



SOCIETÀ
SPELEOLOGICA
ITALIANA



L'IMPATTO UMANO SULLE GROTTE

a cura di
Mauro Chiesi
& Giovanni Badino



Cava di alabastro in grotta, Toirano, Liguria, Italia (foto M. Chiesi)

INTRODUZIONE

Sino a qualche anno fa **era normale** abbandonare rifiuti in grotta, come in alta montagna.

Le spedizioni in quota e in profondità abbandonavano tutto il materiale,

... ma era anche considerato normale:

- concedere alla "ricerca" qualunque operazione sull'ambiente (ad es. ipotizzare di usare l'Antartide come deposito mondiale delle scorie radioattive) ...
- percepire come fatto positivo la colonizzazione di zone selvagge e sterminare chi le occupava "inutilmente" ...

... adattare le grotte non solo alla percorribilità, ma anche alle idee preconcepite di come dovevano essere.

INTRODUZIONE

ORA QUESTO NON È PIÙ NORMALE

Le zone "selvagge" sono risorse e vanno preservate dall'impatto umano.
Fra esse le grotte.

La coscienza è andata crescendo grazie alla distruzione di zone di grotte: un po' per noncuranza degli esploratori, un po' per eccessiva assiduità degli escursionisti, un po' per veri e propri saccheggi fatti a fini di lucro.



Cava di alabastro in grotta, Toirano, Liguria, Italia (foto M. Chiesi)

ORIGINE DEGLI IMPATTI



Alterazione di *habitat*, Antartide (foto G. Badino)



ORIGINE DEGLI IMPATTI

All'origine del nostro impatto ambientale c'è il fatto che siamo vivi

- 1) Siamo vivi al prezzo di creare aumenti di entropia attorno;
- 2) siamo adattati ad ambienti con caratteristiche specifiche.



Alterazioni di *habitat*, Acre, Brasile (foto G. Badino)

Questo ci costringe a:

2.a) **modificarci per conoscerne di diversi;**

oppure a

2.b) **modificare quelli che vogliamo colonizzare.**



ORIGINE DEGLI IMPATTI

Il primo punto è ineludibile:
**non possiamo azzerare il nostro impatto,
lo possiamo solo ridurre.**

Quando la riduzione è insufficiente
dobbiamo valutare il danno che facciamo
ed, eventualmente, rinunciare a penetrare
in quell'ambiente
= **principio di precauzione.**



Adattamenti temporanei all'*habitat* (foto G. Badino)



ORIGINE DEGLI IMPATTI



Lo “sviluppo tecnico della speleologia” non è altro che il perfezionamento della nostra possibilità e volontà di andare ovunque.

Le cronache che ne danno le riviste di speleologia, sono esultanti di violazioni...

**Sempre
per un nobile
fine scientifico?**

Adattamenti temporanei all'*habitat* (speleonautica)



UTENTI E ADATTAMENTI



Adattamenti collettivi dell'*habitat*, Toirano, Liguria, Italia
(foto M. Chiesi)



Adattamenti individuali all'*habitat*, Naica, Messico
(foto Arch. Speleoresearch & Films - La Venta)

UTENTI E ADATTAMENTI

Esploratori Ricercatori	Escursionisti Grottisti	Turisti
Chi scopre, esplora, rileva, documenta la grotta	Chi, con attrezzature specifiche, va nelle grotte a scopo di visita per arricchire le conoscenze individuali	Chi, senza attrezzature specifiche, va nella grotta a puro scopo di visita
È l'attività tesa ad ampliare le conoscenze; dunque è una attività di tipo "istituzionale"	È esperienza ludica e formativa, in genere base essenziale per realizzare le ricerche	Se ne può dire esattamente quanto ne abbiamo detto per l'attività escursionistica, ma invece di pagare negozianti e istruttori, si paga un gestore

UTENTI E ADATTAMENTI

Il **primo adattamento** non è utilizzabile da persone diverse da quelle che lo hanno fatto.



Discesa in esplorazione nel pozzo 9, Ghiacciaio Batura, Pakistan (foto G. Badino)

Lo dimostrano gli incidenti: rotture di vecchi materiali, gli errori di manovra per armi troppo complessi, le "scivolate" di persone scese senza chiodi e corde di riserva.



Grotta della Terra Ronca, Goyas, Brasile (foto G. Badino)

UTENTI E ADATTAMENTI

Gli esploratori si sentono in diritto di fare operazioni che in altre situazioni sarebbero inaccettabili:

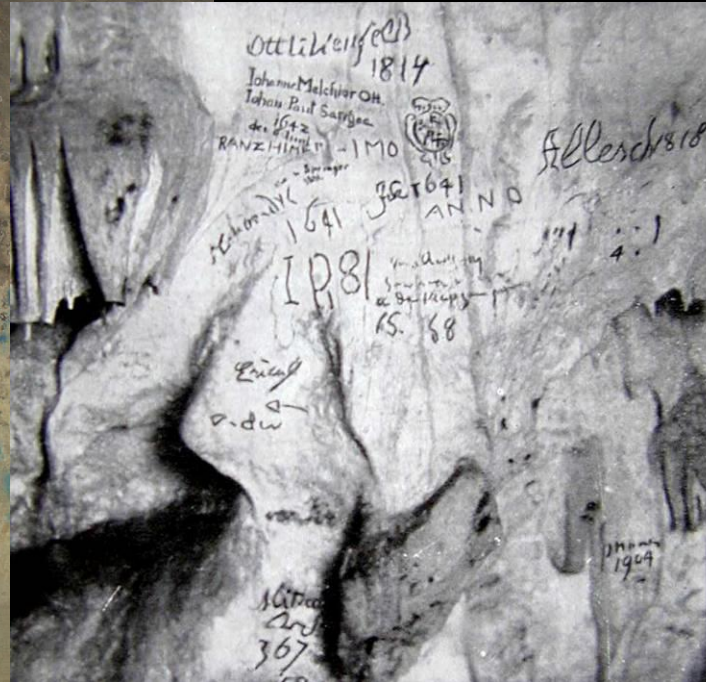


Disostruzioni, alta Val di Secchia, Emilia Romagna, Italia (foto W. Formella, Arch. GSPGC)

- disostruzioni di ingressi;
- distruzioni di concrezioni;
- lancio di massi in pozzi;
- avanzate distruttive;
- abbandono di materiali.

Questo è il **Primo adattamento**, al cui confronto l'impatto della presenza fisica è trascurabile.

