotta Rifugio di Oliena, dove si sono trovati diversi scheletri in fondo ad un pozzo protetto da un muretto; del corredo dei morti, oltre alla ceramica, facevano parte gioielli di conchiglie e aragonite. In questa fase continuano ad essere frequentate anche le grotte della cultura precedente. La ceramica della cultura di Bonuighinu è caratterizzata da decorazioni graffite o incise a cerchi, a festoni, a spirali, a scacchiera, a triangoli ecc. o con figure umane o di animali. Le popolazioni di quest'epoca praticavano l'agricoltura e l'allevamento, come dimostrano le statuine della Dea Madre, rappresentante la fertilità della Terra.

Dalle grotte del Sulcis provengono alcuni bellissimi e rarissimi esemplari: tre statuine stilizzate in osso da Monte Meana - Santadi e una in terracotta da Tattinnu; una testa di statuina in pietra grigia da Corongiu Acca. Anche il Neolitico Recente prende il nome da una grotta, quella di San Michele di Ozieri (SS). Le grotte erano ancora luogo di abitazione, di sepoltura e di culto, come quella di Ozieri. La grotta di San Michele è visitabile, vi si accede dal campo sportivo, per la realizzazione del quale è stato distrutto il grande salone di ingresso. In quest'epoca le popolazioni sarde però preferivano seppellire i loro morti nelle Domus de Janas, grotticelle artificiali diffuse nell'Isola in numero di circa un migliaio; parallelamente, insieme a Dolmen e Menhir, si moltiplicavano gli insediamenti all'aperto in capanne, o almeno sono più numerosi quelli conservatisi fino ad oggi; si tratta di capanne di pali e frasche con muretti di contenimento e ancoraggio. La datazione al 3.000 a.C. comunque si basa sempre sui reperti di grotte, esattamente di Filiestru e della Grotta del Guano o Gonagosula - Oliena, una cavità sulle sponde del Cedrino. Le ceramiche sono sempre i reperti più indicativi della cultura: di tratta di vasi decorati a incisione o più raramente a rilievo con disegni geometrici, spirali, figure stilizzate di animali. Vegetali, uomini e donne, spesso colorati in nero o rosso dopo la cottura, esternamente ed internamente. Numerosi i reperti in osso e gli oggetti in pietra, vasi, pestelli e macinelli, testimoni dell'economia agricola, ma soprattutto statuette della Dea Madre, sia di tipo naturalistico che di tipo geometrico stilizzato.

### **6.3. L'ETÀ DEI METALLI**

#### **6.3.1 IL CALCOLITICO O ENEOLITICO**

La fase di transizione tra il Neolitico e l'Età dei Metalli è detta Eneolitico o Calcolitico (Età della Pietra e del Rame o della Pietra e del Bronzo). Essa si sovrappone in parte alla cultura di Ozieri e va dalla metà del III millennio ai primi secoli del II (2.500/1.800 a.C. circa). Questo periodo in Sardegna viene diviso a sua volta in diverse culture:

Cultura di Abealzu - Filigosa. Prende il nome da due località rispettivamente presso Macomer (NU) e Osilo (SS); si ritrova in villaggi e in Domus de Janas, raramente in grotta; le ceramiche presentano ornamenti graffiti a cotto, bozzo e incavi.

Cultura di Monte Claro. Prende il nome dalla omonima collina di Cagliari dove si sono ritrovate delle tombe ipogeiche a pozzetto; nel Sulcis Iglesiente molte grotte carsiche sono state usate come sepolture, in cui si ritrovano grandi quantità di ossa con i tipici vasi Monte Claro decorati a scanalature e oggetti in rame: ricordiamo le grotte di Tanì - Iglesias, Su Mannau - Fluminimaggiore, Barbusi - Carbonia. Nella Grotta di Cuccuru Tiria - Iglesias è stato ritrovato un pezzo unico: un vaso in ceramica restaurato con grappe di piombo.

Cultura del Vaso Campaniforme. Prende il nome dal tipico vaso a forma di campana (in inglese: Beaker) diffuso in tutta l'Europa. Che in Sardegna si ritrova insieme alle due culture precedenti; i vasi sono decorati a file di bande puntinate. Si ritrovano anche armi ed oggetti in rame e bronzo. Di questa cultura non si hanno villaggi ma solo sepolture, talvolta in grotte naturali come quella di S. Bartolomeo a Cagliari, oggi distrutta.

#### **6.3.2. L'ETÀ DEL BRONZO E DEL FERRO**

Questo periodo della preistoria in Sardegna coincide insieme all'Età del Ferro, con la civiltà Nuragica (1.800/238 a.C.); tale civiltà è caratterizzata dal tipico monumento megalitico che le dà il nome, oltre che dalle Tombe dei Giganti e dai Pozzi Sacri. I Nuraghi, sparsi nell'isola in numero di oltre 7.000, avevano funzioni civili e militari, cioè di abitazione, rifugio, fortificazione e talvolta di residenza dei capi; le Tombe dei Giganti erano invece monumentali sepolture collettive in forma di corridoio coperto; i

Pozzi Sacri erano luoghi di culto costituiti da un atrio, una scalinata ed il pozzo vero e proprio coperto da una falsa cupola come quella del nuraghe.

Le grotte venivano usate anche in epoca nuragica come abitazioni, sepolture e luoghi di culto. Fra le tante grotte che hanno dato reperti nuragici, ricordiamo quella di Piosu a Su Benatzu - Santadi: una grotta-tempio unica nel suo genere, rimasta incontaminata fino ai nostri giorni; essa ha conservato strutture murarie all'interno e un ambiente sacro con grandi quantità di vasi in ceramica e oggetti in bronzo, tra cui due pugnali. n altra grotta eccezionale del periodo nuragico è quella di Sisaia nella valle di Lanaittu - Oliena, dove si è ritrovato lo scheletro ed il corredo di una donna con il cranio trapanato. Sempre nella stessa valle. La grotta di Su Benticheddu ha dato un corredo di armi e oggetti in bronzo. Dalla grotta Sa Dom'e S'Orcu di Urzulei (NU) proviene invece uno dei più famosi bronzetti nuragici, la Madre dell'Ucciso. La Civiltà dei Nuraghi finisce definitivamente con la conquista della Sardegna da parte dei Romani nel 238 a.C. Precedentemente i Nuragici avevano costruito delle fortificazioni all'interno dell'Isola contro i Cartaginesi che occupavano le zone costiere. Gli scrittori Romani dicono che i Sardi si nascondevano nelle grotte per sfuggire all'esercito conquistatore.

Per concludere ricordiamo che gli speleologi hanno il dovere di rispettare, insieme all'ambiente naturale sotterraneo e alle concrezioni, anche tutti i reperti archeologici che dovessero rinvenire durante la loro attività e darne notizia alle competenti autorità.

### Sintesi cronologica

- Paleolitico (500.000 a.C. - 10.000 a.C.)
- Mesolitico (10.000 a.C. - 6.000 a.C.)
- Neolitico (6.000 a.C. - 2.700 a.C.)
- Eneolitico (2.700 a.C. - 1.800 a.C.)
- Età del bronzo - La Cultura Nuragica (XVII - IX a.C.)
- Età del ferro - La Cultura Nuragica (X - II a.C.)
- La presenza dei Fenici (X a.C - VI a.C.)
- Il periodo Cartaginese (VI - III a.C.)
- La Sardegna Romana (III a.C. - V d.C.)
- I Vandali e i Bizantini (V - VIII)
- I Giudicati (IX - XV)
- Pisa e Genova (XI - XIV)
- Il periodo Aragonese e Spagnolo (XIII - XVIII)
- I Savoia (XVIII - XX) - Il regno di Sardegna - Il regno d'Italia
- La Repubblica Italiana (XX)

## 7. SPELEOLOGIA URBANA O IN CAVITÀ ARTIFICIALI

E' difficile dare un'esatta definizione della Speleologia Urbana, sia per la varietà delle cavità la cui tipologia cambia, a volte, in maniera radicale, sia per l'indispensabile confluire in essa di diverse discipline quali l'archeologia, la geologia, l'idraulica, la speleologia, ecc.

Il problema consiste nel definire esattamente il campo di studio, il che, in breve, significa determinare quali tipi di cavità debbano costituire oggetto d'interesse per la Speleologia Urbana e quali, invece, debbano essere demandate alla Speleologia tradizionale.

Un'utile indicazione di è avuta da Corso Nazionale (III livello) di Speleologia Urbana tenutosi, a cura della S.S.I., a Fontecchio (AQ) nell'Ottobre '87. Da questo è giunto il suggerimento di ridefinirla Speleologia Urbana come studio delle "Cavità Artificiali", volendo così comprendere tutte le cavità di origine artificiale e quindi anche quelle ubicate fuori dai centri URBANI, di qualunque tipo ed epoca. In questo modo viene superato il vecchio concetto che vedeva la Speleologia Urbana occuparsi esclusivamente delle cavità (di qualunque natura) site all'interno delle aree urbane.

In quest'ottica il G.S.A.G.S. ha costituito la "Sezione Archeologia e Cavità Artificiali", ritenendo eseguibile lo studio di queste ultime solo su basi storico-archeologiche. Rientrano negli interessi della Sezione anche quelle cavità naturali, trattate nel precedente capitolo, che siano oggetto di interesse archeologico.

Per uno studio più razionale si è anche adottata una suddivisione in tre classi a seconda della tipologia originaria:

### o **Classe A) OPERE IDRAULICHE**

- o di regimazione e/o bonifica: sviluppi cunicolari per bonifica di zone paludose, emissari/immissari lacustri;
- o di captazione: fontane con canale di raccolta sorgentizia e stillicidio a uno o più bracci;
- o per trasporto: acquedotti in genere, gallerie per irrigazione;
- o cisterne: conserve idriche o simili, sia mono che pluricamerale;
- o pozzi: artesiani e simili, sono esclusi quelli d'immissione nelle opere di diversa tipologia;
- o opere di presa: il classico "castellum" romano e simili;

- fognature: scarico di acque bianche o nere, sia derivanti da latrine che da strade, ecc.
  
- **Classe B) OPERE INSEDIATIVE**
  - insediamenti stabili: opere di tipo civile che hanno rappresentato un tipo d'insediamento storico sia continuativo che in una ben definita unità di tempo;
  - ricoveri temporanei/rifugi: i ricoveri, le aree d'incontro o riunione di tipo civile con marcate caratteristiche di temporaneità nella sola unità di tempo (es. stagionale). Sono assimilabili a questa categoria le cavità espressamente realizzate per le riunioni di società segrete; le cavità artificiali con giochi d'acqua e non, incluse nei parchi delle ville e dei castelli; i ricoveri bellici ed i luoghi di detenzione;
  - necropoli e luoghi di culto in genere: catacombe e simili; chiese rupestri; eremi; ninfei; mitrei; favisse; ecc.
  - opere difensive: strutture di tipo militare legate alla stabilità insediativa (es. gallerie per spostamenti nei muri di cortina);
  
- **Classe C) OPERE VARIE**
  - cave e miniere: opere in cieco volte alla estrazione di materie;
  - gallerie e camminamenti: tutti i percorsi sotterranei tendenti a vario titolo al collegamento di una o più località;
  - opifici in genere: aree sotterranee destinate ed attrezzate per la trasformazione dei prodotti (es. frantoi, laboratori, ecc.);
  - magazzini e stalle: aree adibite alla conservazione dei prodotti del suolo, oggetti ecc. o al ricovero più o meno temporaneo di animali. Sono assimilabili a questa categoria le ghiacciaie, ovvero le C.A. destinate alla conservazione della neve e/o ghiaccio.
  
- **Altro:**
  - tutti i casi singoli non contemplati alle altre voci.

La classificazione data, proposta dalla Commissione Nazionale Cavità Artificiali della S.S.I. a Fontecchio è, ovviamente, da intendersi in senso generale. Lo studio delle cavità

artificiali non si può esaurire nel solo atto dell'esplorazione e rilievo delle stesse, poiché, se così fosse, il lavoro svolto si ridurrebbe ad una sterile raccolta di dati catastali.

Al lavoro sul campo si devono pertanto affiancare una serie di studi e ricerche in tutti quei settori che possono fornire dati utili a meglio interpretare il significato delle cavità stesse.

A tal fine è essenziale la ricerca bibliografica, che deve essere quanto più completa possibile, volta non solo ad ottenere notizie riguardanti direttamente la cavità ma anche informazioni di carattere archeologico, storico, urbanistico, geologico ecc., su tutta l'area nella quale è sita la cavità. A questo proposito è il caso di chiarire che molte cavità delle quali si trovano riscontri bibliografici non sono oramai più esistenti o sono di difficile localizzazione od, ancora, sebbene localizzate non sono ugualmente accessibili per varie ragioni. Per contro, di tante altre cavità tuttora esistenti e rilevate non si è potuta reperire alcuna documentazione bibliografica.

Una delle fasi più importanti nello studio di una cavità rimane comunque il rilievo topografico poiché da esso, se ben realizzato, si potranno trarre informazioni utili tanto quanto quelle ottenibili sul posto.

Tra il rilievo di una cavità naturale e quello di una artificiale, normalmente eseguiti con le medesime tecniche e strumentazioni, vi sono delle differenze che consistono essenzialmente nel grado di precisione richiesto. Infatti mentre nel rilievo di una grotta possono essere ammesse delle approssimazioni e soprattutto, una certa carenza di dettagli, in quello di una cavità artificiale è necessario porre la massima cura al fine di realizzare un disegno quanto più preciso possibile sia nelle misure sia nei dettagli, badando soprattutto a differenziare le varie parti della cavità, distinguendo cioè le parti scavate nella roccia da quelle costruite, i vari tipi di muratura, evidenziandone tutti gli elementi più significativi, ed effettuando un rilievo fotografico contemporaneamente a quello topografico, ed una accurata descrizione scritta della cavità.

Unitamente al rilievo interno è indispensabile il posizionamento della cavità rispetto alla planimetria esterna, che deve essere realizzato anche quando non si sia potuto procedere, per qualunque motivo, al rilevamento interno della cavità stessa. Il posizionamento, da effettuarsi se possibile con strumenti di precisione e da persone esperte, deve essere riferito, se disponibili, alle carte 1:2000 (realizzate dalle Amministrazioni Comunali); in alternativa ci si può riferire alle carte editate dalla Regione in scala 1:10.000; non è consigliabile l'utilizzo di carte in scala più piccole.

Analizziamo alcuni dei più importanti tipi di cavità facendo un diretto riferimento all'area urbana di Cagliari.

Se si esamina la storia di Cagliari ed il terreno sul quale sorge la città, è facile comprendere come essa sia ricca di cavità artificiali di ogni tipo ed epoca.

Non è possibile, in questa sede, descrivere tutte le cavità finora censite dal G.S.A.G.S. o dalle altre persone o Gruppi che si sono occupati o che si occupano di cavità artificiali, in quanto si tratta di più di 350 cavità, e questo non rientra negli scopi della dispensa.

Iniziamo quindi la nostra succinta analisi dal quartiere di S. Avendrace nel quale possiamo trovare opere delle tre classi.

Per quanto riguarda le opere di tipo insediativo vi troviamo la ben nota Necropoli ubicata nel colle di Tuvixeddu (Predio Ibba) costituita da numerosissime tombe a pozzo di origine punisca con successive riutilizzazioni romane.

Sempre romana è la tomba di Attilia Pomptilia, meglio nota come "Grotta della Vipera", ubicata nel V.le S. Avendrace poco distante della Necropoli.

Ad un esame più approfondito la Necropoli ci mostra un chiaro esempio di come, nel tempo, le cavità siano state di volta in volta riutilizzate adattandole a nuove esigenze. Attraverso di essa troviamo scavato, infatti, un ramo dell'acquedotto romano (II sec. d.C.) che alimentava Cagliari, realizzato, in quel punto, sfruttando in parte i vuoti precedentemente creati con la costruzione delle tombe.

Rimanendo sempre nel campo delle opere di tipo insediativo troviamo, in Via Vittorio Veneto ed in Via Bainsizza, alcune cavità le cui origini sono di difficile lettura ma che sicuramente sono state riutilizzate durante l'ultima guerra come rifugi anti bombardamento. Per quanto riguarda le opere di tipo idraulico, oltre al già citato ramo dell'acquedotto, possiamo trovare delle cisterne puniche in prossimità della Via V. Veneto. Le opere di tipo vario sono essenzialmente da ricollegarsi all'utilizzo come cava dell'area del colle Tuvixeddu, troviamo quindi gallerie per l'estrazione di materiale, depositi sotterranei, ecc.

Spostiamoci da S. Avendrace alla "Villa di Tigellio"; all'interno di quest'area troviamo una interessantissima concentrazione di cisterne romane a damigiana, ancora in fase di studio, ed un pozzo anch'esso romano.

Sempre in tema di opere idrauliche troviamo presso il vicino Ospizio dei Vecchi di V.le Sant'Ignazio la più grande cisterna finora ritrovata a Cagliari, capace di oltre 10.000 mc.; serviva probabilmente come camera di decantazione ed è posta in comunicazione con l'Anfiteatro Romano a mezzo di un condotto passante sotto la strada.

A Cagliari non esistono però solamente cavità di vecchia data. Durante l'ultima guerra Cagliari, come tantissime altre città, ha subito i bombardamenti aerei e pertanto ha avuto la necessità di munirsi di adeguati rifugi sotterranei che, realizzati in parte ex-novo ed in parte riadattando cavità già esistenti, sono distribuiti su buona parte della città. A questi possiamo assimilare l'imponente struttura sotterranea realizzata dalla Marina Militare nel colle di S. Michele.

Altri ipogei molto interessanti, sia come struttura che per la loro storia, sono le Cripte delle Chiese di S. Restituta e di S. Efisio nonché ciò che resta della Cripta di S. Agostino Vecchio.

Negli ultimi anni il nostro Gruppo ha dedicato molte energie allo studio dei nuovi tratti dell'antico acquedotto romano di Cagliari recentemente scoperti, ciò ha consentito di esplorare e documentare almeno altri mille metri di cunicoli sotto Cagliari.

## 8. I MATERIALI SPELEOLOGICI

Il mondo sotterraneo presenta un ambiente inospitale: l'oscurità, il freddo, l'umidità, i corsi d'acqua ed i pozzi sono i naturali ostacoli che l'uomo deve superare, od ai quali si deve adattare per affrontare una escursione in grotta. L'uso di opportuni materiali aiuta lo speleologo a superare l'impatto con l'ambiente, facilitandogli il lavoro.

