

www.provincia.tn.it

Rivista della Provincia autonoma di Trento

# il Trentino



agosto 2007

anno XLIII - numero 280

## TRENTINO PROGETTO CLIMA

L'effetto serra in Trentino  
Intervista a Tozzi  
La grotta di Ernesto

Rivista della Provincia  
autonoma di Trento  
Anno XLIII – 278 aprile 2007

DIRETTORE RESPONSABILE  
Alberto Faustini

COORDINATORE  
MARCO PONTONI  
marco.pontoni@provincia.tn.it

REDAZIONE  
Pier Francesco Fedrizzi  
Carlo Martinelli  
Mauro Neri  
Giampaolo Pedrotti  
Corrado Zanetti

SEGRETERIA DI REDAZIONE  
Alessandra Odorizzi  
Elisabetta Valduga

Autorizzazione del tribunale  
di Trento n. 100 del 13.08.1963  
Iscrizione nel R.O.C. n. 480

Direzione e redazione  
Palazzo della Provincia  
38100 Trento  
Piazza Dante, 15  
Telefono: (0461) 495111 492660

Foto  
G. Cavulli, G. Garbari,  
P. Cavagna, archivio APPA,  
C. Paggetti/archivio Artimedia  
A. Bayr, archivi PAT/Ufficio Stampa

IMPAGINAZIONE  
Artimedia – Trento

STAMPA  
Litografia Effe e Erre – Trento

## in questo numero

<i>Dellai: un problema e un'opportunità</i>	1
<i>Tozzi: come risparmiare acqua ed energia</i>	2
<i>Il clima sta cambiando</i>	5
<i>Che cosa sta cambiando</i>	11
<i>Uno sforzo globale per proteggere il clima</i>	18
<i>Consigli per vivere al meglio la vita di tutti i giorni... ...rispettando l'ambiente</i>	23
<i>Come eravamo...</i>	24
<i>Cambiamenti climatici in Trentino: passato, presente e futuro</i>	28
<i>L'educazione ambientale nelle priorità dell'APPA</i>	36
<i>Nelle stalagmiti della Grotta di Ernesto la storia del clima</i>	39
<i>Pause di riflessione</i>	42
<i>Interventi provinciali per la tutela delle risorse idriche</i>	44
<i>Aria, energia, acque, abitazioni: crescono le misure "sostenibili"</i>	47
<i>Un campo eolico sperimentale a Trento nord</i>	54
<i>Al comprensorio Bassa Valsugana e Tesino le prime certificazioni ambientali</i>	56
<i>Una leggenda: il raddomante</i>	58
<i>Una selezione di indirizzi</i>	60

Per ricevere gratuitamente "Il Trentino"  
scrivere, telefonare, inviare un fax o una e-mail ai seguenti indirizzi:

Redazione Il Trentino  
Piazza Dante n. 15, 38100 Trento, tel. 0461 492671, fax 0461 494615-16  
iltrentino@provincia.tn.it – www.riviste.provincia.tn.it





Marmolada  
(Foto di Giovanni Cavulli)

## Un problema e un'opportunità

di Lorenzo Dellai

Qualche mese fa abbiamo presentato in un convegno al castello del Buonconsiglio l'ultimo rapporto dell'Onu sui cambiamenti climatici, realizzato da 2.500 scienziati di tutti i continenti. Da esso risulta che la terra si sta surriscaldando, e che la causa principale sono le attività umane che provocano le emissioni dei cosiddetti gas serra nell'atmosfera. Erano cose che in parte già sapevamo; ma oggi abbiamo in più una enorme mole di dati scientifici che le confermano. In seguito a ciò **la Provincia autonoma di Trento ha deciso di dar vita ad alcuni gruppi di lavoro tecnici, coordinati dai dirigenti dei diversi settori ma aperti anche a contributi esterni: uno sull'andamento del clima nel nostro contesto alpino; uno sulla pianificazione strategica e sulla gestione della risorsa idrica; uno sull'impatto dei cambiamenti climatici sul turismo; uno sul tema dell'energia; uno rivolto agli effetti bioclimatici, dall'uomo ai ghiacciai. Infine un gruppo di lavoro è dedicato ai temi dell'informazione e della comunicazione.**

Questo numero speciale de "Il Trentino" rappresenta, ci auguriamo, un importante contributo alla conoscenza del problema. Esso contiene tre ampie sintesi sulle cause dell'effetto serra, sugli effetti, e sui possibili rimedi, ed un documento elaborato dal "gruppo Clima", che fotografa la situazione locale. Abbiamo inoltre voluto arricchire questa pubblicazione con alcune interviste e spunti relativi a ciò che il Trentino già fa (a volte, come nel caso degli incentivi alle energie rinnovabili, fin dal 1980) per contrastare l'effetto serra. Presto i gruppi di lavoro termineranno le loro analisi: a febbraio organizzeremo un evento di alcuni giorni nel corso del quale presenteremo al pubblico il quadro aggiornato delle conoscenze sui cambiamenti climatici e le proiezioni relative al futuro. In altre parole, un vero e proprio "Progetto clima" per il Trentino. È bene però tenere presente una cosa. La scienza produce teorie che cercano di spiegare i fenomeni naturali, non certezze assolute. Anche le teorie che spiegano l'effetto serra presentano quindi dei margi-

ni di fallibilità e delle zone d'ombra. Diciamo questo con spirito costruttivo: se non sappiamo ancora tutto, se esiste ancora spazio per un miglioramento alle nostre conoscenze del fenomeno, ciò significa anche che l'effetto delle azioni virtuose che intendiamo sviluppare potrebbe essere più forte del previsto.

Un'immagine suggestiva spesso ritorna nelle discussioni sugli argomenti legati all'ambiente: il battito delle ali di una farfalla in Brasile può provocare una tromba d'aria nel Texas. Ma allora può essere vero anche il contrario. Il gesto positivo di ogni persona, di ogni uomo e ogni donna di buona volontà, può avere un impatto fondamentale sulle sorti del pianeta. In questo senso io credo che l'emergenza climatica possa essere anche un'opportunità. Essa può insegnarci a modificare i nostri stili di vita, a vincere le nostre pigrizie, a "crescere" come esseri umani consapevoli. Tutto questo però non esime la politica dalle sue responsabilità. Servono proposte coraggiose e di lungo periodo, perché questo è un problema che non si esaurirà domani. Per quanto ci riguarda, alcune scommesse importanti abbiamo deciso di farle: sul fronte dei trasporti, con il nuovo piano cosiddetto "Metroland", per collegare la valle dell'Adige con le vallate laterali del Trentino con linee ferroviarie veloci, e anche, ovviamente con il raddoppio della ferrovia del Brennero, che ha come obiettivo non l'alta velocità ma l'intermodalità, cioè lo spostamento di quote crescenti di traffico pesante dall'autostrada alla ferrovia; sul fronte della ricerca e dell'economia, con il crescere del nostro impegno in questo campo, che si sta concretizzando nel distretto Energia-ambiente; sul fronte della gestione delle acque, infine, con l'idea di "ridisegnare" l'intera rete idrica del Trentino, in modo da ottimizzare l'utilizzo di questa risorsa preziosa.

I risultati di queste scelte si vedranno solo in futuro, ma questo non ci preoccupa, perché non ci interessano le iniziative "spot". Quello che facciamo oggi, in fondo, lo facciamo non per noi, ma per i nostri figli e nipoti.

Il conduttore di “Gaia”  
è stato a Trento durante  
il Filmfestival  
della montagna



## Tozzi: come risparmiare acqua ed energia. Ridurre l'uso dell'auto è possibile

È uno dei volti più noti della Rai, ma ha anche un curriculum scientifico di tutto rispetto. Stiamo parlando di Mario Tozzi, conduttore di “Gaia” per Rai Tre, laureato in scienze geologiche, già primo ricercatore al Cnr, esperto nel campo dell'evoluzione geologica del Mediterraneo, autore di oltre 50 pubblicazioni scientifiche su riviste italiane e internazionali e responsabile della divulgazione per la Federazione italiana di scienze della Terra. Tozzi è stato a Trento in occasione dell'ultima edizione del Filmfestival della montagna e

dell'esplorazione; abbiamo deciso di “intercettarlo” per una chiacchierata a 360 gradi sul tema dei cambiamenti climatici.

**Tozzi, il clima sta cambiando, e il quarto rapporto dell' IPCC – il comitato internazionale delle Nazioni Unite su questo tema – lo sancisce in maniera molto ferma. Eppure molta gente dice: sì, però anche in passato è successo, i cambiamenti climatici sono cose naturali. Come risponde a questa osservazione?**

È vero, il clima della terra è cam-

biato anche in passato, ci sono state le glaciazioni, ci sono stati periodi molto più freddi o anche più caldi, ma quello che sta succedendo ora è che il clima cambia troppo velocemente rispetto ai cicli naturali, e il cambiamento è causato quasi esclusivamente dall'uomo. Questa è la differenza.

**Quali sono gli scenari possibili, da qui a cinquant'anni?**

Fondamentalmente ci sono due scenari possibili: uno se la temperatura aumenta di poco, diciamo fino a due gradi, l'altro se la tem-

peratura aumenta molto, fino a sei gradi.

Se aumenta di poco: fusione dei ghiacci, innalzamento dei mari, piene alluvionali allagate, ghiacciai che si sciolgono con conseguente aumento delle frane, siccità, eventi meteorologici “estremi”.

Insomma, un mondo peggiorato e molto più difficile da vivere. Però questo è lo scenario ottimista. Perché se per caso la temperatura aumenta di 5-6 gradi allora tutti questi fenomeni vanno moltiplicati per dieci.



Ghiacciaio delle Lobbie, Adamello.

**“Sul clima gli scienziati non sono divisi: la schiacciante maggioranza sa che sta cambiando e che la colpa è dell’uomo”**

di Marco Pontoni

**È però ancora molto diffusa l'opinione che su questa materia il mondo scientifico sia diviso. È così?**

Si tratta di un'opinione che non so francamente su cosa si fondi. Ci sono circa 2500 scienziati che studiano il clima: di questi la stragrande maggioranza – possiamo dire, per stare tranquilli, 2450, ma sono anche di più – dice la stessa cosa, cioè che il clima sta cambiando e che al 90% è colpa nostra, dell'uomo, ma dicono così per prudenza, lo sanno benissimo che è colpa nostra; e poi esiste una ristrettissima minoranza che non è d'accordo, che sostiene che i dati sono contrastanti e così via. Facciamo benissimo ad ascoltare anche questa minoranza, perché lo scetticismo è il sale della

scienza. Ma non ha senso mettere i due gruppi sullo stesso piano. L'opinione consolidata è una, poi c'è qualche piccolo dubbio. Solo che ai mezzi di comunicazione non pare vero di poter mettere a confronto opinioni diverse, e così si accredita la convinzione che gli scienziati siano divisi, come se fosse una divisione 50 e 50.

**Parliamo di energie rinnovabili. A che punto sta l'Italia?**

Sta indietro, molto. L'Italia produce energia attraverso le fonti rinnovabili in maniera ridotta, attorno al 17, 18%, perlopiù energia idroelettrica. Di solare abbiamo poco, di eolico pochissimo e qualcosa di più solo nel campo della geotermia, dove siamo un po' più avanti di altri paesi. Anche se va

detto che qualche sforzo per evolvere da questa situazione l'Italia lo sta facendo.

**Il Trentino è una terra ricca di acqua e la utilizza da tempo. Ma cominciano ad esserci segnali preoccupanti anche qui. Cosa bisogna fare?**

In Trentino la situazione è chiara, l'acqua è abbondante, ci sono i ghiacciai e c'è la neve. Tuttavia la temperatura si sta alzando, gli usi dell'uomo aumentano, l'uso irriguo è fatto male, pure in Trentino come in tanti altri luoghi e così l'acqua comincia a scarseggiare. Inoltre ci sono gli usi impropri, come il cannoneggiamento per la neve artificiale, le troppe dighe che sbarrano i fiumi...si tratta di cose che inizialmente portano un

vantaggio ma alla lunga possono produrre uno svantaggio. Forse è meglio cominciare a rimodulare gli aspetti dello sviluppo, anche in un Trentino che è comunque molto fortunato per il suo patrimonio ambientale e molto attento a custodirlo, con numerose decisioni positive già prese.

**Perché il solare in Italia è poco utilizzato nonostante il nostro paese sembrerebbe l'ideale per questa fonte di energia?**

Il solare soffre del fatto che nessuno ha fatto degli investimenti di tipo industriale, è stata una grave mancanza. Rispetto a questo devo dire però che il Trentino si differenzia fortemente dal resto dell'Italia, ci sono più pannelli solari qui che in Sicilia, con un ter-





Lampadine a basso consumo energetico.

zo di insolazione in meno. È una contraddizione palese; credo però che adesso il solare in Italia possa ripartire, perché si sta trasformando in un affare per le imprese, e quando una cosa diventa un affare si può star tranquilli che prima o poi arriva.

#### **Qualche indicazione per la nostra vita quotidiana.**

Se si parla di acqua, ovviamente consumarne di meno, per esempio lavandoci i denti solo con l'acqua del bicchiere, o tappando il lavandino quando ci si fa la barba, preferendo la doccia al ba-



gno, ma se non si risolve il problema dei 40 litri su 100 che si perdono nelle condutture o dello spreco dell'acqua in agricoltura quello che facciamo dentro casa servirà a ben poco. Nel campo dell'energia possiamo fare molto di più anche partendo dalla nostra singola abitazione: possiamo mettere lampadine a basso consumo e ad alta efficienza, sostituire gli elettrodomestici con quelli di classe più elevata, che consumano di meno, coibentare bene la casa, coi doppi vetri, inserire le caldaie a condensazione nei riscaldamenti autonomi. Solo questi fattori portano ad un risparmio immediato di energia e anche nei conti: ogni famiglia italiana spende 3000-3500 euro all'anno di energia; con i fattori che ho indicato si può risparmiare fino a un 40-50% dei propri consumi.

**Uno dei grandi imputati delle emissioni nocive è naturalmente l'automobile. Lei ha fama di aver-**

#### **ci rinunciato. Allora è possibile?**

Eccomi qua. Vi sembra una persona poco dinamica? Io mi muovo tantissimo. In città – e Roma non è una città facile per chi non ha l'automobile – uso il ciclomotore, un tipo particolare che si spegne quando sta fermo più di tre secondi e riparte con la manopola, poi la bicicletta, e vado anche molto a piedi, oltre che con il taxi e il mezzo pubblico, che è, direi, la via più sicura. Uso anche un'altra cosa: il car sharing, cioè l'automobile condivisa con altri utenti. Non è tua, la prenoti, la usi solo per quello che ti serve, così facendo concentri le cose che devi fare, spendi solo per quello che consumi effettivamente e per il tempo che la tieni. E alla fine ho scoperto che in un anno l'ho usata solo 6 volte, il che significa che non mi serve proprio! Devo dire che mi sono sentito come se mi fossi liberato da una schiavitù. Non ne potevo più. Ora ho un pensiero di meno.



**Da anni si parla di effetto serra: questi i dati scientifici. Le ragioni di fenomeni che cominciamo a conoscere ora**

## Il clima sta cambiando

di Maurizio Dapor

### La scienza come Cassandra

Conviene innanzitutto dare uno sguardo alla questione da un punto di vista generale, riassumendo i fatti principali. La temperatura media globale della nostra atmosfera, dovuta al contenuto normale di diossido di carbonio (anidride carbonica), si aggira nell'intorno dei 14-15 gradi centigradi. Vi sono molte evidenze sperimentali a dimostrare che, negli ultimi cento anni, il clima globale è mutato e la temperatura media è aumentata. La causa di tale crescita della temperatura è stata attribuita

all'uso dei combustibili fossili e, sulla base di modelli climatici assai sofisticati, varie organizzazioni e gruppi di ricerca hanno effettuato previsioni sull'andamento del clima globale del pianeta.

L'IPCC, ovvero l'Intergovernmental Panel on Climate Change dell'Onu, pubblica da alcuni anni preoccupati rapporti sul riscaldamento del pianeta causato dall'uso incontrollato dei combustibili fossili.