UTENTI E ADATTAMENTI

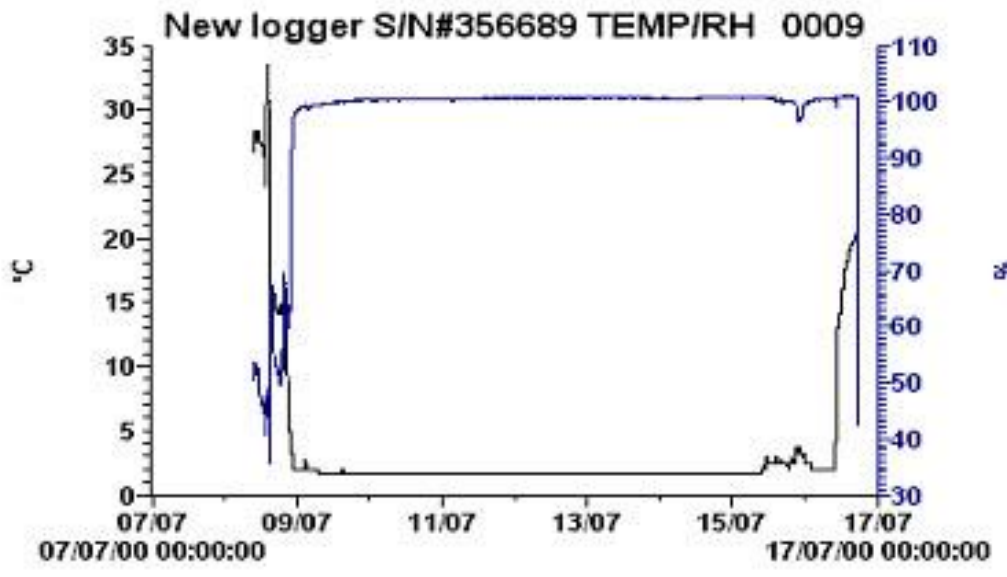


(foto degli Autori)

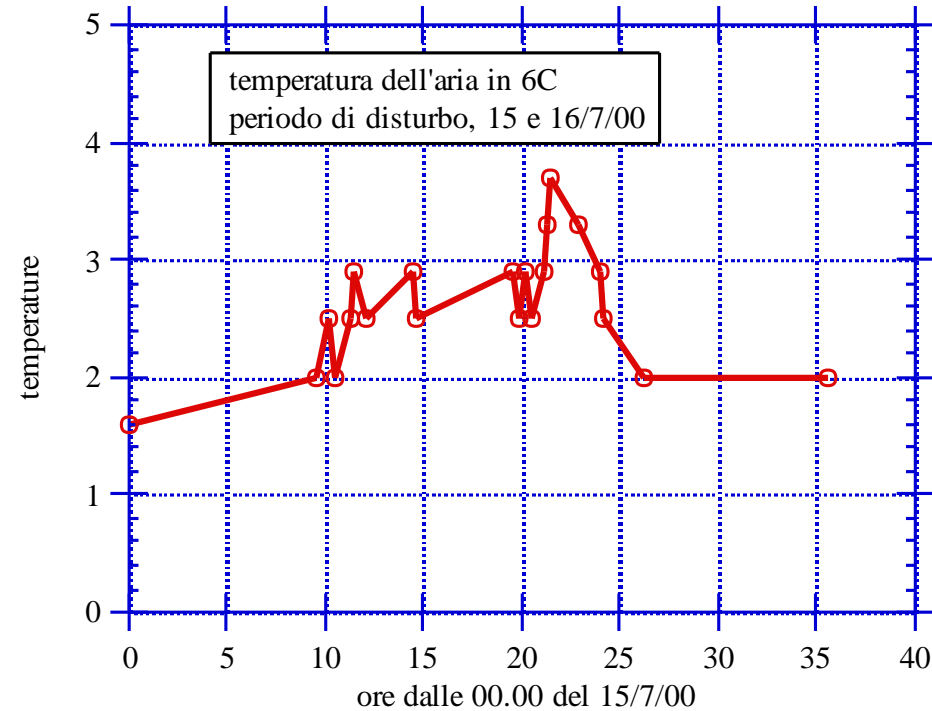


L'impatto degli escursionisti
è molto più ridotto.
L'abbandono di rifiuti o la distruzione
di concrezioni sono diventati rari.
Ma rimane l'impatto della presenza fisica.

UTENTI E ADATTAMENTI



T salita di due gradi in una decina di ore e, dopo un'altra decina, non era ancora tornata ai valori naturali.



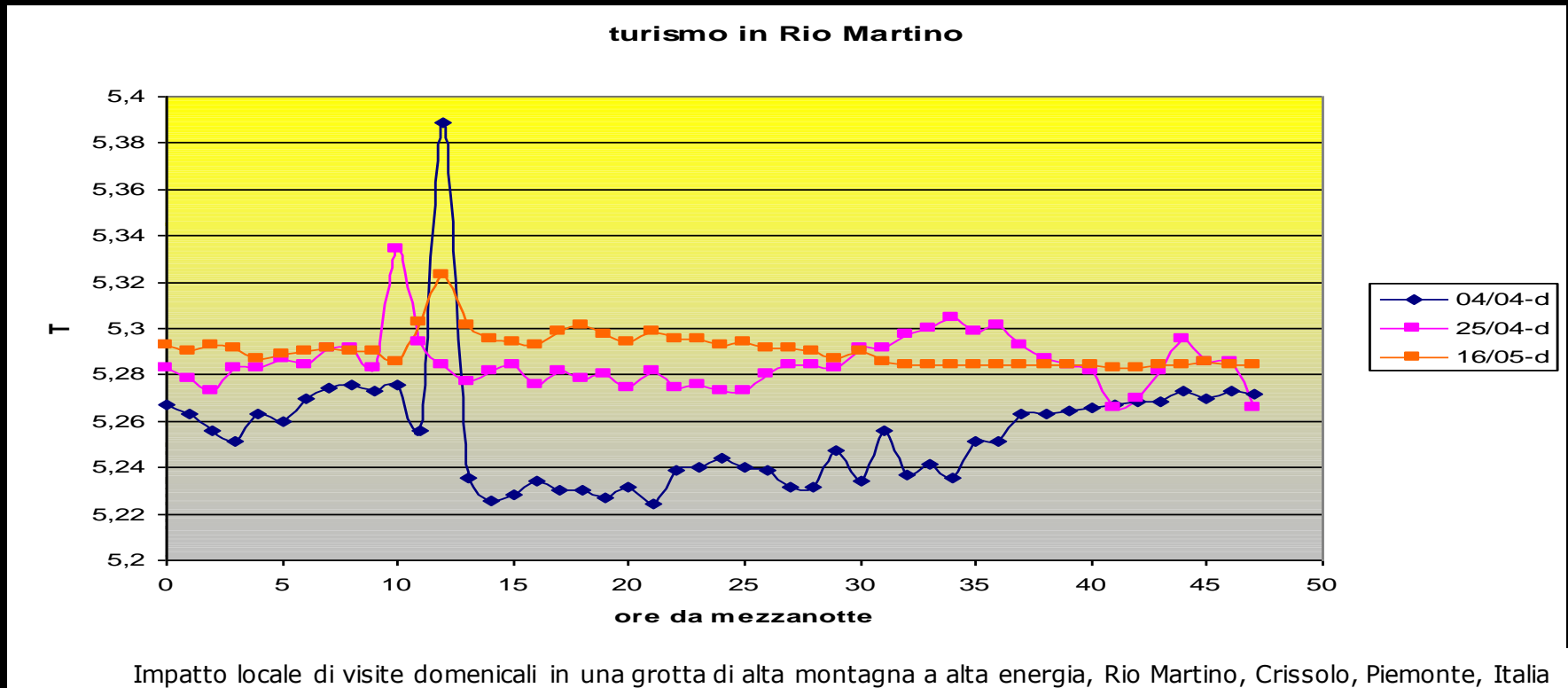
Impatto locale di una operazione CNSAS relativamente massiccia in una grotta di alta montagna a bassa energia, Abisso Belushi, Conca delle Carsene, Marguareis, Piemonte, Italia

Che danni ha fatto in questo caso?
Ragionevolmente nessuno, ma in realtà non lo sappiamo.