### 8.1. IL MATERIALE PERSONALE STANDARD

#### 8.1.1 IL CASCO



Ha una duplice funzione: proteggere la testa dalla caduta dei sassi e sostenere l'impianto di illuminazione. E' bene fidarsi solo dei caschi per alpinismo che rispettino, per quanto concerne le capacità di assorbimento, la norma DIN 7948 in vigore dal 1° luglio 1982. Questa norma ricalca le direttive UIAA secondo le quali il casco da alpinismo deve offrire la miglior protezione alla più ampia superficie possibile del cranio. Inoltre la direttiva CE89/686/EEC è entrata a far parte

anche dell'attrezzatura sportiva e quindi ogni casco che è in accordo con le normative UIAA e le normative EN, deve portare la sigla CE e deve essere accompagnato da un manuale tecnico che ne spieghi le caratteristiche, l'uso e i limiti di utilizzo. I test più importanti a cui vengono sottoposti i caschi sono: test di ammortizzamento verticale e test di ammortizzamento frontale. Nel primo viene fatto cadere perpendicolarmente al casco un peso semisferico di 5Kg. da un'altezza di 2m.; la misurazione della forza di arresto viene rilevata sulla testa di prova all'altezza delle vertebre cervicali ed il valore risultante non deve superare i 1000daN. Nel secondo, la testa di prova munita di casco è inclinata all'indietro di 60°; da un'altezza di 50cm. viene fatto cadere sulla zona frontale un disco del peso di 5Kg. ed anche in questo caso il valore risultante non deve superare i 1000daN. La calotta dei moderni caschi d'alpinismo generalmente è in policarbonato od in polietilene ad alta densità; può essere imbottita con materiali espansi e deve essere provvista di un robusto sottogola in nylon, possibilmente con un sistema di sgancio rapido. Questi caschi vengono poi corredati di un impianto di illuminazione ad acetilene e di uno ausiliario di emergenza, elettrico a batterie con

lampadina alogena o LED, grazie alla quale possiamo disporre di un fascio luminoso potente e concentrato che risulta essere indispensabile in varie situazioni. L'evoluzione della tecnologia consiglia oggi di utilizzare anche per l'impianto principale i sistemi di illuminazione a LED, infinitamente meno impattanti del carburo. Anche in questo caso ci doteremo di un secondo impianto di illuminazione elettrico di emergenza con alimentazione distinta e separata dal principale. Dovendo tenere in testa per molto tempo questa specie di "elmo" è consigliato l'uso di una bandana o simile che, oltre a darci una maggiore comodità e tenerci la testa pulita (nei limiti del possibile), evita che in situazioni di particolare fatica il sudore ci vada negli occhi. L'uso della bandana o di un fazzoletto serve anche tenere raccolti i capelli che, se particolarmente lunghi, potrebbero incastrarsi negli attrezzi per la progressione in corda.

### 8.1.2. LA BOMBOLA (ACETILENE)

Produce il gas acetilene facendo gocciolare dell'acqua, attraverso un rubinetto, sulle pietre di carburo contenute nella camera sottostante; il gas così prodotto entra in un tubo in gomma (generalmente retinato) ed arriva all'impianto luce posto sul casco dove viene acceso tramite un piezoelettrico. La luce prodotta dalla fiamma oltre ad essere intensa e diffusa, è anche molto economica. E' molto importante mantenere il proprio impianto efficiente in qualsiasi momento, anche se "stiamo per uscire", perché in qualsiasi momento in grotta si deve essere completamente autosufficienti per la propria sicurezza e per quella degli altri; quindi se la luce non funziona bisogna fermarsi e farla funzionare. Le cose da fare quando la luce si spegne sono poche e veloci:



- prima cosa si controlla che il beccuccio non sia otturato, nel caso lo si stura con il filo di ferro posto dietro la parabola del nostro impianto (portarsi sempre un beccuccio di riserva);
- seconda cosa si controlla il livello dell'acqua (se l'acqua è poca la pressione diminuisce e la fiamma si spegne ad ogni botta della bombola).

Se nonostante questo la luce non funziona allora è probabile che la bombola sia “impaccata” e che sia ora di scarburare. Le pietre di carburo reagendo diventano polvere che potrebbe isolare quelle ancora buone impedendone il contatto con l’acqua; questa polvere va quindi eliminata periodicamente (sarebbe meglio anticipare questa operazione chiudendo il rubinetto un po’ di tempo prima per far sì che il carburo si asciughi completamente). Prima di tutto ci procuriamo un sacchetto “da scarburo” o un qualsiasi altro recipiente (due buste di plastica una dentro l’altra vanno benissimo) ed allora procederemo all’apertura della nostra bombola facendo attenzione che la polvere non vada a sporcare la grotta; svuotiamo il contenuto e se possibile grattiamo via anche le incrostazioni sulle pareti del barattolo. Questa operazione è molto più rapida e produttiva se le pietre le teniamo dentro il serbatoio all’interno di una calza (possibilmente di nylon); oltre a velocizzare la scarburata ed a mantenere pulito il contenitore, il funzionamento dell’impianto sarà sicuramente più regolare. Controlliamo quindi l’afflusso dell’acqua e puliamo bene la guarnizione; recuperiamo le pietre residue da eventuale polvere e le rimettiamo dentro con qualche altro pezzo. Fatto questo chiudiamo la bombola e riapriamo il rubinetto dell’acqua e, se siamo stati pignoli e non pressapochisti, potremo nuovamente disporre di una luce intensa ed affidabile che non si spegne nel momento meno opportuno (perché una luce non affidabile si spegne proprio nei momenti meno opportuni, specialmente quando abbiamo tutte e due le mani occupate e non possiamo far funzionare il pezzo).

In commercio è facile trovare delle bombole appositamente costruite per l’uso speleologico; mentre rimane identico per tutto il principio di funzionamento e grossomodo la forma e dimensione, varia il materiale con il quale sono realizzate, che può essere di acciaio inox, polietilene o plastica. Da notare che i modelli in acciaio possono essere fatti lavorare a “pressione” (lo stesso gas che alimenta la fiamma entra nel serbatoio dell’acqua e tiene costante il flusso verso le pietre).

### 8.1.3. LA CINTURA



Possiamo non ritenerla indispensabile ma, se provvista di anelli portaoggetti, rende molto più comodo e confortevole il trasporto della bombola dell’acetilene, che possiamo

agganciarci tramite moschettone. Se poi la cintura è chiusa per mezzo di un maillon rapide in acciaio, possiamo utilizzarla per collegarci una longe od una semplice sicura in caso di progressione in scaletta.

#### **8.1.4. LA TUTA**



Spesso sottovaluta, è invece elemento essenziale per muoversi in grotta con più efficienza e senza dispendio di energie. In un solo pezzo, può essere di nylon semimpermeabile e traspirante, oppure in PVC impermeabile, robusta ma non traspirante. La seconda molto utile in grotte molto attive non trova molto successo nelle grotte della nostra regione. Le più utilizzate sono senza dubbio le prime che, anche se col tempo perdono l'impermeabilità, sono molto più confortevoli e pratiche ed inoltre, oltre a proteggerci dall'ambiente circostante, ci aiutano a scivolare e superare strettoie e cunicoli riducendo al minimo la possibilità di impigliarci o agganciarci a spuntoni vari. Molto resistenti quelle in cordura.

#### **8.1.5. IL SOTTOTUTA**



Ha il compito di riparare il corpo dal freddo ed inoltre creare una sorta di imbottitura morbida tra tuta e corpo. Le più diffuse sono quelle in pile ed in micropile che non si inzuppano, dotate di lunghe cerniere che ne facilitano l'uso.

#### **8.1.6. LE CALZATURE E LE CALZE**

Le più appropriate in grotta sono gli scarponi e gli stivali di gomma; i primi, più rigidi, sono più affidabili nelle arrampicate, gli stivali invece sono più comodi nel fango ed hanno l'indiscutibile vantaggio di avere un costo molto abbordabile e comunque notevolmente inferiore a quello di un paio di scarponi.

Usare calzettoni da trekking o da lavoro per fasciare i piedi e tenerli caldi.

### **8.1.7. LE GINOCCHIERE E I GUANTI**

Le ginocchiere sono sicuramente non indispensabili, ma avendole indosso, le nostre ginocchia ce ne saranno enormemente grate e ci sosterranno senza fare storie per molto più tempo. E' molto facile prendere pericolosi urti a queste particolari articolazioni ed inoltre è molto comodo poterle appoggiare in terra od in parete senza preoccuparsi tanto di eventuali fastidiosissime e dolorosissime pietroline o spuntoni di roccia. Vanno benissimo delle ginocchiere da pallavolo economiche e comode ed inoltre si va diffondendo l'uso di quelle rigide che assorbono meno acqua e si asciugano più facilmente.

I guanti proteggono le mani dalle abrasioni e dal freddo, di contro riducono la sensibilità durante l'uso degli attrezzi. Vanno bene quelli da lavoro sottili o non eccessivamente spessi, resistenti, in fibra o materiali sintetici, da non utilizzare quelli grossi in crosta. Alcuni usano i mezzi guanti con le dita scoperte, altri ancora non ne usano.

## **8.2. IL MATERIALE PERSONALE DA CORDA**

### **8.2.1. L'IMBRAGATURA (IMBRAGO)**

L'imbrago speleo è sicuramente l'attrezzo personale che più necessita delle nostre attenzioni e delle nostre coccole; trovandoci appesi in corda, il motivo diventa palpabile già con una quindicina di metri di "nulla" sotto di noi (figuriamoci con 200m.).

Ci sono svariati tipi di imbrago in commercio e tutti si possono ricondurre ad un sistema di cinghie più o meno complesso, atto a sorreggere lo speleologo nel modo più confortevole. Queste cinghie sono chiuse ed unite tra loro con una serie di buone cuciture e rinforzi; ed è proprio in queste cuciture che si deve concentrare la nostra attenzione: dobbiamo controllarne minuziosamente l'integrità prima di ogni utilizzo.

Non esiste in assoluto l'imbrago migliore o peggiore; se alcuni vanno bene per un particolare, possono andare male per un altro. Bisogna semplicemente provarli ed acquistare quello che ci va più comodo.





Esiste invece una caratteristica importante che non deve mancare nel nostro imbrago ed è che deve poter essere chiuso con un maillon rapide in acciaio da 10mm., di forma ovale o a “delta”, nel quale andranno posizionati i nostri attrezzi da corda.

### 8.2.2. LA LONGE



La longe è il nome con il quale, in varie parti d'Italia, viene chiamato il cordino di autosicura. Il suo utilizzo principale è quello di tenerci assicurati al frazionamento quando, in corda, dobbiamo superarne uno, sia in salita che in discesa. Ed è per questo motivo che il più diffuso è quello doppio, realizzato con uno spezzone

di corda dinamica da Ø10 e due moschettoni (vanno benissimo quelli in lega senza ghiera come quelli usati nei rinvii per arrampicata sportiva). In ogni estremità della corda va realizzato un nodo (preferibilmente un nodo a otto o Savoia o Guide con Frizione) al quale verrà agganciato un moschettone, mentre un altro nodo a otto verrà realizzato sulla corda e inserito nel maillon rapide che chiude l'imbrago in maniera tale che una delle due longe (longe corta) così formatasi risulti essere lunga esattamente 40cm. misurati dall'asola del nodo alla punta del moschettone. Usando uno spezzone da 2.40m., l'altra longe (longe lunga) risulterà quindi di 60cm. di lunghezza (ma se vogliamo può anche essere più lunga, basta che non ci intralci).

### 8.2.3. I BLOCCANTI

Si intendono gli attrezzi che posizionati sulla corda possono scorrere liberamente in un verso ma si bloccano nel verso opposto, consentendoci così di poterla risalire. I bloccanti utilizzati dalla quasi totalità degli speleologi sono: **maniglia** e **croll**.



Sono praticamente uguali; la struttura è realizzata con un foglio di “dural” piegato a freddo per evitare tensioni interne che in caso di urto porterebbero alla rottura; il bloccaggio avviene per mezzo di un cricco di acciaio munito di denti che aggancia e pressa la calza della corda impedendone lo scorrimento. Nei nuovi modelli è sempre presente una fessura nel cricco per poter bloccare anche le corde particolarmente fangose. Il croll viene posizionato direttamente nel maillon che chiude l’imbrago (meglio averlo più basso possibile). La maniglia invece, a monte del croll, è collegata al maillon mediante un cordino di sicura generalmente chiamato “longe di maniglia”; ad essa è appesa una pedalina, sulla quale andremo a scaricare il nostro peso al momento della salita. L’unica differenza tra maniglia e croll è la forma: la maniglia ha un’impugnatura che ci consente di manovrarla in determinate situazioni.

### 8.2.4. IL DISCENSORE

Esistono due tipi di discensori speleo. Uno è quello a barrette, meglio noto con il nome di “Rack”; la corda scorre tra cilindretti mobili che vanno inseriti o tolti a seconda delle circostanze. L’altro, il più diffuso, è il discensore Dressler (ideato da Bruno Dressler alla fine degli anni ’60) o **Simple**, costituito da due fogli piani di dural sui quali sono fissate

due pulegge (anch'esse in dural temprato) intorno alle quali passa e crea attrito la corda, rallentando così la nostra discesa.



**Discensore Simple**

Le pulegge arrivate ad una certa usura possono essere invertite e utilizzate ancora, oppure sostituite. Una variazione a questo discensore è stata quella di inserire un freno dinamico che in caso di emergenza blocca la corda; questo sistema però, se utilizzato inavvertitamente, può rovinare irrimediabilmente la corda.

Il tutto è collegato al maillon dell'imbrago con un moschettone tipo parallelo in lega con ghiera (P.L.G.), di fianco al quale andremo a mettere un ulteriore moschettone in acciaio senza ghiera (P.A.) che servirà come rimando.

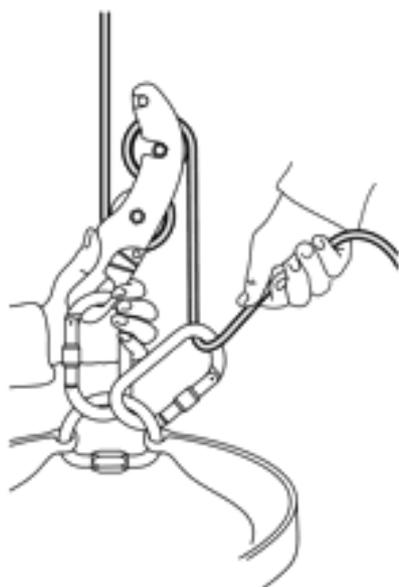


maillon

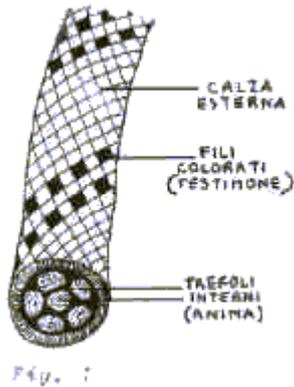


PLG

rimando



### 8.3. LA CORDA



Le corde normalmente usate da speleologi ed arrampicatori sono costituite da due parti distinte: una guaina esterna, chiamata "calza", formata da un intreccio fitto di fibre elementari, nella quale sono inseriti dei fili di diverso colore che hanno il compito di renderle riconoscibili, e da una parte interna, chiamata "anima", costituita da diversi mazzetti di fibre elementari, i trefoli, in genere in numero dispari per evitare la rotazione della corda quando questa è sottoposta a trazione. La calza ha la funzione di serrare i trefoli

proteggendoli dall'abrasione e rendendo la corda compatta, e sostiene circa 1/3 del Carico di Rottura (CDR) complessivo.

Il materiale normalmente usato, il Nylon, è il più affidabile per quanto riguarda la leggerezza, la tenacità, la resistenza all'abrasione e al surriscaldamento, ed è inoltre immarcescibile, al contrario delle prime corde in fibra vegetale. Come vedremo più avanti, queste sono qualità determinanti per la durata in piena sicurezza di una corda.

Un'importante distinzione va subito fatta tra corda "statica" e corda "dinamica". Se esaminiamo le differenze tra l'uso delle corde in speleologia e in arrampicata, notiamo che lo speleologo usa la corda soprattutto per la progressione, quindi ha bisogno di corde che non lo facciano oscillare troppo e che non disperdano con smorzamenti e flessioni le energie impiegate nella risalita. Al contrario, un alpinista procede sulla roccia e usa la corda solo per trattenere eventuali cadute, cioè come sistema di sicurezza. In caso di volo, per evitare la rottura della corda, questa deve ammortizzare lo shock progressivamente, mediante una certa elasticità. Dunque in speleologia, e spesso nel torrentismo, si usano delle corde statiche, che caricate del peso di circa 80 kg si allungano del 2-3%, mentre in arrampicata si usano delle corde dinamiche, che si allungano del 7-10%. Naturalmente anche nella pratica della speleologia può capitare di dover arrampicare o risalire una parete con mezzi artificiali. In questi casi è opportuno usare come sicurezza una corda dinamica, anche se molti speleologi, per pigrizia o abitudine, spesso utilizzano le stesse corde statiche che usano nella normale progressione nei pozzi. Inutile dire che in questi casi l'assicurazione dovrà essere fatta molto attentamente e da persone preparate, adottando opportuni accorgimenti per diminuire il volo in caso di caduta.