Per esempio, immaginando un raddoppio nell'uso dei combustibili fossili nel corso dei prossimi

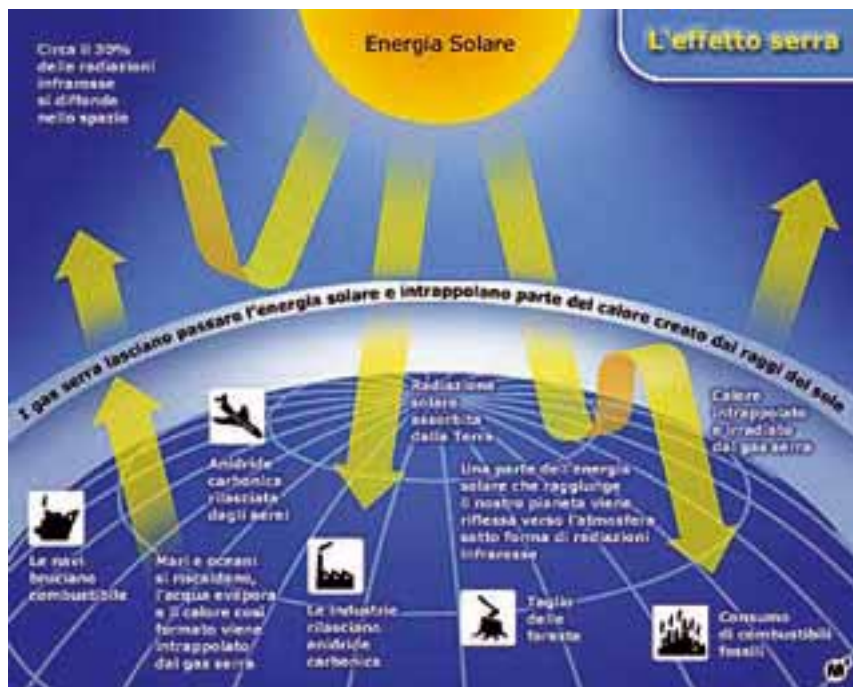
cento anni, l'IPCC ha valutato già da tempo una crescita della temperatura media globale compresa tra 1.5 e 4.5 gradi centigradi. La proiezione relativa al raddoppio del consumo dei combustibili fossili sembra ragionevole sulla base della crescita della popolazione e delle attività economiche anche se, di contro, bisognerebbe tener conto della limitata disponibilità naturale di petrolio che ci dovrebbe indurre a ricorrere a fonti energetiche alternative.

In ogni caso a conclusioni simili a quelle dell'IPCC sono giun-

*Maurizio Dapor è un fisico con molti anni d'esperienza nella ricerca scientifica presso l'Irst di Trento.*

*È autore di numerose pubblicazioni di fisica computazionale, di alcuni libri scientifici e di articoli a carattere divulgativo.*

*Fra i suoi testi più recenti: L'intelligenza della vita. Dal caos all'uomo (Springer, Milano 2002); (con M. Ropele) Elaborazione dei dati sperimentali (Springer, Milano 2005).*



ti anche gli scienziati dell'Hadley Centre dello UK Meteorological Office: i loro modelli indicano una crescita della temperatura nel prossimo secolo di oltre tre gradi centigradi. Un aumento tanto considerevole della temperatura potrebbe avere gravi conseguenze: pur non amando le previsioni catastrofiche molti scienziati hanno evidenziato – con la pacatezza e la franchezza che sempre distinguono il loro operato – la possibilità, in assenza di interventi rapidi, convinti, fermi e decisi, di dover affrontare in un prossimo futuro una crescita significativa del livello medio del mare, una drasti-

ca riduzione delle aree produttrici di cereali, un ridimensionamento di boschi e foreste nelle zone temperate, lo scioglimento dei ghiacci perenni delle regioni polari. Nel rapporto dell'IPCC del 2007 si constata che "sono stati osservati numerosi cambiamenti a lungo termine su scala sia continentale, sia regionale, sia oceanica. Questi includono variazioni nelle temperature artiche e dei ghiacci, diffusi cambiamenti nella quantità di precipitazioni, nella salinità degli oceani, nelle configurazioni dei venti e fenomeni meteorologici estremi come pesanti precipitazioni, ondate di calore e mu-

tamenti nelle intensità dei cicloni tropicali." Nella sua opera postuma "Miliardi e miliardi" Carl Sagan ci rende partecipi delle sue riflessioni attorno a queste previsioni: come Cassandra, la graziosa figlia di Priamo condannata a predire il futuro senza essere creduta, così la scienza, annota l'astronomo, rischia un'analogha condanna poiché "davanti a una predizione che riguarda forze potenti che non siamo subito in grado di controllare, abbiamo la tendenza naturale a rifiutare e a ignorare la profezia."

### Le cause

Anidride carbonica, metano e ossidi di azoto danno origine al fenomeno noto come "effetto serra". L'effetto serra svolge un ruolo fondamentale nella determinazione del clima della Terra. Come sappiamo, il nostro pianeta è circondato da un velo sottile e trasparente, l'atmosfera. L'atmosfera è composta di vari gas fra cui azoto, ossigeno ed argon. Il Sole invia sulla Terra un flusso di radiazioni che costituiscono la nostra principale fonte di calore. Dell'enorme quantità d'energia radiante che arriva al margine

esterno dell'atmosfera, circa i due terzi raggiungono la superficie terrestre e si trasformano in calore, il calore che consente la vita in tutte le sue forme. Questa energia viene riemessa dalla Terra, sotto forma di radiazioni infrarosse, verso lo spazio esterno, mantenendo in tal modo l'equilibrio termico. Se tutta l'energia riemessa dalla Terra giungesse nello spazio, la temperatura media del pianeta si assesterebbe nell'intorno dei -18 °C. Ma l'atmosfera, per nostra fortuna, trattiene parte della radiazione infrarossa, proprio grazie ai gas di cui è composta, mantenendo la temperatura media del pianeta nell'intorno dei 14-15 gradi centigradi. L'uso incontrollato dei combustibili fossili, tuttavia, sta facendo crescere la presenza dei gas serra nell'atmosfera e questa è la ragione per cui, negli ultimi cento anni, abbiamo assistito ad un apprezzabile aumento della temperatura media globale.

### I consumi energetici

I consumi energetici tra il 2003 ed il 2030, secondo le stime del Dipartimento statunitense dell'Energia, aumenteranno di circa il 7%. Le ragioni sono ben note: la cre-



scita della popolazione, lo sviluppo urbano, quello economico e industriale. L'aumento di consumi energetici interesserà principalmente i paesi in via di sviluppo e sarà basato in gran parte sull'uso dei combustibili fossili. Oggi il consumo di energia vede i combustibili fossili come fonte principale: petrolio, carbone, gas naturali. Sono seguiti dall'energia idroelettrica, dalle biomasse tradizionali e dal nucleare. Solo il 2% dell'energia prodotta si avvale di fonti rinnovabili (idroelettrica, solare, eolica, biomasse). A causa di tale massiccio utilizzo di combustibili fossili, la presenza nell'atmosfera di diossido di carbonio (il principale tra i gas serra prodotti dalle attività umane) aumenta anno dopo anno: pertanto la temperatura media globale tende a crescere per l'effetto serra e tale aumento della temperatura provocherà, alla lunga, cambiamenti climatici le cui conseguenze potrebbero essere, assai negative, sia sull'ambiente sia sull'economia.

### Le regioni alpine

Nel corso del prossimo secolo l'aumento della temperatura media delle zone alpine dovuto al-

l'emissione incontrollata di anidride carbonica potrebbe raggiungere i cinque gradi centigradi. In altre parole i fenomeni dovuti al riscaldamento globale del pianeta sarebbero particolarmente gravi proprio sulle Alpi.

Sul versante sud delle Alpi, dove si colloca il Trentino, si prevede una diminuzione delle precipitazioni, quindi un aumento della siccità, mentre sul versante nord è ipotizzabile un aumento delle precipitazioni durante l'inverno.

L'aumento della temperatura comporta non solo lo scioglimento delle nevi perenni e la riduzione dei ghiacciai. Esso produce anche lo scioglimento del permafrost, ovvero dello strato di suolo permanentemente gelato. Il suo scioglimento può provocare quindi spostamenti di masse detritiche di proporzioni molto vaste, nonché minare la stabilità di edifici e impianti in quota. In altre parole, la montagna frana.

### Le opinioni

La crescita del livello del mare, il ritiro dei ghiacciai, le inondazioni di alcune città come Praga e Dresda avvenute alla fine del 2002, le temperature anomale registrate



### Il protocollo di Kyoto

Il Protocollo di Kyoto, sempre evocato quando si parla di effetto serra, è un trattato internazionale in materia di ambiente sottoscritto nella città giapponese l'11 dicembre 1997 da più di 160 paesi in occasione della Conferenza delle Nazioni unite sui cambiamenti climatici ed il riscaldamento globale.

È entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica da parte della Russia. Il 16 febbraio 2007 si è celebrato l'anniversario del 2° anno di adesione al Protocollo di Kyoto, e lo stesso anno ricorre il decennale dalla sua stesura.

Il trattato prevede l'obbligo in capo ai paesi industrializzati di operare una drastica riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio e altri cinque gas serra, precisamente metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoro di zolfo) in una misura non inferiore al 5,2% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 (considerato come anno base), nel periodo 2008-2012.

È anche previsto lo scambio (acquisto e vendita) di quote di emissione di questi gas. Il mondo immette annualmente circa 6.000 Mt (megatonnellate) di CO<sub>2</sub>, 3.000 dai Paesi industrializzati e 3.000 da quelli in via di sviluppo. Per cui con Kyoto dovrebbe immetterne 5.850 anziché 6.000.

I paesi in via di sviluppo non sono stati invitati a ridurre le loro emissioni al fine di non ostacolare la loro crescita economica frapponendovi oneri per essi particolarmente gravosi. Tra i paesi non aderenti figurano inoltre gli Stati Uniti, responsabili del 36,1% del totale delle emissioni. Secondo i dati forniti da Legambiente l'Italia, sebbene abbia ratificato il Protocollo, ha seguito un percorso opposto rispetto agli obiettivi prefissati, registrando del decennio 1990-2003 un incremento del 3% medio annuo dei consumi energetici, e ad oggi ha aumentato di circa il 10% le emissioni dei gas serra.

nel giugno e nel luglio 2003, sono – secondo il parere di autorevoli osservatori – piccoli assaggi di quanto sta accadendo.

Abbiamo già citato l'Intergovernmental Panel on Climate Change o IPCC. Si tratta di un organismo internazionale a cui afferiscono circa duemila tecnici, tra scienziati ed economisti. L'IPCC ha il compito di informare le Nazioni Unite sullo stato del clima. Nel suo rapporto del 2007, il IV dalla sua costituzione, l'IPCC assume un atteggiamento assai più deciso di quanto non abbia fatto nei suoi rapporti precedenti. Vi si osserva che "la gran parte della crescita osservata delle temperature a partire dalla metà del ventesimo secolo è molto probabilmente dovuta all'aumento osservato delle concentrazioni di gas serra prodotto dalle attività umane. [...] Le influenze umane si estendono ora ad altri aspetti del clima, quali il riscaldamento degli oceani, le temperature medie continentali, le temperature estreme e le configurazioni dei venti."

L'IPCC ha evidenziato la necessità che, per poter stabilizzare la concentrazione di diossido di carbonio nell'atmosfera attorno ad

un valore ragionevole (comunque superiore del 60% di quello dell'epoca preindustriale) le emissioni dovrebbero subire una riduzione del 70% nei prossimi cento anni. È bene ribadire che l'80% delle emissioni di diossido di carbonio dovute ad attività umane sono oggi prodotte dai combustibili fossili.

Pertanto ci troviamo di fronte a una situazione singolare: se, da una parte, il mondo scientifico ci avverte della necessità di ridurre il consumo di combustibili fossili per evitare conseguenze sul clima che potrebbero rivelarsi molto dannose e assai costose, dall'altra si deve constatare che ci si sta incamminando nella direzione opposta, quella cioè di una crescita consistente dell'uso di questa fonte energetica nei prossimi venti anni. La concentrazione di diossido di carbonio nell'atmosfera in epoca preindustriale si aggirava nell'intorno di 280 parti per milione. Oggi è pari a circa 379 parti per milione (il dato, che si trova nel rapporto dell'IPCC, si riferisce al 2005). Il tasso di crescita è stato maggiore negli ultimi dieci anni del periodo esaminato: in media, tra il 1995 ed il 2005, la concen-



trazione di diossido di carbonio è aumentata di 1.9 parti per milione all'anno. Questo dato va confrontato con quello relativo al periodo che va dal 1960 al 2005. In quel caso la concentrazione di diossido di carbonio è cresciuta, in media, con una rapidità inferiore, vale a dire 1,4 parti per milione all'anno. In corrispondenza di questa crescita di concentrazione di diossido di carbonio è stato registrato un continuo aumento della temperatura media globale. L'IPCC segnala che undici dei dodici anni compresi nell'intervallo temporale 1995-2006 sono stati i più caldi dal 1850 (in termini di media tra la temperatura dell'aria vicino al-

la superficie terrestre e la temperatura della superficie del mare). I migliori dati scientifici di cui disponiamo asseriscono che il pianeta, negli ultimi mille anni, è passato attraverso il cosiddetto periodo caldo medievale e la piccola era glaciale per arrivare infine al periodo caldo attuale. Il clima è perciò cambiato altre volte. Nel rapporto dell'IPCC si dichiara però che "le informazioni paleoclimatiche supportano l'interpretazione secondo la quale il riscaldamento dell'ultimo mezzo secolo non è usuale se ci si riferisce, almeno, ai precedenti 1300 anni." Riguardo alle conseguenze, leggiamo che "l'ultima volta in cui



Adesione al Protocollo di Kyoto nel 2005. In verde gli stati che hanno firmato e ratificato il trattato, in giallo gli stati che lo hanno firmato ma non ancora ratificato. Australia e Stati Uniti hanno firmato ma hanno poi rifiutato di ratificare il trattato.

le regioni polari sono state significativamente più calde di oggi per un lungo periodo, circa 125.000 anni fa, la riduzione in volume dei ghiacci polari produsse una crescita del livello dei mari da 4 a 6 metri."

Secondo lo storico John McNeill "gli ecosistemi sono stati modificati in maniera così profonda, su tale scala e con tale rapidità per la prima volta [...]. Inconsapevolmente il genere umano ha sottoposto la Terra a un esperimento non controllato di dimensioni gigantesche." I dati sperimentali e le osservazioni scientifiche chiariscono dunque che le temperature non sono mai state tanto elevate quanto negli ultimi cento anni e, in particolare, nei venticinque anni più recenti: essi hanno indotto

la parte più consistente della comunità scientifica internazionale ad attribuire all'intervento umano una parte molto rilevante delle responsabilità relative ai più recenti incrementi della temperatura media globale.

Ricapitolando: negli ultimi mille anni la temperatura media globale è variata per ragioni diverse: esclusivamente naturali in epoca preindustriale e, assai probabilmente, sia naturali sia a causa dell'intervento umano in epoca industriale. È vero che, come constata il chimico Franco Battaglia – uno scettico che considera l'adesione al protocollo di Kyoto da parte delle molte nazioni che lo hanno ratificato una scelta inutilmente costosa – in termini teorici generali non esistono certezze



scientifiche. Pertanto, a suo dire, nessuno può asserire con assoluta sicurezza che l'anidride carbonica immessa nell'atmosfera a causa dell'uso dei combustibili fossili sia la responsabile dei recenti aumenti della temperatura media globale del pianeta e delle conseguenti variazioni climatiche.

Siamo d'accordo: la scienza è il teatro del dubbio e non quello della certezza.

Ma non possiamo trascurare che, a giudizio della quasi totalità dei laboratori che nel mondo si stanno occupando della questione da molti anni, è assai probabile che il contributo delle attività umane a questi fenomeni abbia avuto e abbia un peso rilevante.

### Un mondo sostenibile?

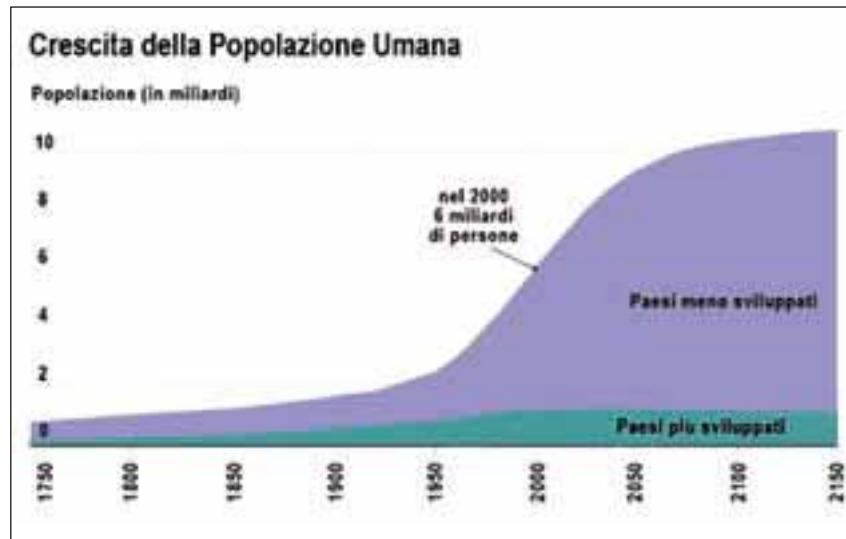
Oggi le fonti energetiche più utilizzate nel mondo sono i combustibili fossili per motivi che non hanno nulla a che vedere con i costi: in realtà le ragioni sono semplicemente legate agli investimenti del passato. Le energie rinnovabili potrebbero costituire la soluzione al doppio problema dell'aumento dei consumi energetici e dei cambiamenti climatici qualora le nazioni, anziché limitarsi alla politica miope del "business as usual", sapessero avviare azioni ambiziose e, soprattutto, dotate di visione e attente ai suggerimenti del mondo scientifico.

Secondo Gianfranco Bologna, del WWF, chi considera inutilmen-



te costose le applicazioni del protocollo di Kyoto "non tiene conto di tutti i costi ambientali, sociali e sanitari, derivanti dal cambiamento climatico, che Kyoto potrebbe risparmiarci, né del valore economico dei servizi che gli ecosistemi in pericolo ci forniscono: dalla regolazione del ciclo idrico, alla rigenerazione del suolo, alla composizione chimica dell'atmosfera."

