



Alessio FILECCIA
 Libero professionista,
 si occupa di idrogeologia
 e carsismo, è professore
 di Idrogeologia Applicata
 all'Università di Trieste
 (geofile@libero.it)



Acque sotterranee, clima e speleologia

Secondo studi delle Nazioni Unite, quasi 1,4 miliardi di persone oggi non ha accesso all'acqua potabile. In termini più semplici significa che devono compiere giornalmente un percorso più o meno lungo per riempire una tanica di pochi litri, quando secondo dati dell'UNESCO, già nel 1948 negli U.S.A., dai rubinetti delle case private uscivano circa 550 lt/giorno.

Nonostante possa sembrare ovvio, l'acqua non è ovunque considerata prioritaria tra le spese pubbliche. In Pakistan le spese militari superano di 50 volte quelle per l'acqua potabile e la depurazione. Molti processi industriali e la stessa pratica agricola sono ancora basati su di un eccessivo consumo e scarsa pianificazione.

L'agricoltura è la prima consumatrice, con 80% delle risorse a livello mondiale, contro 12% dell'industria ed 8% a scopo potabile.

In Italia, come in quasi tutte le nazioni industrializzate la fonte principale di approvvigionamento idrico proviene dal sottosuolo. Nel centro e sud del paese, l'80% degli acquedotti utilizzano acquiferi carbonatici.

Mentre 3-5 lt/giorno sono sufficienti alla sopravvivenza di una persona, ne servono 30-50 lt per un animale di grossa taglia (mucca, cavallo). Se passiamo poi a i processi industriali, servono 1.000 metri cubi per produrre 1 ton di grano o di zucchero, quasi 96 metri cubi per 1 kg di vaniglia pura.

Riassunto

L'articolo descrive come argomenti in apparenza molto diversi tra loro si siano dimostrati in realtà strettamente correlati.

È noto che le risorse idriche sono in relazione al ciclo idrologico globale e quindi ai diversi climi esistenti sulla terra. In particolare l'accumulo delle acque sotterranee è legato alla presenza di quelle superficiali e quindi al clima esistente in una determinata regione, soprattutto nel passato.

La constatazione che l'effetto serra sia un fattore determinante nelle variazioni del clima terrestre ha portato a ricercare i diversi fattori in grado di evidenziare tali cambiamenti anche nel recente passato geologico.

Sotto questo punto di vista la Speleologia e lo studio degli speleotemi (depositi di grotta) abbinato a sofisticate tecniche analitiche ha permesso di ricostruire con precisione le variazioni climatiche subite da intere regioni per migliaia di anni.

FABBISOGNI IDRICI MEDI PER USI DOMESTICI, AGRICOLI

(fonte: Todd, Carta di Saragozza 2008)

Uso domestico

Consumi d'acqua medi

Potabile	2-3 lt a testa al giorno
Lavaggio piatti	2-4 lt /giorno
Toilette	12-20 lt / giorno
Bagno	130-170 lt
Doccia	20 lt/min
Lavatrice	130 lt
Irrigazione del giardino	1300 lt/ora

Animali (consumi giornalieri)

Mucche da latte	150 lt
Mucche	50 lt
Cavalli	50 lt
Maiali	15 lt
Pecore	7-8 lt
Pollame (per 100 esemplari)	25 lt

L'inquinamento, il sovrasfruttamento delle risorse idriche, sommato all'agricoltura intensiva che facilita l'erosione dei suoli ed un recapito più veloce di acque superficiali ai fiumi, e quindi al mare, non favorisce di certo l'alimentazione delle falde idriche.

Tenendo conto del fatto che gli acquiferi superficiali hanno la tendenza ad essere non utilizzati per questioni di qualità e vulnerabilità, a vantaggio di quelli profondi, più protetti ma con tasso di rinnovamento di decine di migliaia di anni, la situazione futura non si presenta certo delle più favorevoli.

Secondo un recente studio di datazione sugli acquiferi della pianura friulana, alcuni campioni di acque tra 360 e 525 m di profondità hanno fornito un'età variabile tra 15.000 e 31.000 anni.

(Martelli, Granati, Toscani, Iacumin, Selmo, 2007)

È ovvio che l'utilizzo di una tale risorsa andrebbe completamente rivalutato ed al limite destinato a periodi di particolare gravità.