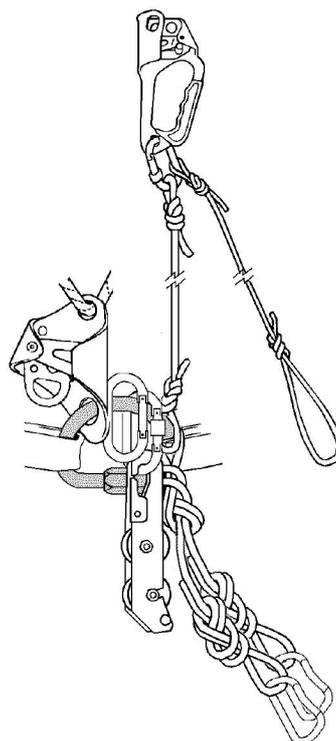
Un'altra importante qualità delle corde è un elevato Carico di Rottura, cioè il peso massimo sostenibile prima della rottura. In una corda del diametro 10mm., il CDR può variare dai 2300 ai 2800 kg a seconda del costruttore, e questo può far pensare che sia in ogni caso sovrabbondante e che ci garantisca automaticamente da tutti i rischi di rottura. In realtà il CDR di una corda può essere diminuito da diversi fattori:

- l'acqua: una corda bagnata può perdere il 5-10% del suo CDR;
- l'età: una corda invecchia progressivamente, sia per un processo chimico chiamato "depolimerizzazione del nylon", sia per l'uso prolungato, che causa snervamenti e deformazioni nella sua struttura interna;
- lo shock da caduta: il corpo di uno speleologo, dopo una caduta, può causare sulla corda che lo trattiene sollecitazioni dell'ordine di centinaia di kg;
- i nodi: come si vedrà in un'altra pagina, qualsiasi nodo, in misura più o meno importante, diminuisce il CDR di una corda, anche fino al 50-60%;

#### 8.4. DISPOSIZIONE DEGLI ATTREZZI

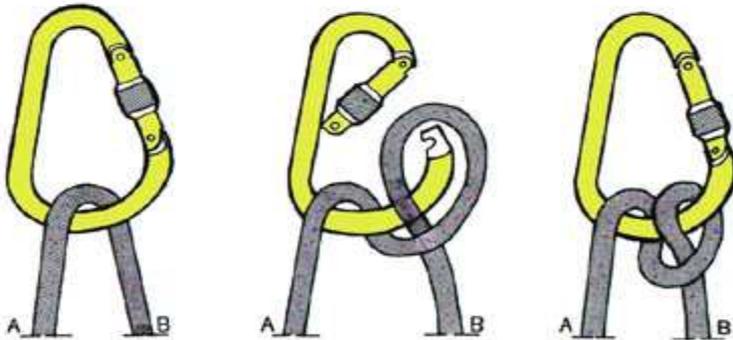
L'ordine degli attrezzi non è casuale ma segue delle regole di sicurezza e praticità. Guardando il proprio maillon, questi devono essere posizionati da sinistra verso destra secondo il seguente ordine:

- Longes
- Sicura di Maniglia
- Discensore
- Rimando
- Croll



## 8.5. I NODI BASE

### 8.5.1. MEZZO BARCAIOLO

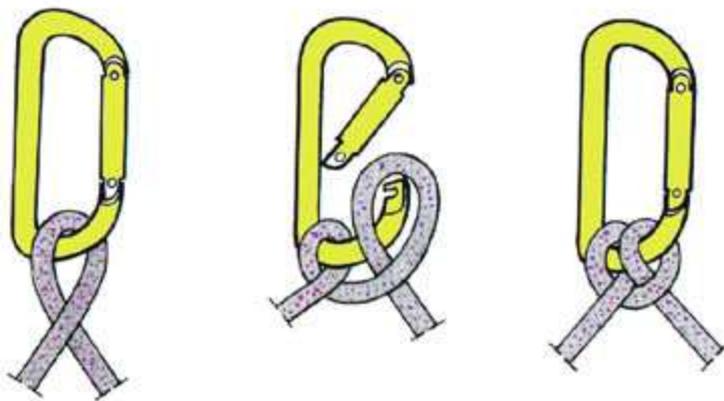


Utilizzato in alpinismo, permette di accompagnare i movimenti del compagno di cordata (sia per "dare corda" quando si allontana da noi, o meglio dalla sosta, sia per "recuperare" quando si avvicina).

Inoltre permette di sostenere totalmente il peso del compagno (in caso di caduta) senza bisogno di molta forza.

In figura è indicato con A il capo in cui è legato il compagno e B il capo della corda libero. Prendendo con due dita la parte B della corda, realizzare un'asola (senza incrociare i due capi) ed inserirla nel moschettone.

### 8.5.2. BARCAIOLO

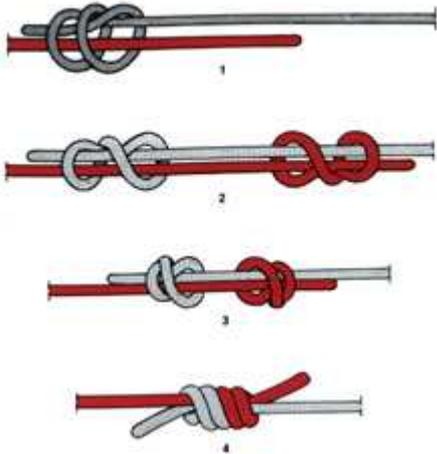


Di facile esecuzione, è però fondamentale saperlo realizzare in qualunque posizione, con una mano sola e con la corda passante nel moschettone (come nelle figure). Per questo non illustro altri metodi che

consistono nel realizzare il nodo mettendolo successivamente nel moschettone.

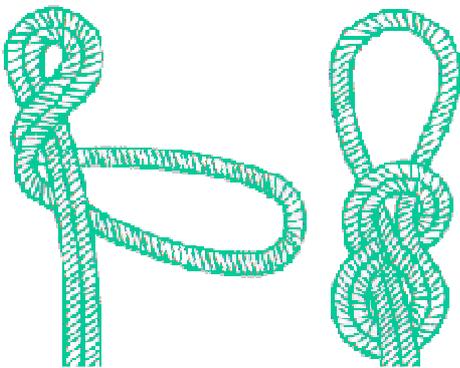
Con la corda nel moschettone, prendere con due dita un capo e, incrociandolo con l'altro capo, formare un'asola da mettere nel moschettone. La corda rimane così bloccata in entrambe le direzioni, si può facilmente regolare per allungare l'uno o l'altro capo ed il nodo può essere sempre facilmente sciolto.

### 8.5.3. DOPPIO INGLESE



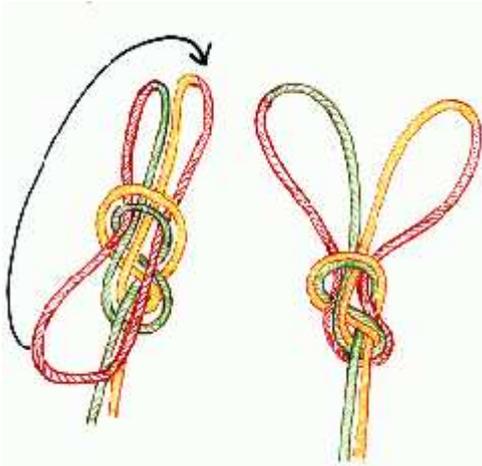
Utilizzato per la giunzione di due corde, o per realizzare anelli di cordino. Nell'esecuzione è bene che i capi delle corde libere siano abbastanza lunghe per evitare che si possano sfilare in caso di forte sollecitazione. Accoppiare le due corde. Realizzare due o tre spirali (che avvolgono entrambe le corde) e quindi fare passare il capo dentro le spire e stringere. Ripetere la stessa operazione anche con l'altro capo (disegni due e tre). Stringere bene il nodo tirando alternativamente tutti e 4 i capi che si sono formati facendo in modo che le due spire realizzate si contrappongano.

### 8.5.4. GUIDE CON FRIZIONE (NODO A OTTO)



E' utilizzato per fissare la corda ad ancoraggi, per fissare corde doppie o in ogni circostanza in cui si deve fissare la corda in un suo punto qualsiasi. Per fare tale nodo si forma un doppino lungo circa 60 cm. Si piega il doppino e lo si fa passare attorno alla corda (sempre nella parte doppiata), davanti (per es. da destra verso sinistra), poi girare dietro, per ritornare davanti (nell'esempio sulla destra). A questo punto si passa il doppino nel cappio che si è formato (entrando da davanti). Il nodo è fatto! Ora occorre solo regolarlo, cioè aggiustarne la lunghezza della gassa, e controllare la disposizione delle spire. A volte occorre fare il nodo ad otto "inseguito": per agganciare una clessidra, per fare una giunzione, ... . Si esegue il nodo sulla corda semplice, non doppiata, e poi si raddoppia il nodo inseguendolo col capo libero della corda.

### 8.5.5. DOPPIO GUIDE CON FRIZIONE (NODO CONIGLIO)

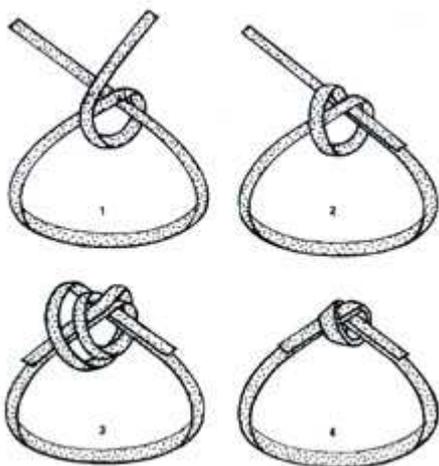


Quando si collega la corda a due spit contemporaneamente si usa il nodo a coniglio. Per farlo si parte come per il nodo a otto, però non si fa passare l' asola completamente nel cappio, ma si passa la corda dell'asola doppiata e si rivolta l' asola su di essa. Questo nodo ha la bella caratteristica di poter regolare la lunghezza relativa delle due gasse in modo da far lavorare entrambi gli ancoraggi. Un

criterio di sicurezza, semplice da ricordare, è che le due asole non devono formare un angolo superiore a 90 gradi. In caso contrario può succedere che uno degli attacchi sia eccessivamente sollecitato.

Alternativamente si può fare una gassa ad otto lasciando un capo libero abbastanza lungo; questo viene poi rimesso nel nodo (inseguendo le spire) fino ad uscire assieme alla gassa. a questo punto si fa un'altra gassa ad otto su questo capo libero. Si hanno così due gasse che si possono attaccare ai due ancoraggi.

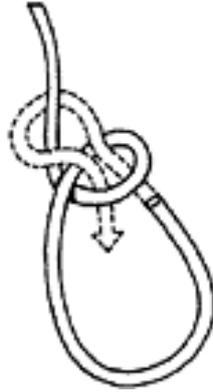
### 8.5.6. NODO FETTUCCIA



Poiché altri nodi di unione, effettuati su una fettuccia, tendono a sciogliersi, per costruire un anello di fettuccia si utilizza questo nodo. Ad ogni modo in commercio si trovano anche anelli di fettuccia già pronti i cui capi sono cuciti. Per costruirlo si esegue un nodo normale con uno dei due capi senza stringerlo, avendo cura di avvolgere anche l'altro capo; con l'altra estremità si segue in senso

inverso lo stesso percorso "ripassando" il nodo. Stringere bene il nodo tirando tutti i lembi della fettuccia assicurandosi che le code del nodo siano lunghe almeno 4-5 cm. Una volta in tensione il nodo è difficile da sciogliere.

### 8.5.7. NODO BULIN (BOLINA O GASSA D'AMANTE)



Il nodo bulin veniva impiegato abitualmente per legarsi la corda direttamente in vita, oggi è stato "sostituito" dal nodo delle guide con frizione sia perché quest'ultimo è di più semplice realizzazione, sia perché il nodo bulin in determinate situazioni tende a sciogliersi spontaneamente.

#### PRINCIPALI FONTI

Alcune Immagini e stralci di descrizione sono tratte da:

Tecniche e Tecnologie della Speleologia Prealpina - Marco Corvi

<http://ww.openspeleo.org>

<http://www.repettoport.it>

<http://www.montagnapertutti.it>

<http://www.quarantesimo-parallelo.com>

<http://www.kong.it>

## **9. ALIMENTAZIONE E CORREDO MINIMO PERSONALE**

### **9.1. ALIMENTAZIONE**

L'attività speleologica comporta un notevole consumo di risorse energetiche, oltre ad una considerevole perdita di acqua e sali con la sudorazione. L'alimentazione in grotta serve a reintegrare, almeno parzialmente, le riserve energetiche, idriche e di sali spese nell'attività.

Per cui non sottovalutare l'importanza dell'acqua cercando di bere spesso senza aspettare di avere sete.

Data l'intensa sudorazione è necessario reintegrare i sali minerali, gli elementi di cui è più facile avere carenza sono potassio, magnesio, ferro, e zinco. Per il potassio i sintomi sono stanchezza muscolare, apatia, insonnia. Per il magnesio crampi, spasmi muscolari, tremori alle mani, rigidità corporea. Per il ferro fatica e minor rendimento.

Alimentarsi con cibi che siano facilmente trasportabili ed ad alto contenuto energetico: pane, formaggio, affettati, cioccolato, frutta secca. Inoltre succhi di frutta in contenitori di cartone o plastica. Barrette energetiche e bevande ricche di sali minerali.

Non assumere bevande alcoliche di alcun tipo, neppure di blanda gradazione.

Il fornellino per il the dovrebbe far sempre parte del materiale al seguito. L'assimilazione di liquidi troppo freddi può provocare disturbi digestivi. Meglio quindi bere, quando possibile, qualche sorso di the caldo e zuccherato. Questo serve a reintegrare sia l'acqua che gli zuccheri. Approfittare delle soste per mangiare poco ogni volta bevendo qualcosa di caldo, piuttosto che una sola lunga sosta in cui si mangia tutto in una volta. Lo stomaco resta meno appesantito e l'assimilazione del cibo non contrasta la progressione

### **9.2. CORREDO MINIMO PERSONALE**

Ciascun speleologo dovrebbe avere sempre appresso:

- Un telo termico
- Un coltello
- Un accendino
- Pile di ricambio per le lampade elettriche e carburo se usa l'acetilene.

## 10. LA PROGRESSIONE ORIZZONTALE IN GROTTA

Sapete che cosa è un bradipo? Dunque, il bradipo è un mammifero tipico della zona equatoriale del Sud America, assimilabile ad una protoscimmia, che ha come caratteristica principale quella di muoversi tra gli alberi con una lentezza ed una regolarità incredibili. Nonostante il termine bradipo sia spesso usato con poca gentilezza per definire persone dalle movenze non proprio agili, io penso che da questa bestia noi speleologi, ed aspiranti tali, si abbia molto da imparare.

Prima di valutare le singole situazioni che ci si possono presentare nell'andar per grotte e le relative tecniche per affrontarle, è bene capire quali siano le regole fondamentali da tenere sempre in mente.

Il risparmio energetico è una di queste. Muoversi nell'ambiente ipogeo costa tanta, tantissima fatica, al punto che difficilmente persone poco allenate riescono a sopportare delle permanenze in grotta di più di qualche ora senza risentirne in termini di spossatezza e sfinimento, mettendo così a rischio la propria incolumità. Si calcola che il consumo di energie di uno speleologo medio in una grotta di media difficoltà sia di circa 1.500 kcal/h. Questo significa che in una normale escursione speleologica di 10 ore si fanno fuori 15.000kcal!! Provate a fare un po' i conti di cosa dovrete ingurgitare per sopperire a questo tremendo CALO ENERGETICO!

Consequente al risparmio energetico è la regola del muoversi lentamente (caro vecchio bradipo) adottando movimenti molto quieti e fluidi, senza scatti o sforzi improvvisi e senza la pretesa che il cunicolo od il meandro contro il quale state lottando si allarghi intimidito dalla vostra forza bruta! La roccia di cui è costituita la grotta è senza dubbio più dura e più forte di voi (per quanto possiate essere cocciuti o macho-man); è dunque molto meglio prenderla con le buone e limitare quanto più possibile i danni (leggi: risparmio energetico).

La regola del muoversi lentamente da sola non è però sufficiente, ad essa si deve affiancare il concetto di continuità, con il quale si intende: mantenere quanto più a lungo possibile e senza troppe soste il ritmo impostato. La continuità ci dà anzitutto la possibilità di essere veloci nonostante i movimenti da bradipo (lo speleologo più veloce non è quello che corre come un treno ma quello che si muove mantenendo sempre lo stesso passo per lungo tempo), ed inoltre, muovendoci in questa maniera, il nostro corpo

ha la possibilità di mantenere una temperatura costante ed accettabile, tale da non costringerci a soste di “decompressione” ormai ridotti a vaporiere e grondanti di sudore. Fermarsi in grotta sudati ed accaldati porta ad un ulteriore perdita di energie, dovuta al repentino abbassamento della temperatura, alla quale oltretutto si tende porre rimedio con nuove brucianti partenze, innescando così un sistema di avanzamento a scatti che porta in breve tempo allo sfinimento fisico e a tutte le pericolose conseguenze.

Riassumendo: è necessario avanzare in grotta con movimenti lenti, ragionati, sinuosi e possibilmente eleganti (per quanto possa essere elegante una persona ridotta ad uno straccio infangato) evitando l'affanno e le lunghe soste, a meno che non si sia debitamente equipaggiati, o limitandole a brevi pause per abbeverarsi (è importantissimo farlo regolarmente anche se non si ha sete), mangiare o scarburare. Solo l'allenamento ci permette di riuscire in tutto questo; allenamento che, nonostante vani tentativi di portarsi a casa le grotte con spalliere svedesi, pesi e bilanceri vari, si traduce essenzialmente nell'andare regolarmente in grotta o di praticare spesso altre attività simili, dove l'equilibrio e la resistenza contano più della forza pura.

Muoversi in grotta significa adattarsi alle svariate forme che normalmente la compongono:

- meandri;
- cunicoli;
- strettoie;
- fessure;
- frane;
- laghi;
- pozzi;
- scivoli di fango;
- sifoni;
- e tante altre ancora;

La cosa impressionante è che tutte queste morfologie, possono alternarsi le une alle altre con notevole frequenza, imponendo allo speleologo di adottare diversi sistemi di avanzamento in stretta successione tra loro.

Il semplice camminare è cosa assai rara e comunque non è mai come camminare sul marciapiede di casa: acqua, fango, sassi, buio ecc. ci impongono di prestare buona

attenzione anche in questo caso e soprattutto all'essere pronti a ristabilire immediatamente l'equilibrio in caso di scivolata.

Strisciare capita spesso ed è il pane quotidiano dello speleologo. Se si deve semplicemente avanzare in un tratto di galleria col soffitto molto basso, la tecnica è quella istintiva: gomiti e gambe, muovendosi alternativamente, danno la spinta necessaria all'avanzamento. Se invece ci si deve portare appresso un sacco speleo (zaini e borse di altra natura sono da escludere categoricamente) lo si può mandare avanti spingendolo con le mani, oppure lo si può legare con un cordino alla caviglia e trascinarselo dietro. In questo caso il rischio è che il sacco si incastri e non si riesca a girarsi per liberarlo o non vi sia un compagno dietro che possa farlo per voi. E' dunque consigliabile ridurre a zero il tratto di cordino tra il piede ed il sacco stesso, in modo che sia più governabile e più facile da disincastare.