Quando ci chiediamo quali sono le ragioni che hanno rallentato, negli ultimi anni, il progresso verso un mondo sostenibile, dobbiamo quindi tenere conto di un fatto incontestabile: le politiche ambientali hanno avuto una bassa priorità, le iniziative sono state finanziate in maniera inadeguata e, talora, insufficiente (il Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite ha mantenuto negli anni recenti un budget che si aggira nell'intervallo dei 100 milioni di dollari l'anno, a fronte di spese militari da parte dei governi anche superiori ai 2 miliardi di dollari al giorno). A questo si può aggiungere che gli aiuti ai paesi poveri si sono considerevolmente ridotti mentre il loro indebitamento è cresciuto di una quota considerevole. Il futuro



della Terra è in pericolo, come ritiene Nitin Desai secondo cui "in tutto il mondo si stanno verificando fenomeni eccessivi"? O ha ragione Bjorn Lomborg, autore del libro "L'ambientalista scettico", il quale getta acqua sul fuoco e dichiara provocatoriamente che "i problemi ambientali causati dallo sviluppo non si risolvono tornando al Medio Evo ma puntando su nuovo sviluppo"?

Difficile, se non impossibile, rispondere. Sembra più opportuno rivolgere la nostra attenzione ai fatti. Elenchiamone solo alcuni.

Il consumo di acqua è cresciuto di sei volte nel corso degli ultimi cento anni, un miliardo di individui non hanno accesso all'acqua potabile e l'utilizzo di acqua contaminata uccide più di due milioni di persone ogni anno. L'utilizzo

dei combustibili fossili, nonostante gli accordi internazionali, è aumentato costantemente durante gli anni Novanta.

Nonostante gli appelli di numerosi scienziati indipendenti, nonostante i dati dei laboratori di tutto il mondo che segnalano l'aumento costante della temperatura media globale, nonostante gli eventi climatici sempre più evidenti e devastanti, i governi (anche se non tutti) faticano ad accordarsi, hanno difficoltà ad assumere posizioni ferme e, soprattutto, non riescono a por fine alle controversie per dare attuazione pratica alle decisioni.

Nel frattempo l'IPCC ci informa "che il riscaldamento e la crescita del livello del mare continueranno per secoli, a causa delle scale temporali associate ai processi cli-



In alto, pannelli solari in una malga trentina. Qui sopra il torrente Avisio nell'alta Val di Cembra.

matici ed alle retroazioni, perfino se la concentrazione di gas serra dovesse stabilizzarsi."



Il lago di Cornisello.

**Acqua, animali, piante:  
i dati attuali e le previsioni.  
Uno sguardo anche a ciò  
che accade in Trentino**

## Che cosa sta cambiando

di Viviana Lupi

I segni dei cambiamenti climatici causati dall'uomo sono già evidenti sul volto della Terra. Gli oltre 2500 scienziati che quest'anno hanno predisposto il IV rapporto Onu sul clima non hanno parlato solo di possibilità future, ma hanno anche fotografato la situazione attuale, mettendo nero su bianco gli effetti del riscaldamento globale negli ultimi 50 anni, sull'ambiente e sugli esseri umani.

### QUALCOSA È CAMBIATO

Già oggi, soprattutto a causa dell'aumento delle temperature, pos-

siamo osservare diversi mutamenti che interessano la neve e i ghiacci, gli ambienti di acqua dolce, i mari e gli ecosistemi terrestri. È tutto scritto nel dossier licenziato il 6 aprile scorso a Bruxelles e preparato per i decisori politici dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), l'organismo dell'Onu che si occupa dei cambiamenti climatici.

Alcuni Paesi si sono opposti all'inserimento nel testo per i politici di determinati risultati scientifici contenuti nel rapporto completo (che deve ancora essere pub-

blicato); l'Italia e la Spagna hanno insistito affinché comparissero la maggior parte delle informazioni relative all'Europa Meridionale. Dopo quasi cinque giorni di "lunga e strenua negoziazione" – come la definisce una nota diffusa dal centro italiano per l'IPCC – i delegati governativi hanno approvato il capitolo che prende in esame le conseguenze pratiche del riscaldamento globale.

È emerso che nelle regioni montuose è aumentato il numero di valanghe e che negli ecosistemi artici gli animali soffrono per

*Viviana Lupi si è laureata in Scienze Naturali all'Università degli Studi di Milano e ha conseguito il Master in comunicazione della Scienza presso la Scuola internazionale superiore di studi avanzati (Sissa) di Trieste. Giornalista professionista, autrice di centinaia di articoli di divulgazione scientifica, ha lavorato in vari centri di ricerca e attualmente è addetta stampa della Fondazione Bruno Kessler.*



*Nibbio bruno (foto M.Bedin/Arch. MTSN).*

l'innalzamento delle temperature. Sulle montagne lo scioglimento primaverile dei ghiacciai appare anticipato. L'acqua dei fiumi è più calda rispetto al passato mentre nei laghi e nei mari aumenta la quantità di alghe.

Le foglie sugli alberi compaiono sempre più presto dopo l'inverno, cambiano le migrazioni degli uccelli e i tempi di deposizione delle uova.

In Trentino, il nibbio bruno – un uccello rapace che trascorre l'inverno in Africa equatoriale – negli ultimi dieci anni ha fatto registrare una sensibile anticipazione (in media di dieci giorni) nelle date di deposizione delle uova, e ciò in risposta all'aumento delle tem-

perature primaverili.

In generale, le specie animali e vegetali spostano il proprio habitat più a nord o a un'altitudine maggiore per ritrovare le temperature a cui sono abituati.

È quanto è successo sulle Alpi per le volpi, alcuni tipi di farfalle e di piante.

Con un medio grado di certezza, gli scienziati affermano che ci sono anche diretti rischi per la salute. In Europa, ad esempio, la mortalità legata alle alte temperature è in crescita e così le allergie dovute ai pollini. Le foreste sono più soggette a incendi e parassiti e sulle montagne la possibilità di praticare gli sport invernali diminuisce.

### **GLI SCENARI FUTURI**

"Per la prima volta", si legge nel comunicato del Centro euro-mediterraneo per i cambiamenti climatici (CMCC), "l'IPCC ha valutato con maggiore certezza scientifica gli impatti dei futuri cambiamenti climatici in relazione alle proiezioni di aumento di temperatura media globale". Lo scenario è inquietante: un innalzamento di 1,5°C potrà avere impatti negativi sulla salute, a causa di ondate di calore, malnutrizione e infezioni. Se l'aumento sarà fino a 3,5°C, milioni di persone che vivono lungo le coste saranno a rischio di inondazioni e il 20-30% degli animali e delle piante potrebbe estinguersi. Si avrebbe anche un aumento della deglaciazione della Groenlandia e l'inizio di quella antartica. Oltre i 3,5°C, sarebbe molto difficile anche attuare misure di adattamento per difendere i sistemi naturali e antropici. Ma vediamo più nel dettaglio, quali potrebbero essere le conseguenze a livello globale.

### **L'acqua**

Nel giro di quarant'anni la disponibilità idrica potrà aumentare di circa il 10-40% alle alte latitudini

e in alcune zone tropicali, ma diminuire del 10-30% nelle regioni alle medie latitudini e nelle aree asciutte dei tropici. Secondo le stime, crescerà l'estensione dei territori colpiti da siccità, mentre in altre zone si avranno frequenti episodi di intense precipitazioni, collegati al rischio di inondazioni. Nel corso del secolo, le riserve d'acqua conservate nei ghiacciai e nei manti nevosi sono destinate a diminuire, con una conseguente riduzione della disponibilità idrica per un sesto della popolazione mondiale. Si prevede che entro il 2020 in Africa, fra i 75 e i 250 milioni di persone saranno soggette a un grave aumento dei problemi legati all'acqua.

### **Animali e piante**

Sono a rischio il 20-30% delle specie vegetali e animali, che potrebbero non resistere al cambiamento climatico e agli eventi da esso provocati: siccità, inondazioni, incendi, invasioni di insetti. L'acidificazione delle acque degli oceani (dovuta all'aumento di anidride carbonica) causerebbe la scomparsa di molte barriere coralline e delle specie marine che da esse dipendono.



### Le risorse alimentari

I raccolti potranno inizialmente diventare leggermente più abbondanti alle medie e alte latitudini, mentre saranno destinati a diminuire alle basse latitudini. In generale, l'aumento del rischio di siccità, da una parte, e di inondazioni, dall'altra, influenzeranno negativamente la produzione agricola.

### Le coste

L'innalzamento del livello del mare provocherà un aumento dell'erosione costiera. Soggette a inondazioni potranno essere milioni di persone che vivono vicino al mare, ai grandi delta dei fiumi asiatici e africani o sulle piccole isole.

### La salute

I cambiamenti climatici previsti potrebbero mettere a rischio la salute di milioni di persone. Lo scenario è particolarmente drammatico per i Paesi in via di sviluppo. Potrà aumentare il rischio di malnutrizione e di malattie infettive e la mortalità dovuta ad anomale ondate di calore, alluvioni, tempeste, siccità. La crescita di concentrazioni di ozono a livello del-



la superficie terrestre provocherà maggior rischio di malattie cardio-respiratorie.

### L'EUROPA

Solo nel nord Europa è previsto, almeno all'inizio, un parziale effetto positivo, dovuto a una ridotta richiesta di energia per il riscaldamento e a un aumento della produttività agricola e forestale. Ma, in generale, gli effetti negativi dei cambiamenti climatici potranno investire quasi tutta l'Europa, con forti ripercussioni anche a livello economico. Nelle aree montuose ci si attende un maggiore ritiro dei ghiacciai e una riduzione della copertura nevosa, con conseguenze sul turismo invernale.

Nell'Europa meridionale, in particolare, si prevede una diminuzione della produttività agricola, della disponibilità idrica e del potenziale energetico idroelettrico. Aumenteranno anche i rischi diretti per le persone, dovuti al caldo e agli incendi boschivi.

In generale potrebbero esserci più inondazioni, una più marcata erosione costiera e maggior difficoltà di adattamento per la gran parte degli ecosistemi, con conseguenti impatti negativi sugli animali e sulle piante. Per le Alpi, in particolare, è prevista una grave perdita di biodiversità (ricchezza di specie animali e vegetali). Particolarmente vulnerabile sarà anche l'area mediterranea.

### L'ITALIA

Abbiamo chiesto i dati sul nostro paese direttamente a Sergio Castellari, responsabile dell'IPCC per l'Italia (presso il CMCC). Per quanto riguarda l'area mediterranea, ciò che salta subito all'occhio è senz'altro un aumento dei fenomeni di siccità. Con un innalzamento del riscaldamento globale si potrebbe avere una ridotta disponibilità d'acqua, di energia idroelettrica, di aree per la coltivazione.

Nelle zone umide costiere si assisterebbe alla perdita di specie animali e vegetali e all'aumento del grado di salinizzazione dell'acqua e della presenza di alghe. I maggiori disagi si presenterebbero in estate, stagione in cui sono previsti aumenti dei consumi energetici e del rischio di incendi, nonché una diminuzione del turismo.

Le Alpi potrebbero essere tra le regioni maggiormente colpite dall'aumento della variabilità climatica estiva e perciò da una maggiore incidenza delle onde di calore e di periodi di siccità. Le temperature più alte hanno portato un aumento della ricchezza di specie vegetali in alta quota, ma



*Ghiacciaio de La Mare, a sinistra nel 1932 e a destra nel 2003.*

per il futuro, a fronte di elevate emissioni di gas-serra, si prevede una perdita fino al 60% dei tipi di piante e animali.

Riguardo la neve, si è già riscontrata una riduzione della copertura a bassa quota e ci si aspetta che, alle medie altitudini, questa diminuisca di molte settimane per ogni grado di aumento della temperatura.

I piccoli ghiacciai potrebbero scomparire, mentre per i ghiacciai più grandi si stima una riduzione di volume compresa tra il 30 ed il 70% entro il 2050.

## IL TRENTINO

Anche in Trentino una delle questioni più rilevanti sembra essere quella dell'acqua. Abbiamo chiesto ad alcuni esperti di illustrarci la situazione, focalizzando l'attenzione sui ghiacciai, i fiumi, le sorgenti e le precipitazioni.

### I ghiacciai

I ghiacciai delle Alpi e, più in generale, quelli di quasi tutte le regioni montuose del nostro Pianeta, sono interessati da una fase di riduzione che si prolunga da più di 150 anni. Il fenomeno però si è accentuato negli ultimi 25 anni, in coincidenza con una più intensa fase di riscaldamento globale. I

ghiacciai del Trentino non rappresentano un'eccezione, mostrando perdite di spessore anche di alcuni metri all'anno e ritiri della fronte quantificabili in molte decine di metri nel corso degli ultimi 15-20 anni.

Le indagini, condotte dal 1990 dal Comitato glaciologico trentino della Sat e, più recentemente, in collaborazione con il Museo tridentino di scienze naturali, il Dipartimento protezione civile e tutela del territorio della Provincia autonoma di Trento e il Dipartimento di ingegneria civile e ambientale dell'Università di Trento, stanno evidenziando la progressiva perdita del patrimonio glacio-

logico della nostra provincia. Alcuni esempi contribuiscono a delineare il quadro della situazione nel nostro territorio che conta attualmente 83 corpi glaciali, su una superficie totale di circa 38 chilometri quadrati. Il ghiacciaio dell'Adamello-Mandrone, che con una superficie di circa 17 chilometri quadrati è il più esteso delle Alpi italiane e che alla fine degli anni '90 costituiva un serbatoio di circa 800 miliardi di litri d'acqua, è arretrato di 140 metri dal 1989 al 2006.

Il piccolo ghiacciaio d'Agola, nelle Dolomiti di Brenta, ha visto un ritiro della fronte superiore ai 70 metri negli ultimi 15 anni e una

*Le acque del Noce Bianco, alimentato  
dalla vedretta de La Mare  
Foto di Bruno Maiolini*

perdita di spessore di circa 9 metri nel giro di 5 anni. Il ghiacciaio del Careser, nel Gruppo del Cevedale, ha perso uno spessore di circa 41 metri dal 1967 e un comportamento analogo sta caratterizzando tutti gli altri ghiacciai del Trentino. Proiezioni per il futuro indicano che, con l'attuale tendenza climatica, la maggior parte dei ghiacciai alpini di superficie inferiore a un chilometro quadrato (oltre il 90% del totale) scomparirà entro la fine del secolo.

Quali le conseguenze? "La riduzione dei ghiacciai – spiega Roberto Seppi, uno dei maggiori esperti glaciologi italiani, ricercatore al Museo tridentino di scienze naturali e tra i fondatori del Comitato glaciologico trentino – darà origine a scompensi nel ciclo idrogeologico e provocherà la drastica diminuzione di una delle principali e strategiche riserve idriche dei territori alpini.

È prevedibile che l'accelerata fusione dei ghiacciai aumenterà inizialmente la portata dei corsi d'acqua nel periodo estivo, ma successivamente tale apporto si ridurrà, proprio nei momenti di più intenso prelievo a scopo irriguo nei fondovalle. Da non sottovaluta-

re le conseguenze sulla disponibilità d'acqua a scopo idroelettrico e i possibili dissesti idrogeologici in quota, legati anche alla riduzione del permafrost, il terreno perennemente congelato che contribuisce alla stabilità dei versanti e delle compagini rocciose.

Infine, non va dimenticato che i territori alpini attraggono un cospicuo numero di persone a scopo turistico e ricreativo anche per la presenza di ghiacciai e paesaggi glaciali.

La loro perdita, dovuta ai cambiamenti climatici, può quindi causare danni a numerosi comparti economici legati alla frequentazione turistica".

### **I corsi d'acqua**

I mutamenti in atto sembrano destinati anche a modificare l'ecologia dei nostri fiumi. Bruno Maiolini, responsabile della Sezione di zoologia degli invertebrati e idrobiologia del Museo tridentino di scienze naturali, ci spiega che in estate i fiumi alimentati da acque di scioglimento glaciale potranno avere picchi di portata con grandi escursioni giornaliere (molta acqua di giorno, poca di notte).

Ciò aumenterebbe l'instabilità





*Sorgente in alta Val Brenta,  
Parco Naturale Adamello-Brenta.  
Foto di Ermanno Bertuzzi, MTSN -  
Sez. Limnologia e Algologia*

degli alvei e le specie adattate a questo particolare ambiente colonizzerebbero tratti più a valle. Destino opposto è previsto per i corsi d'acqua alimentati da nevai e pioggia. Le più alte temperature dell'aria e la maggiore insolazione tenderanno a far scaldare l'acqua e quindi le comunità biologiche colonizzeranno tratti posti più a monte. "Se le attuali previsioni climatiche si verificheranno anche per quanto riguarda il decremento delle precipitazioni – afferma Maiolini – si assisterà alla perdita delle tipologie fluviali più tipicamente glaciali, come ad esempio il tratto superiore del Sarca, del Chiese e del Noce, che diventeranno sistemi pluvio-nivali, come attualmente l'Avisio, il Fersina, il Vanoi. Nel tempo andranno incontro a processi di 'mediterraneazione', cioè con magre estive e piene occasionali in primavera e autunno. Le comunità biologiche diventeranno di tipo appenninico, perdendo le peculiarità alpine. Gli scenari potranno essere molto peggiori se non agiremo in direzione di un'oculata gestione adattativa delle risorse idriche, sempre più rare, sempre, più minacciate, sempre più preziose".