Per restare nella nostra regione, durante un Convegno di studi sugli acquiferi della provincia di Treviso (2004) è risultato che il livello medio della falda freatica ha progressivamente raggiunto nell'alta pianura, valori di 5-6 m più bassi rispetto al 1953 (Antonello).

Tale fatto è imputabile sia al forte aumento dei prelievi, sia ad una generale diminuzione delle precipitazioni nel Veneto e nell'Europa centrale in genere (Monai).

Considerata l'abbondanza d'acqua che ancora caratterizza le nostre zone, questa notizia può non impressionare molto, ma ricordiamo che i fenomeni naturali si evolvono molto lentamente per poi mostrarsi in tutta la loro gravità in un tempo breve.

In altre zone del globo gli equilibri sono stati già superati.

Nel 2000 è iniziato un importante progetto avente come scopo lo studio e la gestione delle risorse idriche nel bacino del Sahara. Si tratta del SASS (Sistema Acquifero del Sahara Settentrionale) con lo scopo di promuovere la "Coscienza di bacino" tra le nazioni confinanti e mettere in pratica strategie di gestione delle risorse idriche sotterranee comuni.

Il SASS coinvolge Algeria, Tunisia e Libia che su di una zona di un milione di kmq utilizzano tramite 9.000 pozzi una risorsa ormai non più rinnovabile.

I due acquiferi principali (Complesso terminale e Continentale intercalare) contengono una riserva stimata di 30.000 miliardi di metri cubi, di cui solo una parte utilizzabile. L'acqua in pressione viene prelevata a profondità di varie centinaia di metri (fino a 1.000 - 1.500).

Dagli anni '50 al 2000 i prelievi hanno subito una crescita esponenziale, passando da 300 milioni di metri cubi all'anno a 2,5 miliardi, più del doppio della ricarica naturale stimata.

Tutto questo ha portato un'area che prima della seconda guerra mondiale era praticamente spopolata ai 4 milioni di abitanti odierni e 8 milioni previsti nel 2030.

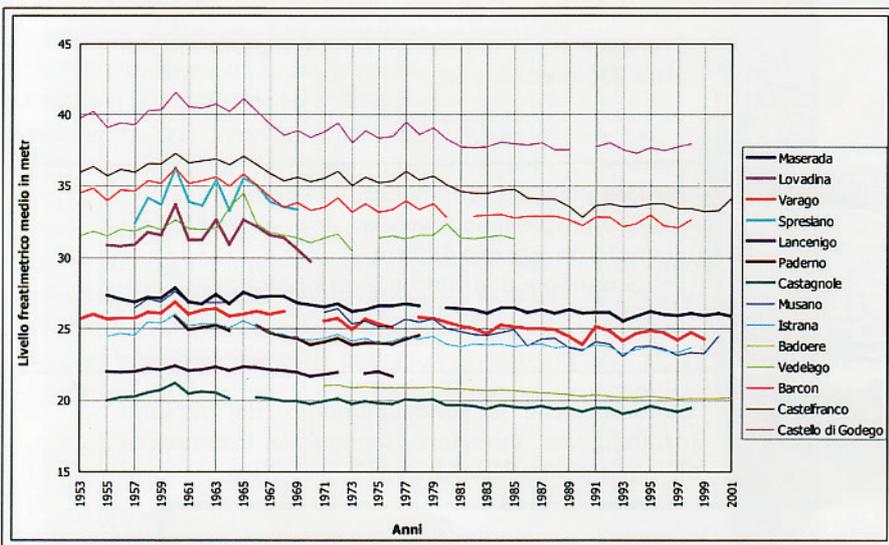
L'altra faccia della medaglia è legata invece alle modifiche ambientali verificatesi:

- aumento della salinità delle falde superficiali (scomparsa dei Chott);
- abbassamenti dei livelli artesiani e conseguente aumento dei costi di pompaggio;
- svuotamento delle sorgenti;
- interferenze tra pozzi, distanti anche chilometri, e spesso situati in nazioni diverse.