Qualora si debbano passare dei tratti particolarmente stretti è bene prepararsi adeguatamente, sia per raggiungere la dovuta calma e concentrazione sia per eliminare di dosso tutto ciò di superfluo che si possa impigliare o fare da spessore proprio sul più bello. Gli attrezzi, la cintura, il casco e la bombola vanno passati avanti nella strettoia oppure lasciati al compagno-assistente che ce li farà avere a passaggio avvenuto.

Di volta in volta si valuterà se passare la strettoia di testa o di piedi; come regola generale quando queste sono in discesa le si passa di piedi, in caso contrario le si passa di testa. Questo concetto è da rispettare se si è in esplorazione, perché nulla si sa di cosa ci sia al di là del passaggio; nel caso la grotta si conosca già, allora tutto diventa indifferente e soggettivo. E' molto utile per passare le strettoie mettersi con un braccio in avanti ed uno indietro, sia per ridurre lo spazio occupato dalle nostre spalle, sia per avere una mano in zona imbrago, bombola, tubo, moschettoni, qualora uno di essi decida di aggrapparsi affettuosamente a qualche spuntone di roccia.

Capita spesso andando in grotta di dover camminare laddove il pavimento non c'è! Avviene quando si devono superare delle diaclasi o dei meandri stretti.

Entrambe le forme sono assai frequenti nell'ambiente ipogeo e sono costituite essenzialmente da pareti verticali affiancate e spesso molto vicine. Quando i meandri o le diaclasi sono larghi, ai fini dell'avanzamento dello speleologo, si presentano come semplici gallerie da percorrere camminando. Quando sono stretti è necessario avanzare su un fianco, portando lo zaino su una sola spalla, oppure tenendolo per la maniglia e sostenendolo con la coscia, che gli darà di tanto in tanto la spinta necessaria all'avanzamento. Quando questi, come capita molto spesso, presentano un andamento

tale da rendere impossibile camminare sul fondo perché estremamente stretto o allagato, si utilizza l'importantissima tecnica detta **opposizione** o contrapposizione.

Diverse parti del corpo esercitano pressione sulle pareti contrapposte in modo da tenerlo sospeso e contemporaneamente avanzare. Se le pareti sono ricche di asperità, l'opposizione risulta abbastanza semplice in quanto verranno utilizzati solo mani e piedi in semi-spaccata senza notevole sforzo.

Se le pareti sono lisce e magari infangate, si dovrà imprimere una notevole forza su di esse, come a volerle allontanare, utilizzando, a seconda dei casi, piedi, ginocchia, gomiti e a volte anche la testa!



Il sacco speleo in questo caso è meglio tenerlo appeso alla cintura tramite la longe di sacco, perché avendolo sulla schiena, non ci permetterebbe di fare una buona opposizione con questa parte del corpo (le braccia naturalmente devono restare libere).

La tecnica dell'opposizione è ovviamente valida anche per discendere pozzi o per risalire camini (sempre se questi sono sufficientemente stretti); arrampicare in grotta, invece, è di norma sconsigliato, in quanto la roccia, o meglio, il substrato sul quale capita di farlo, è solitamente poco affidabile dal punto di vista della stabilità: concrezioni che si staccano, rocce rese scivolose da acqua e fango, scarsa visibilità. A tutto questo va aggiunto che, a differenza dell'ambiente esterno, in caso di incidente anche lieve, il recupero di un ferito dalla grotta è sempre cosa molto difficile e pericolosa.

Tuttavia è sempre molto utile avere una certa dimestichezza con i movimenti dell'arrampicata; ad esempio nei traversi sulle rive di qualche laghetto, per superare piccole verticali senza dover utilizzare mezzi artificiali, dove l'unico rischio è solo quello di finire bagnati. Imparare i movimenti dell'arrampicata è praticamente impossibile

senza una assidua pratica, magari anche solo in ambiente esterno alla grotta, per cui risulta quasi inutile descriverne le tecniche ed i segreti.

Esistono però un paio di regole fondamentali che vale la pena citare: la più importante consiste nel cercare a tutti i costi di far gravare il proprio peso corporeo sulle gambe, alleggerendo le braccia, ed usando queste ultime solo per equilibrarsi e tenersi “collegati alla parete”.



La seconda è in stretta correlazione con la prima e consiste nello stare ben distaccati dalla parete, per intenderci, con una certa “aria” tra la pancia e la parete; questo permette anzitutto di far gravare quasi tutto il peso corporeo sulle gambe alleggerendo le braccia e poi di avere sempre una buona visibilità nella scelta degli appoggi e appigli. E’ da ricordare oltretutto che il miglior modo per garantire una buona tenuta delle suole sulla roccia viscida è proprio quello di imprimere su di esse il maggior peso possibile in maniera perpendicolare all’appoggio.

Il superamento di corsi d’acqua e laghetti interni avviene normalmente a mezzo di canottino; quando si sale su uno di essi è bene tenerlo saldamente accostato alla riva, disporsi in ginocchio per meglio equilibrare il peso, non portare mai sacchi sulle spalle, remare con le mani o sospingersi da una parete all’altra facendo attenzione a non lacerare il canotto su spuntoni taglienti. E’ buona norma sistemare i materiali, soprattutto il carburante, in appositi contenitori stagni.

Altro modo di superare laghi e corsi d’acqua è quello di andarci dentro, debitamente attrezzati di mute subacquee. Questo sistema è valido quando si è molto numerosi per evitare grosse perdite di tempo dovute all’utilizzo dei pochi canotti di cui normalmente si dispone. E’ sconsigliabile quando si prevedono lunghe permanenze; a meno che non ci si porti appresso del vestiario asciutto di ricambio. In conclusione del capitolo direi che lo studio e la messa in pratica di tutte le tecniche sopra descritte, ha senza dubbio una grande importanza per la formazione di uno speleologo, ma sicuramente non basta.... sintonizzarsi con l’ambiente sotterraneo; equilibrarsi con esso, ottenere un certo “feeling” con la roccia ed il buio che ci circondano, hanno un’importanza fondamentale per diventare degli speleologi e per scoprire il vero gusto dell’andare per grotte.

## 11. LA PROGRESSIONE VERTICALE IN GROTTA

A questo punto delle lezioni sapete cosa sono le grotte, come sono fatte, come ci si cammina dentro e quali sono le attrezzature necessarie per affrontarle in sicurezza. Dal punto di vista tecnico manca ancora qualcosa (esperienza a parte): talvolta nelle grotte accadono delle cose strane, quando meno ve lo aspettate - ZOT!! - il pavimento sparisce davanti a voi e va a cacciarsi molti metri più in basso... Dovete allora mettere mano alle pesantissime attrezzature che vi siete portati fin lì e dare inizio alla esplorazione o progressione verticale.

### 11.1. LA DISCESA

Il primo problema che vi si presenta è quello di reperire un ancoraggio al quale attaccare la corda (o, più raramente, la scaletta) con la quale vi dovrete calare nel “baratro”. Se la grotta è già stata esplorata si presume che vi siano sul posto degli ancoraggi adatti, presumibilmente sistemati da chi prima di voi è stato là dentro. L’ancoraggio può essere naturale o artificiale: nel primo caso si tratta di spuntoni, stalagmiti o clessidre (= fori passanti nella roccia), nel secondo caso si tratta di tasselli ad espansione tipo Spit-rock o Spit-fix (più raramente si utilizzano ancoraggi di tipo alpinistico come dadi, chiodi da roccia, ecc. sui quali è meglio non soffermarsi), a questi intermediari tra la nostra attrezzatura e la roccia andranno avvitate delle placchette o degli anelli nei quali, tramite un moschettone, sarà possibile ancorare la nostra corda.

Apriamo una brevissima parentesi sull’uso dei rock e dei fix: i primi sono dei semplici tasselli autoperforanti di provenienza industriale, che possono essere sistemati nella roccia più agevolmente se si possiede un pesantissimo e costoso trapano a batteria, altrimenti... battete! Per i fix è invece indispensabile possedere il trapano. Note più dettagliate sul metodo di infissione potrete chiederle agli istruttori, non è indispensabile conoscerne la procedura in un corso di primo livello dato che, alla fine, solo chi pratica sistematicamente esplorazione speleologica ha la reale necessità di infiggere nuovi spit. Sappiate, per ora, che uno spit-rock regge normalmente dai 2400Kg. ai 3150Kg. Per i meno scaltri aggiungo che due rock reggono 4800 Kg., che tre reggono 7200Kg., che quattro reggono 9600Kg., che cinque reggono .....

Adesso che avete fissato la corda agli ancoraggi (=armato) potete utilizzarla per calarvi giù.

L'avvicinamento al "baratro" deve avvenire in totale sicurezza; se esiste una remota possibilità che, perdendo l'equilibrio, si possa scivolare e finire di sotto, non esitiamo ad agganciare il moschettone della nostra longe lunga ad un qualsiasi collegamento con l'armo di testa (il primo attacco della corda, l'armo principale). Se per iniziare la discesa dobbiamo stare, anche solo per un attimo, appesi sul vuoto, sarà molto igienico starlo sulla longe corta, con l'accortezza di mettere anche quella lunga come doppia sicurezza. In alternativa alla longe lunga possiamo utilizzare la maniglia.

Nel vostro imbrago che vi fa tanto "albero di natale" avrete senz'altro un discensore ed un moschettone di rimando, se non li avete potete anche tornare a casa, se invece avete avuto la genialità di montarveli nel vostro fedele maillon, potete inserire la corda nel discensore (non vi ricordate come? Niente paura; sul lato del discensore rivolto verso di voi c'è uno schema di inserimento della corda come promemoria o come garanzia di sopravvivenza. Se non c'è... girate il discensore!). Facciamo molta attenzione a come mettiamo la corda nel discensore; la corda entra nella parte bassa, passa in mezzo alle pulegge ed esce nella parte alta! Molti sono i corsisti che sbagliano facendo questa operazione, o perché cercano di ricordare a memoria senza ragionare, o perché, non volendo usare la testa, non guardano neppure la figura riportata. La corda poi prosegue il suo giro entrando nel moschettone di rimando che, essendo senza ghiera, si richiude subito dopo l'inserimento della corda stessa. Un'ultima raccomandazione riguarda la posizione del P.L.G. che collega il discensore al maillon dell'imbrago; ricordiamoci sempre di controllare che la ghiera sia chiusa (come pure chiuso deve essere il maillon o delta dell'imbrago), non stretta, ma appena appoggiata, il tanto che la leva del moschettone non possa aprirsi; inoltre, mettiamolo in posizione tale che la ghiera, a discensore operativo, subendo eventuali vibrazioni abbia la tendenza a chiudersi e non ad aprirsi.

Ora siamo pronti per il "grande salto".

Ed allora non indugiamo oltre, diamo la nostra più totale fiducia agli attrezzi, buttiamoci verso il vuoto e, tenendo saldamente la corda a valle del rimando (eventualmente con tutte e due le mani), moduliamo la velocità e godiamoci la nostra discesa adrenalinica.

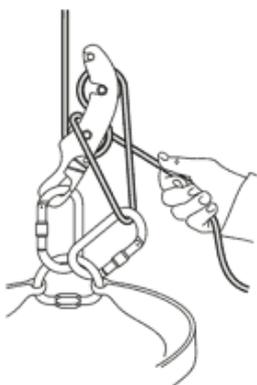
La discesa, sia sul vuoto che in parete non presenta delle particolari difficoltà, dobbiamo però fare la massima attenzione a mantenere una velocità tale che il discensore non si surriscaldi, perché altrimenti potrebbe danneggiare pericolosamente la calza della corda e quindi renderla inservibile (quindi niente discese tipo "missione

impossibile” o “agente speciale”); come pure stiamo attenti a tenere lontano dalla corda la fiamma del nostro acetilene.

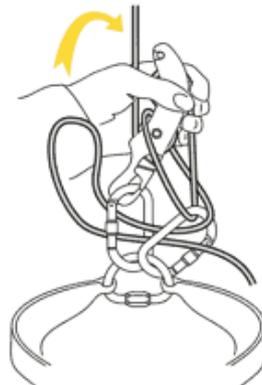
Ci si renderà presto conto del limite sostanziale del discensore, infatti con il solo uso delle mani possiamo rallentare la nostra progressione, ma ci sarà particolarmente difficile fermarla completamente. Per diversi motivi può essere necessario sostare in un determinato punto della verticale che stiamo percorrendo, ad esempio controllarci intorno, accendere l’acetilene che per pigrizia non abbiamo mantenuto efficiente, oppure togliere delle pietre pericolose.

Per ovviare a questo inconveniente si ricorre alla mezza chiave. Per realizzare una mezza chiave è sufficiente portare la corda che esce a valle del rimando ad incastrarsi nella “V” che la corda a monte del discensore, crea con il discensore stesso (naturalmente quest’ultimo deve essere sotto carico). L’attrito che si crea tra corda e corda è sufficiente a bloccare la corda e quindi ad arrestare la nostra discesa.

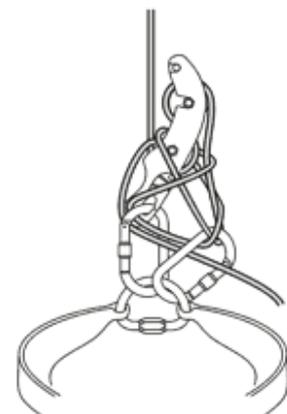
Questa tecnica va bene per una sosta momentanea, perché ci lascia libera solo una mano mentre l’altra deve tenere ben incastrata la corda nella “V” suddetta. Se abbiamo necessità di avere entrambi le mani libere allora dobbiamo eseguire la mezza chiave e completarla con una chiave completa. La chiave completa si realizza mettendo la corda, dopo che passa nella “V”, parallela ad i due moschettoni (il P.L.G. del discensore ed il rimando) che dovrebbero apparire verticali ed affiancati; con il pollice si spinge la corda dentro i moschettoni e l’asola così creata va messa intorno al discensore e stretta. Possiamo ora togliere tranquillamente entrambe le mani dalla corda perché da lì non ci sposta nessuno.



*mezza chiave*



*chiave completa*



Saper fare la chiave è indispensabile per poter eseguire la manovra del passaggio del frazionamento in discesa; e trovare delle discese in corda senza dei frazionamenti è cosa assai rara in speleologia.

Il frazionamento non è altro che un'ulteriore ancoraggio della corda alla parete della grotta; ma per noi, ora che ci stavamo prendendo gusto, è una gran seccatura. Passare un frazionamento in discesa resta comunque una manovra più facile a farsi che a spiegarla, comunque ci provo:

- ci avviciniamo al frazionamento fino ad una distanza tale da poter agganciare la longe corta;
- eseguiamo mezza chiave e chiave completa;
- agganciamo la longe corta
- Sciogliamo la chiave e la mezza chiave caricando il nostro peso sulla longe, scaricando contemporaneamente corda e discensore; ora siamo su tre attrezzi (longe corta, discensore e rimando);
- apriamo il discensore, togliamo la corda a monte del frazionamento senza toglierla dal rimando, ci mettiamo quella a valle e chiudiamo il discensore;
- togliamo la corda dal rimando e ci mettiamo quella a valle del frazionamento;
- tiriamo forte la corda che esce dal discensore in modo tale che lo stesso risulti il più vicino possibile al frazionamento;
- eseguiamo mezza chiave e chiave completa;
- togliamo la longe corta dal frazionamento e carichiamo il nostro peso sul discensore bloccato con la chiave;
- togliamo la chiave ed andiamo giù;

## 11.2. LA SALITA

Il superamento del dislivello vi si presenterà in salita: dovete allora individuare nel vostro incasinatissimo imbrago il bloccante ventrale o croll e la maniglia con tutti i suoi bravi cordini collegati. Aprendo il cricchetto del croll imprigionerete la corda al suo interno e, successivamente, farete lo stesso con la maniglia, disponendo in maniera ordinata la staffa (o pedale) ed il cordino che la assicura all'imbrago (longe di maniglia). L'operazione di risalita - un tantino più faticosa della discesa - richiede una buona coordinazione per evitare di spendere tutte le vostre energie nei primi cinque centimetri di corda. Tendete quindi la corda che va dal vostro croll all'armo tirandola verso il basso, fate lo stesso con la maniglia e iniziate a prendere la posizione seduta. Con il piede nella staffa di maniglia dovrete eseguire un movimento che assomiglia ad un tentativo di mettervi in piedi su di esso, se l'operazione vi sarà riuscita il croll sarà salito

di circa due palmi lungo la corda e vi impedirà di ridiscendere nella posizione iniziale. Una sequenza ritmica di questi movimenti vi farà riconquistare la luce del giorno. In realtà qualche piccola complicazione di aggiunge e questo macchinoso progredire: all'inizio della vostra risalita la corda vi si affeziona e non vorrà più lasciarvi, tanto che dovrete farvela trattenere da un compagno... ma questa è un'altra storia e la vivrete prestissimo.

Il passaggio del frazionamento in salita è molto più semplice di quello in discesa: durante il vostro fatica incontrerete un nodo dove, guardacaso, i bloccanti non riusciranno a scorrervi sopra. Ecco cosa dobbiamo fare:

- mettiamo la longe lunga per essere su tre attrezzi (longe lunga, maniglia e croll)
- ci issiamo per l'ennesima volta sulla staffa della maniglia e contemporaneamente apriamo il croll (contemporaneamente !!);
- togliamo dal croll la corda, ci mettiamo dentro quella a monte del frazionamento facendo attenzione che non ci siano attorcigliamenti e chiudiamo il cicchetto;
- stando sempre in equilibrio sulla staffa della maniglia, facciamo scorrere il più possibile la corda dentro il croll fino a sentirci sollevare;
- scendiamo dalla pedalina, sganciamo la maniglia e mettiamola nella corda sopra il croll;
- togliamo la longe lunga ed andiamo via;

### **11.3. PROBLEMATICHE**

Il problema più grosso che si presenta nel passaggio del frazionamento in discesa è quello di non avere dei buoni punti di appoggio per i piedi per scaricare del nostro peso la longe e poterla sganciare. Non è intelligente sprecare tutte le nostre energie intestardendoci a fare la manovra con l'uso esclusivo della forza. Impariamo ad usare la testa ed a sfruttare quello che abbiamo con noi; è sufficiente mettere la maniglia nella piccola porzione di corda che ci sarà tra nodo e discensore e salire sulla staffa. La staffa è perfettamente dimensionata per la nostra falcata e quindi è troppo lunga ?? Niente paura, la possiamo accorciare rapidamente e senza modificarla facendola passare nella "maniglia" della maniglia, una o più volte, ed ecco che, salendoci, la longe magicamente si affloscerà consentendoci di sganciare il moschettone che tanto abbiamo "insultato". OKKIO!!! prima di andare via ricordiamoci di sganciare la maniglia.