### **Le sorgenti**

Le sorgenti sono note quasi esclusivamente per l'importanza cruciale che hanno nel fornirci una risorsa indispensabile: l'acqua di elevata qualità. Un progetto dedicato alla biodiversità delle sorgenti del Trentino (Crenodat) – finanziato dal Servizio università e ricerca scientifica della Provincia autonoma di Trento e coordinato dalla Sezione di limnologia e algologia del Museo di scienze naturali, guidata da Marco Canto-

nati – ha consentito di confermare l'importanza di queste risorse anche come habitat di pregio naturalistico. In questi luoghi sono stati recentemente scoperti generi e specie di microalghe e di animali invertebrati prima sconosciuti alla scienza. Ma questi paradisi naturali potrebbero essere messi a dura prova dal cambiamento climatico. "Per quanto riguarda le precipitazioni – illustra Cantonati – le previsioni meglio fondate indicano una diminuzione sul versante

meridionale delle Alpi. Purtroppo i ridotti quantitativi d'acqua provocherebbero il prosciugamento di numerose sorgenti, in particolare di quelle di piccola portata su substrato carbonatico". E qualche avvisaglia si è già avuta. Il ricercatore spiega che, in Trentino, un gruppo di sorgenti su calcare, scelte per degli studi di ecologia proprio perché in passato si erano rivelate particolarmente stabili, sono andate a secco nell'estate calda e poco piovosa del 2003.



### **I climi del passato e le piogge del futuro**

“Di clima non è tanto il momento di preoccuparsi, ma di occuparsi”, afferma Silvia Frisia, responsabile del gruppo di lavoro “Paleoclima”, anch’esso al Museo tridentino di scienze naturali.

“Studiando le stalagmiti della Grotta di Ernesto, nella zona della Valsugana – continua la ricercatrice – si può vedere che negli ultimi cento anni un aumento della temperatura c’è stato, soprattutto in inverno. Altri dati paleoclimatici – che sebbene parlino del passato aprono finestre sul futuro – indicano che, se non succederà di peggio, nel giro dei prossimi cento anni in Trentino potremmo



avere un innalzamento di almeno 2,5 °C nei mesi estivi. Questa situazione si era verificata per cause naturali anche circa 11.000 anni fa. Ma allora si partiva da temperature medie molto più basse, ed era più marcata la differenza fra le stagioni. Soprattutto c’erano pochi esseri umani, e quelli che c’erano vivevano di caccia e raccolta. Quindi non si producevano le grandi quantità di gas serra che oggi si immettono nell’atmosfera,

come l’anidride carbonica e il metano.” La condizione attuale è quindi più a rischio perché si parte da una situazione maggiormente critica e non naturale. Si potrebbe creare un disequilibrio nel clima, seguito da instabilità idrologica, soprattutto nell’ambiente alpino, dove la risposta ai cambiamenti climatici è più rapida che nel resto d’Europa. “Simulazioni predittive – dichiara l’esperta – indicano che, mentre a nord delle

Alpi potrebbe piovere più abbondantemente rispetto a oggi, sul versante meridionale della catena alpina la quantità di pioggia o neve che cade in un anno diminuirebbe, come nel resto del Mediterraneo.” Insomma, il nostro problema principale potrebbe essere la scarsità idrica. “Con più caldo – sottolinea Silvia Frisia – si può anche vivere, ma senz’acqua no.”





2500 scienziati  
hanno approvato  
il testo del WGIII



## Uno sforzo globale per proteggere il clima

Svoltasi a Bangkok dal 30 al 4 maggio 2007 la Nona Sessione del Gruppo di Lavoro III (WGIII d'ora in poi nel testo), nell'ambito della IPCC ha individuato con maggiore precisione, rispetto all'analogo rapporto del 2001, i passi necessari per mitigare l'emissione di gas ad effetto serra.

In primo luogo, riconosce l'urgenza di proteggere efficacemente il clima. Per farlo, sostiene, è indispensabile che le emissioni globali di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) raggiungano il picco in un paio di decenni per contenere l'aumento

della temperatura media globale entro i 2°C rispetto ai valori pre-industriali.

In parallelo, il rapporto WGIII mostra come le tecnologie attualmente conosciute possono ridurre le emissioni di gas-serra, sempre che siano creati appropriati incentivi e vengano aumentati gli investimenti in ricerca e sviluppo. Parlando di emissioni, come nel Protocollo di Kyoto, vengono presi in considerazione non solo la CO<sub>2</sub>, ma anche i più importanti gas ad effetto serra.

Infine, una nota di fiducia. Il rap-

porto del 2001, nell'ipotizzare una stima delle spese necessarie per mitigare le emissioni di gas serra, aveva esagerato. Salvare il clima costa meno. Ma non solo "meno di quanto previsto prima": i costi delle azioni, dichiara il WGIII, sono piccoli rispetto ai costi dell'inazione.

### **Effetto serra: dove stiamo andando?**

Senza appropriate politiche di mitigazione del clima e/o di sviluppo sostenibile, le emissioni globali continueranno a crescere nei prossimi decenni. Ovvero "se con-

tinuiamo a inquinare, l'inquinamento aumenterà". Affermazione scontata o ammissione impegnativa?

Nel pensare al futuro, il WGIII guarda prima al passato, considerando l'andamento delle emissioni globali di gas-serra relative agli ultimi decenni. Preoccupante quello registrato tra il 1970 e il 2004 (70%); più contenuto (24%) quello del periodo 1990-2004. Negli stessi anni, le emissioni di anidride carbonica (quantitativamente il più importante tra i gas-serra) sono aumentate dell'80% e del





di Elisabetta Curzel

28%. Questi dati possono essere letti come due facce di una stessa medaglia. Da un lato confermano che adottare politiche di sviluppo sostenibile, com'è stato fatto nei Paesi industrializzati nel corso dell'ultimo decennio, può effettivamente ridurre le emissioni di gas-serra. Dall'altro, parlano della loro insufficienza. Il costante aumento del reddito pro capite globale e della popolazione mondiale è una caratteristica di interlocutori che non si possono più ignorare: i Paesi in via di sviluppo. Senza il loro aiuto e la loro cooperazione, le politiche di crescita sostenibile non riusciranno a frenare, né tanto meno a invertire, il trend attuale. Senza di loro, siamo destinati a fallire. Misure drastiche e collaborazione. Secondo il rapporto

WGIII sono questi gli ingredienti vincolanti per raggiungere la meta, anche perché si prevede che i combustibili fossili saranno la fonte energetica principale fino al 2030. Per quella data, se non verranno messe in atto politiche aggiuntive di mitigazione, le emissioni globali di gas-serra potrebbero aumentare dal 25% al 90% rispetto al 2000. E la maggior parte di questo aumento sarà dovuto ai Paesi in via di sviluppo.

#### **Che fare (da qui al futuro)?**

Gli esperti del WGIII, pensando alle strategie da adottare per proteggere il clima del pianeta, considerano due orizzonti temporali: il primo di breve e medio termine (fino al 2030), il secondo relativo al periodo a seguire. Nel primo

caso, gli scienziati dell'IPCC sostengono che non è possibile agire su un solo settore o utilizzare un'unica tecnologia.

È necessario piuttosto intervenire: > sul settore energetico, attraverso un maggior ricorso alle fonti rinnovabili (idroelettrico, solare, eolico, geotermico e biomasse), il miglioramento dell'efficienza nella generazione e distribuzione; il ricorso alla cogenerazione di elettricità e calore; l'adozione delle tecnologie di cattura e stoccaggio della CO<sub>2</sub>, il maggior ricorso al nucleare. Un dato importante e delicato: tra le energie rinnovabili (che nel 2005 hanno contribuito alla produzione totale di energia elettrica per il 18%, e che nel 2030 potrebbero arrivare al 30-35%),

*Elisabetta Curzel, giornalista, laureata in architettura a Milano, già borsista in comunicazione e giornalismo negli USA alla NY University e alla Columbia University, master europeo in gestione dei beni culturali alla Ca' Foscari di Venezia e all'Universidad de Salamanca, Spagna, da anni si dedica con passione alla divulgazione culturale e scientifica.*

il nucleare ha un posto importante. Un ostacolo al suo utilizzo deriva tuttavia dalle questioni relative alla sicurezza, alla proliferazione degli armamenti e al trattamento delle scorie.



*Il riciclaggio è un dovere di tutti i cittadini.*

- > sui trasporti, con l'uso di motori a più alto rendimento, di veicoli ibridi, di biocarburanti e diesel pulito. Un contributo importante alla riduzione delle emissioni può derivare dallo spostamento modale del trasporto dalla strada alla ferrovia; nel settore dell'aviazione si può invece intervenire migliorando la tecnologia e la gestione del traffico aereo. Agire sul settore dei trasporti può essere fondamentale per raggiungere lo scopo desiderato; il problema, però, avverte il rapporto WGIII, sta nella sua crescita sempre più veloce.
- > sul settore civile e residenziale, aumentando l'efficienza delle apparecchiature elettriche sia per illuminazione che per riscaldamento e raffrescamento, utilizzando architettura passiva e attiva per riscaldamento e condizionamento, oltre a fluidi refrigeranti non ad effetto serra; ri-

correndo al fotovoltaico integrato e alla domotica per controllare in maniera efficiente i consumi.

- > sull'industria, con il recupero di energia e calore dagli impianti, l'accrescimento di efficienza negli usi finali, la riduzione delle emissioni climalteranti anche non CO<sub>2</sub>, l'adozione di nuove tecnologie di processo, la sostituzione di materiali e motori poco efficienti, l'estensione della cattura e sequestro della CO<sub>2</sub> a cementifici, acciaierie e impianti chimici.
- > sull'agricoltura e le foreste, con la gestione delle colture per incrementare lo stoccaggio del carbonio nel terreno e quella di risaie e allevamenti per minimizzare le emissioni di metano; con l'utilizzo di nuovi fertilizzanti a minori emissioni di azoto; con lo sviluppo di agrobiologie sostitutive di combustibili fossili, la riduzione della deforestazione e il rimboschimento



- > sui rifiuti, recuperando gas metano dalle discariche, utilizzando inceneritori con recupero energetico, e ricorrendo a minimizzazione e riciclaggio dei rifiuti stessi.

Lo scenario appena descritto sembra realistico. Ma quali sono i costi di una simile operazione? Secondo le stime del WGIII (sempre riferite al 2030), gli investimenti complessivi necessari a stabilizzare le concentrazioni di gas-serra sarebbero tutto sommato accettabili, essendo quantificati in una forbice compresa tra una riduzione del 3% del prodotto interno lordo globale e un lieve aumento dello stesso (rispetto all'andamento tendenziale).

Alcuni dei modelli previsionali sono particolarmente ottimisti. Investire nelle infrastrutture energetiche nei Paesi in via di sviluppo, ammodernare quelle dei Paesi industrializzati e adottare politiche per aumentare la sicurezza energetica sono misure che, secondo una delle ipotesi considerate, potrebbero spingere l'economia mondiale; al tempo stesso, potrebbero generarsi benefici sostanziali come la diminuzione dell'inquinamento dell'aria, il miglioramento della bilancia commerciale, la fornitura di servizi moderni alle aree rurali, l'aumento dell'occupazione.

Se si riuscirà a raggiungere il prima possibile un picco nelle emis-



sioni globali, e quindi a stabilizzarle, per il 2050 le stesse potrebbero essere dimezzate.

### **Controversie**

Il clima, si è scritto, è una questione globale della massima urgenza. Il testo del WGIII da presentare ai decisori politici è stato discusso ed analizzato dai diretti interessati riga per riga prima di essere approvato; ciò nonostante, i contrasti non sono mancati.

La Cina, tra i Paesi emergenti, ha chiesto di inserire un riferimento alla responsabilità storica dei Paesi industrializzati in termini di immissione di gas-serra nell'atmosfera; ha tentato quindi di eliminare il riferimento alle emissioni per unità di Pil (prodotto interno lordo), mantenendo esclusivamente il riferimento alle emissioni pro capite.

Questo secondo indicatore, invece di sottolineare l'elevata emissività

dei Paesi emergenti, mostra che gli stessi hanno livelli di sviluppo inferiori ai Paesi industrializzati, e che pertanto non sono nella condizione di assumere impegni di riduzione.

Stati Uniti, India e Cina, contrastati dall'Unione Europea, hanno infine chiesto di enfatizzare nel testo il ruolo potenziale del nucleare nella riduzione delle emissioni di gas-serra. Al riguardo si è raggiunto un compromesso men-

zionando, in maniera neutrale, quanto tale tecnologia ha contribuito alla produzione totale di elettricità secondo i modelli valutati dall'IPCC.



# CONSIGLI PER VIVERE AL MEGLIO LA VITA DI TUTTI I GIORNI..

**Nella nostra vita, dal momento del risveglio fino a quando torniamo a coricarci, svolgiamo una quantità sorprendente di attività ed azioni che giorno dopo giorno, direttamente o indirettamente, hanno un impatto più o meno significativo sull'ambiente.**

## APPENA SVEGLIATI...

È normale prepararsi ogni giorno nel migliore dei modi. Ma quando ci facciamo la doccia, la barba, o semplicemente ci laviamo i denti, ricordiamoci sempre di come l'acqua sia un bene sempre più prezioso.

Impariamo dunque a non farla scorrere inutilmente quando utilizziamo il lavandino, o a non sprecarne delle grandi quantità quando ci facciamo il bagno o la doccia: risparmiare alcuni litri di acqua al giorno, ad esempio chiudendo il rubinetto quando ci insaponiamo, significa risparmiarne migliaia di litri in un anno!



ovviamente anche un aumento dell'inquinamento. Ma anche sulle distanze più lunghe varie alternative di "mobilità sostenibile" sarebbero possibili tra le quali la "car pooling" che consiste nella condivisione di automobili private, ad esempio tra un gruppo di amici che hanno gli stessi orari di lavoro oltre che la stessa zona di destinazione. Naturalmente l'utilizzo dei mezzi pubblici rimane la scelta migliore, perché contribuisce a ridurre sensibilmente il problema dell'inquinamento e fa diminuire anche il traffico cittadino.

## QUANDO RIMANIAMO A CASA...

Nei giorni passati a casa il numero di azioni potenzialmente dannose per l'ambiente rischia di aumentare ulteriormente. Tanti piccoli accorgimenti ci possono invece aiutare a risparmiare e a non inquinare inutilmente. Ad esempio ricordiamoci sempre di spegnere le lampadine quando ci spostiamo da un ambiente all'altro della nostra abitazione; a non lasciare la televisio-



ne o altri elettrodomestici in stand-by (a differenza di quello che si pensa il consumo avviene eccome!); a usare se possibile lampadine a risparmio energetico: hanno un costo iniziale maggiore e sono esteticamente meno belle ma durano circa dieci volte più a lungo e consumano l'80% in meno. Di inverno poi evitare di scaldare eccessivamente l'ambiente domestico, mentre d'estate ridurre al minimo l'utilizzo dei condizionatori: sono costosi, consumano tantissimo e se non usati con moderazione sono causa di frequenti raffreddori.

## QUANDO SMALTIAMO I RIFIUTI...

Anche in questa semplice operazione in realtà si nascondono centinaia di "insidie" per l'ambiente. Un primo approccio al problema rifiuti è innanzitutto quello di cercare di produrne il meno possibile, tentando di far durare il più possibile ciò che già abbiamo a disposizione. In seguito dovremo valorizzare ciò che scartiamo riutilizzando tutti i materiali che possono essere riciclati tramite la raccol-



## ANDANDO AL LAVORO O A SCUOLA...

Quante volte è capitato, recandoci al lavoro o a scuola, di dover fare diversi minuti di coda in macchina per compiere un tratto di strada percorribile in pochi minuti di bicicletta? Il che comporta



# ...RISPETTANDO L'AMBIENTE.

**Ognuno di noi, attraverso piccoli accorgimenti e gesti quotidiani, potrebbe realmente contribuire a rispettare e a migliorare l'ecosistema, tenendo sempre in considerazione che un minor consumo equivale nella maggior parte dei casi ad un minor inquinamento e ad una migliore qualità della vita.**

ta differenziata. Questo tipo di raccolta è di fondamentale importanza per preservare e mantenere le risorse naturali, proprio perché consente di riutilizzare diverse tipologie di rifiuti, dalla carta alla plastica. Il consiglio è anche quello di informarsi bene presso il proprio Comune per ottenere più informazioni possibili sul metodo più corretto per agire.



## QUANDO SIAMO A TAVOLA...

Le nostre abitudini alimentari rappresentano un'altra possibile minaccia per l'ambiente. Ad esempio: per procurare l'enorme quantità di carne richiesta oggi dal mercato mondiale servono sempre maggiori quantità di animali,

i quali a loro volta spesso necessitano di grandi pascoli, ottenuti mediante la deforestazione e la distruzione di colture già esistenti.