UTENTI E ADATTAMENTI

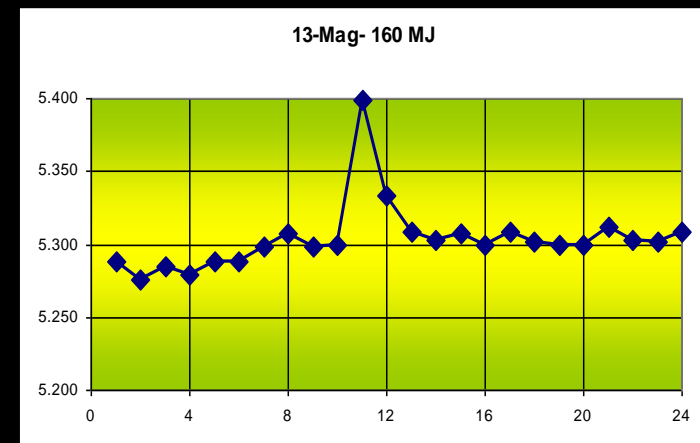
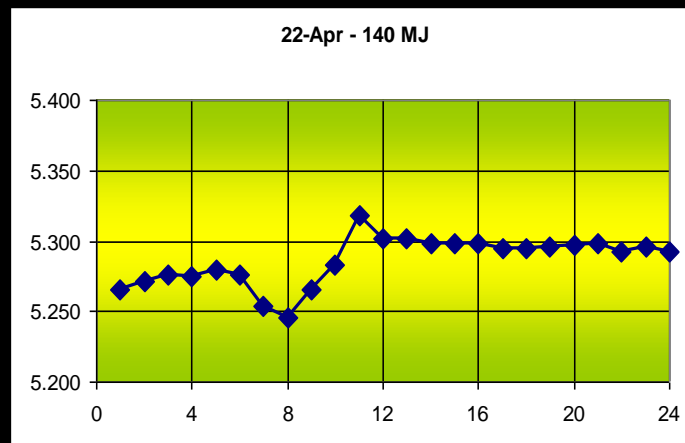
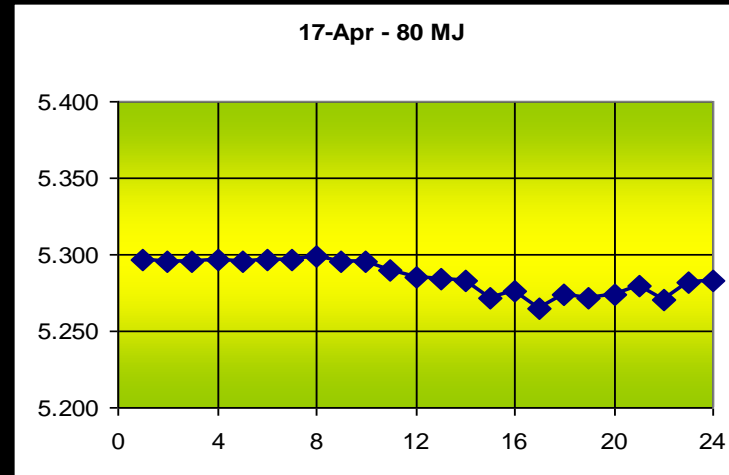
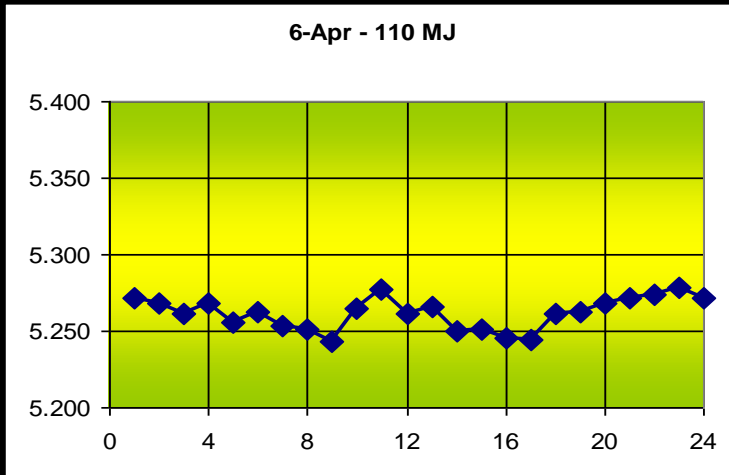
Il picco si esaurisce molto in fretta,
la temperatura precedente è ripristinata rapidamente

**Ma il dato è poco significativo:
non conosciamo l'entità - energia - delle visite**



UTENTI E ADATTAMENTI

L'analisi dell'impatto può essere fatta con le operazioni di accompagnamento scolaresche, dato che conosciamo il numero di persone e di luci ad acetilene.



UTENTI E ADATTAMENTI

Il **secondo adattamento** è quello che viene realizzato dalle associazioni speleologiche per "mettere in sicurezza" certe grotte molto frequentate.

Questo tipo di adattamento ha lo scopo di *essere utilizzato da persone diverse da quelle che lo hanno realizzato*, ed è percorribile sulla base di semplici cognizioni delle "tecniche di grotta".



Adattamenti collettivi dell'*habitat*: disostruzione a Toirano, Liguria, Italia (foto M. Chiesi)

Sono operazioni che aggravano i danni fatti dai primi adattamenti, ma sono consigliabili perché:

- **razionalizzano un danno ormai irreversibile;**
- **permettono l'avvicinamento alla pratica speleologica;**
- **favoriscono l'interesse per il mondo sotterraneo.**

UTENTI E ADATTAMENTI

L'ATTIVITÀ TURISTICA:

- presenta un impatto di adattamento individuale della grotta nullo (il visitatore non può adattare la grotta);
- c'è la presenza fisica dei turisti, con tempi di permanenza più brevi e con minor fatica e dunque rilascio di calore; ma sono tanti e sempre nelle stesse zone sotterranee;
- l'esiguità delle zone frequentate da una parte delimita il problema, dall'altra localmente lo aggrava.



UTENTI E ADATTAMENTI



Adattamenti collettivi dell'*habitat*, Carlsbad' Cavern, USA (foto M. Chiesi)



Adattamenti collettivi dell'*habitat*, Su Mannau, Sardegna, Italia (foto G. Badino)

Il terzo adattamento:

**la necessità di adattare la grotta al turista
implica un impatto enorme,**

tanto maggiore quanto più si vuole che la visita sia aperta a tutti, disabili o no.