Degna di essere ricordata è la cosiddetta “trappola del frazionamento”; ci si cade quando, valutando male la distanza, si scende troppo in basso rispetto al frazionamento e, non riuscendo più ad agganciare la longe, si rimane inesorabilmente intrappolati nell’ansa. Anche in questo caso cerchiamo di essere ragionevoli e risparmiamo le energie per goderci la grotta; prima mettiamo mano ai bloccanti e prima ricominceremo la nostra discesa. **Non insistiamo ad uscirne con la forza**, è penoso per il nostro fisico e, soprattutto, è penoso per chi ci sta aspettando!

Nel passaggio del frazionamento in salita, alle volte, può essere necessario passare prima la maniglia del croll; queste occasioni sono comunque rare e quindi, per ora, impariamo bene la sequenza standard.

Sempre in salita, prestiamo la massima attenzione a lasciare tutto il frazionamento nella maniera corretta e cioè, il moschettone nel senso della sua massima resistenza, quindi verticale, ed il nodo pronto a ricevere il peso del nostro compagno di avventura che arriverà dopo di noi.

#### **11.4. IL PASSAGGIO DEL NODO**

Può capitare alle volte che la corda non sia sufficientemente lunga per arrivare alla base del pozzo che si sta discendendo; il problema viene risolto (da chi arma) giuntando un’ulteriore spezzone con un nodo particolare che, se si tratta di una discesa nel vuoto, ci costringerà ad eseguire una manovra alquanto bizzarra conosciuta genericamente con il nome di passaggio del nodo.

Il passaggio del nodo in salita si può ricondurre ad un semplice passaggio del frazionamento (sempre in salita si intende!), mentre in discesa le cose diventano piuttosto complicate. La sequenza della manovra è grossomodo questa:

- scendiamo fino ad andare ad appoggiarci con il nostro rimando sul nodo di giunzione
- mettiamo la maniglia sulla corda di fronte a noi
- saliamo sulla pedalina della maniglia e contemporaneamente agganciamo il croll
- togliamo la corda da rimando e discensore e mettiamo quella a valle del nodo di giunzione
- eseguiamo con molta attenzione il bloccaggio del discensore (mezza chiave e chiave)

- ora viene la parte più curiosa; dobbiamo fare una cosiddetta retromarcia sui bloccanti, cioè dobbiamo utilizzare i bloccanti per scendere, andando a scaricare il nostro peso alternativamente su maniglia e croll. Stando in piedi sulla pedalina teniamo il cricchetto del croll spinto verso il basso, senza aprirlo!, e ci lasciamo andare giù fin quasi a mettere in tensione la longe di maniglia; poi sganciamo la maniglia e l'avviciniamo. E' facile che questa operazione vada ripetuta più di una volta
- quando riteniamo di essere scesi abbastanza proviamo a metterci in carico sul discensore; se la manovra è andata a buon fine potremo togliere la maniglia ed andare via. Se invece non siamo stati accorti, ci troveremo appesi alla longe della maniglia impossibilitati a sganciarla. Dobbiamo allora salire ancora una volta sulla pedalina e fare un'ulteriore retromarcia.

Possiamo eventualmente mettere la longe lunga per eseguire tutta la manovra, ma, dal momento che stiamo sempre su due attrezzi, sarebbe superfluo.

Come detto prima il passaggio del nodo in salita è come un frazionamento:

- arriviamo con la maniglia al nodo (senza farla sbattere per evitare che si incastri)
- mettiamo la longe lunga nell'asola che troveremo di fronte a noi (perché chi arma sa che quando si giuntano due corde sul vuoto, bisogna lasciare un'asola). Ora siamo su tre attrezzi
- togliamo la maniglia e la agganciamo nella corda a monte del nodo
- saliamo sulla pedalina della maniglia e contemporaneamente sganciamo il croll e lo agganciamo alla corda superiore
- togliamo la longe ed andiamo via.

## **11.5. INVERSIONE DI MARCIA (CAMBIO ATTREZZI)**

Durante la progressione su corda può capitare che si renda necessario invertire il senso di marcia, per fare ciò bisogna passare dagli attrezzi di risalita a quelli di discesa o viceversa.

### Da discesa a risalita:

- eseguiamo la chiave standard sul discensore
- montiamo la maniglia sopra il discensore
- saliamo sulla pedalina e agganciamo il croll
- togliamo il moschettone di rinvio e smontiamo il discensore
- invertiamo la progressione risalendo

### Da risalita a discesa:

- montiamo il discensore e inseriamo la corda nel moschettone di rinvio
- eseguiamo la chiave standard
- apriamo il croll e ci caliamo fino a quando il discensore non entra in tiro
- stacciamo la maniglia, sciogliamo la chiave standard ed invertiamo la progressione discendendo.

### **11.6. DISCESA SUI BLOCCANTI**

Potrebbe capitare durante la progressione in salita, quindi con la corda inserita nei bloccanti, di dover ridiscendere per dei brevissimi tratti. In questi casi non dobbiamo mai sganciare la corda da essi, sarebbe molto pericoloso, ma far scorrere la corda alternativamente su di essi senza aprirli, per cui agiremo così:

- 1) Sollevarsi sulla staffa e scaricare il croll dal proprio peso
- 2) Con il dito indice premere sulla parte superiore del cricchetto del croll
- 3) Con l'aiuto di staffa e bloccante mobile (maniglia), calarsi delicatamente sul croll (sbloccato, non aperto!)
- 4) Spostare il peso sul croll
- 5) Spingere leggermente in alto la maniglia e con un dito sbloccare il cricchetto della maniglia analogamente a quanto fatto per il croll ed abbassarla
- 6) Ripetere le operazioni

N.B.: per abbassare i bloccanti, ASSOLUTAMENTE, non aprire il cricchetto, bensì agire sulla parte superiore di esso con una pressione delle dita



### **11.7. SUPERAMENTO DEL CORRIMANO**

Inserire ambedue le longes con le aperture dei moschettoni contrapposte.

Superare il frazionamento spostando una longe per volta.

## 11.8. SUPERAMENTO DI UNA DEVIAZIONE

Può capitare che la corda debba essere deviata per modificarne l'assetto e facilitare la progressione. In questo caso si usa un deviatore costituito da un moschettone agganciato ad un cordino o una fettuccia fissato alla parete.

Il passaggio dei deviatori è molto semplice e immediato;

In discesa:

- staccare il moschettone del deviatore in cui passa la corda,
- riagganciarlo al di sopra del discensore.

Se si devono usare entrambe le mani per spostare il deviatore, eseguire la chiave di bloccaggio del discensore.

Se il deviatore ha un grande angolo, agganciare la longe lunga ad esso non per sostenersi, ma per evitare che sfugga di mano.

In salita:

- staccare il moschettone del deviatore e riagganciarlo sulla corda sotto al croll
- (eventualmente salire un poco prima di riattaccarlo).

## 11.9. LA PROGRESSIONE IN SCALETTA



Non è un caso se ho lasciato per ultima la descrizione di una tecnica apparentemente basilare come la progressione in scaletta: si tratta di una tecnica facilissima da imparare e altrettanto facile da odiare. Inoltre è un attrezzo ormai superato, di scarso utilizzo, conveniente solo nelle grotte in cui una sola piccola verticale ci imporrebbe l'uso dell'attrezzatura da corda e, magari, vicino all'ingresso.

E' invece comunemente usata in cavità artificiali per discese fino a 10/20 mt.

La progressione in scaletta richiede sempre, comunque, che chi vi progredisce venga assicurato con una corda per prevenire eventuali cadute o incidenti. Per il resto è necessario tenere a mente solo tre piccoli accorgimenti per soffrire di meno:

- quando la scaletta si trova sul vuoto inserite i piedi nei gradini alternativamente di punta e di tacco (dal retro) ed abbracciate la scaletta afferrando i gradini sempre dal retro, così facendo eviterete di scaricare tutto il vostro peso sulle braccia per via di una certa posizione obliqua che vi trovereste presto a prendere;
- Il secondo accorgimento è, in discesa, quello di allontanare la scaletta dalla parete facendo perno sul ginocchio della gamba che già vi sta appoggiata, per facilitare il raggiungimento del gradino successivo con l'altro piede (mai un così semplice movimento fu più difficile da spiegare sulla carta);
- Infine il terzo accorgimento vi servirà per salvarvi le dita: sia durante la salita che durante la discesa sarà bene ruotare il gradino dopo averlo afferrato, tenendo così l'astina di alluminio (lo scalino appunto) perpendicolare alla roccia;

Quelle fin qui spiegate non sono certo tutte le tecniche di progressione esistenti e possibili, ma coprono senz'altro tutte le casistiche che incontrerete durante questo corso di primo livello. Altre vi verranno insegnate se necessarie ed altre ancora lo scoprirete andando in grotta.

## **12. LA RICERCA DELLE GROTTI**

L'attività di un gruppo speleologico si basa sia sullo studio de grotte già rilevate da altri speleologi, che possono presentare particolare motivo di interesse, sia sulla ricerca di nuove cavità mai esplorate, in territori già battuti o completamente vergini.

### **12.1. ANALISI GEOLOGICHE E RICERCA DI FONTI BIBLIOGRAFICHE E ORALI**

Nel caso di ricerca di nuove zone è necessaria. Prima di tutto, la consultazione di cartine geologiche, mediante le quali è possibile rintracciare gli affioramenti calcarei e calcareo-dolomitici della regione, quelli cioè che interessano maggiormente lo speleologo per la loro possibilità di avere carsismo di profondità.

Identificata così la zona interessante si passa alla ricerca bibliografica di studi geologici ivi eseguiti od in territori limitrofi, che possano informare sulle caratteristiche del calcare (fessurazione, permeabilità, porosità, inclinazione degli strati, ecc.) per dare una sommaria ma pur importante idea del potenziale speleogenetico della zona prescelta. Si esegue altresì una ricerca di pubblicazioni ed articoli, anche vecchi, riguardanti la zona e raccolti dalle biblioteche comunali.

In caso si tratti poi di una zona oggetto di precedenti studi è molto importante la consultazione degli archivi dei gruppi grotte che hanno eseguito questi studi, in modo da avere così la mappa dei fenomeni carsici già studiati.

Altre importanti fonti sono quelle orali, ricavate dia tramite racconti, legati alle tradizioni locali, in cui si possono trovare degli spunti tratti dalla realtà del luogo, sia tramite informazioni dirette sulla ubicazione de grotte date da gente del luogo, in special modo pastori, dotati di una conoscenza quasi assoluta dei loro territori.

### **12.2. RICERCA SUL TERRENO**

Svolto questo importante lavoro preliminare, si passa alla vera ricerca delle cavità segnalate o ignote. Molto utile in questa fase risulta la guida di qualche pastore, in mancanza del quale è necessario eseguire una battuta di ricognizione sistematica che potrà dare risultati più o meno positivi a seconda del numero delle persone che partecipano.

Nella ricerca sul terreno bisogna anche tenere conto del fatto che l'attenzione dell'esploratore viene facilmente attirata da buchi in parete che spesso sono di origine eolica, poco profondi. Per razionalizzare ancora meglio la ricerca sistematica del terreno ed il rinvenimento di cavità, sarebbe opportuna la suddivisione della zona in quadranti, siglati con lettere; le cavità invece saranno siglate con numerazione progressiva.

A questo punto si ricorda l'importanza che rivestono le cartine topografiche, da consultare sia a tavolino, sia sul terreno.

### **12.3. EQUIPAGGIAMENTO**

Durante una battuta, l'equipaggiamento dovrà essere completo ma leggero, con tutto l'indispensabile per gli scopi che ci si è prefissati. L'abbigliamento dovrà essere costituito da vestiario scelto a seconda delle condizioni meteorologiche. Per esplorazioni in zone a fitta vegetazione usare vestiti in tela robusta. Inoltre è bene portare nello zaino una tuta in P.V.C., meglio se spezzata, da usare in rapide escursioni delle grotte trovate ed eventualmente in caso di pioggia.

L'attrezzatura indispensabile è costituita da un casco con luce elettrica (si risparmia così il peso della bombola), una cintura di sicurezza e due moschettoni, il giusto necessario per dare un'occhiata veloce alle cavità; inoltre qualche speleologo dovrà essere provvisto di attrezzatura leggera da corda.

Per l'attrezzatura di gruppo è necessario, prima di cominciare la ricerca, mettersi d'accordo su quale profondità limite si voglia raggiungere, generalmente una quarantina di metri. A tale proposito si porteranno appresso venti metri di corda (meglio se da nove millimetri), qualche cordino e attrezzatura d'armo.

La prima discesa si effettua con le scale che consentono di eliminare i frazionamenti; oltre i venti metri si procede ad un armo speditivo, usando, finché è possibile, deviazioni al posto dei frazionamenti. In ogni caso è molto importante ricordarsi di portare la cartina topografica della zona, la bussola, il doppio decametro, taccuino e matita per effettuare sia i rilevamenti geografici delle cavità, sia per eseguire il rilievo di eventuali piccole cavità trovate in zone lontane.

Si ricorda di non segnare l'ingresso con vernice o altri segni deturpanti.

Meglio dotarsi di un ricevitore GPS per rilevare le coordinate geografiche.

## **13. IL RILIEVO DELLE GROTTA**

E' compito della topografia rappresentare sulla carta, a mezzo di segni convenzionali, linee e colori, una determinata porzione della superficie terrestre, tale disciplina è ovviamente estendibile nell'ambito della speleologia, per il rilievo delle caverne ed il tracciamento delle stesse su carta.

L'esistenza di un rilievo dettagliato durante l'organizzazione di un'escursione speleologica, oltre a facilitare l'individuazione dell'ingresso della grotta stessa, permette una valutazione a priori delle difficoltà che in tale escursione si possono incontrare, nonché della attrezzatura necessaria.

Per le operazioni in grotta è praticamente impossibile utilizzare tutti quegli strumenti, sia ottici che elettronici, che caratterizzano le stesse operazioni in superficie e ciò a discapito della precisione.

### **13.1. STRUMENTI DA RILIEVO IN GROTTA**

Come si vedrà in seguito, per la realizzazione di un rilievo è necessario poter valutare oltre che delle distanze anche degli angoli di direzione.

Per misura di una direzione si intende la valutazione dell'angolo formato da un segmento di retta, che unisce idealmente due punti prefissati (capisaldi) e una retta di riferimento che usualmente è rappresentata dai meridiani.

Ciascuna misura richiede l'uso di appositi strumenti topografici che nel caso della speleologia devono presentare, quali requisiti essenziali, la robustezza e la facile lettura, anche nelle posizioni poco ortodosse che spesso durante le operazioni è necessario assumere.

### **13.2. MISURA DELLA DIREZIONE**

Lo strumento fondamentale per compiere tale misurazione è la bussola, o declinatore magnetico (mentre in superficie tale strumento è utile solo al fine dell'orientamento). Nota sin dai tempi remoti, essa è costruita essenzialmente da un ago magnetico libero di ruotare su di un piano orizzontale che per effetto del campo magnetico terrestre si dispone tangenzialmente alle linee di flusso.



Tralasciando ogni considerazione di limitiamo ad affermare che i poli magnetici del geoide si discostano notevolmente dai poli geografici; è questo causa di una discordanza tra la direzione delle linee di flusso del campo magnetico terrestre e i meridiani.

L'angolo formato dalle direzioni, geografica e magnetica, prende il nome di declinazione magnetica e viene individuata dall'I.G.M. in funzione del tempo e del punto in cui si eseguono le misurazioni. Tale deviazione non è dunque costante lungo lo stesso meridiano ma è soggetta a notevoli variazioni a causa delle perturbazioni magnetiche locali.

Il tipo di bussola maggiormente utilizzato, anche in speleologia, è il cosiddetto "compass", il quale si differenzia dalla bussola tradizionale per il fatto che in luogo dell'ago magnetico vi è un disco graduato magnetizzato. Tale accorgimento facilita notevolmente le operazioni di lettura evitando noiosi calcoli. Il mezzo magnetico della bussola, sia esso un disco o un ago è immerso generalmente in un liquido che può essere una miscela di alcoli o glicerina o comunque un liquido che non congela facilmente, questo esclusivamente al fine di smorzare le oscillazioni dell'indice durante i movimenti dello strumento.

L'unità di misura delle direzioni è il grado sessagesimale ( $1/360$  dell'angolo giro), anche se si fa più frequente in topografia l'uso del grado centesimale ( $1/400$  dell'angolo giro).

Il modello di bussola che attualmente viene utilizzato per gran parte dei rilievi speleologici è la Suunto, molto robusta e sufficientemente precisa, presenta la singolarità di poter eseguire la collimazione con entrambi gli occhi aperti, prerogativa utilissima negli ambienti scarsamente illuminati. Da precisare a proposito di quest'ultimo punto, che per un corretto funzionamento il quadrante della bussola deve essere il più possibile vicino alla posizione orizzontale. Un'ultima precisazione sull'uso della bussola riguarda il fatto che la vicinanza di tale strumento a materiali

ferromagnetici quali moschettoni in acciaio e soprattutto l'impianto illuminante del casco, causa una deviazione anche rilevante con conseguente errore nella lettura.

### **13.3. MISURA DELLA PENDENZA**

Si utilizza a tale scopo un dispositivo che sfrutti la legge di gravità; questo può essere un qualsiasi goniometro munito di filo a piombo o qualche altro strumento che ne ricalchi il funzionamento. Lo strumento più diffuso è il clinometro, costituito da un disco graduato con angoli sessagesimali, obbligato dalla gravità in una posizione fissa rispetto al centro della terra (zero gradi). Lo strumento indicherà quindi angoli negativi (es. -15) se utilizzato in discesa e viceversa (es. +15) in salita.



*clinometro*

### **13.4. MISURA DELLE DISTANZE**

A tale scopo si usa una rotella metrica costituita da una fettuccia graduata, generalmente un doppio decametro. Tale strumento è dotato di una manovella che facilita il riavvolgimento del nastro.