Anche la distribuzione della carne prodotta risulta essere particolarmente dannosa per l'ambiente, dovendo fare migliaia di chilometri prima di ar-

rivare sulle nostre tavole; il consiglio sarà dunque di optare per un tipo di alimentazione più sana ed equilibrata, ricordando al contempo l'importanza di scegliere prodotti locali, trentini, o comunque italiani con un occhio di riguardo ai cibi biologici, il più delle volte liberi dai dannosi fertilizzanti chimici.

## QUANDO ACQUISTIAMO...

Pensiamo ora alla grande quantità di prodotti che ogni giorno sia per necessità sia per semplice "capriccio", siamo soliti comprare. Ebbene, ognuno di questi singoli oggetti diventerà un rifiuto producendo più o meno inquinamento. Il miglior modo per avere un approccio rispettoso per l'ambiente sarà dunque quello di acquistare prodotti il meno possibili inquinanti, iniziando dalla spesa di tutti i giorni al supermercato, fino alla scelta di un'auto-vettura eco-compatibile (a metano, gpl o ibrida) e di una casa "risparmiosa" che utilizzi tutti quegli accorgimenti necessari per sfruttare al massimo



l'energia prodotta, come i pannelli solari e fotovoltaici, un genere di tecnologia che in seguito all'acquisto, può contare su forti sgravi fiscali e naturalmente su energia elettrica gratis.

## NEL TEMPO LIBERO...

Il tempo libero si sa è un bene davvero prezioso per tutti noi; ne abbiamo sempre meno a disposizione ed ognuno vorrebbe utilizzarlo nel migliore dei modi. La maggior parte di noi però non è a conoscenza delle soddisfazioni che possono derivare da singoli gesti in favore dell'ambiente.

Diverse associazioni ed enti organizzano percorsi guidati per grandi e piccini che aiutano a migliorare il nostro rapporto con l'ambiente circostante, insegnandoci a rispettarlo durante tutto l'arco della nostra vita e non solamente durante il weekend per le camminate in montagna o le gite al lago.



*A cura di Jacopo Mantoan.*

# Come eravamo...

*Queste foto sono state scattate fra il 1900 e il 1910. L'autore è GIUSEPPE GARBARI e sono di proprietà dell'archivio fotografico storico della Sovrintendenza per i Beni Storico Artistici della Provincia Autonoma di Trento.*

*Esse rappresentano una realtà che è già cambiata: anche in Trentino è in atto infatti una forte riduzione della superficie glaciale.*

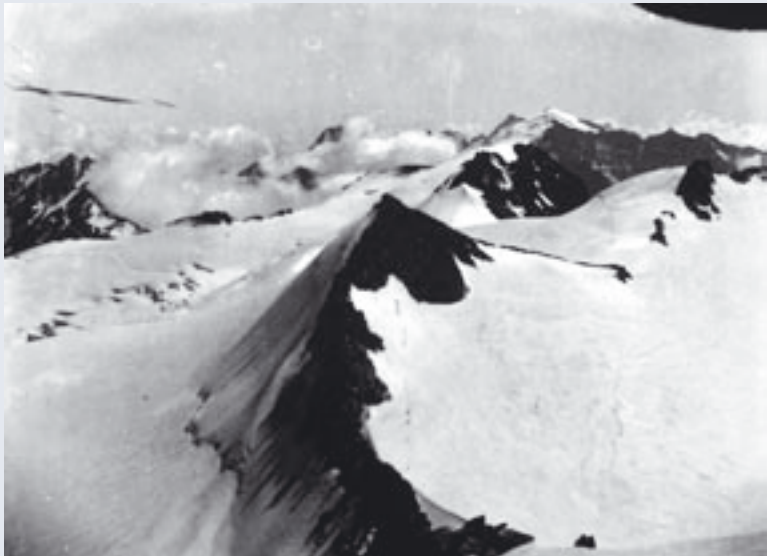


*In senso orario dall'alto: Lobbie Care Alto, Brenta, Monte Fumo Corno Muller.*





*In senso orario da sinistra: Adamello Presanella e due immagini del Gruppo Baitone Punta Pisgana.*



*In senso orario dall'alto a sinistra: Adamello Presanella, due immagini del Brenta, Gruppo Baitone, Monte Fumo Corno Muller.*



*In senso orario dall'alto a sinistra: Adamello Presanella, Monte Fumo Corno Muller, Lobbie Care Alto, Gruppo Baitone Punta Pisgana.*



Il documento  
del Gruppo di lavoro  
“Analisi e monitoraggio  
del clima”



## Cambiamenti climatici in Trentino. Passato, presente e futuro

*Pubblichiamo di seguito una sintesi del documento elaborato dal Gruppo di lavoro "Analisi e monitoraggio del clima", uno dei sei gruppi attivati dalla Provincia autonoma di Trento per studiare il fenomeno dei cambiamenti climatici e per arrivare all'elaborazione di una strategia complessiva per fronteggiarlo.*

Dal pensionato al bambino all'operatore economico le domande più impellenti sono: vediamo ripercussioni dei cambiamenti climatici globali in Trentino? Ci interessano? La risposta è sì a tutte e due le domande.

Dalle indagini sul passato sappiamo che il clima naturale della nostra provincia risponde rapidamente ai cambiamenti globali ed è influenzato da fattori (quelli che seguito saranno indicati con il termine "forzanti") e processi del clima che operano a scala emisferica o planetaria.

Non esistono, invece, scenari futuri per il solo Trentino basati su simulazioni matematiche in quanto i calcoli sono ancora troppo complessi e mancano tuttora i dati necessari.

Fortunatamente, però, in Trentino abbiamo molti dati disponibili (anche "paleoclimatici", cioè relativi al clima nel nostro territorio nei secoli e nei millenni passati) che permettono di riconoscere alcuni trend che probabilmente continueranno nel prossimo decennio.

### Il clima "naturale" in Trentino

Per fare delle previsioni attendibili sul futuro climatico del Trentino dobbiamo conoscere molto bene la variabilità naturale del clima e il ruolo delle attività dell'uomo e sapere rappresentare i processi che danno forma al clima in Trentino in risposta a forzanti globali. Sono disponibili molte fonti di dati (serie strumentali secolari, dati paleoclimatici, serie di dati di indicatori biofisici), solo parzialmente indagati, ma che forniscono una base di conoscenze molto importante da cui partire per po-



Ciampedié, Vigo di Fassa.

#### Questi i soggetti che partecipano ai lavori del gruppo:

- Dipartimento Protezione Civile e Tutela del Territorio - PAT
- I.S. Sicurezza del Sistema Idraulico - PAT
- Servizio Foreste e Fauna - PAT
- Istituto Agrario di San Michele all'Adige-Fondazione Mach
- Università di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
- Museo Tridentino di Scienze Naturali
- Centro di Ecologia Alpina
- Fondazione Kessler-IRST, Modelli Predittivi per dati Biologici ed Ambientali
- Museo Civico di Rovereto
- Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente

tere inserire gli anomali cambiamenti climatici recenti nel loro contesto temporale a lungo termine. In particolare, il Trentino è all'avanguardia in Italia nella ricerca della variabilità naturale del clima per gli studi paleoclimatici sul passato basati su archivi naturali (stalagmiti e sedimenti lacustri). Di seguito viene presentata questa base conoscitiva facendo presente che sarà importante estenderla il più indietro possibile nel tempo per sviluppare sulla base del passato e del presente scenari predittivi per la nostra Provincia.

#### **Forzanti e fenomeni del clima in Trentino**

Il territorio alpino risponde molto più velocemente rispetto al resto

d'Europa ai cambiamenti climatici globali. Le alte quote, infatti, sono più sensibili alla variazione del cosiddetto forzante radiativo, cioè alla quantità di radiazione solare ricevuta, assorbita o rinviata all'atmosfera.

Il ciclo da 11 anni dell'attività solare (macchie solari) è ben visibile in Trentino sia per quanto riguarda fenomeni legati alle temperature invernali, che nelle serie strumentali delle precipitazioni. È stata osservata dai fisici una correlazione tra diminuzione della copertura nuvolosa e aumento dell'attività del Sole.

Nel quadro dei cicli secolari (80-200 anni) ci troviamo in un periodo di alta attività solare che segue il minimo del 1900, e che potrebbe ancora continuare per 10 anni.

A questo si sovrappongono i cicli di 11 anni, che spiegherebbero parte della variabilità interannuale e determinare una serie di inverni miti nei prossimi anni.

È chiaro che l'attività del Sole varia per cause "naturali", ma come viene trasmessa all'atmosfera e si traduca in variabilità climatica la piccola differenza di radiazione solare tra massimo e minimo del ciclo può dipendere anche dalle emissioni di gas serra.

Nello sviluppo dei modelli predittivi a scala locale che ci permetterebbero di determinare scenari futuri per la nostra provincia sarà necessario comprendere molto bene l'effetto combinato dell'attività solare e del forzante antropico, che include il cambiamento dell'uso del suolo.

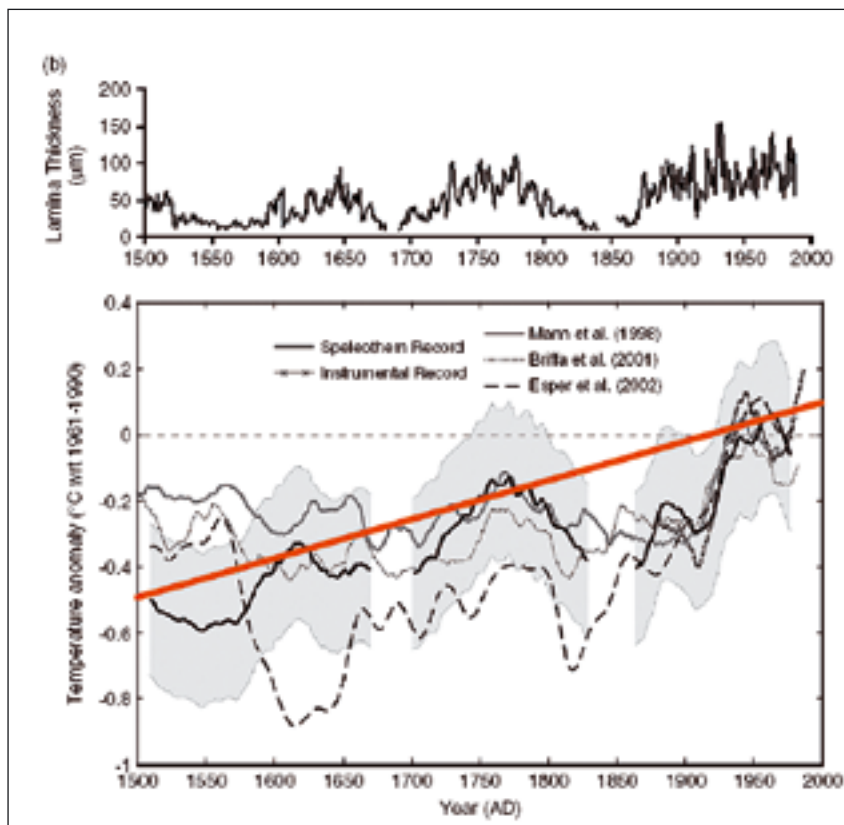
#### **VARIAZIONI CLIMATICHE E POSSIBILI PREVISIONI FUTURE IN TRENTINO**

##### **Temperature in Trentino**

Il più grande cambiamento climatico verificatosi in Trentino dalla fine dell'Era Glaciale avvenne circa 11500 anni fa, e si tradusse in un aumento delle temperature (estive) di almeno +2,5°C in un secolo.

Negli ultimi 5-6000 anni sono avvenute solo variazioni del clima, cioè di minore intensità, alternando periodi più freddi a periodi più caldi. Analizzando la variabilità climatica a scala secolare per gli ultimi 3000 anni risulta un periodo caldo romano (ca. 400 BC – 0 AD), con temperature paragonabili alle medie degli ultimi 30 anni, seguito da un raffreddamen-

*Trend della variabilità naturale delle temperature nell'emisfero settentrionale espressa come anomalie di temperatura (linea nera) dal 1500 a oggi ricostruita da 3 stalagmiti, di cui una proveniente dalla Grotta di Ernesto a circa 1100 metri in Valsugana. I dati elaborati statisticamente sono relativi allo spessore delle lamine di crescita annuale che si correlano direttamente con la temperatura media invernale. La variabilità precedente al 1900 è legata soprattutto ai cambiamenti nell'attività del Sole, che influenza fenomeni del clima. Dal 1900 al 2000 è chiaro l'innalzamento delle temperature dovuta al forzante antropico. Le linee tratteggiate sono ricostruzioni di altri autori sempre per l'emisfero settentrionale. La linea gialla rappresenta il trend che si evince dall'analisi dello spessore delle lamine delle stalagmiti della grotta di Ernesto, riportata nel pannello superiore (spessore lamine stalagmite ER76) (da Smith et al., 2006).*



to, culminato all'incirca nel 500 AD (caduta dell'Impero Romano), e da un primo periodo di riscaldamento nell'Alto Medio Evo (chiamato Periodo Caldo Medioevale – PCM – ca. 1150 - 1400 AD), seguito da un raffreddamento (chiamato Piccola Era Glaciale – PEG) tra il 1650 ed il 1750 AD. Questa variabilità è stata in gran parte naturale. Le analisi sulle serie storiche strumentali di stazioni centenarie (Trento-Laste 1816, Rovereto 1882, Predazzo 1926, San Martino di Castrozza 1926, Passo della Mendola 1926, Passo Rolle 1926 e Pejo 1926) indicano che nell'ultimo secolo in Trentino la temperatura media annua è aumentata di 0,6°C più o meno 0,16°C. Questo fenomeno risulta evidente per le temperature invernali, mentre non si evincono trend significativi per la stagione primaverile, estiva ed autunnale. Il cambiamento osservato in questo caso è, probabilmente, dovuto già agli effetti dell'industrializzazione globale. Infine analisi per le Alpi su serie paleoclimatiche e su serie strumentali evidenziano un'accumulazione degli estremi di temperature elevate eccezionale negli ultimi 10 anni. Nell'area alpina gli

anni 1994, 2000, 2002 e 2003 sono stati i più caldi negli ultimi 500 anni. Questo a conferma che anche sulle Alpi la gran parte dell'incremento di temperatura si è verificato negli ultimi 20-30 anni con un tasso ben superiore a quello dell'ultimo secolo. Tale evidenza è stata ascritta in gran parte all'effetto dei gas serra. Senza considerare la forzante antropica, ovvero l'azione dell'uomo, sappiamo che se il trend del NAOI (Indice di Oscillazione Nord Atlantica) che influenza le temperature e precipitazioni invernali, restasse soprattutto positivo come negli ultimi 100 anni e l'attività solare fosse alta, la previsione dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) di un ulteriore aumento della temperatura di circa 0,1 °C per decennio sarebbe plausibile anche per il Trentino, o forse una stima in difetto. Per quanto riguarda gli effetti di raffreddamento sulle temperature dovuti alla presenza di aerosol di solfato in atmosfera, le indagini di confronto tra dati di temperatura derivanti da analisi paleoclimatiche e dati di concentrazione di solfato nelle stalagmiti hanno chiaramente evidenziato che in

Trentino tale effetto osservato per il passato non sussiste più. L'incapacità degli aerosol di solfato di controbilanciare il riscaldamento e gli effetti dell'uso del territorio al momento non permettono una quantificazione accurata dell'andamento delle temperature in Trentino nei prossimi 10-30 anni.

### Precipitazioni in Trentino

Dall'analisi dei numerosi record strumentali disponibili e delle loro ricostruzioni si evince che nel-

le Alpi non ci sono trend significativi per gli ultimi 500 anni. Tuttavia, nell'ultimo secolo, per le Alpi meridionali si è osservata una tendenza verso la diminuzione delle precipitazioni, quantificabile in un -10% rispetto al periodo di riferimento 1901-2000.

Questo si osserva anche in Trentino. L'analisi delle serie strumentali registrate alle stazioni di Trento, S. Martino di Castrozza, Passo Rolle, Pinzolo e Tione dal 1921 al 2000 ha evidenziato una tenden-



*Il ritiro dei ghiacciai e il calo delle precipitazioni nevose cambieranno molto probabilmente anche le pratiche sportive legate alla montagna.*

za alla diminuzione delle precipitazioni totali annue quantificabile mediamente in circa -115 mm/secolo (pari al 10% circa della media). Inoltre, si nota, nell'ultimo decennio, un'estremizzazione degli eventi mensili (febbraio-marzo, ottobre-novembre) e, nell'ultimo quarto di secolo, degli eventi stagionali (diminuzione nella stagione invernale ed aumento nella stagione autunnale) come nel resto dell'Italia settentrionale. Si evidenzia, inoltre, un aumento dei singoli eventi di precipitazioni massime annuali rispetto a quelle ordinarie, che aumentano in durata ma diminuiscono in numero.

Più in generale nel corso degli ultimi 50 anni si è osservato nel nord Italia un aumento della precipitazioni intense, accompagnato anche da una tendenza più recente all'aumento dei periodi siccitosi invernali. Analisi climatiche e paleoclimatiche recenti hanno posto in evidenza che l'origine delle precipitazioni intense in Trentino è legata a masse d'aria umida provenienti dal Mediterraneo. Quindi ci si dovrebbe aspettare una evoluzione futura legata al Mediterraneo piuttosto che al versante nord delle Alpi. Questo

è molto importante per le simulazioni predittive a scala locale.