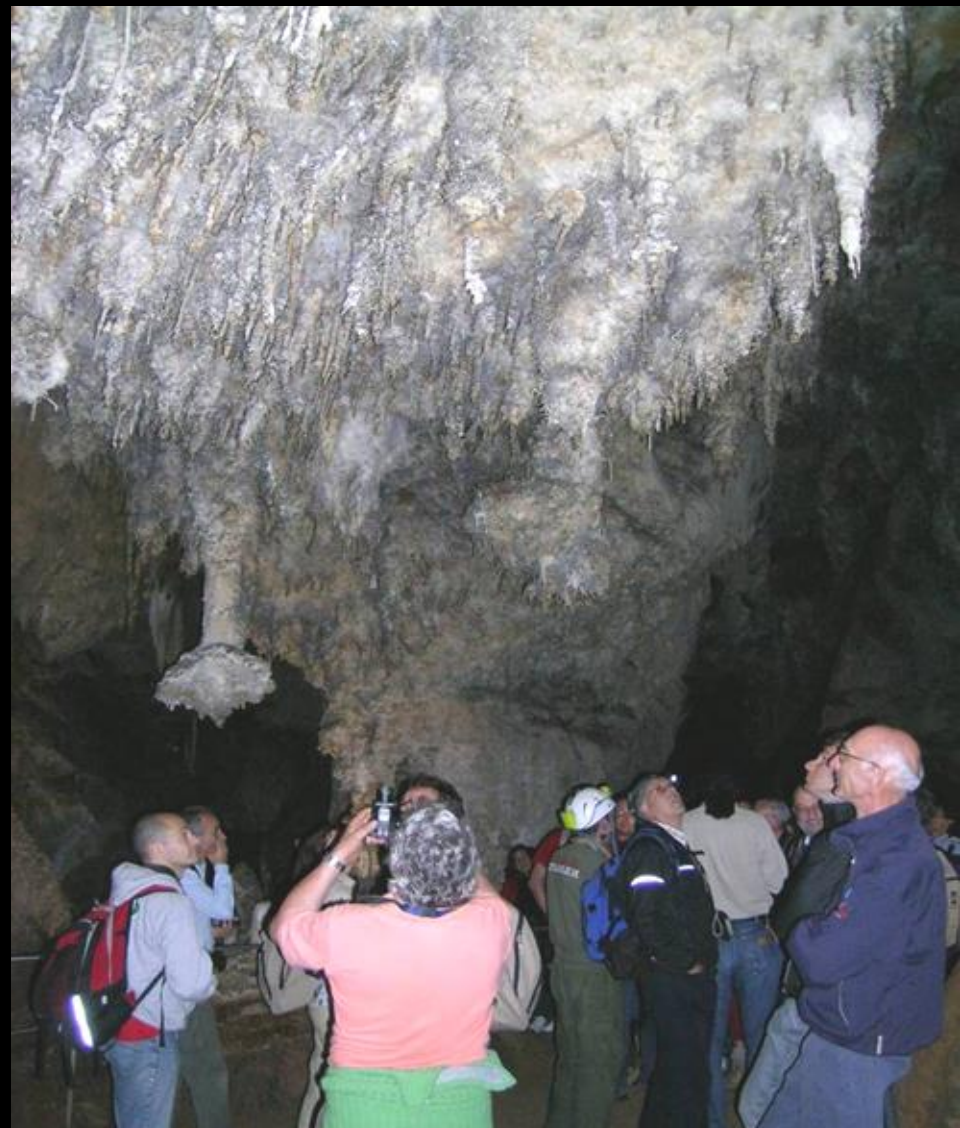
UTENTI E ADATTAMENTI

Tanto che gli adattamenti hanno più volte distrutto il bene da mostrare.



Vegetazione a "capelvenere", Toirano, Liguria, Italia (foto M. Chiesi)

Questo, per fortuna, sta generando numerosi studi di impatto.



Annerimenti da polveri del soffitto a eccentriche, Grotta Is Zuddas, Sardegna, Italia (foto M. Chiesi)



FONTI DI INQUINAMENTO



Cambiamenti climatici e capacità di adattamento negli anfibi, Antartide (foto G. Badino)



FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento termico

Produciamo, per restare vivi, 100 W.

Questo calore *deve* essere ceduto all'ambiente fuori di noi altrimenti la nostra temperatura crescerebbe di oltre 1 °C/h.

Possiamo ammettere che quello dell'attività speleologica sia il triplo di quello basale.



Grotta Labassa, Marguareis, Piemonte, Italia
(foto G. Badino)



FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento termico

Le luci bruciano 20 l/h di acetilene
(57 kJ/l).

Inoltre rilasciano il calore
liberato dalla reazione carburo-acqua
(78 kJ/l).

Per illuminare il cammino
di uno speleologo occorrono 800 W (!!!)



Progressione (foto G. Badino)



FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento termico



Abisso Fighiera, Corchia, Toscana, Italia (foto G. Badino)

L'energia liberata in un'ora da uno speleologo è la stessa di 0.1 kg di benzina.

La discesa in grotta di un corso di speleologia equivale a bruciare una tanica di benzina.



FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento termico



Adattamenti collettivi dell'*habitat*, Is Zuddas, Sardegna, Italia (foto M. Chiesi)

Una grotta
fortemente illuminata
come
la Grotta di Frasassi
consuma 400 kWh/d,
equivalente
a una potenza
procapite
di 300 W a persona.



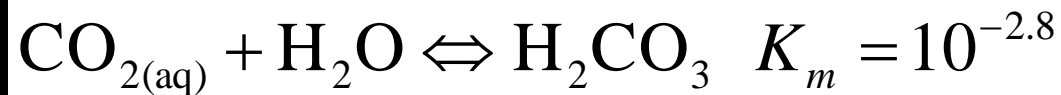
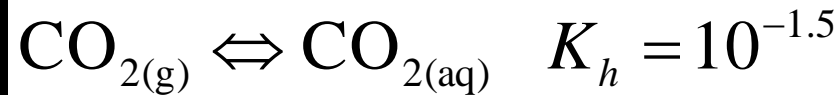
FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento gassoso

Anidride carbonica

Molto temuta, dato il ruolo che essa svolge nella speleogenesi e nei riempimenti.

Ma è risultato che in genere il valore della fluttuazione dovuta all'uomo è inferiore alla variabilità naturale.



FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento gassoso



"Bufonide perplesso" (foto G. Badino)

Salvo casi eccezionali in cui può diventare inquinante anche il vapor d'acqua che emettiamo, pare che l'impatto dell'anidride carbonica rilasciata dagli speleologi sia trascurabile **rispetto alle fluttuazioni naturali**, anche in grotte a bassa energia.