Nella maggior parte dei casi vengono utilizzati i tre strumenti sopra descritti. Vi è tuttavia da porre in rilievo l'esistenza di alternative, tra le quali vanno diffondendosi anche per rilievo speleologici i distanziometri a raggio laser, utili alla misurazione delle distanze con grande precisione (N.d.A.: il primo rilievo in Italia con uno strumento tecnologicamente avanzato è stato effettuato nel 1980 dal G.S.A.G.S. nella grotta di S. Giovanni a Domusnovas utilizzando un teodolite a raggi infrarossi).

Il topofilo, un tempo molto comune, è essenzialmente un misuratore di distanze costituito da una bobina di filo a perdere (in genere filo da cucire) che, teso tra i due

capisaldi di rilievo, costituisce la materializzazione della poligonale lungo la grotta. Il filo viene steso con una moderata tensione e nel suo scorrere trascina una rotella di diametro noto, solidale con un contagiri o con un contachilometri. Per eseguire un buon rilievo, oltre all'utilizzo di detti strumenti, occorre tenerne conto di altri, meno specifici ma altrettanto importanti, quali un quaderno per riportare i dati rilevati e tracciare uno schizzo dell'andamento della grotta. Tutto il materiale da rilievo, durante gli spostamenti, è bene che venga disposto in una sacca robusta ed impermeabile (PVC) al fine di evitare rotture ed ulteriori imbrattamenti con il fango.



*disto Laser*



*rotella metrica*

### **13.5. OPERAZIONI DI RILIEVO**

Le operazioni necessarie per poter tracciare lo sviluppo di una grotta sono di due tipi: rilevamento e restituzione.

La prima operazione viene eseguita interamente in grotta e consta nell'eseguire tutte quelle misurazioni affiancate da una serie di schizzi utili per poter tradurre in veste grafica il rilievo, appunto la restituzione.

La rappresentazione di una cavità avviene in genere, con la stesura della pianta, che è il suo sviluppo proiettato su di un piano orizzontale, e con una o più sezioni che sono invece proiezioni su un piano verticale.

La pianta, essendo una planimetria, da un'immagine appiattita della grotta; è necessario quindi affiancarle un riscontro altimetrico ed una sezione. I due disegni vanno comunque letti contemporaneamente, onde avere una immagine che tenga conto sia dello sviluppo orizzontale che di quello verticale della grotta.

Incominciamo ora ad analizzare la prime e forse la più importante delle due principali operazioni: il rilievo. Una volta giunti sulla cavità da rilevare, bisognerà determinare le coordinate geografiche dell'ingresso. Per potere ottenere tali dati, seppure in maniera approssimata, sono necessari: la bussola, un quaderno per trascrivere i dati ed una carta topografica della zona in cui ci troviamo. Spaziando con lo sguardo dall'ingresso della cavità, dobbiamo essere in grado di determinare almeno due punti noti, facilmente leggibili sulla carta topografica. Individuati questi due punti, leggiamo con la bussola i relativi azimut magnetici (in genere i punti sono cime di monti, colline, campanili ecc. riportati sulle carte I.G.M. 1:25000); ripetiamo queste letture più volte e di queste prendiamo i valori più attendibili. Ottenuti questi dati passiamo ora ad eseguire alcune operazioni sulla carta, nel senso che, facendo punto su entrambe le stazioni prescelte, tracciamo, a partire da queste, due linee aventi la stessa inclinazione rilevata con due letture azimutali. Tali linee si intersecheranno in un punto che, salvo errori causati sia da eventuali imprecisioni degli strumenti sia da errori sistematici intrinseci alle operazioni suddette, ci fornirà sulla carta il punto rappresentativo dell'ingresso della cavità. Se in luogo di due soli punti, fossimo stati in grado di identificarne tre, tale operazione sarebbe stata più precisa.

Eseguendo ramo per ramo detta operazione, partendo da tre stazioni note, otterremo che i tre segmenti difficilmente convergeranno in un unico punto, ma daranno luogo ad un triangolo, nel cui interno si ha la massima probabilità di trovare il punto di ingresso della cavità.

La superficie di tale triangolo sarà ovviamente direttamente legata all'errore commesso nella valutazione delle coordinate del nostro punto. Individuatolo sulla carta, cerchiamo ora di stabilirne le coordinate geografiche che sono necessarie per poter individuare un qualsiasi punto sulla superficie terrestre in maniera univoca. Esse sono espresse in gradi sessagesimali e prendono il nome di Latitudine e Longitudine.

La latitudine di un punto qualsiasi della superficie terrestre è l'angolo che forma una retta passante per esso e per il centro del geoide con il piano equatoriale. Tale parametro assumerà dunque valori varianti tra  $0^\circ$  e  $90^\circ$  per l'emisfero boreale (il nostro) e tra  $0^\circ$  e  $-90^\circ$  per l'emisfero australe. La linea dei punti aventi uguale latitudine prende il nome di Parallelo.

La longitudine di un punto è invece l'angolo formato da piano passante per l'asse di rotazione della Terra ed il punto stesso e un piano passante per l'asse di rotazione della terra e per un punto preso sulla superficie terrestre preso come riferimento. Tale punto

per la cartografia internazionale è Greenwich, mentre per la cartografia italiana (I.G.M.) è Monte Mario (Roma). La longitudine si esprime con il valore dell'angolo seguito dall'orientamento prescelto Ovest o Est. La linea dei punti aventi uguale longitudine prende il nome di Meridiano.

Passiamo ora alla descrizione del rilievo in grotta con le operazioni utili a tal fine.

Il metodo utilizzato è quello che si basa sul tracciamento di una poligonale aperta che segue il profilo della grotta. La poligonale altro non è che un susseguirsi di segmenti orientati zenitalmente e azimutalmente. Supponiamo di trovarci nell'interno della cavità; dobbiamo quindi scegliere il primo punto (stazione) da prendere come riferimento per le letture da effettuarsi. Tale punto sarà anche l'estremo iniziale della poligonale e dunque verrà scelto in modo da facilitare al massimo le operazioni di lettura oltre che la chiarezza del rilievo. A partire da questo punto, eventualmente fissato sulla parete della grotta tramite un segno colorato, collimiamo con la bussola un secondo punto scelto con i criteri del precedente, ove sarà presente un'altro operatore; leggiamo l'angolo di direzione, dopodiché valutiamo l'inclinazione esistente tra i due punti con l'uso del clinometro, sempre facendo stazione sul primo. Infine con la metrella si valuta la distanza che separa i due punti di rilievo. Naturalmente di ogni punto scelto come stazione dovrà essere nota la posizione rispetto alla sezione trasversale della grotta, e dunque la distanza dal pavimento e dalle pareti laterali. Tutti questi valori andranno debitamente trascritti su una tabella. Nello stesso quaderno in cui si trascrivono i dati si tracciano gli schizzi riguardanti la pianta e la sezione della cavità, oltre che la sezione trasversale dei punti caratteristici. Sono talvolta utili delle stazioni ausiliarie, che si distaccano dalla poligonale, per evidenziare e localizzare con maggiore precisione eventuali diramazioni, affluenti ipogei, pozzi ecc. presenti nel condotto principale. Così facendo si fissa un insieme di punti da rilievo lungo l'intero sviluppo della grotta, rimarcandoli possibilmente con dei numeri in sequenza, estendendo la poligonale dall'ingresso al punto finale della grotta. Il disegno in pianta e la sezione che esegue un operatore durante la lettura sarà ovviamente approssimativo per ciò che concerne le dimensioni geometriche, ma dovrà essere particolareggiato quanto più possibile in maniera da rendere il rilievo finale più fedele possibile alla realtà. Per questo si rende necessaria tutta una serie di simboli grafici che rappresentino le caratteristiche morfologiche della cavità, quali la presenza di fiumi, laghi, concrezioni, pozzi, blocchi di frana ecc.

La presenza più o meno numerosa di sezioni trasversali dipende dalla frequenza con cui muta la sagoma degli ambienti.

### **13.6. LA RESTITUZIONE**

Passiamo ora alla fase di restituzione, tracciando su un foglio di carta i profili della cavità rilevata.

Per fare ciò è bene scegliere una scala di riduzione che meglio si adatti alle dimensioni reali della grotta; in genere si parte da 1:200 per giungere ad 1:10000 per grosse estensioni. Scelta la scala si comincia a tracciare la pianta, ridisegnando la poligonale proiettata sul piano orizzontale. Le operazioni di proiezione si eseguono mediante semplici calcoli trigonometrici. Tracciata la poligonale in pianta, si passa con l'ausilio degli schizzi eseguiti in grotta e con le misure intermedie valutate anche solo approssimativamente dal rilevatore alla costruzione del profilo della grotta attorno allo sviluppo della poligonale. Proiettando in sezione la poligonale si eseguono le stesse operazioni. Nel foglio di "bella" del rilievo non mancheranno le coordinate geografiche dell'ingresso, con la quota sul livello del mare, i dati catastali regionali o nazionali, l'orientamento della pianta e la misura della scala prescelta.

## 14. NOZIONI DI PRONTO SOCCORSO E CENNI SUL CNSAS-SASS.

Se questi ultimi decenni hanno visto con grande entusiasmo il crescere fervido di una intensa attività speleologica ed escursionistica, statisticamente sono andati incrementando anche gli incidenti in grotta e all'esterno.

L'incidente purtroppo va di pari passo con l'intensità esplorativa delle associazioni e non potendo tale fattore negativo essere eliminato possiamo certamente mantenerlo basso, limitandone le conseguenze.

Balza così agli occhi l'importanza di una profonda e capillare educazione preventiva e di una basilare conoscenza sei principi primari di pronto soccorso.

Allo scopo di affrontare i problemi tecnici di pronto soccorso e recupero di un ferito è nata da oramai trent'anni la Sezione Speleologica del C.N.S.A.S. Corpo Nazionale di Soccorso Alpino e Speleologico (S.A.S.S. - Soccorso Alpino e Speleologico della Sardegna).



Tale organismo, formato da volontari delle varie associazioni che seguono uno specifico iter formativo, è strutturato in otto gruppi distribuiti equamente sul territorio nazionale, ognuno dei quali è diviso in squadre, veri organi di azione in caso di incidente.

Nella nostra isola è in attività la 29° Delegazione Alpina dislocata su 3 stazioni (Cagliari, Nuoro, Sassari) e l'8° Zona Speleologica dislocata su 4 stazioni (Cagliari, Nuoro, Sulcis-Iglesiente, Sassari).

Ogni squadra ha al suo interno almeno un medico, l'unico effettivamente indicato per prestare le prime importanti cure in caso di incidente. Ciò non toglie tuttavia che un primo semplice intervento può essere portato dagli stessi compagni dell'infortunato, che prima di tutto devono saper capire se possono intervenire e, in tal caso, come comportarsi e quali sono i reali limiti del loro aiuto che, se pur generoso, potrebbe trasformarsi in un pericolo per il ferito.

Dai rilievi statistici riportati dai vari gruppi del C.N.S.A.S., si possono intravedere i principi fondamentali su cui basarsi in queste situazioni: un intervento di rianimazione sul luogo in caso in cui sia possibile agire senza particolari attrezzature; è di primaria importanza avere con se il materiale per il tamponamento delle eventuali emorragie; lo shock traumatico è un evento che richiede la massiccia somministrazione di particolari farmaci da parte del medico;

In caso di trauma grave è pertanto necessario cercare di prevenire tale situazione tenendo l'infortunato al caldo, in posizione corretta, combattendo il dolore con degli antidolorifici.

Altro punto dolente è la possibilità o meno del recupero del ferito da parte dei propri compagni in alternativa alla chiamata della più vicina squadra di soccorso.

A tale proposito sono stati schematizzati alcuni casi in cui i compagni **devono assolutamente evitare il recupero del ferito:**

- ferito incosciente o semicosciente;
- presenza o sospetto di frattura al cranio, colonna vertebrale, bacino.
- sospetto di emorragia interna o ad organi interni;
- presenza di emorragia esterna grave anche se tamponata
- shock traumatico in atto o incipiente
- fratture o ferite gravi.

Nel caso poi di incidente in grotta è necessario valutare obiettivamente le difficoltà che la stessa presenta, le capacità tecniche e la resistenza individuale degli speleologi ed infine il materiale a disposizione.

In conclusione di questa breve premessa si può dire:

- o bisogna evitare, nei limiti del possibile, che si creino le condizioni atte a provocare un incidente;
- o in caso di incidente bisogna valutare con obiettività e freddezza le possibili soluzioni evitando di intraprendere autonomamente azioni che potrebbero peggiorare la situazione;
- o chi pratica l'attività speleologica deve essere a conoscenza delle tecniche di esplorazione e dei fondamenti di pronto soccorso;
- o non bisogna vergognarsi di mostrare i propri limiti e di chiamare le squadre di soccorso allertando il servizio 118 per l'Emergenza Sanitaria o direttamente un componente del Corpo di Soccorso Alpino e Speleologico;
- o E' necessario fornire quante più informazioni sul luogo dell'incidente, la dinamica, le caratteristiche della grotta (distanza e profondità dall'ingresso);
- o E' indispensabile che chi lancia l'allarme non abbandoni la posizione in modo da rimanere sempre raggiungibile dalle squadre di soccorso per fornire ulteriori dettagli indispensabili all'organizzazione del recupero.

Nelle pagine che seguono verranno evitate le più o meno complicate classificazioni di tipo traumatologico, di poca importanza per il profano, mentre saranno esposti in modo elementare i principali accidenti traumatici che possono accadere in grotta ed in escursionismo (fratture, distorsioni, lussazioni, ferite, emorragie) e la conseguenza più grave di importanti traumatismi, lo shock. A parte verranno trattati la sincope e l'arresto cardiaco con esposizione delle classiche manovre di rianimazione.

#### **14.1. LE FRATTURE**

Le fratture sono interruzioni della continuità dell'osso che possono essere complete od incomplete.

A causa della vicinanza di numerose strutture "molli" (muscoli, vasi e nervi), queste possono presentare un interessamento più o meno marcato. Inoltre i monconi dell'osso fratturato, facendosi strada attraverso i tessuti possono lacerarli e arrivare all'esterno (frattura esposta).

Nel caso di frattura alle costole, che costituiscono la gabbia toracica, bisogna anche considerare la possibilità di lesioni di organi nobili come i polmoni, il mediastino, il cuore ecc. ecc. Altra possibilità di lesioni interne si può avere nelle fratture del bacino che accoglie visceri importanti come l'intestino, la vescica e l'utero.

Non dobbiamo poi dimenticare i traumi cranici, a volte associati a grave interessamento cerebrale, che a seconda del danno possono avere una evoluzione fatale.

In ultimo sono da ricordare le fratture della colonna vertebrale, una struttura ossea molto importante poiché contiene il midollo spinale del sistema nervoso centrale.

I traumi della colonna sono situazioni molto gravi che possono portare a esiti invalidanti, alle volte con conseguenze letali.

Molte di queste situazioni, per la loro gravità, non sono alla portata del profano (es. traumi cranici, lesioni di organi interni, fratture della colonna); vi possono però essere delle situazioni in cui è sempre utile un minimo contributo, come per esempio nelle fratture degli arti. Quali sono i sintomi ed i segni di frattura?

- dolore in corrispondenza della presumibile sede di fratture;
- gonfiore più o meno evidente;
- impossibilità di compiere movimenti;

- movimenti passivi abnormi e posizioni anomale della parte interessata dalla frattura;
- shock traumatico (vedi oltre), aggravato da una copiosa emorragia o da lesioni del sistema nervoso;

Come intervenire?

- La prima cosa da fare è capire cosa è successo, poiché non sempre ci si rende conto che un individuo è fratturato;
- E' fondamentale tenere presente che non bisogna mai trasportare un fratturato senza prima averlo immobilizzato;
- E' necessario operare con calma e senza movimenti bruschi, evitando oscillazioni sul punto di frattura;

All'atto di soccorrere un incidentato, bisogna tenere conto di un'eventuale frattura e del fatto che questa anche se esposta, potrebbe essere nascosta dai vestiti. E' necessario così procedere ad una palpazione superficiale lungo tutto il corpo (soprattutto gli arti) per evidenziare eventuali grosse deformazioni; un valido aiuto potrà venire dallo stesso incidentato che indicherà la sede della frattura. Se è stata localizzata agli arti superiori o inferiori è allora possibile e necessario immobilizzarla; perché una immobilizzazione sia efficace dovrà essere utilizzata una stecca (o qualcosa di simile) più lunga dell'osso interessato, che vada oltre le due articolazioni che lo comprendono.

Possiamo eventualmente unire l'arto fratturato e quello controlaterale tramite cinghie poste a metà coscia, a metà gamba o sulle caviglie. Si provvederà così al trasporto, cercando di sollevare la persona e cercando di non fare pressione sull'arto interessato.

Nel caso invece di fratture delle costole, se è interessato metà torace è necessario trasportare la persona in posizione sdraiata ed adagiata sulla parte fratturata, interponendo tra il torace e il piano di trasporto qualcosa di morbido. Nel caso di frattura in ambedue i lati il trasporto sarà fatto in posizione semiseduta.

Nel caso di frattura della colonna vertebrale è necessario immobilizzare la persona completamente, stabilizzandola nel miglior modo possibile. Gli arti inferiori andranno legati tra loro, mentre gli arti superiori andranno uniti al tronco, eventualmente legando i polsi l'uno con l'altro. Per il trasporto sarebbe necessario l'uso di una barella americana, ma in sua mancanza si può utilizzare una barella tradizionale ed in casi

estremi un qualsiasi piano rigido. In quest'ultimo caso sarà necessario sollevare il traumatizzato eseguendo la manovra in tre o meglio quattro persone.

E' necessario sollevare la persona parallelamente al suolo, senza movimenti di flessione, di estensione o di lateralità, come fosse un corpo rigido.

Per quanto riguarda i traumi cranici in effetti c'è poco da fare. Nel caso fossero presenti una otorragia o una rinorragia (perdita di sangue rispettivamente dall'orecchio e dal naso) è importante non tamponare, lasciando invece defluire il sangue. Nel caso che il traumatizzato dovesse vomitare e fosse impossibilitato a muoversi è estremamente importante metterlo su di un fianco per far defluire il vomito, evitando così un eventuale soffocamento.