Gli apporti di neve fresca, seppur mostrando un andamento variabile (con anni molto nevosi nel periodo 1983-1986 e molto secchi tra il 1988 ed il 1990), evidenziano una tendenza ad un calo piuttosto deciso dei valori stagionali, nell'ordine dei 9 cm circa per anno nel periodo 1982-2004, con una percentuale media sul totale superiore al 2%. Tale decremento è più sensibile nelle aree prealpine. Per quanto riguarda il numero di giorni con permanenza della neve al suolo, i trend nel periodo 1981-2004 evidenziano, a tutte le quote, in particolare a quelle inferiori ai 1200 m, un calo significativo, variabile tra 1 e 2,5 giorni/stagione in base all'esposizione.

Il riscaldamento previsto porterà anche sulle Alpi e sul Trentino ad una riduzione della stagione nevosa e dell'altezza della neve fresca con conseguenze maggiori alle quote inferiori.

#### **EFFETTI DELLE VARIAZIONI CLIMATICHE IN TRENTINO**

Esistono osservazioni evidenti che i cambiamenti climatici e in particolare l'aumento delle tempera-



ture stiano modificando molti ecosistemi terrestri e acquatici anche sul nostro territorio.

In particolare il riscaldamento invernale ha conseguenze importanti sull'ambiente, soprattutto per quanto riguarda le interazioni tra clima, piante e suolo.

#### **Ghiacciai**

In Trentino l'ultimo ventennio (a partire dal 1981) è stato caratterizzato da una deglaciazione molto marcata che si è accentuata ulteriormente in questi ultimi 4-5 anni caratterizzati da velocità di riduzione dei ghiacciai doppie rispetto alla media dell'ultimo ventennio.

Secondo il Sistema Informativo Ambiente e Territorio (SIAT) della Provincia autonoma di Trento, all'inizio degli anni '90 in Trentino erano presenti 146 corpi gla-

ciali (considerando anche i glacionevati di limitate dimensioni), per una superficie totale di 50,5 km<sup>2</sup>. Una stima più recente (2003) indica un numero di ghiacciai pari a 83 (più alcune decine di corpi glaciali minori), per una superficie totale di 38,3 km<sup>2</sup>. Anche in Trentino, quindi, è in atto una forte riduzione della superficie glaciale, quantificabile, in poco più di 10 anni, in quasi il 25%.

Con il permanere degli attuali tassi di riduzione, nel 2025 sarà rimasto meno del 50% del volume di ghiaccio presente negli anni '80 e soltanto circa il 5-10% nel 2100. Proiezioni per il futuro indicano che, con l'attuale tendenza climatica, la maggior parte dei ghiacciai alpini di superficie inferiore a 1 km<sup>2</sup> (oltre il 90% del totale) scomparirà entro la fine del secolo.



Un fenomeno analogo si verificò per cause naturali durante il Medioevo (PCM), in età romana, e tra 6000 e 8000 anni fa in cui il volume dei ghiacciai alpini era circa il 75% in meno di quello tra 1850 e 1990.

Ma nel confronto con quanto avvenuto "naturalmente" nel passato occorre tenere conto dell'inerzia dei ghiacciai, per cui potrebbe innescarsi a breve la risposta alle temperature elevate degli anni '90 e dei primi anni di questo secolo, con una maggiore perdita di massa di quella verificatasi tra il 1990 e oggi cioè superiore al 25%.

#### **Fauna e biodiversità**

A livello globale le attività umane hanno causato e continuano a causare perdita di biodiversità; i cambiamenti climatici agiscono come fattore addizionale sia in maniera diretta sia indiret-

ta su numerosi processi biologici. Gli effetti sugli animali sono già evidenti nella maggior parte degli ecosistemi terrestri e acquatici, da quelli tropicali a quelli polari.

Per quanto riguarda il territorio delle Alpi, sono state evidenziate modifiche di comportamento negli uccelli, con anticipo della stagione riproduttiva e variazioni nei pattern distributivi e migratori.

Tra le specie già in forte declino come i galliformi, la pernice bianca (*Lagopus mutus*) sembra quella più soggetta ad effetti negativi conseguenti alla riduzione di copertura nevosa. Gli invertebrati risultano particolarmente sensibili ai cambiamenti climatici. Oltre a spostamenti altitudinale e latitudinali, sono infatti state già osservate variazioni nei pattern fenologici di specie forestali e nei processi di interazione con le specie vegetali, come nel caso della pro-



cessionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*). Relativamente agli artropodi vettori di malattie all'uomo, si è osservata un'espansione altitudinale della zecca dei boschi (*Ixodes ricinus*) oltre ad un prolungamento dell'attività di ricerca degli ospiti (questing). I casi umani di encefalite virale (TBE) sono aumentati nel corso dell'ultimo decennio con comparsa di nuovi focolai in numerose regioni dell'arco alpino. È stata osservata inoltre la presenza di specie vettrici più tipiche delle aree calde e mediterranee, come i pappataci (*Phlebotomus* sp.) vettori della leishmaniosi canina, ed un espan-

sione dell'areale distributivo della zanzara tigre (*Aedes albopictus*). In Trentino in particolare, sono già state evidenziate variazioni nei periodi di riproduzione degli uccelli, nel comportamento del capriolo, e nei pattern demografici dei topi selvatici.

A livello predittivo, i cambiamenti climatici previsti per le Alpi porteranno una serie di variazioni nella struttura, nella distribuzione e nella produttività di diversi habitat, con conseguenze sulla fauna, sulla struttura delle comunità e sulla biodiversità. Molte specie presenti nella fascia alpina e nella fascia nivale, al di sopra del li-

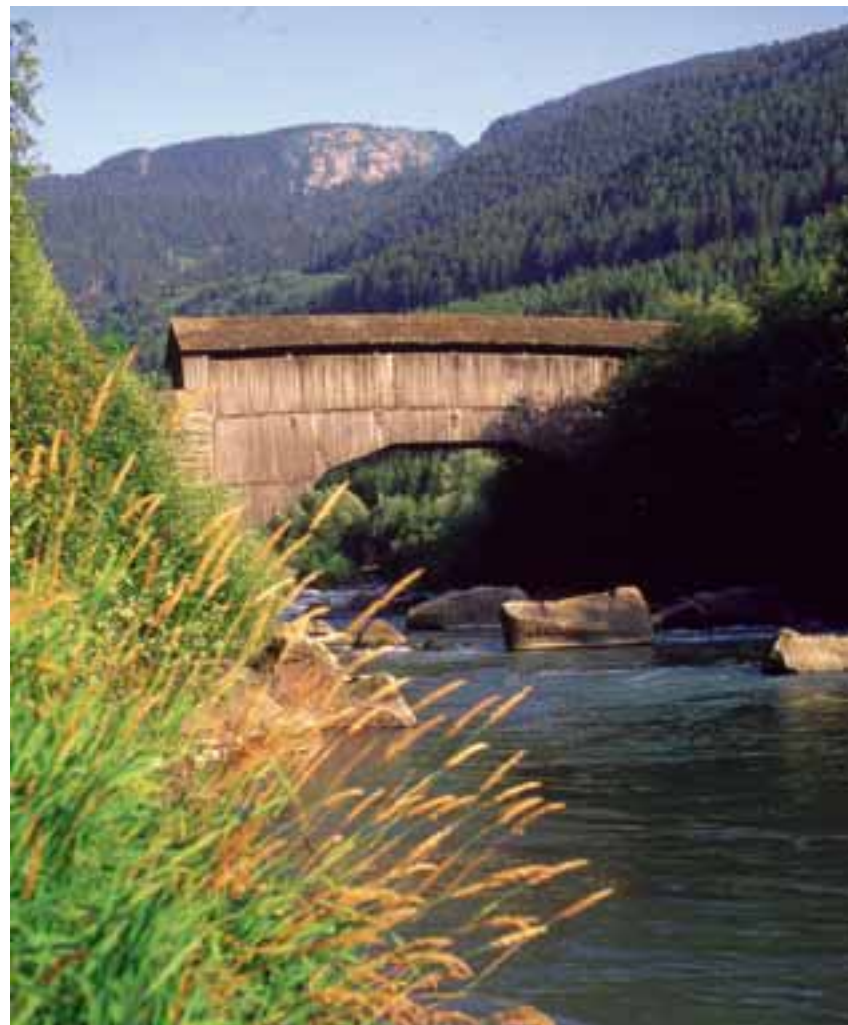
*Ponte di Panchià sul torrente Avisio.  
Nella pagina a fianco un esempio di fauna acquatica  
e il lago Careser.*

mite della vegetazione arborea, subiranno probabilmente le maggiori conseguenze, essendo adatte a tollerare solo lievi variazioni di temperatura. L'aumento di temperatura, la riduzione della copertura nevosa, l'espansione delle specie arboree e faunistiche tipiche della fascia montana aumenteranno i processi di competizione trofica e spaziale e di interazione preda-predatore, con probabile estinzione di specie, soprattutto tra i vertebrati. Le specie delle fasce montane e sub-alpina, potranno subire conseguenze variabili a seconda della loro diversa tolleranza ecologica. Molte specie, appartenenti a diversi taxa, subiranno variazioni significative nei pattern riproduttivi e di attività, con spostamenti altitudinali anche consistenti. Sono previste modifiche nei processi di interazione tra specie e nei rapporti preda-predatore. È previsto un aumento di specie alloctone, soprattutto di origine mediterranea, con aumento dei processi di competizione con le specie locali. Per gli artropodi, sono previsti spostamenti degli areali, aumenti dei tassi di crescita e prolungamento dei periodi di attività con conseguenze

sulla vegetazione, su altre specie animali e sulla diffusione di agenti patogeni. Allo stato attuale sono stati elaborati specifici modelli previsionali solo per alcune specie (galliformi). Tuttavia, sono già state attivate una serie di attività di monitoraggio su specie animali chiave appartenenti a diversi taxa, inclusi artropodi di interesse sanitario. I dati sinora ottenuti potranno contribuire allo sviluppo di modelli predittivi a scala provinciale.

#### **Vegetazione**

Le aree montuose e quelle mediterranee sono le più vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici. Studi recenti evidenziano che i cambiamenti climatici in atto tendono a degradare la superficie forestale mediterranea verso formazioni arbustive termofile (resistenti alle alte temperature). Le elevate temperature e le scarse precipitazioni estive favoriscono gli incendi e una maggiore frammentazione degli habitat. Sulle Alpi, tenendo anche conto degli effetti dovuti ai cambiamenti d'uso del suolo indotti dall'uomo, sono già in atto fenomeni come la contrazione delle aree aper-



te a favore di formazioni arbustive/arboree, l'innalzamento del limite superiore del bosco, la riduzione degli habitat di molte specie erbacee delle aree aperte (perdita di biodiversità), la modificazione del ciclo fenologico (il ciclo della fioritura in relazione ai fattori cli-

matici) di molte specie arboree a favore di entità più termofile. Occorre tuttavia sottolineare che l'invasione di aree aperte da parte di formazioni forestali è prevalentemente dovuto all'abbandono delle zone agricole più marginali e alla riduzione della pressione del pa-



scolo che hanno innescato processi di successione ecologica talvolta molto rapidi. Una ricerca ad ampio spettro su 21 paesi europei ha dimostrato che il 78% delle piante considerate mostra un anticipo di fioritura o maturazione dei frutti; solo il 3% manifesta un segnale di posticipo mentre il segnale di termine della stagione vegetativa è meno chiaro. In Trentino la tendenza all'anticipo delle fasi primaverili è osservabile in modo evidente sul melo e stimabile approssimativamente in circa 8-10 giorni negli ultimi 20 anni, per quanto tale anticipo sia da riferire soprattutto alla seconda metà degli anni '80.

Diversi studi sugli effetti dei cambiamenti climatici a carico della vegetazione in Trentino sono in fase di svolgimento, tuttavia è probabile che i processi osservati sulle Alpi (innalzamento limite alberi, frammentazione degli habitat, modifiche dei cicli fenologici, cambiamenti nella composizione delle foreste) possano accelerare con aumenti di temperatura consistenti (3°C). In base a quanto fino ad ora osservato sui dati pollinici esistenti, si prevede che all'aumentare delle temperature si



possa assistere anche in futuro ad un anticipo della fioritura di determinate specie.

### **Suoli**

Con l'aumento delle temperature invernali diminuisce la stagionalità. Infatti l'attività batterica nei suoli, l'assimilazione dei nutrienti e acqua da parte delle piante continuano per periodi più lunghi rispetto a 50-100 anni fa. Ciò impoverisce il suolo. La ricorrenza di lunghi periodi siccitosi, seguiti da piogge torrenziali ha, inoltre, come effetto quello di aumentare la rimobilizzazione di sedimenti da monte verso valle. L'impoverimento della parte superiore del suolo

e la rimobilizzazione dei sedimenti sono due effetti molto importanti del cambiamento globale in Trentino. Le attuali conoscenze sul ciclo del carbonio negli ecosistemi forestali sono soddisfacenti ed in fase di perfezionamento, mentre necessitano ulteriori approfondimenti per la componente ipogea. Dati da archivi climatico-ambientali trentini indicano un accorciamento del periodo di copertura nevosa dovuto all'aumento delle temperature invernali. Questo implica un trasporto maggiore e più rapido di nutrienti verso il sottosuolo che comporta una diminuzione di umidità e fertilità del terreno e l'immissione di elementi in-

quinanti nel circuito ipogeo. I dati di modelli per il calcolo del bilancio idrico usati per l'assistenza all'irrigazione, indicano negli ultimi 20 anni un aumento dell'evapotraspirazione di riferimento (ET<sub>o</sub>). L'incremento è concentrato specialmente nei mesi di maggio e giugno, dove può essere stimato dell'ordine di 0.5 mm/giorno (15 mm/mese). C'è ragione sufficiente per ipotizzare un aumento anche nella vegetazione forestale.

### **Uno sguardo al futuro**

Lo studio del clima nel passato e le proiezioni per il futuro mettono in evidenza come il Mediterraneo e le Alpi siano da considerarsi aree

molto sensibili ai cambiamenti climatici in atto e ci sono inoltre evidenze sempre maggiori che clima e ambiente in Trentino rispondono rapidamente alla variabilità climatica sia naturale che di origine antropica. Ogni azione di adattamento e mitigazione che si cercherà di intraprendere dovrà tenere conto di quanto successe nel passato e del fatto che le proiezioni per il futuro lasciano intuire possibili cambiamenti molto rapidi e in condizioni atmosferiche mai osservate rispetto alla concentrazione di gas serra nell'atmosfera con la possibilità che si ristabilisca un regime caotico del clima dalle conseguenze imprevedibili.

Ad oggi le conoscenze scientifiche e le proiezioni attese possono così essere riassunte:

- Il trend verso il riscaldamento degli ultimi 100 anni continuerà in Trentino, soprattutto rispetto alle temperature invernali. Le conseguenze più immediate sono l'impoverimento dei suoli, la minore copertura nevosa, la progressiva riduzione dei ghiacciai, la maggiore instabilità idrogeologica.
- Il Trentino appartiene climaticamente al Mediterraneo. Ad un



riscaldamento di oltre  $0.6^{\circ}\text{C}/\text{secolo}$  si accompagna una diminuzione della piovosità, che potrebbe essere di oltre 100 mm/secolo.

- fenomeni estremi aumenteranno, e la loro frequenza potrebbe essere imprevedibile: è atteso in generale un aumento della frequenza e delle intensità delle ondate di calore, degli eventi di siccità e di eventi di precipitazione intensa a scala interannuale.
- Gli ecosistemi subiranno impor-

tanti conseguenze già in atto: variazioni nella struttura, nella distribuzione e nella produttività di diversi habitat, con conseguenze sulla fauna, sulla struttura delle comunità e sulla biodiversità; accelerazione degli effetti sulla vegetazione (innalzamento limite alberi, frammentazione degli habitat, modifiche dei cicli fenologici, cambiamenti nella composizione delle foreste); un anticipo di fioritura o maturazione dei frutti.



I cambiamenti attesi indurranno necessariamente a trovare soluzioni che consentiranno misure di adattamento per i prossimi anni e che dovranno tenere conto anche del diverso assetto sociale ed economico a scala globale.

Dovranno quindi essere adottati strumenti adeguati e flessibili prevedendo tra l'altro un continuo monitoraggio del territorio, delle variabili climatiche e dei bioindicatori più importanti a livello ecologico, economico e sanitario.

Un cambiamento non è un male, ma un necessario gradino verso un'evoluzione che ristabilisca una certa armonia con il territorio.