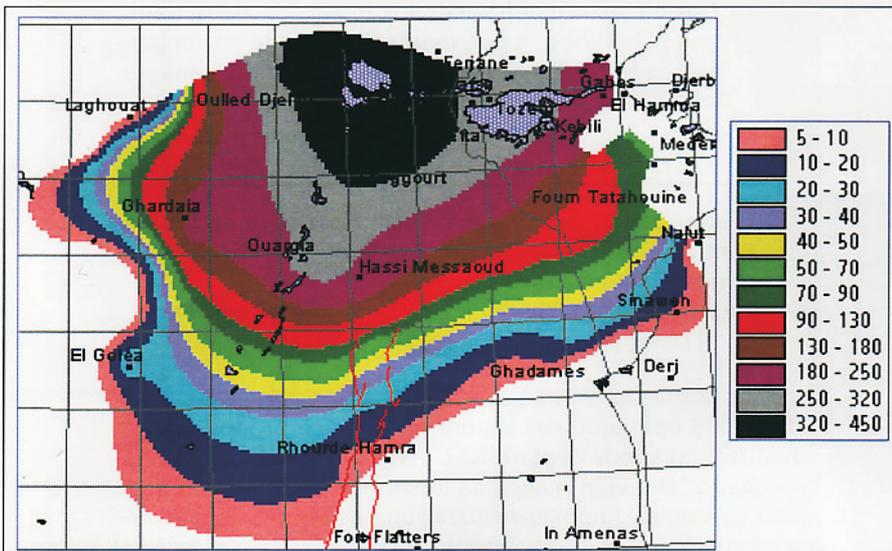
A titolo di esempio, nella zona settentrionale del bacino, corrispondente all'incirca al parallelo di Djerba (Tunisia) gli abbassamenti piezometrici massimi rispetto al 1950 raggiungono oggi i 100 m.

Un modello matematico ha permesso di valutare che al tasso di estrazione attuale tale abbassamento potrebbe arrivare a 300 - 400 m nel 2050.

Il caso degli acquiferi fossili del Sahara è uno tra i più conosciuti e che dimostra come ambiente, clima e risorse idriche siano intimamente connessi.



Abbassamenti piezometrici in alcuni pozzi dell'alta pianura trevigiana (M. Antonello)



Abbassamenti di falda previsti nel nord Sahara al 2030 mantenendo il tasso di prelievi attuali (per gentile concessione di Rachid Djettou, ANRH, Algeri)

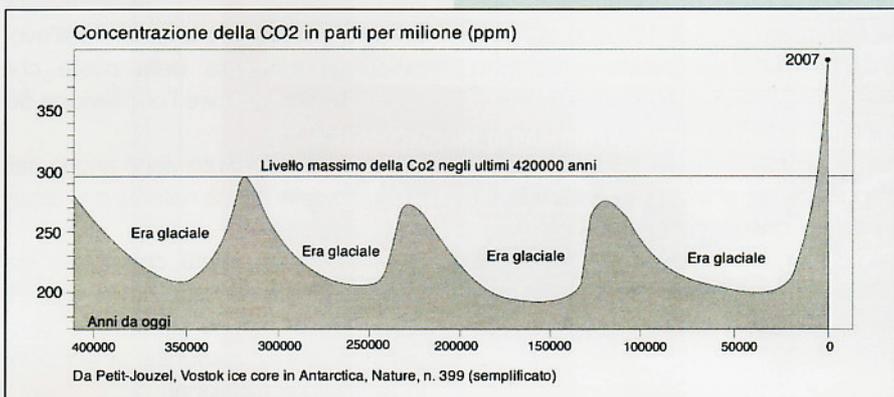
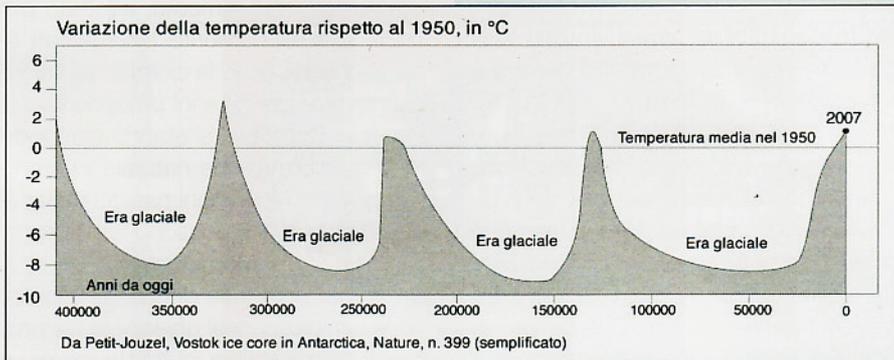
Da questo punto di vista lo studio del clima e soprattutto delle variazioni climatiche ha cominciato a diventare un aspetto importante della nostra vita quotidiana soprattutto oggi che le previsioni meteorologiche sono diventate sempre più attendibili.