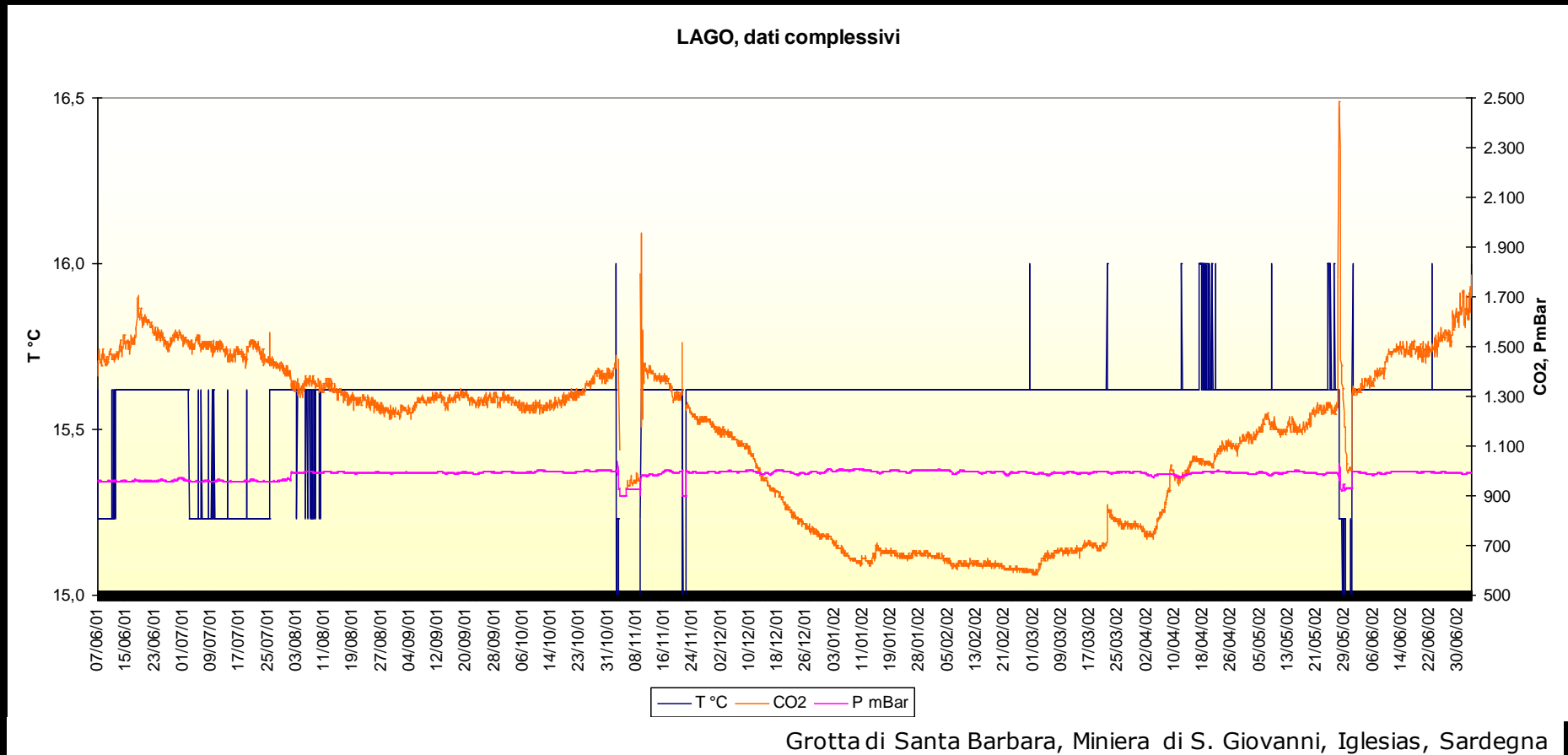
Il carbonio proviene dal cibo.

Per ogni 1000 kcal di lavoro spesi espiriamo 0.3 kg (150 litri) di CO₂.

I turisti rilasciano circa 12 l/h e gli speleologi 35 l/h di anidride carbonica.

FONTI DI INQUINAMENTO

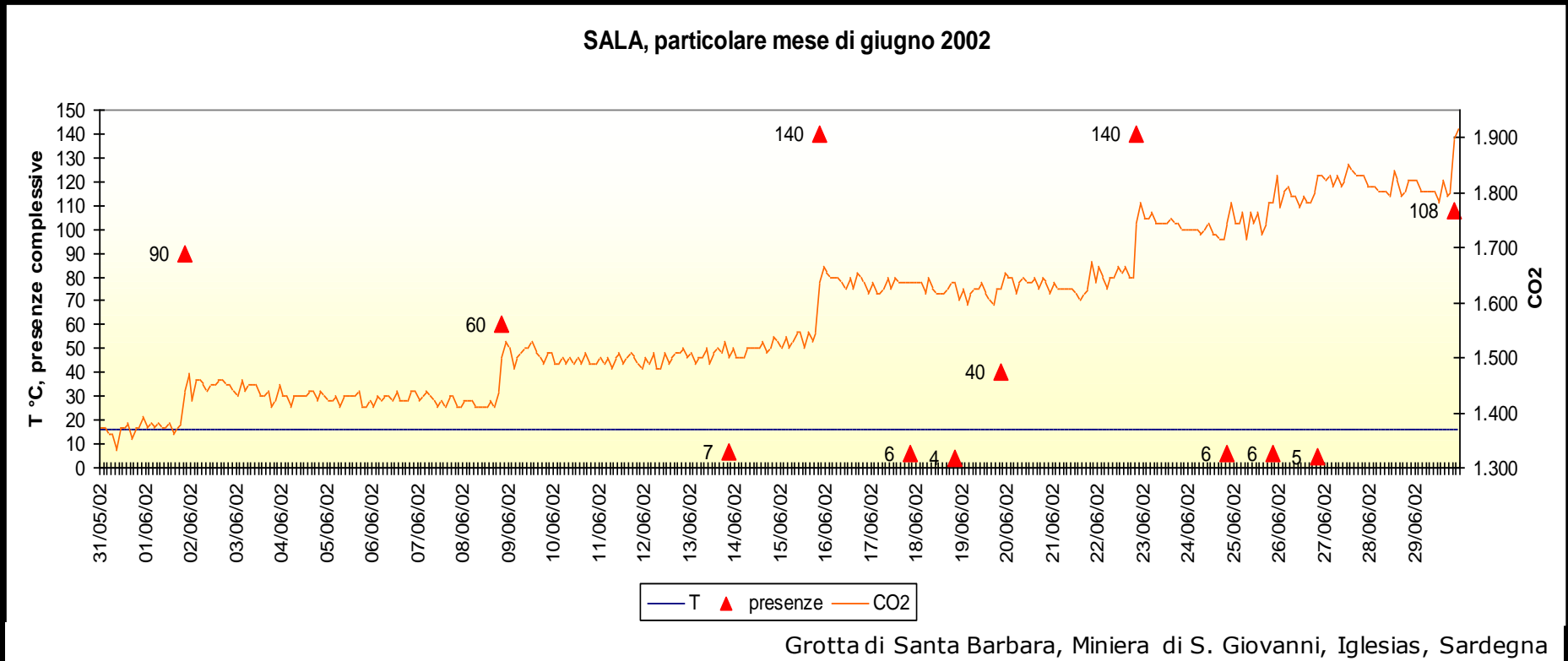
Inquinamento gassoso CO₂



L'andamento annuale di concentrazione segue un tracciato stagionale ed è fortemente e direttamente influenzato dalle precipitazioni e dalle attività biologiche dei suoli soprastanti la cavità, come osservato in grotte simili.

FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento gassoso CO₂



Le maggiori variazioni osservate sono generalmente da imputarsi alle precipitazioni (oltre 100 ppm con le precipitazioni del 25/11/01), mentre quelle relative alle visite più consistenti sono risultate di poco superiori: 108 ppm per visite di complessive 60 e 90 persone, 137 ppm per visite di complessive 140 persone.

FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento biologico

Ognuno di noi è accompagnato da una locale nube di polveri. In grotta questa nube viene abbattuta e trasferita sulle pareti, ove si fissa, distribuendosi in zone molto ampie.