## **14.2. DISTORSIONI**

La distorsione è una perdita temporanea dei normali rapporti tra due capi articolari con conseguente lesione di vari componenti dell'articolazione (guaina, legamenti, tendini). Il dolore è intenso e generalmente si accompagna a notevole edema dell'articolazione.

Come intervenire?

- E' necessario immobilizzare l'articolazione interessata, utilizzando le stesse tecniche viste nelle fratture.

## **14.3. LUSSAZIONI**

Per lussazioni si intende la perdita permanente dei normali rapporti tra i capi articolari. Sintomi cardini sono il dolore generalmente intenso e la deformazione dell'articolazione interessata.

La più frequente lussazione è quella a carico della spalla.

Come intervenire?

- Nel caso di lussazione è necessario eseguire la riduzione, cioè la normalizzazione tra i capi articolari, manovra che deve essere eseguita solo da mani esperte, pena la possibilità di procurare lesioni a vasi e nervi, se attuata in maniera errata.

#### **14.4. FERITE**

Per ferite si intende una soluzione di continuo della cute, delle mucose o di altri organi. Quelle che interessano il profano nono più frequentemente quelle cutanee, che possono variare per forma, profondità e per sanguinamento.

Come intervenire?

- le mani dell'operatore vanno ben disinfettate e se possibile vanno usati guanti sterili;
- la ferita va preferibilmente pulita con acqua corrente e sapone, utilizzando delle garze e mai cotone, in questo modo si smuoverà terriccio, polvere o altro materiale;
- si fa sanguinare;
- si disinfetta con acqua ossigenata e mai con alcool, si possono utilizzare anche i sali di ammonio quaternario;
- se la ferita sanguina ancora si procede come verrà descritto a proposito delle emorragie;

#### **14.5. EMORRAGIE**

Per emorragia si intende la fuoriuscita di sangue dai vasi. La possiamo distinguere in:

- interna, quando la perdita di sangue, originata all'interno dell'organismo, non è visibile all'osservazione diretta (tipica è la rottura di milza in caso di trauma addominale);
- esterna, quando il sangue fluisce attraverso una soluzione di continuo della superficie cutanea;
- esteriorizzata, quando pur essendosi originata all'interno dell'organismo, la perdita ematica da segno di se attraverso i vari orifizi del corpo (ematemesi - dalla bocca, rinorragia - dal naso, otorragia - dall'orecchio, enterorragia - dall'ano, metrorragia - dalla vagina).

### 14.5.1 SEGNI E SINTOMI

Se l'emorragia è molto lieve, in seguito per esempio ad una ferita cutanea di modeste dimensioni, oltre alla fuoriuscita di sangue non c'è altro di caratteristico. Nel caso di emorragie più copiose, specialmente se difficili da evidenziare (rottura di organi interni) si potranno manifestare:

- cute pallida, fredda, umida;
- polso debole e frequente che può raggiungere anche i 140/min.;
- respirazione alterata, senso di fame di aria e sete;
- conseguenze cerebrali di vista offuscata, stordimento, ronzii e fischi agli orecchi, pupille dilatate, confusione mentale, perdita di coscienza.

Un soggetto adulto normale può tollerare senza conseguenze una perdita del 20% di sangue (circa 1 litro in un soggetto di 70Kg. di peso).

Come intervenire?

Nel caso di emorragie piuttosto gravi dovrà essere utilizzato un laccio emostatico, o qualcosa di simile, che verrà posto sempre a monte della sede di emorragia (a valle solo se si è assolutamente sicuri di una emorragia solo venosa); tra laccio e cute è meglio interporre un pezzo di stoffa. Il laccio deve essere allentato ogni 10 minuti e non deve essere lasciato nello stesso arto più di 20-30 minuti. Questo sistema ha però dei limiti legati al fatto che il laccio può procurare traumi a muscoli e nervi e rende a bloccare più il flusso venoso che quello arterioso. In alcuni casi è opportuno bloccare l'emorragia mediante la compressione lungo il decorso dell'arteria interessata.

In alternativa al laccio emostatico e in tutti i casi di emorragia da ferita di modeste dimensioni, si può procedere ad una compressione diretta (tamponamento) con garza o al limite con degli stracci tenuti insieme da bende.

### 14.6. IPOTERMIA

E' la condizione più grave, potenzialmente fatale, dovuta ad un abbassamento della temperatura interna al di sotto di 35 °C.

Sintomi: variano e sono in rapporto alla temperatura interna;

- brividi (che scompaiono al di sotto di 33 °C);

- confusione mentale;
- andatura incerta;
- tendenza ad addormentarsi;
- difficoltà a muoversi e a parlare;
- dilatazione delle pupille;
- coma;
- arresto cardiorespiratorio;

Come intervenire?

occorre alzare la temperatura corporea, mediante indumenti asciutti, coperte e teli termici; isolare il paziente dal terreno;

Riscaldare la persona. Se necessario, utilizzare il proprio corpo come fonte di calore.

Se è in arresto cardiaco procedere alle manovre di rianimazione cardiopolmonare

## **14.7. SHOCK**

E' la risultante finale di numerosi e gravi eventi patologici, molti dei quali conseguenti ed accidenti di natura traumatica. Dal punto di vista fisiopatologico lo shock è in effetti un quadro di insufficienza cardiocircolatoria acuta, determinato da uno squilibrio tra la quantità di sangue in circolo e la capacità dei vasi (arterie e vene).

Le cause dello shock sono molteplici:

- emorragie;
- disidratazione grave;
- ustioni;
- traumi;
- fratture;
- forti emozioni;
- dolori violenti;
- malattie infettive;
- gravi patologie cardiache come ad esempio l'infarto miocardico.

I segni ed i sintomi dello shock sono:

- sintomi della causa scatenante;
- diminuzione della pressione arteriosa;
- aumento della frequenza cardiaca (polso arterioso frequente);
- cute pallida, sudata e fredda;
- aumento della frequenza degli atti del respiro e diminuzione della loro profondità, soprattutto inizialmente;
- eventuale dilatazione pupillare;
- diminuzione della diuresi (quantità di urine) fino all'anuria; irrequietezza o, viceversa, apatia, sopore, perdita di coscienza, coma.

Come comportarsi?

Esaminando le varie cause di shock è possibile notare come molte siano legate a situazioni di natura traumatica.

Di conseguenza, quando si è di fronte a un traumatizzato più o meno grave, specialmente se è presente emorragia cospicua, è sempre meglio considerarlo come potenziale candidato allo shock traumatico. Sarà necessario preoccuparsi di tenere il ferito al caldo ed in ambiente confortevole, preferibilmente con gli arti sollevati per favorire l'afflusso del sangue verso il cuore e il cervello.

## **14.8. SINCOPE**

La sincope è definita come perdita brusca della conoscenza dovuta a transitoria carenza di ossigenazione del cervello. Riconosce varie cause, cardiache, nervose, metaboliche, che agiscono o attraverso una diminuzione della quantità di sangue che arriva al cervello, oppure attraverso una minore ossigenazione del sangue.

Come intervenire ?

- L'unica cosa che si può fare è adagiare la persona in posizione sdraiata con le gambe sollevate.

## 14.9. ARRESTO CARDIACO

Nei casi di arresto cardiaco è di vitale importanza procedere alla rianimazione cardiorespiratoria; questa manovra è in grado di salvare staticamente circa l' 87% delle persone che vanno in arresto cardiaco.

Come procedere?

Di seguito una sommaria descrizione delle procedure BLS.

## 14.10. PRIMO SOCCORSO – PROCEDURE BLS

(testo ed immagini tratti da Italian Resuscitation Council e European Resuscitation Council)

Le linee guida ERC (European Resuscitation Council) 2010 sulla rianimazione cardiopolmonare (RCP) aggiornano quelle pubblicate nel 2005 e rispettano il ciclo quinquennale di revisioni previste per le modifiche alle linee guida.

Come le precedenti, le nuove linee guida del 2010 sono basate sul più recente Consenso Scientifico Internazionale sulla Rianimazione Cardiopolmonare con Raccomandazioni sul Trattamento (CoSTR) che ha riunito i risultati di revisioni sistematiche nell'ambito di un'ampia serie di argomenti relativi alla RCP.

La scienza della rianimazione è in continua evoluzione e le linee guida cliniche devono essere regolarmente aggiornate per seguire il progresso scientifico ed indirizzare il personale sanitario sul miglior approccio da seguire nella pratica clinica.

La sintesi operativa delle linee guida ERC 2010, fornita da Italian Resuscitation Council, fornisce gli algoritmi di trattamento essenziale per la rianimazione di bambini e adulti e mette in luce le principali modifiche rispetto alle linee guida del 2005.

Indicazioni dettagliate sono disponibili nel testo completo in lingua inglese disponibili sul sito ERC ([www.erc.edu](http://www.erc.edu)).

Le novità rispetto dalle linee guida del 2005 sono conferme ed enfattizzazioni di concetti già conosciuti.

**Basic Life Support** (in italiano **supporto di base alle funzioni vitali**) noto anche con l'acronimo **BLS**, è una tecnica di primo soccorso che può - in alcune circostanze - essere determinante per salvare la vita di un infortunato.

Per paziente infortunato si intendono molte condizioni, tra le quali:

- persona priva di sensi (persona svenuta);
  - persona con un blocco meccanico delle vie aeree (oggetti nella gola dei bambini, acqua nei soggetti che affogano);
- persona sottoposta a folgorazione elettrica;
- paziente in totale arresto cardiaco con temporaneo stato di coma.

La tecnica *BLS*, che comprende la *rianimazione cardiopolmonare (RCP)* è compresa nella sequenza di supporto di base alle funzioni vitali.

La definizione *BLS/D* si riferisce al protocollo BLS con l'aggiunta della procedura di defibrillazione (che è lo standard progressivo nei corsi di formazione per soccorritori laici).

#### **14.10.1. FUNZIONE**

Lo scopo di tale manovra è quello di mantenere ossigenato il cervello e il muscolo cardiaco, insufflando artificialmente aria nei polmoni e provocando, per mezzo di spinte compressive sul torace, un minimo di circolazione del sangue.

Il rischio principale collegato alla mancanza di soccorso in questi casi è il danno anossico cerebrale; si tenga a tal proposito presente che l'ossigeno (necessario appunto al cervello) è presente nell'aria-ambiente in percentuali medie del 21%, mentre quello presente nell'aria espirata dai polmoni è circa del 16% (vale a dire che, respirando, consumiamo soltanto circa un quarto dell'ossigeno presente nell'aria, e ciò significa che, teoricamente, la stessa aria può essere respirata al massimo 4 volte); questa constatazione ci fa capire come l'intervento con la respirazione artificiale semplice (con la bocca) piuttosto che con la respirazione artificiale evoluta (pallone autoespandibile, bombola di ossigeno, soccorso avanzato) possa realmente fare la differenza, giacché praticando la classica respirazione bocca a bocca, il soccorritore insufflerà nei polmoni della vittima un'aria il cui ossigeno è già stato parzialmente utilizzato (poiché il soccorritore ha inspirato ed espirato quell'aria), e perciò sarà un'aria meno efficace.

Altrettanto importante è la tempestività dell'intervento: dall'inizio dell'arresto cardio-circolatorio, mediamente le probabilità di sopravvivenza diminuiscono del 7-10% ogni minuto; già dopo 9-10 minuti, in assenza di RCP (acronimo di Rianimazione Cardio-Polmonare), è molto difficile se non impossibile sperare il recupero del danno anossico cerebrale definitivo (ma i primi gravi danni al cervello si riscontrano dopo già 4 minuti di mancanza di ossigeno).

### **14.10.2. LA CATENA DELLA SOPRAVVIVENZA**

La sopravvivenza è strettamente dipendente dalla realizzazione ordinata di una serie di interventi; la metafora della "catena" sta a simboleggiare da un lato l'importanza della sequenza, e il fatto che se una delle fasi di soccorso è mancante, le possibilità di sopravvivenza sono ridottissime.

La catena è formata da quattro anelli, che sono nell'ordine:

1. Accesso precoce al sistema di emergenza (**118 Numero nazionale per le emergenze sanitarie**).
2. Inizio precoce delle procedure di BLS.
3. Defibrillazione precoce, cioè l'arrivo precoce sul posto di un'équipe in grado di praticare la defibrillazione.
4. Inizio precoce del trattamento intensivo (da parte di personale medico e infermieristico adeguatamente formato).

### **14.10.3. PROCEDURA DEL BLS – IL BLS LAICO**

La procedura di seguito descritta si basa sulle linee guide dell'European Resuscitation Council, ed è pensata per essere eseguita da chiunque (anche personale non sanitario). Per questo non richiede capacità mediche né l'utilizzo di particolari attrezzature.

Per questo è definito "BLS laico". La procedura che prevede l'utilizzo di presidi (pallone Ambu, cannula faringea, etc.), è pensata per il personale medico-infermieristico e per i soccorritori certificati ed abilitati.

Fare sempre riferimento al 118 prima di intervenire in qualunque modo sui pazienti, soprattutto se esposti a trauma. Nel caso ci si trovasse nella situazione di dover applicare il BLS si consiglia fortemente, se si è a conoscenza di questa procedura, di intervenire.

Si consiglia inoltre a tutti di frequentare i corsi organizzati dalle varie organizzazioni di soccorso presenti sul territorio: la spiegazione è sicuramente più approfondita di quella che può dare la semplice lettura di un testo ed in più c'è la presenza di simulazioni pratiche.

Va ricordato inoltre che le linee guida dell'ERC cambiano e si aggiornano periodicamente.

#### **14.10.4. VALUTAZIONE DELLA SCENA**

All'arrivo sulla scena, **prima di effettuare qualsiasi azione sul soggetto**, il soccorritore deve accertarsi che la zona in cui agisce sia **priva di pericoli** che potrebbero pregiudicare la salute del soccorritore e dell'assistito. Per esempio, è necessario prestare la massima attenzione nell'accertarsi che il soggetto non sia a contatto con parti sotto tensione, che non vi siano odori di gas o liquidi dannosi, che non siano presenti cavi elettrici sotto tensione; un altro fattore da tener presente è, d'inverno, la possibile fuoriuscita di monossido di carbonio da caldaie o stufe mal funzionanti. Nel caso in un cui la zona non sia sicura è necessario avvertite le autorità competenti, ad esempio i Vigili del fuoco.

In grotta verificare che non vi sia pericolo di crolli, frane o caduta di materiale, allagamenti dovuti a piena dell'acque.

Se la zona è **sicura**, allora è possibile procedere con le manovre del BLS. La rianimazione viene praticata esclusivamente su un soggetto incosciente, che non risponde al richiamo verbale e agli stimoli tattili (per esempio, se scosso). Valutare se il soggetto è vittima di un malore oppure di un trauma; nel secondo caso non muovere il paziente e contattare immediatamente il 118.

Nel caso in cui, trovandosi di fronte alla vittima incosciente di un trauma, si debba obbligatoriamente intervenire (non c'è possibilità di chiamare soccorsi oppure si è preposti a questa funzione: es. assistente bagnanti, personale medico ecc.), bisogna sapere che il BLS avrà due procedimenti leggermente diversi a seconda che si tratti di malore (o l'annegamento) o specificamente di trauma; perciò va detto che quando non si ha la possibilità di valutare con certezza la causa dell'evento (per es. non si era presenti e non ci sono né testimoni né segni evidenti di cosa possa essere avvenuto), bisogna agire considerando l'infortunato vittima di "trauma sospetto", operando quindi appunto come se il trauma fosse realmente avvenuto.

#### **14.10.5. VALUTAZIONE DELLO STATO DI COSCIENZA**

Il soccorritore che ha valutato che il luogo in cui si trova ed in cui deve operare **è sicuro**, inizia la valutazione dello stato di coscienza.

La comunicazione con la persona deve avvenire sfruttando tutti i cinque sensi.



Posti di fronte al corpo steso, per evitare movimenti del collo dell'infortunato, la persona deve essere scossa leggermente per le spalle e chiamata ad alta voce. Si noti che il solo stimolo vocale può risultare inutile in caso di persone sorde. Nell'eseguire questa operazione, il soccorritore presterà attenzione nel reggere una mano dell'assistito, per prevenire la sua incolumità nel caso questo si risvegli e, in preda al panico o sotto l'effetto di stupefacenti, tenti di aggredire il soccorritore. Se il paziente non reagisce, allora la persona è definita incosciente e va fatta immediata richiesta a chi ci sta vicino di chiamare il Numero telefonico per le emergenze mediche (118 in Italia) dichiarando che la persona è incosciente. Nel caso in cui il paziente sia cosciente, può essere comunque allertata la centrale per l'invio di personale qualificato al fine di controlli più accurati.

Valutato lo stato di coscienza, si prosegue con le manovre di BLS.



## **ABC**

La seconda fase del BLS consiste in una procedura che viene denominata **ABC**, dalle iniziali delle parole inglesi **A**irway, **B**reathing, **C**irculation.

Per iniziare l'ABC il soccorritore deve porre la persona su un piano rigido (generalmente per terra) con gli arti e la testa allineati in posizione supina (pancia in alto) e con il torace scoperto. Nel fare ciò si tenga presente che l'infortunato possa aver subito un trauma e della presenza di lesioni al rachide cervicale.

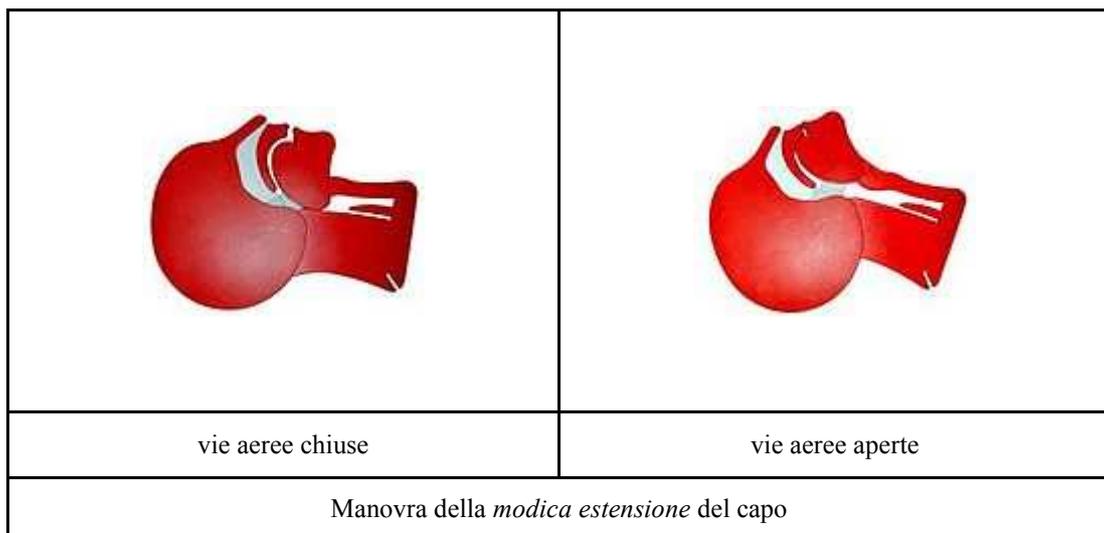
A questo punto si inizia la valutazione vera e propria.