Il "clima" in senso generale riguarda una serie di parametri, come temperatura, piovosità, pressione atmosferica, insolazione, escursione termica ecc. Quelli che noi siamo abituati a considerare più importanti sono comunque i primi due, ma non è sufficiente considerare un unico anno particolarmente piovoso, come da noi il 1996 od il 2004, o particolarmente secco, 2003, per dire che il clima sta cambiando e che la causa è l'uomo.

Il clima è infatti costituito dalla media di tutti i parametri elencati in precedenza e considerati per un periodo ragionevolmente lungo.

Un esempio molto noto è l'aumento di CO₂ nell'atmosfera misurato a partire dal 1950 in un'isola delle Hawaii.

Questa zona, praticamente lontana da ogni forma di inquinamento, ha registrato un aumento costante della percentuale di anidride carbonica, da 300 a 380 ppm; mentre Mann calcolò che l'aumento medio della temperatura dell'atmosfera, imputabile alle emissioni, fu per l'emisfero nord di 1° nell'ultimo secolo.



Questo esempio introduce un altro aspetto interessante dell'argomento: esistono variazioni climatiche naturali ed artificiali e nonostante quello di solito viene comunicato dai media non è semplice distinguere i due casi.

Da quando la Terra si è formata, 4,6 miliardi di anni fa, il clima è continuamente cambiato.

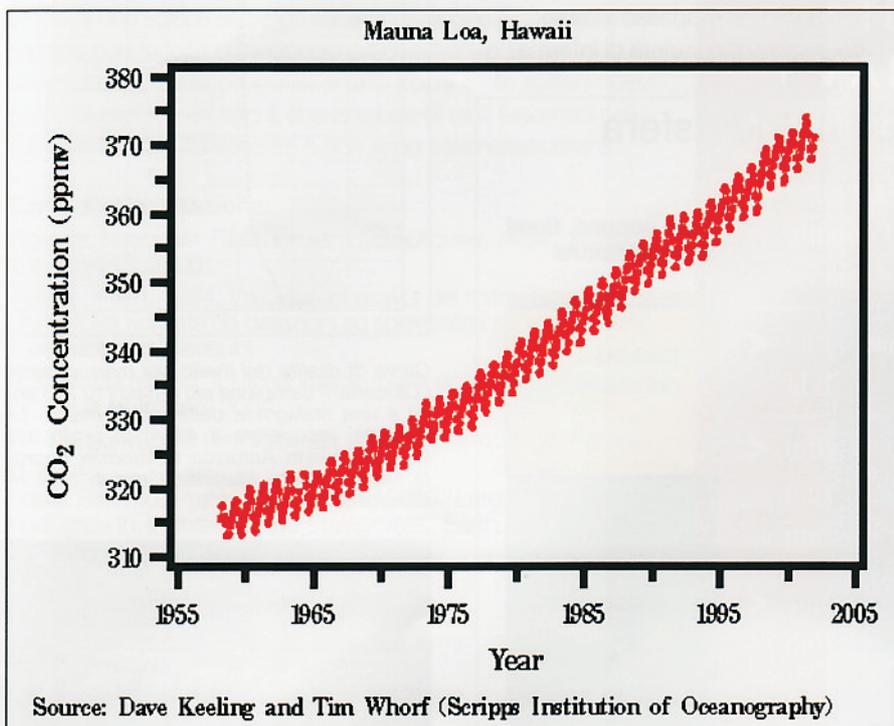
Per comprendere meglio cosa "continuamente" significhi a scala geologica, basta pensare che se paragoniamo l'età della Terra a quella di una persona di 70 anni, l'uomo di Neanderthal ha cominciato ad estinguersi 6,5 ore fa, Gesù Cristo è morto 16 minuti fa e Colombo ha scoperto l'America solo 4 minuti fa. Di questo dobbiamo tenere conto quando rapportiamo la scala umana ai fenomeni naturali.