In più ... a volte lo speleologo ancora si porta un generatore di fumi neri (l'acetilene) che in tante parti del mondo è stato finalmente abolito.



FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento biologico



Annerimenti da polveri, Is Zuddas, Sardegna, Italia (foto M. Chiesi)

I risultati di questo inquinamento sono ben visibili nelle grotte turistiche:
l'altissima concentrazione di passaggi, zone molto bianche, luci fisse.
Sta diventando uno dei principali oggetti di studio.

FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento biologico

Siamo circondati da nicchie ecologiche abbastanza separate. E in grotta?



Coni di ghiaccio in corrispondenza di sorgenti d'aria calda, Antartide
(foto G. Badino)

Si sa pochissimo della vita microscopica.

Da questo punto di vista le grotte sono ambienti ecologicamente separati, ma organismi adattati in una montagna sono in grado di colonizzarne un'altra.

FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento biologico

Gli speleologi si portano appresso i microrganismi ipogei, spostandoli da una grotta all'altra con l'attrezzatura sporca.



Tute molto probabilmente non sterili, Antartide (foto G. Badino)

Le nostre attrezzature, sporche del fango di una zona, hanno portato sicuramente novità nelle grotte di altre ...

FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento biologico



"Impollinatore transregionale" (foto M. Chiesi)

Non possiamo quantificare questo invisibile danno, che solo gli speleologi molto attivi e non locali possono vantarsi di fare, ma è logico sospettare che esso sia *immenso*.



Tute infangate (foto M. Chiesi)

Siamo impollinatori

FONTI DI INQUINAMENTO



Inquinamento edilizio

Se una strettoia porta poca aria, la sua disostruzione è quasi certamente innocua. Ma se l'aria ha un'alta velocità, quasi certamente disostruendo provochiamo variazioni al bilancio energetico della grotta e quindi facciamo danni. A lunghissimo termine e difficili da stimare.

Infatti se la grotta fosse tutta "strettina" e di impedenza abbastanza simile a quella della strettoia, ci sarebbe poca circolazione d'aria. Se invece c'è circolazione, generalmente vuol dire che il resto della grotta è ampio.

FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento edilizio



Galleria freatica o galleria del vento?, Scrooge Cave, New Mexico, USA (foto M. Chiesi)

Una galleria di "diametro" N volte maggiore di un'altra oppone all'aria una resistenza N volte inferiore a parità di portata.

1 m equivale a:
30 m di larghezza
doppia,
100 km se dieci volte
10 Gm se cento volte.



FONTI DI INQUINAMENTO



Ampliamenti al Peu de Feu, Piaggia Bella,
Marguareis, Italia (foto G. Badino)

Inquinamento edilizio

Strettoia soffiante ampliata di un fattore M ;
la portata aumenta di $M^2.5$
a parità di perdita di carico ai capi.

Se disostruiamo proprio dove c'è vento,
quasi sicuramente faremo danni,
soprattutto se è un buchino impercorribile
(M molto grandi).

FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento edilizio

La differenza media di temperatura fra aria di grotta e aria esterna inghiottita è 5°C.

In quelle condizioni 1 metro cubo d'aria rilascia 5 KJ di energia termica, più il calore latente di condensazione della sua umidità se avviene condensazione

(da 0, con nessuna condensazione, sino a 13 KJ con aria al 100% di umidità).

Diciamo in media circa 10 KJ totali per metro cubo d'aria.



FONTI DI INQUINAMENTO

Inquinamento edilizio

Se una grotta inghiotte $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ assorbe una potenza media di 1 kW.

Allargare una strettoia sino a permettere un flusso 10 volte maggiore significa permettere l'ingresso di una potenza di 10 kW, cioè circa 1 miliardo di Joule al giorno, depositati in una zona ristretta.

UNA STUFA, non piccola!!!

(bomba di Hiroshima: centomila miliardi di Joule).

Con quali conseguenze?

Sia chiaro: nessuno lo sa.

Dunque: *l'ultimo chiuda la porta!*

COMPARIAMO



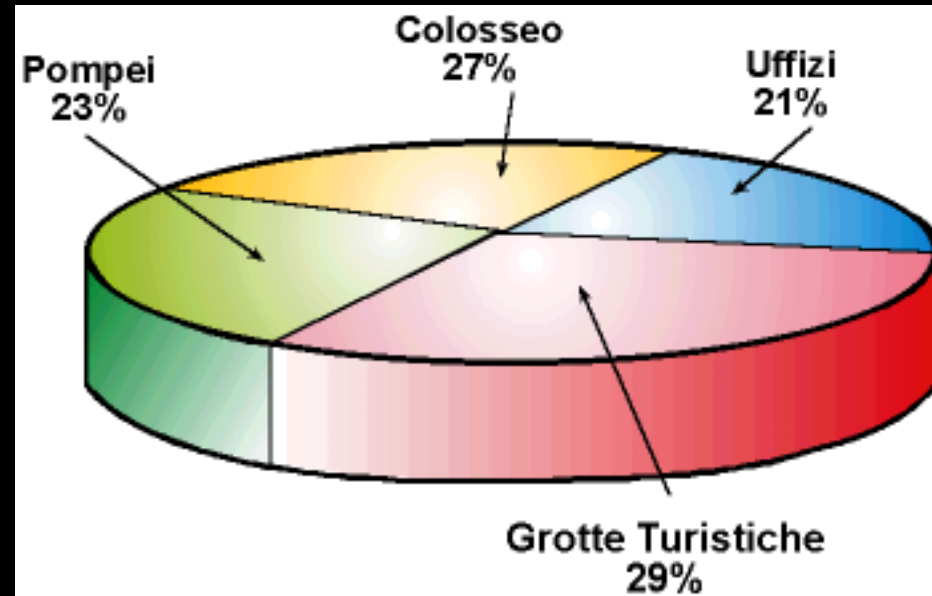
(foto degli Autori)



COMPARIAMO

Praticanti e territori

- I praticanti "speleologia" in Italia sono circa 5.000; circa 2,4 milioni/anno i biglietti venduti dalle grotte turistiche;
- le grotte conosciute sono circa 33 mila, per 2300 km di sviluppo, di cui una trentina le principali grotte turistiche (15 km di sviluppo adattato);
- la permanenza media di un turista è di circa 1 ora; possiamo ammettere che quella di un escursionista sia di 200 ore all'anno.



Distribuzione del flusso turistico in Italia nel 1998
(fonte: RAI, 1999; modificato)

COMPARIAMO

Praticanti e territori

- ❖ Possiamo ammettere, per fissare le idee, che gli esploratori siano 200 su 5000, per dire che, in media, un venticinquesimo delle uscite sotterranee annuali di uno speleologo è dedicato alla ricerca (mah!);
- ❖ nel complesso del Corchia circa 5 dei 50 km sono visitati e possiamo prendere questo dato del 10% come buono;
- ❖ 230 km di grotte usate per l'escursionismo: non irragionevole;
- ❖ il numero di ore in grotta degli speleologi è dell'ordine del milione;
- ❖ per ora facciamoci andare bene che 1/100 (?) del tempo totale (cioè 10 mila ore) sia speso in esplorazione e andiamo avanti.