La mostra interattiva  
“Una finestra sul clima”  
al servizio degli studenti



## L'educazione ambientale nelle priorità dell'APPA

Negli ultimi anni le problematiche ambientali legate all'eccessivo sfruttamento delle risorse disponibili del nostro pianeta ( in molti casi non riproducibili) hanno avviato, soprattutto con la forte enfattizzazione che se ne è potuta registrare a livello di media, una complessa discussione che ha coinvolto diversi attori istituzionali e sociali. La politica internazionale ed il dibattito generale che ne sono seguiti hanno probabilmente contrassegnato, con toni spesso ultimativi e catastrofisti, gli sviluppi e le prospettive che il tema

ambientale è già di per sé in grado di determinare, per il suo grado di vicinanza agli interessi e alle preoccupazioni comuni. In questo senso creando per converso un grado di apprensione ed un sottofondo di angoscia esistenziale che certo non possono positivamente contribuire ad una presa di coscienza seria e non emotiva dello spinoso problema. Le ritrosie poi di alcuni paesi industrializzati, in special modo degli Stati Uniti ad impegnarsi proficuamente su politiche di contenimento dei consumi energetici, aggiungono un

motivo ulteriore di preoccupazione a quelli già denunciati. Le contrastate posizioni sull'adesione al protocollo di Kyoto, sono in questo senso emblematiche di un atteggiamento ondivago che rischia di innescare un contenzioso internazionale di proporzioni incalcolabili. Né i rimedi proposti in alcuni casi sembrano possedere margini ragionevoli di applicabilità: cambiamenti di rotta improvvisi sarebbero in alcuni casi troppo immediati ed estemporanei per essere concretamente presi in considerazione e poter determinare risulta-

ti di lungo periodo. Una logica così connotata potrebbe in effetti essere controproducente alla causa, proprio per il suo carattere fortemente emotivo e quindi foriero di conseguenze imprevedibili. Resta evidente che il ricorso ad una informazione e ad una educazione corretta e responsabile si pone come lo strumento principe per avviare un serio lavoro di revisione di tutti quei comportamenti individuali che rischiano sempre più di incidere in misura determinante sul complesso delle problematiche ambientali. L'utilizzo di inter-





*A fianco un momento dell'attività didattica rivolta ai più giovani. Le altre immagini sono tratte dalle campagne informative realizzate dall'APPA.*

di Jacopo Mantoan

net nel campo informatico e le sue implicazioni a livello di "villaggio globale" ci dicono quanto siano mutate le interdipendenze "individuo-società" nel XX secolo e di conseguenza di quale possa essere potenzialmente il loro impatto sulle scelte riguardanti le politiche ambientali.

In questa prospettiva di "nuova cultura ed educazione" si pone il percorso educativo avviato dall'APPA, Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, la quale è particolarmente attiva nel sostenere ed attuare una forte e precisa convinzione: sensibilizzare cioè le nuove generazioni su di uno stile di vita eco-compatibile ed improntato ad una nuova visione del risparmio energetico. In particolare l'Agenzia della Pro-

vincia Autonoma di Trento ha realizzato alcuni corsi di educazione ambientale per le scuole elementari e medie, con l'intento da un lato di suscitare divertimento ed interesse e dall'altro di suggerire, con esempi piccoli e concreti, la possibilità di una partecipazione attiva degli alunni, cercando nel contempo di evitare qualsiasi forma di "ecoterrorismo" per dare più spazio all'ottimismo e alla speranza.

Tra le diverse mostre organizzate negli ultimi anni "Una finestra sul clima" rappresenta esattamente questa nuova volontà di avvicinare i giovani studenti alle problematiche ambientali, analizzando nello specifico, seppur con un metodo didattico, i cambiamenti climatici, l'effetto serra natura-

le ed artificiale, le previsioni per il futuro. Nella seconda parte della mostra, vengono approfondite alcune tematiche che evidenziano l'importanza di tutelare patrimoni comuni come l'Amazzonia (paese inteso come polmone del pianeta e dunque come rimedio naturale all'effetto serra artificiale) e la necessità di adottare uno stile di vita domestico il più possibile "risparmioso", per consentire un minor inquinamento derivante dalla produzione termoelettrica, principale responsabile dell'aumento dei gas serra artificiali.

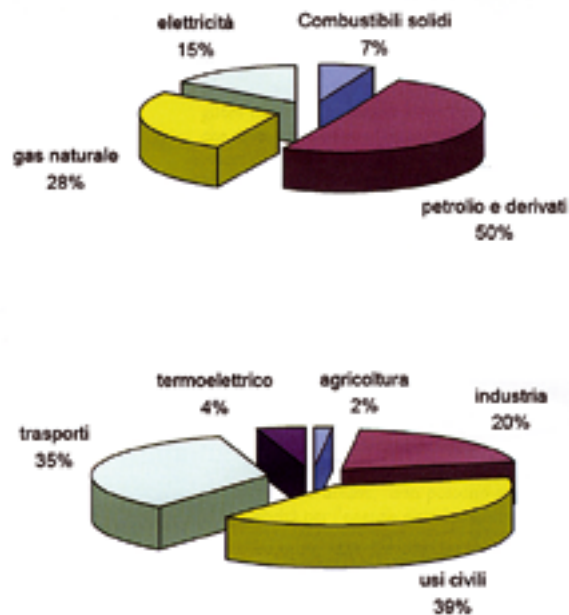
L'esperienza che gli operatori hanno ricavato dalle lezioni effettuate in alcune scuole medie ed elementari conferma la bontà di questo esperimento e di questa convinzione. Il grado di coin-

*cara vecchia lampadina,.....*



volgimento degli alunni è stato nella maggioranza dei casi soddisfacente, soprattutto grazie alla grande disponibilità ed efficacia del materiale fornito dall'Agenzia. A questo si aggiunga che la cul-

# Struttura dei consumi energetici per fonti e settori



tura dei ragazzi, proprio perché provenienti da un territorio per lo più conservato e scarsamente improntato a modelli metropolitani, si è dimostrata istintivamente sensibile verso questo tipo di argomenti più che verso interessi o modelli introdotti artificialmente

dal mondo della televisione o da quello di internet. Dunque la scelta di collegare più strettamente il mondo della scuola con quello di un'educazione più attenta ad una partecipazione attiva della propria vita individuale e collettiva, non può che accrescere il livello com-

La realizzazione della mostra "Una finestra sul clima" è di Cleto Matteotti che ha curato interamente la "scenografia" dell'esposizione, e di Nicola Curzel e Paolo Pezzin.



pletivo di attenzione e d'interesse ed in ultima analisi migliorare il senso di appartenenza del singolo individuo alla comunità nella sua accezione più ampia.

La mostra "Una finestra sul clima", così come altre mostre di carattere ambientale organizzate da APPA proseguiranno gratuitamente con l'inizio del prossimo anno scolastico.

Per qualsiasi informazione contattare:

**Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente**

Piazza A. Vittoria, 5  
38100 TRENTO

Tel. 0461/497760-61

Fax 0461/497759

E-mail: [appa@provincia.tn.it](mailto:appa@provincia.tn.it)

Sito Internet:

[www.provincia.tn.it/appa](http://www.provincia.tn.it/appa)





**A colloquio con la dottoressa Silvia Frisia del Museo Tridentino di Scienze Naturali. Da migliaia di anni non si registrano cambiamenti così rapidi**

## Nelle stalagmiti della Grotta di Ernesto la storia del clima

di Marco Pontoni

C'è un libro nel quale, anno dopo anno, secolo dopo secolo, è stata scritta la storia del clima della nostra terra. È un libro di pietra, che si può leggere solo con gli strumenti adatti.

Si chiama stalagmite. Anzi, al plurale: stalagmiti. Quelle di una solitaria grotta del Trentino, nel Comune di Grigno, in Valsugana, che il destino ha voluto diventasse famosa in tutto il mondo. Nella grotta di Ernesto, è di essa che stiamo parlando, il gruppo di ricerca sulla paleoclimatologia del Museo tridentino di scienze natu-

rali, coordinato da Silvia Frisia, ha compiuto ricerche fondamentali per la comprensione del passato remoto del clima del Pianeta.

Il punto di partenza sono le colonne calcaree che sembrano sollevarsi dal pavimento della grotta a sorreggerne la sua volta; mentre in realtà, com'è noto, le stalagmiti hanno un'origine inversa, ovvero lo sgocciolamento di acqua dall'alto, che deposita pazientemente strati successivi di minerali. Strati che "imprigionano" informazioni preziose sull'ambiente, i componenti chimici, gli agenti naturali

e quelli umani, che è compito dei paleoclimatologi decifrare.

Abbiamo incontrato la dottoressa Frisia prima della sua partenza per l'Australia, dove continuerà i suoi studi in materia, presso la University of Newcastle, in un gruppo che peraltro svolge le sue ricerche anche in Italia.

### **Dottoressa Frisia, di che cosa si occupa la paleoclimatologia?**

La paleoclimatologia si occupa di studiare il clima del passato, quindi l'evoluzione del clima prima che ci fosse l'attività industriale,

per comprendere quali sono i parametri climatici e i fattori cosiddetti "forzanti" – quelli che si collocano all'esterno del sistema atmosfera-oceano – che influenzano il clima. La climatologia cerca di vedere come hanno agito nel passato questi fattori, utilizzando parametri come temperatura e piovosità, al fine di comprendere come il clima variava in maniera "naturale". L'obiettivo è anche di dire a coloro che invece fanno modelli climatici di previsione, quindi sul futuro: guardate, in natura le cose andavano così e quando poi



l'uomo è intervenuto sono successe altre cose. In definitiva si tratta di stabilire qual è la percentuale umana e qual è la percentuale naturale nei cambiamenti climatici odierni e futuri. Il paleoclimatologo si occupa di quella naturale e il climatologo sa derivare poi anche quella umana.

### **Veniamo ora al Trentino: che tipo di ricerche si sono sviluppate qui negli ultimi anni?**

In Trentino negli ultimi 13 anni si sono sviluppate delle ricerche paleoclimatiche che chiamerei di frontiera, quindi molto importanti, studiando la variabilità del clima e dell'ambiente del passato da concrezioni di grotta, perché il Trentino ha molti terreni carsici, carbonatici, e quindi ci sono molte grotte.

### **Qual è il teatro di queste ricerche?**

In gran parte la grotta di Ernesto, nel Comune di Grigno, in Valsugana a 1.100 sul livello del mare. È una grotta molto bella, un piccolo gioiellino, pieno di concrezioni, stalagmiti, stalattiti. È da qui che sono usciti alcuni dei risultati più innovativi; ad esempio ab-



biamo studiato come la variabilità del sole influenza, fra l'altro, il clima del Trentino. La grotta è stata scoperta da un bambino di nome Ernesto, quando costruivano la strada forestale; entrò e trovò delle ossa. Quindi i primi ad arrivare furono gli archeologi ed in seguito arrivammo noi e individuammo questa piccola cavità – non è più lunga di 70 metri – rimasta per così tanto tempo separata dall'ambiente circostante. Questa grotta è fatta come una piccola geode e costituisce uno dei più splendidi "archivi" esistenti; infatti la è studiata anche da gruppi che vengono da tutto il mondo.

### **Come vi siete mossi?**

Usando tecnologie estremamente sofisticate abbiamo estratto dati climatici dalle concrezioni di grot-

ta. Noi andiamo a raccogliere stalagmiti, che sono quelle concrezioni che crescono dal pavimento verso l'alto, dopodiché facciamo tutta una serie di indagini sulla composizione delle lamine, sulle proprietà chimiche – ad esempio gli isotopi dell'ossigeno e del carbonio – che danno indicazioni sulla temperatura, sulla vegetazione e così via. Siamo stati anche pionieri nell'applicazione delle analisi in luce di sincrotrone, ottenendo indagini chimiche in quella che si chiama una risoluzione molto elevata. In pratica noi riusciamo a risalire a quello che succedeva una stagione dopo l'altra.

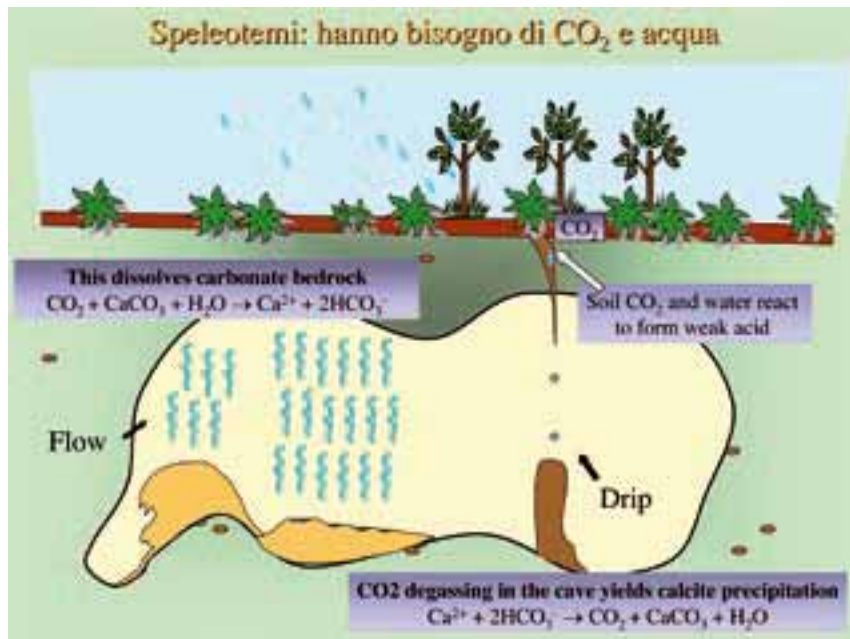
### **Quanto indietro siete riusciti ad andare?**

Finora siamo andati indietro di circa 10.000 anni. In futuro vor-

remmo affrontare un periodo caldo analogo a quello che stiamo sperimentando adesso, che risale a circa 120.000 anni fa. Fu questo l'ultimo periodo caldo del pleistocene, che separò due grandi glaciazioni; la seconda finì circa 17.000 anni fa dando inizio al clima che conosciamo. Abbiamo una stalagmite così vecchia, raccolta qui in Trentino; vorremmo fare un'indagine molto approfondita per capire com'era un periodo altrettanto caldo di quello attuale ma precedente alla società industriale.

### **Qual è l'evidenza più forte che emerge dai vostri studi e quali le differenze fra i cambiamenti climatici che avvenivano molti secoli fa e quello che stiamo sperimentando adesso?**

Innanzitutto direi che quello che si vede – e lo si vede molto bene dalle stalagmiti – è un innalzamento delle temperature avvenuto negli ultimi 100 anni. Negli ultimi 10.000 anni non ne abbiamo uno analogo. Le altre cose che si vedono chiaramente è che le stalagmiti ad un certo momento cominciano ad avere nella loro calcite degli elementi in traccia che sono chiaramente derivati da ae-



rosol di tipo industriale; per cui questi studi registrano anche un aumento dell'inquinamento. Ed ancora, si vede molto chiaramente che la stagionalità è sempre meno contrastata. Cioè mentre prima, direi 150 anni fa, avevamo dei begli inverni che erano inverni e delle estati che erano estati, ora le stalagmiti in pratica ci dicono che le piante si svegliano molto prima di quanto non si svegliassero 150 anni fa e vanno avanti molto più a lungo, per cui praticamente è come se non avessimo più una vera distinzione tra inverno, primavera, estate e autunno.

**Quindi in qualche modo viene confermato quel luogo comu-**

**ne per cui si dice che le stagioni non sono più quelle di una volta...**

Diciamo che le stalagmiti lo registrano; in pratica l'informazione che ci danno è che questo è il più grande cambiamento che registrano per gli ultimi 10.000 anni, cioè non ci sono più le stagioni di una volta, anche se bisogna intendere quali sono quelle di una volta... Io penso che nella nostra memoria storica le stagioni di una volta siano un po' quelle da cui derivano anche tutti i proverbi, cioè in fondo quelle di 100/150 anni fa, quando si parlava dei laghi che si gelavano e così via. Oggi il clima sta cambiando ma noi facciamo fatica a percepirlo perché siamo abituati a badare più al tempo

atmosferico; per cui se un giorno fa fresco diciamo, ah mamma mia, fa fresco, quindi non è come ci dicono gli scienziati! Invece dobbiamo sforzarci di vedere le cose in prospettiva, e quindi almeno su un arco di 30 anni. E sull'arco di 30 anni ormai è innegabile che si stanno alzando le temperature, mentre in alcuni luoghi sta diminuendo la piovosità e il contrasto stagionale è sempre meno marcato.