### **A: Airways**

Il pericolo che corre una persona incosciente è l'ostruzione delle vie aeree: anche la stessa lingua può cadere all'indietro e impedire la respirazione, a causa della perdita di tonicità della muscolatura. Prima di ogni altra cosa si procede al controllo del cavo orale tramite la "manovra a borsellino" che si effettua ruotando assieme l'indice e il pollice sulla bocca del paziente, come se si dovesse aprire un portaspiccioli. Se sono presenti oggetti che ostruiscono le vie respiratorie vanno rimossi, con le mani o con pinze, facendo attenzione a non spingere il corpo estraneo ancora più in profondità. Se è presente acqua o altro liquido (per esempio dopo un annegamento) bisognerà inclinare lateralmente la testa dell'infortunato (o tutto il corpo in più persone se c'è un sospetto trauma del rachide cervicale, per non muovere il collo) per permettere al liquido di fuoriuscire. Una volta verificata la pervietà delle vie aeree e quindi l'assenza di oggetti che possano ostruire il passaggio dell'aria si effettua l'iperestensione della testa, proprio per evitare un auto-soffocamento con la lingua (questa manovra va fatta successivamente all'ispezione orale per non spingere ancora più in basso eventuali corpi estranei presenti all'interno).



Per effettuare la manovra dell'iperestensione, vanno poste una mano sulla fronte, per portare indietro la testa, e due dita sotto il mento, per sollevarlo. La manovra di iperestensione non dovrà essere violenta né brusca (il collo è molto delicato) ma dovrà comunque essere efficace. Sempre per questa ragione, nel caso vi sia un trauma cervicale anche solo sospetto, l'iperestensione dovrà essere sempre evitata insieme a tutti gli altri movimenti del paziente: solo se dovesse rendersi *assolutamente necessaria* (in caso ad esempio di un paziente in arresto respiratorio), la manovra dovrà essere solo parziale. La posizione di iperestensione va mantenuta fino alla fine della valutazione ABC.



## B: Breathing



Dopo la fase di *Airway* è necessario controllare se l'infortunato respira. La posizione ideale per farlo è accostare la guancia alla sua bocca (a circa 3-5 cm), osservando nel frattempo il torace. Questa manovra è detta "**GAS**" che sta per *Guardo, Ascolto, Sento*:

1. *Guardare* il movimento del torace
2. *Ascoltare* il respiro
3. *Sentire* il flusso d'aria sulla guancia

Questa osservazione deve essere mantenuta per 10 secondi, contando ad alta voce, mantenendo la testa del paziente sempre iperestesa. Contare ad alta voce serve a chi interviene nel frattempo, e conosce i fondamenti della BLS, a capire senza interrompervi che può essere necessario il suo aiuto. È necessario fare attenzione a non confondere ansimi e gorgoglii emessi in caso di arresto respiratorio con la respirazione normale.

## C: Circulation

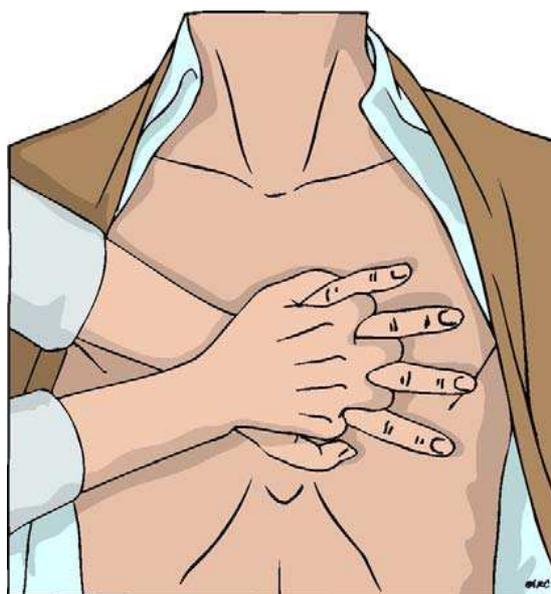
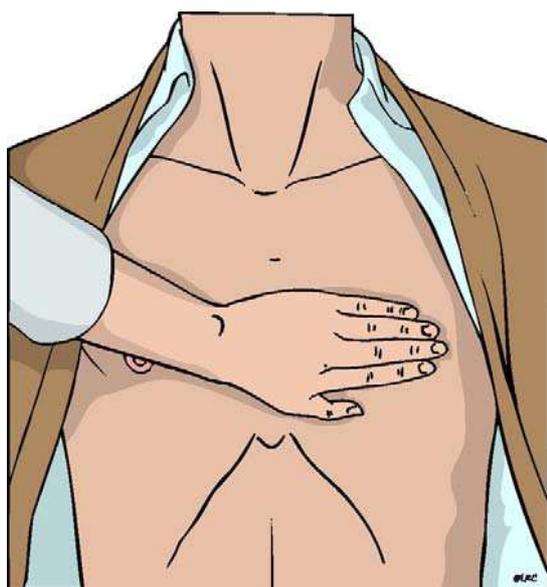
Mentre si effettua la manovra GAS il soccorritore valuta se sono presenti elementi che manifestino la presenza di circolazione interna: movimenti della persona, degli arti, colpi di tosse, respiro. La manovra è definita **MO.TO.RE.** (**MO**vimenti, **TO**sse, **RE**spiro). La ricerca di segni di circolo (**MO.TO.RE.**) non deve in nessun modo ritardare le operazioni di soccorso, per cui in caso di dubbio, si assume che l'attività cardiaca sia assente. In assenza di **MO.TO.RE.** è indispensabile iniziare la rianimazione cardio-polmonare RCP. Se si è da soli a soccorrere si chiama in questo momento il 118. Se i soccorsi sono stati già chiamati, è importante confermare che c'è una persona in arresto respiratorio e senza segni di circolo.

## 14.10.6. RIANIMAZIONE CARDIO-POLMONARE

La procedura della rianimazione cardio-polmonare, da effettuarsi su un paziente su una superficie rigida (una superficie morbida o cedevole rende completamente inutili le compressioni) consiste in queste fasi:

### Massaggio cardiaco

- Il soccorritore si inginocchia a fianco del torace, con la sua gamba all'altezza della spalla dell'infortunato.
- Rimuove, aprendo o tagliando se necessario, gli abiti dell'infortunato. La manovra richiede il contatto con il torace, per essere sicuri della corretta posizione delle mani.



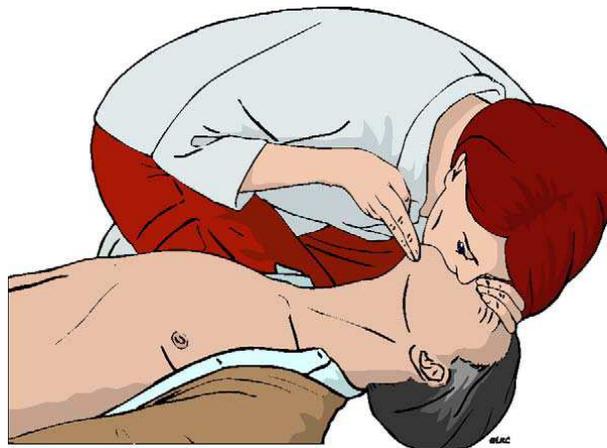
- Colloca le mani direttamente sopra lo sterno, una sopra all'altra, al centro del petto. Per evitare di rompere le costole, solo il palmo delle mani dovrebbe toccare il torace. Più in particolare, il punto di contatto dovrebbe essere l'eminanza palmare, ovvero la parte più inferiore e vicina al polso del palmo, che si presenta più dura e posta in asse con l'arto. Per facilitare questo contatto può essere utile intrecciare le dita e sollevarle leggermente.
- Sposta il peso verso avanti, rimanendo sulle ginocchia, fino a che le sue spalle non sono direttamente sopra le mani.

- Tenendo le braccia dritte, senza piegare i gomiti, il soccorritore si muove su e giù con determinazione facendo perno sul bacino. Per essere efficace, la pressione sul torace deve provocare un movimento di circa 4-5 cm per ciascuna compressione. È fondamentale, per la riuscita dell'operazione, che il soccorritore rilasci completamente il petto dopo ogni compressione, **evitando assolutamente** che il palmo delle mani si stacchi dal torace causando un dannoso effetto di rimbalzo.
- Il ritmo di compressione corretto è di circa 100 compressioni al minuto, ovvero 3 ogni 2 secondi.



## Respirazione bocca a bocca

- Dopo ogni 30 compressioni, si praticano 2 insufflazioni con la respirazione artificiale. La testa viene ruotata all'indietro, il soccorritore chiude il naso con una mano mentre estende la mandibola con l'altra per mantenere la bocca aperta. Si noti che, dimenticando di chiudere il naso, l'operazione risulterà **completamente inefficace**.



È fondamentale che durante le insufflazioni il capo rimanga iperesteso, giacché una scorretta posizione delle vie aeree espone la vittima al rischio che entri aria nello stomaco, provocando così facilmente rigurgito. Quest'ultimo è provocato anche dalla potenza con cui si soffia ovvero se si soffia troppo forte si manda aria nello stomaco. La respirazione bocca a bocca comporta l'insufflazione forzata di aria nel sistema respiratorio dell'infortunato, con l'ausilio di una mascherina o di un boccaio. In caso di mancanza, un fazzoletto di cotone può essere impiegato per proteggere il soccorritore dal contatto diretto con la bocca dell'infortunato. Le nuove linee guida del 2005 mettono in guardia il soccorritore dai rischi dell'iperventilazione: aumento eccessivo della pressione intratoracica, rischio di insufflazione di aria nello stomaco, eccessivo ritorno venoso al cuore; per questa ragione le insufflazioni non devono essere eccessivamente energiche, ma emettere una quantità d'aria non superiore a 500-600 cc (mezzo litro, in un tempo non superiore al secondo). In ultimo va ricordato che l'aria inspirata dal soccorritore prima di insufflare deve essere il più possibile "pura", e cioè contenere la più alta percentuale possibile di ossigeno: per questo tra un'insufflazione e l'altra il soccorritore dovrà alzare la testa per inspirare a una distanza sufficiente perché non ispiri l'aria emessa dalla vittima, che presenta una densità di ossigeno minore.

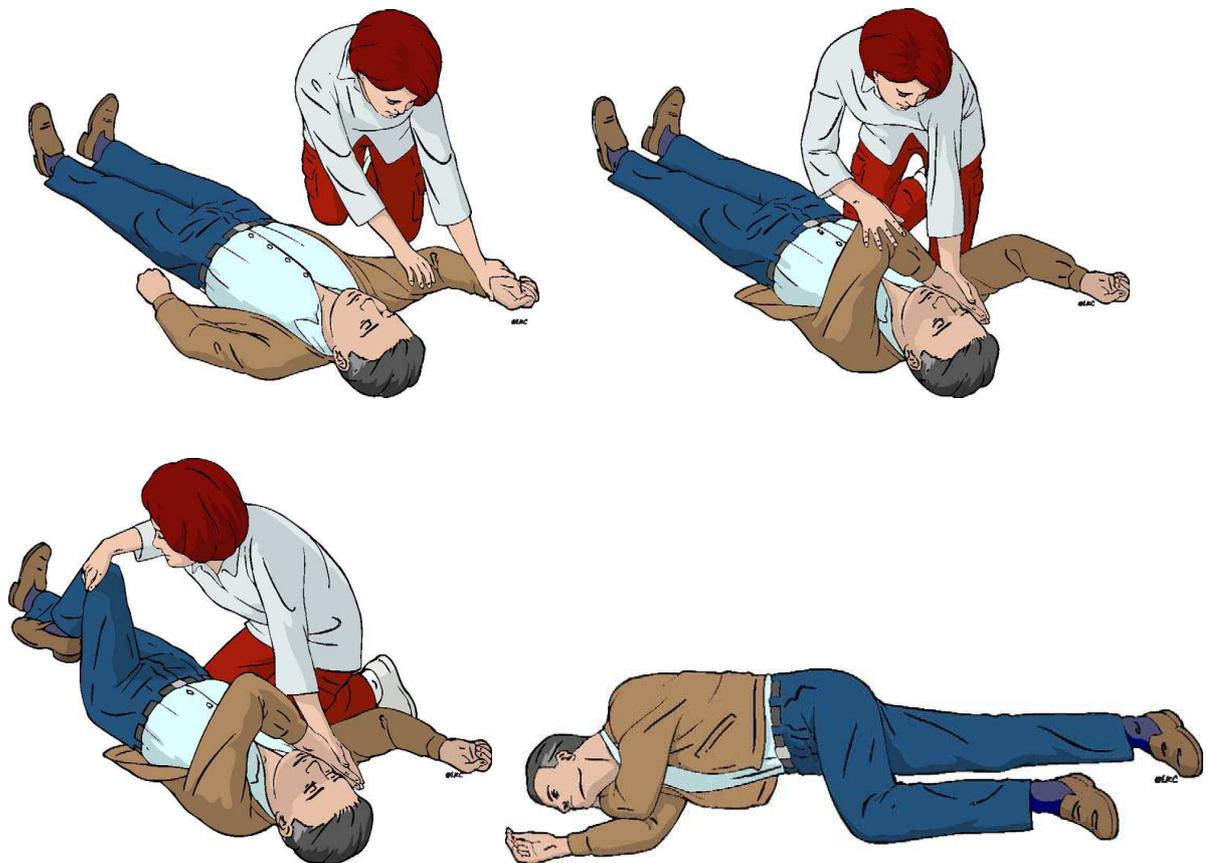
- Ritorna dalla parte del torace e riposiziona le mani nella posizione corretta.
- Ripete il ciclo di 30:2 finché non ci sono segni di MO.TO.RE. senza mai fermarsi, tranne che per esaurimento fisico o per l'arrivo dei soccorsi.

- Se invece i segni di MO.TO.RE. ritornano presenti (la vittima muove un braccio, tossisce, muove gli occhi, parla ecc.), occorre tornare al punto B: se quindi la respirazione è presente, si potrà disporre la vittima in PLS (Posizione Laterale di Sicurezza), altrimenti si dovranno eseguire soltanto ventilazioni (10-12 al minuto), ricontrollando ogni minuto i segni di MO.TO.RE. fino alla ripresa completa della respirazione normale (che è di circa 10-20 atti al minuto).
- La rianimazione deve sempre cominciare con le compressioni salvo nel caso in cui si tratti di trauma o la vittima sia un bambino: in questi casi si comincerà con 5 insufflazioni, per poi proseguire normalmente con l'alternanza compressioni-insufflazioni. Questo avviene perché in caso di trauma si presume che l'ossigeno presente nei polmoni dell'infortunato non sia in quantità sufficiente a garantire l'efficienza della circolazione sanguigna; a maggior ragione, a titolo precauzionale, si inizierà con le insufflazioni in caso la vittima sia un bambino, in virtù del fatto che è presumibile che un bambino, godendo di buone condizioni di salute, si trovi in stato di arresto cardiaco per cause dovute con maggiore probabilità a trauma o ad un corpo estraneo penetrato nelle vie aeree.

Il soccorritore smetterà il massaggio cardiaco esclusivamente se:

- si modificano le condizioni del luogo, che non diventa più sicuro. In caso di grave pericolo il soccorritore ha il dovere di mettersi in salvo.
- arriva l'ambulanza con medico a bordo o l'auto medica inviata dal 118.
- arriva soccorso qualificato con una più efficace attrezzatura
- è sfinito e non ha più forze (anche se in questo caso in genere si chiedono i cambi, che dovranno avvenire a metà delle 30 compressioni, in maniera tale da non interrompere il ciclo compressioni-insufflazioni).
- il soggetto riprende le funzioni vitali

#### 14.10.7. LA POSIZIONE LATERALE DI SICUREZZA (PLS)



Posizione laterale di sicurezza

Se la respirazione torna ad essere presente, ma il paziente è ancora in stato di incoscienza e non si suppone un trauma, esso va posizionato in posizione laterale di sicurezza. Per far ciò bisogna flettere un ginocchio e portare il piede della medesima gamba sotto il ginocchio della gamba opposta. Bisogna far scivolare il braccio opposto alla gamba flessa sul terreno finché non sia perpendicolare al tronco. L'altro braccio va posto sul torace, in modo che la mano passi sul lato del collo. Successivamente il soccorritore deve porsi sul fianco che non presenta il braccio esteso esternamente, infilare il proprio braccio fra l'arco formato dalle gambe del paziente e con l'altro afferrare la testa. Facendo leva sulle ginocchia, bisogna far rotolare delicatamente il paziente sul fianco del braccio esterno, accompagnando il movimento della testa. La testa va poi iperestesa e mantenuta in tale posizione sistemando sotto la guancia la mano del braccio che non tocca terra. Questa posizione ha lo scopo di mantenere le vie aeree pervie ed evitare che improvvisi getti di vomito occludano la cavità respiratoria ed entrino nei polmoni, danneggiandone l'integrità. Con la posizione laterale di sicurezza ogni liquido emesso viene espulso fuori dal corpo.

#### 14.11. CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI

In caso di incidente, anche domestico, è sempre molto difficile per i non professionisti sanitari sapere come operare. Per cui la frequenza di un corso di primo soccorso con i periodici aggiornamenti è utile non solo per chi pratica l'escursionismo, la speleologia o altro, ma anche per chi, pur non praticando tali attività, potrebbe trovarsi a casa o per strada in situazioni come quelle descritte dove anche la sola conoscenza delle cose da **NON FARE** potrebbe evitare di peggiorare la situazione dell'infortunato.

Potete rivolgervi alle diverse associazioni di volontariato che operano nel territorio le quali periodicamente organizzano tali corsi.