COMPARIAMO

Praticanti e territori

attività	ricerca	escursionismo	turismo
adattamenti	primo	secondo	di massa
utenza	adattatore	personale addestrato	quasi tutti
utenti	200	5000	2.400.000/a
impatto per passaggio	enorme	discreto	basso
territorio	2300 km	200 km	15 km
territorio in percentuale	100%	10%	0.5%
migliaia di ore di utenza all'anno	10	1000	2000
potenza rilasciata individuale [W]	300	300	100
potenza rilasciata per illuminazione [W]	800	800	300

attività	ricerca	escursionismo	turismo
anidride carbonica liberata all'ora [l]	30	30	10
CO ₂ totale [1000 Mauro Chiesi/a]	0.7	70	25
densità [Mauro Chiesi/a/m]	0	0.3	1.7
energia totale depositata all'anno [MWh]	11	1100	800
densità di energia depositata [MWh/km]	0.006	6	50
polveri	scarse	presenti	gravi
contaminazione fra grotte	gravissima	presente	praticamente nulla
residui	molto variabile	respirazione e deiezioni	respirazione
VIA, mitigazione impatti	no	no	forse
costi	materiale individuale	materiale individuale e addestramento	gestione della grotta

COMPARIAMO

Praticanti e territori



Concrezioni di gesso, Crystals Cave, New Mexico, USA (foto M. Chiesi)

- L'impatto ambientale degli speleologi ha in genere un effetto abbastanza piccolo perché passiamo poco, ma è enorme per unità di passaggio;
- le grotte che, da inesplorate, erano state sensibilissime anche all'effetto degli speleologi, ora sono degradate e ci appaiono insensibili solo perché il nostro passaggio ha già distrutto tutto quel che poteva;
- le zone sporche, normalmente lo sono perché sono frequentate da *tante persone*, **NON CONTROLLATE.**

CONCLUSIONI

Il punto chiave è quello della
valutazione dell'impatto ambientale.

**Certe azioni, che in una grotta sono irrilevanti,
in un'altra causano danni irreversibili.**

I primi ad affrontare questi problemi sono stati proprio **alcuni** gestori di grotte turistiche che si sono accorti del rischio di "perdere la grotta" a causa della sua strana reattività.

La ricaduta non è stata solo quella di proteggere la singola grotta (con l'irritante conseguenza di proteggerne lo sfruttamento), ma quella di aver fatto crescere la coscienza **della complessità dei sistemi sotterranei.**



CONCLUSIONI

Dobbiamo rimediare al fatto che, per come è nata e per come è stata portata avanti l'analisi della vulnerabilità delle grotte,

il problema è ancora poco compreso dagli speleologi; figuriamoci dalla gente comune!!!

Un po' per scarsità di contatti e un po' per il timore che la cosa comportasse delle limitazioni alla stessa attività.



Inquinamento da rifiuti urbani, Calabria, Italia
(foto F. Larocca, Arch. Società Speleologica Italiana)

CONCLUSIONI

È fondamentale importare e fare circolare queste conoscenze:
anche noi, azione per azione, dobbiamo ragionare
sulle conseguenze di quel che facciamo e

pretendere anche dalla nostra attività quello che
andiamo pretendendo dagli adattamenti turistici:

**reversibilità e mantenimento
delle condizioni che c'erano
prima del nostro passaggio.**



CONCLUSIONI

RIPETIAMO

Pretendere anche dalla nostra attività quello che andiamo pretendendo dagli adattamenti turistici.

REQUISITI DI QUALITÀ NELL'ADATTAMENTO TURISTICO DI UNA GROTTA					
	ecosistema	paesaggio	informazione	gestione	ricerca
<i>obiettivi</i>	conservazione dei parametri fisici-chimici-biologici di grotta riscontrabili nella situazione naturale	conservazione del paesaggio interno ed esterno alla cavità mediante opere infrastrutturali non distruttive e reversibili	inserire l'occasione della visita alla grotta nel contesto del territorio carsico, naturale ed antropico, cui appartiene	svincolarsi da esclusive considerazioni di profitto	favorire e sviluppare la ricerca scientifica, ulteriori interventi di salvaguardia ambientale
<i>mezzi</i>	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	STUDIO DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI	PROGETTO DIDATTICO	PROGETTO DI GESTIONE	PROGETTI DI RICERCA
<i>strumenti</i>	monitoraggio preventivo da parte di Enti pubblici e Associazioni no-profit di rappresentanza nazionale	simulazioni e analisi delle alternative	informazione e l'educazione ambientale affidate a guide professionali, ovvero istruttori, di formazione speleologica	verifica del monitoraggio e conservazione del bene naturale affidata a Comitati Scientifici di controllo	fondi ambientali comunitari, fondi derivanti dagli utili di gestione

CONCLUSIONI

Prendete solo fotografie



Grotte in gesso Permiano (sopra) e Triassico (sotto)
(foto M. Chiesi)



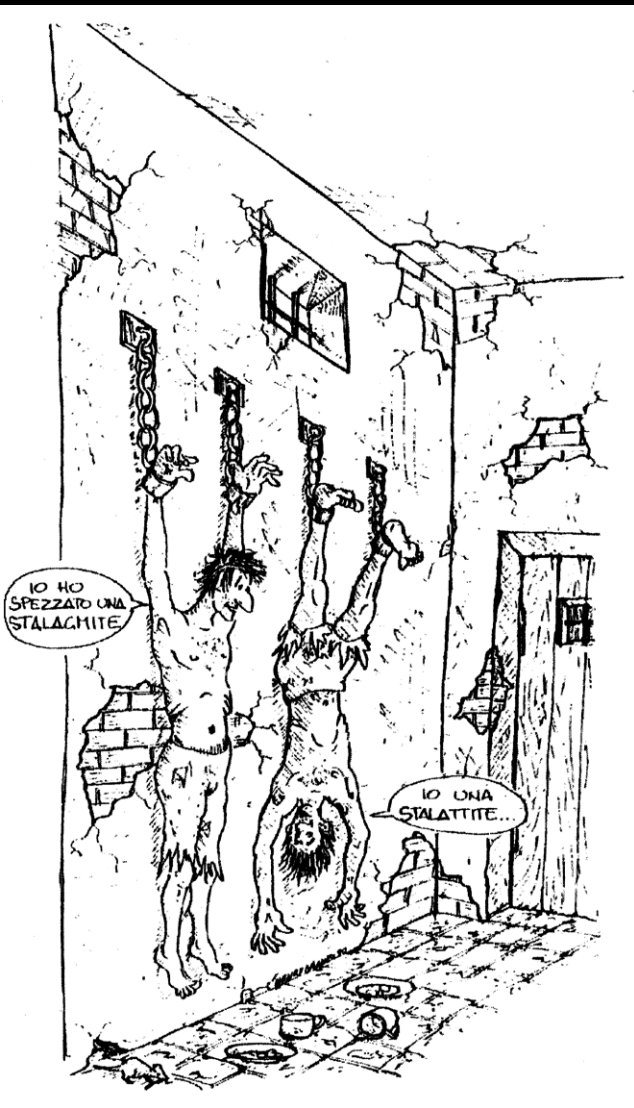
Geotritone (foto Arch. Società Speleologica Italiana)