Quando si parla di clima a scala globale si citano spesso le espansioni delle calotte glaciali quali indicatori più importanti delle sue variazioni.

Le glaciazioni più antiche datano a 2,3 miliardi di anni fa, poi 900 milioni di anni fa, quindi 760, 700, 620 e 590 rispettivamente.

Vi sono stati quindi lunghi periodi caldi ed a partire da 30 milioni di anni fa si formò la calotta glaciale antartica e all'incirca 3 milioni di anni fa quella artica. Questo avvenimento ha marcato l'inizio del Quaternario caratterizzato da successioni "rapide" di periodi glaciali ed interglaciali.

Molti parametri fisici ed astronomici entrano in gioco nelle variazioni climatiche: attività solare, posizione dell'asse terrestre, circolazioni di masse oceaniche ecc. ma tutti sono concordi nell'affermare che l'effetto serra è quello chiave, con concentrazioni di CO₂ più elevate durante i periodi caldi.



Concentrazione in ppm della CO₂ atmosferica nelle isole Hawaii, dal 1955 al 2005

Nonostante questo non è ancora possibile, alla scala geologica, stabilire una relazione quantitativa tra effetto serra e temperatura sulla Terra.

Grazie ai carotaggi in Antartide si può, con ragionevole precisione ricostruire l'evoluzione climatica terrestre degli ultimi 650.000 anni ed affermare che il ritmo di comparsa delle glaciazioni è legato alla posizione della Terra ed a tre parametri principali della sua orbita: eccentricità, obliquità, precessione.

Questi fattori variano con una periodicità rispettivamente di 100.000, 40.000 e 20.000 anni ed è stata confermata anche dall'analisi di sedimenti marini in varie parti del globo.

Ancora, l'esame delle bolle d'aria intrappolate nei ghiacci dell'Antartide ha mostrato che la concentrazione naturale di CO₂ era molto più elevata prima dell'era industriale rispetto a quella presente durante il massimo periodo glaciale (20.000 anni fa).

Lo studio dei ghiacciai della Groenlandia ha permesso di riconoscere ben 25 variazioni climatiche durante l'ultimo periodo glaciale-interglaciale con dei riscaldamento registrati al centro della grande isola fino a 16°.

Se ora consideriamo che il 65-70% delle acque dolci sono contenute nei ghiacci, conoscere la successione dei periodi caldi e freddi, umidi od asciutti del passato può aiutare a formulare delle ipotesi sull'evoluzione climatica futura con tutta una serie di implicazioni strategiche ed economiche.

È un po' il ragionamento, adottato per prevedere l'andamento dei mercati finanziari ricercando la ciclicità nel valore di certi titoli per gli anni precedenti.

Per questo motivo si stanno cercando fonti di informazione naturale in grado di registrare i fenomeni passati molto al di là di quello che possono fare le semplici stazioni pluviometriche.

Un archivio naturale di questo tipo sono le laminazioni nei ghiacci, la cui presenza e spessore è in stretta relazione alla piovosità.

Un'altra possibilità è lo studio dell'evoluzione morfologica delle coste che permette di ricostruire l'oscillazione del livello marino.

Un recente contributo viene anche dallo studio delle cavità naturali e di alcuni depositi ipogei.

Non tutti sanno, infatti, che solo in Italia sono censite 30.000 cavità e quasi 2.500 km di gallerie sono state topografate (Catasto Nazionale della Società Speleologica Italiana).

Le concrezioni di grotta (speleotemi) ed in particolare le stalagmiti che crescendo dal basso verso l'alto, costruiscono una struttura più regolare di altri depositi, si sono rivelate dei testimoni fedeli dell'evoluzione climatica.

Gli speleotemi si prestano, infatti, molto bene alla ricostruzione del clima passato, dato che:

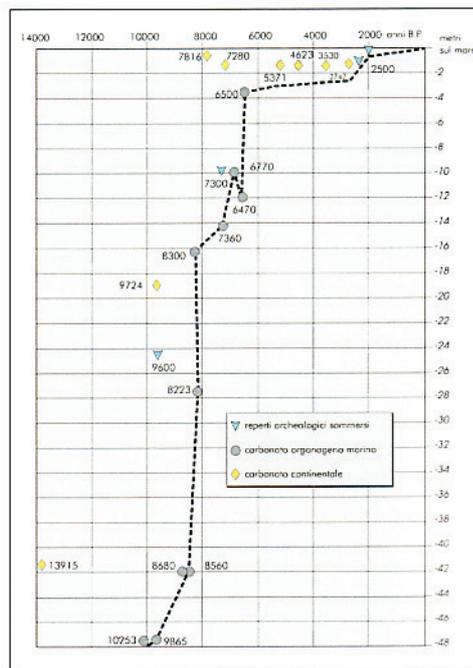
- si possono datare facilmente con metodi isotopici; la calcite nelle stalagmiti contiene spesso Uranio;
- contengono più varietà di informazioni

ni permettendo di ricavare dati sia sulla piovosità sia sulla temperatura;

- dato che ogni lamina corrisponde ad un anno hanno un'elevata risoluzione che anche nei casi più sfortunati è sui 10 anni.

Un interessante risultato che mostra una felice collaborazione tra speleologia, geomorfologia e geochimica è quello che ha permesso di ricostruire le oscillazioni del Mediterraneo negli ultimi 10.000 anni. L'analisi delle linee di costa (solchi di battente) e delle sezioni di stalagmiti subacquee raccolte in numerose grotte marine del Tirreno mostra come nell'arco di 2.000 anni, tra 10.000 ed 8.000 anni fa, un rapido riscaldamento globale ha fatto innalzare il livello del mare di circa 30 m, mentre invece negli ultimi 6.000 anni esso è aumentato di soli 4 m.

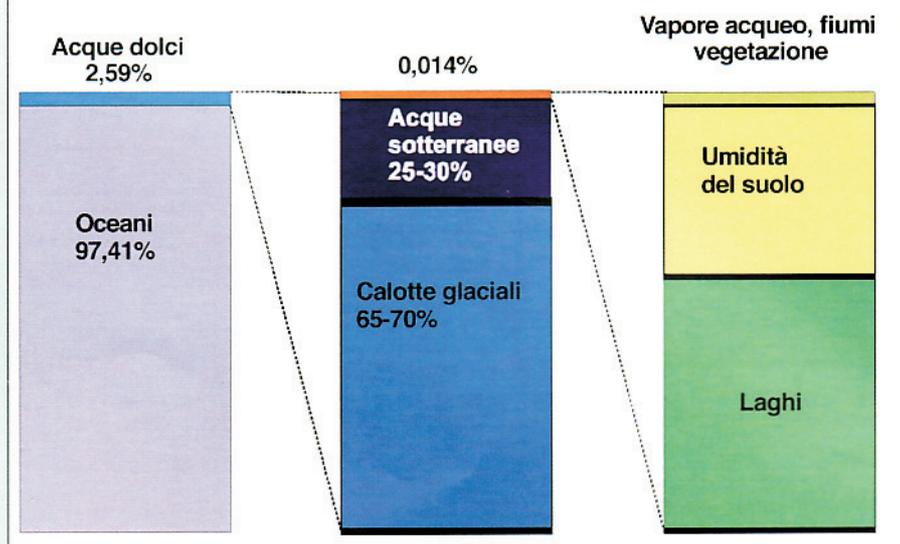
Il campione più antico è una stalagmite raccolta dagli speleosub in una grotta di Capo Palinuro a 48 m di profondità e che ha fornito un'età di 10.253 anni.