Uccidete solo il tempo
Lasciate
solo **poche** impronte



CONCLUSIONI

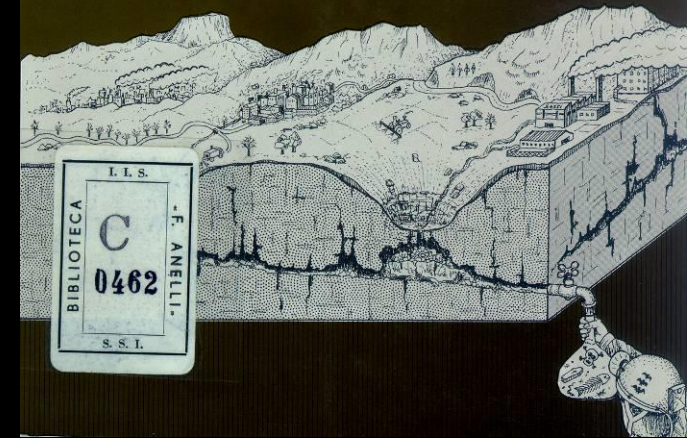


Almeno: l'ultimo chiuda la porta!

PROBLEMI DI INQUINAMENTO E SALVAGUARDIA DELLE AREE CARSICHE

Metodi di indagine e di studio per la gestione delle aree carsiche e delle cavità naturali

Nuova Editrice Apulia



PER SAPERNE DI PIU'

AA.VV. (2000), *Il monitoraggio ambientale nelle grotte turistiche*.

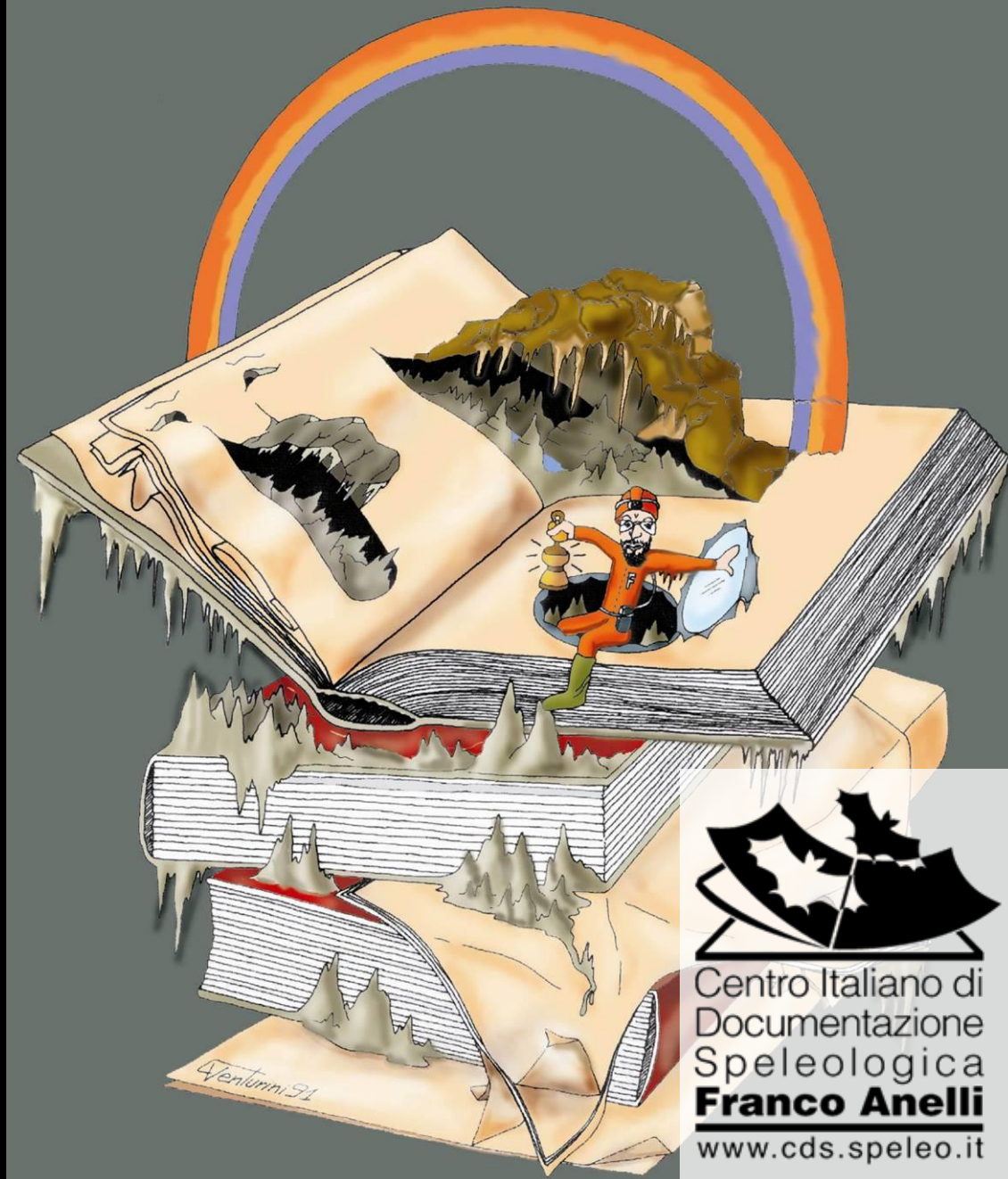
Le Grotte d'Italia, s.V.,3 (2002), pp. 132;

BADINO G. (1995), *Fisica del clima sotterraneo*. Memorie Ist. It. Spel., VII, s.II, Bologna, pp. 137;

CHIESI M., FERRINI G., BADINO G. (1999), *L'impatto dell'uomo sull'ambiente di grotta*. Quaderno didattico della SSI n° 5, pp. 18;

CHIESI M. (2005), *Il pre-monitoraggio dei parametri ambientali della grotta di Santa Barbara (Miniera di San Giovanni, Iglesias)*. Memorie Ist.It.Spel. XVII, s.II, pp. 21-32;

SSI-CAI (1989), *Problemi di inquinamento e salvaguardia delle aree carsiche*. N.Ed.Apulia, pp. 142.



Centro Italiano di
Documentazione
Speleologica
Franco Anelli
www.cds.speleo.it



SOCIETÀ
SPELEOLOGICA
ITALIANA

CREDITI



"Speleovandali di penultima generazione",
Bergeggi, Liguria, Italia (foto R. Massucco,
Arch. Società Speleologica Italiana)

Questa lezione è stata preparata da Mauro Chiesi e Giovanni Badino, in alcuni anni, con ottimi amici e ottimo vino: li ringraziamo entrambi.

In particolare siamo riconoscenti:

- verso i fotografi che hanno concesso le loro fotografie all'archivio della Società Speleologica Italiana: William Formella, il Gruppo Speleologico Paletnologico "Gaetano Chierici" di Reggio Emilia, Rinaldo Massucco e Felice Larocca;
- verso alcuni amici che hanno concesso la riproduzione della loro immagine.

© **Società Speleologica Italiana**

Ogni parte di questa presentazione può essere riprodotta sotto la propria responsabilità, purché non se ne stravolgano i contenuti. Si prega di citare la fonte.