Curva di risalita del livello del mare durante l'Olocene; il campione più antico (10.253 anni) è una stalagmite della grotta marina La Scaletta, recuperata a 48 m di profondità (Alessio, Allegri, Antonioli, Belluomini, Improta, Manfra, Preite, Martinez, Geosub 1994, ridisegnata)

Distribuzione dell'acqua nell'idrosfera

(Lvovitch 1967, Nace 1969)

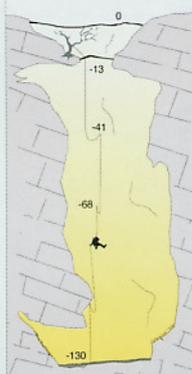


Scheda



Wack-Doom shaft, Namibia

L'aspetto più interessante delle microstrutture delle stalagmiti è che sono costituite da lamine. Le lamine si presentano come strati di calcite dello spessore di decine o centinaia di micrometri, separati da livelli più opachi. In molti casi questi livelli sono annuali e se non vi sono state interruzioni nella crescita la datazione può essere effettuata contando le lamine come avviene per gli anelli di un tronco d'albero. Questo è in parte il caso per la stalagmite in fotografia proveniente da una cavità carsica in Namibia. La datazione isotopica (U/TH) ha fornito un'età di circa 6.000 anni. I periodi di lenta deposizione sono ben marcati (bande scure) mentre si notano delle zone di interruzione della crescita dovuti a periodi particolarmente secchi o ad un allagamento completo della cavità, che oggi si trova a 130 m di profondità, nella sezione a destra. (Fileccia-Marais 2007)



CONCLUSIONI

La Terra è stata paragonata da qualcuno ad un essere pensante (Gaia) che agisce secondo schemi particolari e che come noi registra con fedeltà ogni piccolo cambiamento. I segni di queste mutazioni sono ovunque, anche pochi metri sotto i nostri piedi. Quello che è certo è che le cause di tanti fenomeni naturali sono ancora da scoprire e non sono solamente umane.

Fonti di consultazione:

Agence Nationale Ressources Hydrauliques, Alger, Rapport sur le SASS, 2006

Alessio e altri, 1994, La curva di risalita del mare Tirreno negli ultimi 43ka ricavata da datazioni su speleotemi sommersi e dati archeologici (Geosub)

Atti del Seminario: Il Monitoraggio delle acque sotterranee in provincia di Treviso, 2004

Atti del convegno: Groundwater and climate in Africa, Kampala, 2008

Frisia, Borsato, Preto, Mc Dermott, 2003, Late Holocene Annual growth in three alpine stalagmites. Earth and planetary Science letters, v. 216, pp 411-424

Laboratorio di Glaciologia e geofisica dell'ambiente: www.lgge.ujf-grenoble.fr

Laboratorio delle scienze sul clima ed ambiente: www.lsce.cea.fr

Portale dell'acqua dell'Unesco: www.unesco.org/water/index

United Nations framework convention on climate change: www.unfccc.int



IN ESCLUSIVA
LA TECNOLOGIA DEI PALI BATTUTI IN GHISA DUTTILE.

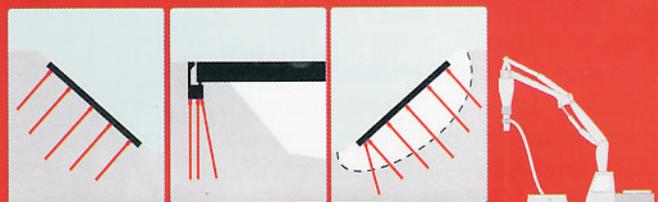
REALIZZAZIONE DI BERLINESI PER SOSTEGNO DI SCAVI



REALIZZAZIONE DI PALI INIETTATI PER IL SOSTEGNO DI EDIFICI

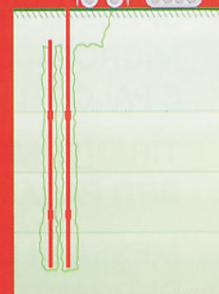


INTERVENTI PARTICOLARI IN EMERGENZA



TUTTI
I VANTAGGI

- > minor costo
- > velocità realizzativa almeno tre volte le tecniche classiche
- > completa assistenza al dimensionamento
- > intervento in zone non raggiungibili con le normali attrezzature
- > sicurezza e garanzia del risultato



TERRENI RINFORZATI E MURI RIVESTITI. SISTEMA MURO FORTE.

DEMOLIZIONI E RICICLAGGIO MATERIALE INERTE.



Zarantonello Andrea&Nicola S.a.s.
36073 Cornedo Vicentino (VI)
Via Belvedere 28 - Cereda
Tel. 0445 953901 - studioez@simail.it