**C'è chi dice che il clima è sempre cambiato, quindi in questo senso esprime un certo scetticismo riguardo alla possibilità dell'uomo di influenzare i cambiamenti climatici. Che cosa dicono i dati scientifici?**

Il clima in effetti è sempre cambiato, abbiamo i record paleoclimatici che ce lo dicono. Per precisare, i cambiamenti climatici avvengono in tempo breve, nell'arco di 30-50-100 anni, e sono molto forti, vuol dire che la temperatura cambia da 2 a 5 gradi anche di più. Poi c'è una condizione di variabilità che invece è più smussata. Negli ultimi 10.000 anni quello che abbiamo sperimentato è più una variabilità che un cambia-

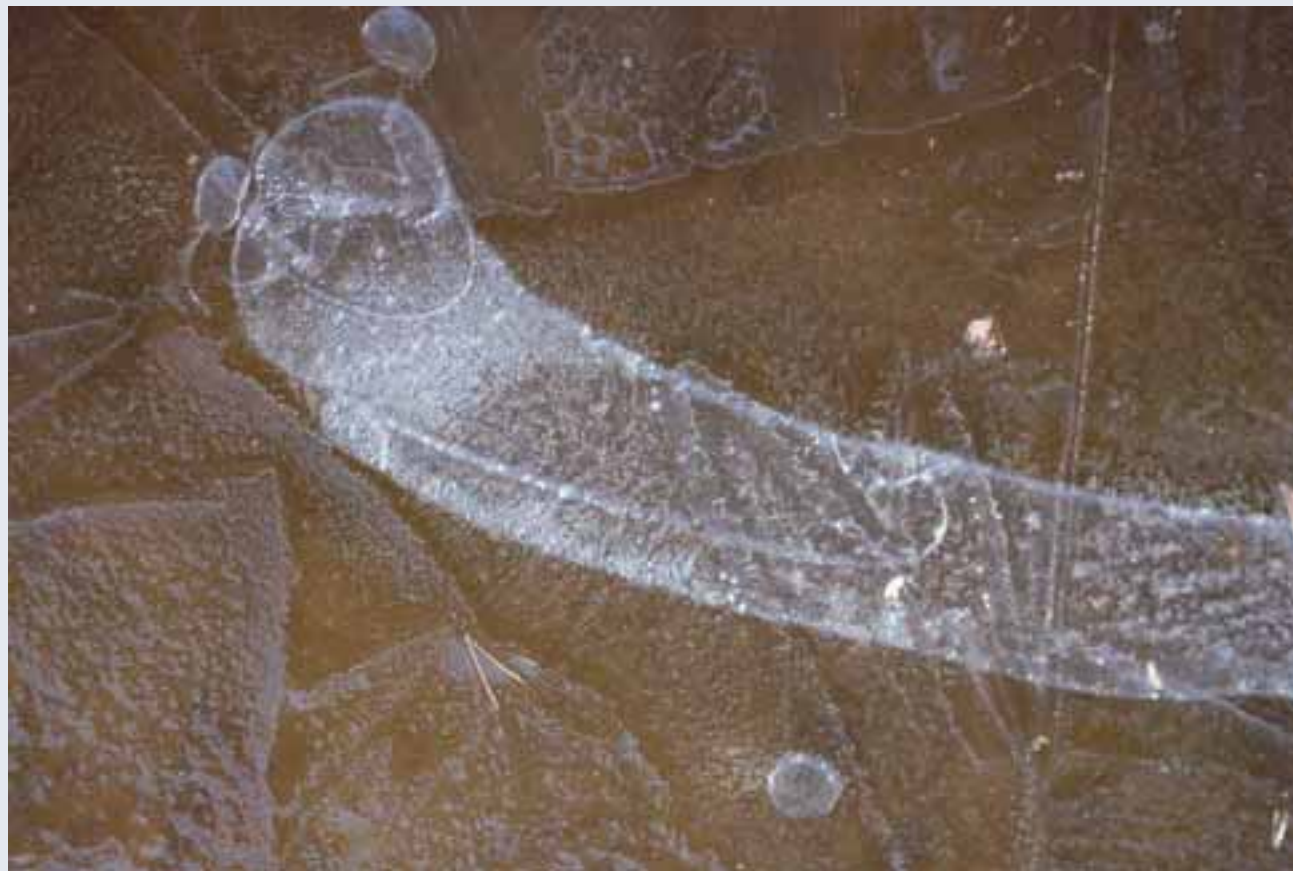
mento climatico. Quello che stiamo sperimentando invece è un cambiamento, che ha le connotazioni di cui dicevo prima. Quello che è preoccupante è il fatto che l'azione dell'uomo ha immesso una quantità di gas serra che non c'è mai stata per tutto il periodo, di cui, attraverso la paleoclimatologia, abbiamo conoscenza, quindi diciamo almeno 500.000 anni. Forse dobbiamo andare molto, molto indietro nel tempo, all'epoca dei dinosauri, per avere una situazione in cui non c'erano ghiacci. L'azione dell'uomo sta alterando l'atmosfera, ed essendo l'atmosfera un fluido un po' caotico, risponde in un modo altrettanto caotico. Quindi in realtà noi non sappiamo esattamente cosa aspettarci. Possiamo fare dei modelli, possiamo basarci appunto su quello che è accaduto in passato. Ma diciamo che molto probabilmente dobbiamo aspettarci delle sorprese.



# Pause di riflessione

*...eppure il nostro vissuto quotidiano offrirebbe infiniti spunti per meravigliarsi, sia con il mondo naturale sia con quello "artificiale", creato dall'uomo.*

*Lo sa bene Adelfo Bayr, una vocazione innata per la fotografia, che dal quotidiano "estrae" scorci e prospettive inusitate, che ci aiutano a guardare al Trentino con occhi nuovi. Ecco quattro esempi: particolari di "ecoballe", di impianti di irrigazione, di un bosco, di una pozzanghera ghiacciata.*







**Cosa fa il Trentino.  
Al centro dell'attenzione  
i fiumi e gli specchi  
d'acqua del Trentino**



## **Interventi provinciali per la tutela delle risorse idriche**

L'acqua è uno dei fattori maggiormente considerati nello studio dei cambiamenti climatici. Il tema è molto vasto, e investe naturalmente le problematiche dello scioglimento dei ghiacciai, della diminuzione delle precipitazioni nevose e così via. A monte di tutto è necessaria una gestione "accorta" della risorsa, supportata da opportuni dati scientifici, cosa che il Trentino ha iniziato a fare già da alcuni anni. Una realtà a cui la nostra Provincia è particolarmente sensibile è quella dei corsi d'acqua che attraversano il ter-

ritorio nonché delle zone lacustri. Vediamo allora quali sono state le decisioni recenti della PAT per la gestione della risorsa acqua e, più da vicino, dei principali fiumi e laghi. Innanzitutto Il Patto per l'Acqua che, sottoscritto il 5 giugno 2003 da numerosi enti pubblici – tra i quali la Provincia autonoma di Trento – oltre che da associazioni e soggetti privati, si sviluppa lungo le seguenti coordinate ed i seguenti principi:

– acqua come bene comune di tutte le genti e di tutte le generazioni;

– acqua come elemento di democrazia, per promuovere la partecipazione dei cittadini alla definizione delle politiche sostenibili per l'utilizzo della risorsa idrica;

– acqua come elemento di solidarietà, incentivando progetti di cooperazione e scambio di esperienze con altre popolazioni, soprattutto con i paesi che soffrono la scarsità idrica;

– acqua come risorsa limitata con la definizione di una politica ed una gestione integrata delle acque che riguardi sia l'uso che la

conservazione sostenibile;

– acqua come educazione alla cittadinanza attiva, per coinvolgere la società civile attraverso azioni di informazione-formazione nell'utilizzo razionale della risorsa, andando a interessare i bambini ed i giovani con specifici programmi didattici sul tema;

– acqua come ecosistema, per incentivare una corretta gestione del reticolo idrografico, basata su un governo complessivo ed integrato del territorio che vada a salvaguardare la salute degli ecosistemi.





Lago di Garda. Nella pagina a fianco il Lago di Ledrò e un'immagine del bacino del fiume Sarca.

a cura di Chiara Defrancesco,  
Fabio Pizzi, Susanna Sieff

Per dare esecuzione con azioni concrete a questi intenti è stato costituito il Forum dell'Acqua, un luogo di incontro, scambio e dibattito dove sviluppare una nuova cultura dell'acqua – intesa come bene comune – e dove elaborare interventi a favore della salvaguardia ambientale.

Alla base delle politiche sostenute per la salvaguardia delle risorse naturali vi è un intenso lavoro di studio e approfondimento scientifico, svolto in collaborazione con l'Università degli studi di Trento e l'Istituto agrario di San Michele/Fondazione Mach, per conoscere le criticità del territorio e risolverle in maniera puntuale.

Venendo ai laghi, fin dal 2000 con il "Progetto Laghi" la Provincia autonoma di Trento promu-

ve una metodologia d'indagine sul comportamento idrodinamico, idrogeologico e biologico dei principali laghi trentini e coordina le eventuali procedure di recupero e miglioramento ambientale.

Il primo lago studiato è quello di Caldonazzo, particolarmente significativo per l'affluenza turistica ed il valore ambientale. A seguire il lago di Toblino, vista l'importanza naturalistica nel panorama dei corpi idrici della provincia. Lo studio, in corso di conclusione, da ampi spazi alla stesura del bilancio idrico e alla quantificazione delle fonti di impatto, alla valutazione di possibili interventi di miglioramento sul regime idraulico, considerando in particolare le ricadute idrogeologiche e trofiche sui corpi idrici posti a valle, qua-

li il fiume Sarca, nonché il lago di Cavedine ed il lago di Garda.

A seguire poi gli altri laghi considerati rilevanti trattati con il medesimo metodo di indagine.

Il risultato degli approfondimenti scientifici promossi per incrementare la conoscenza del territorio, è la definizione di politiche, azioni e tempistiche tese al miglioramento degli ecosistemi.

In connessione con il Piano Generale per l'Utilizzazione delle Acque Pubbliche, nel 2004 la Giunta Provinciale ha approvato il Piano di Tutela delle Acque, il quale si configura come lo strumento principale per la salvaguardia e il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici. Le azioni derivanti da questo Piano sono in via di attuazione;

tra queste è stata ritenuta indispensabile la sperimentazione di criteri per la definizione dei bilanci idrici sui bacini del nostro territorio. L'elaborazione dei bilanci idrici ha, sostanzialmente, lo scopo di sviluppare scenari di gestione delle risorse idriche che siano compatibili con la loro tutela qualitativa e quantitativa. Secondo il D.M. 28 luglio 2004, il bilancio idrico rappresenta «una componente fondamentale del modello quali-quantitativo di bacino destinato alla rappresentazione in continuo della dinamica idrologica e idrogeologica, degli usi delle acque e dei fenomeni di trasporto e trasformazione delle sostanze inquinanti nel suolo e nei corpi idrici». La costruzione di questo modello è sicuramente una meta am-





biziosa che si è proposta la Provincia Autonoma di Trento ma risulta essere davvero utile per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale e per gettare la base di una più ampia tutela territoriale. In particolare sono stati indicati tre bacini di primo livello sui quali applicare la sperimentazione: il Sarca, il Chiese e il Noce, che per dimensione, complessità e varietà delle attività antropiche sono apparsi i più adatti a rappresentare le tematiche che devono essere prese in considerazione nella predisposizione dei suddetti bilanci. Specialmente il

bacino del Sarca presenta specifici interessi ambientali, rappresentando il principale immissario del Lago di Garda e occupando parte della superficie del Parco Adamello Brenta. Inoltre esso comprende 5 laghi significativi – Molveno, Toblino, Cavedine, Garda e Ledro – i quali, come risulta dal Piano Provinciale di Tutela delle Acque, meritano particolare attenzione dal punto di vista della qualità idrica.

Per alcuni sono necessari interventi migliorativi e di risanamento ambientale, che sono contemplati anche nell'Accordo di pro-

gramma per la salvaguardia delle acque del lago di Garda siglato nel 2003 dalla Provincia Autonoma di Trento, dai Comuni dell'Alto Garda, da APPA, dall'Enel, dall'Associazione Trotilcoltori Trentini, dall'Azienda provinciale per i Servizi Sanitari e dall'Istituto agrario di San Michele all'Adige con la finalità di monitorare costantemente la qualità dell'acqua e di adottare le azioni indispensabili per tutelare l'ecosistema lacustre nonché per attivare gli interventi necessari alla diminuzione dell'impatto delle attività umane.

Nei primi tre anni di vita dell'accordo i risultati raggiunti in termini di miglioramento della qualità delle acque sono da ritenersi senz'altro apprezzabili.

Si è notata una diminuzione degli agenti inquinanti a fronte delle azioni messe in campo e di conseguenza un miglioramento dell'ecosistema lacustre, anche grazie ad un impegno profuso nella verifica puntuale e nell'ammmodernamento degli allacciamenti fognari dei Comuni dell'Alto Garda, nella verifica delle attività industriali particolarmente impattanti quali le piscicoltura e le car-

tiere, in interventi sugli impianti di depurazione e nel monitoraggio costante della qualità delle acque dal punto di vista ambientale e in relazione alla balneazione. L'accordo in questione verrà rinnovato per altri 3 anni e si ipotizza un allargamento alle Regioni Lombardia e Veneto.

Infine, ma non per importanza, ricordiamo anche gli accordi di Programma per la tutela di altri due importanti laghi trentini: il lago della Serraiia, dove si è andati ad attivare un impianto sperimentale di ossigenazione del lago la cui gestione è stata affidata al Servizio Igienico-Sanitario, e il lago di Idro, cardine di un accordo con la Regione Lombardia che ha come obiettivo ultimo la salvaguardia della qualità delle acque del lago e l'utilizzo sostenibile delle risorse idriche del bacino del Chiese, da cui lo stesso prende origine, in relazione all'uso agricolo, turistico, ricreativo ed energetico e tenendo anche in considerazione che sulla sponda trentina di questo lago è stata individuata un'importante area naturalistica – il Sito di Importanza comunitaria del Lago di Idro – che necessita di particolare tutela.



Val Rendena e fiume Sarca.

Spulciando le delibere,  
alcuni degli impegni  
recenti della Provincia

## Aria, energia, acque, abitazioni. Crescono le misure “sostenibili”

Su un tema così vasto e così “epocale” come quello dei cambiamenti climatici – un tema, cioè, la cui portata fatichiamo ancora a comprendere e che molti paesi, nonostante le parziali disponibilità manifestate nell’ultimo G8 – continuano a snobbare, non ha molto senso fare i primi della classe. È evidente che l’impegno deve essere generale e deve andare

ben al di là di quanto stabilito dal Protocollo di Kyoto. Tuttavia, mai come in questa circostanza vale il motto “pensare globalmente, agire localmente”. L’impegno, insomma, deve nascere, anche, da ciascun territorio, e ciascuna comunità.

Di seguito diamo notizia di alcuni provvedimenti assunti recentemente dalla Provincia autonoma di Trento,

e tradotti in delibera entro lo scorso maggio. Non si tratta di un elenco esaustivo, anche perché alle politiche concrete dedicheremo, più avanti, quando i gruppi di lavoro istituiti dalla Giunta provinciale avranno terminato il loro impegno, una nuova pubblicazione speciale.

Ci teniamo tuttavia ad indicare alcuni percorsi concreti,

che si stanno già sperimentando. Perché il peggior nemico di chi vuol cambiare le cose è l’idea che non si possa fare niente.

Il Trentino si è dato una legislazione d’avanguardia in materia di energia fin dal 1980; è bene ricordarlo ed è bene che, anche dal basso, dalla società civile, arrivino indicazioni precise a continuare in questa direzione.

## Contributi per interventi di risparmio energetico

La Giunta provinciale ha recentemente approvato, su proposta dell'assessore all'energia e alle riforme istituzionali, Ottorino Bressanini, una importante delibera che fissa nuove disposizioni per quanto riguarda la cumulabilità dei contributi destinati a quei cittadini che vogliono realizzare interventi di risparmio energetico. Un provvedimento atteso per fare chiarezza dopo il varo, da parte del Governo, della politica statale di incentivo legata al cosiddetto "Conto energia".

Con la costituzione dell'Agenzia provinciale per l'energia, la Giunta provinciale si è infatti prefissa, tra l'altro, l'obiettivo di riordinare il settore dei contributi in materia di energia, che fin dal 1980 ha visto la Provincia protagonista e d'esempio nelle politiche di promozione del risparmio energetico. In questo senso la legge 14 del 1980 resta momento centrale nell'avvio di queste politiche.

Ma l'evoluzione della problematica energetica sotto vari profili rende oggi necessario un adeguamento dell'azione della Provincia autonoma di Trento in funzione di dare nuove opportunità e risposte più efficaci ai cittadini e agli en-

ti che intendono investire nel risparmio energetico.

Recentemente la Giunta provinciale, dopo una serie di approfondimenti tecnici, ha dunque definito alcuni principi guida per consentire agli uffici provinciali di organizzare un piano di lavoro che porti a conclusione il maggior numero possibile di finanziamenti. In particolare, sono stati individuati i seguenti principi:

- non cumulabilità dei contributi, a favore di soggetti privati, previsti dalla legge provinciale 14 del 1980 con le detrazioni fiscali (55%) previste dalla Finanziaria statale 2007;
- non cumulabilità dei contributi, a favore di soggetti privati, previsti dalla legge provinciale 14 del 1980 relativi ad impianti fotovoltaici, con i contributi statali di cui al "Conto energia" (decreto ministeriale 19 febbraio 2007);
- cumulabilità dei contributi provinciali, a favore di enti pubblici, previsti dalla legge provinciale 14 del 1980, relativi ad impianti fotovoltaici, con i contributi statali denominati "Conto energia" (decreto ministeriale 19 febbraio 2007). La motivazio-



ne di questa indicazione va ricercata nel valore dimostrativo ed esemplare che queste realizzazioni pubbliche possono avere. La casistica e i criteri attuativi saranno peraltro definiti con successivo provvedimento;

- conferma del regime di cumulabilità dei contributi provinciali previsti dalla legge provinciale 14 del 1980 con le agevolazioni tributarie (36%) di cui alla Legge 27 dicembre 1997, n. 449, secondo le modalità già indicate nella delibera 2190 del 13 settembre 2002, che prevede una riduzione proporzionale della percentuale del contributo concesso.

Il secondo aspetto toccato dalla delibera approvata è l'autorizzazione data all'Agenzia provinciale per l'energia di procedere alla realizzazione di una articolata fase di ricognizione, nei confronti dei soggetti che hanno presentato domande di contributo, per

dare un'adeguata informazione a tutti e per verificare quali soggetti, tra quelli che hanno presentato domande di contributo fino al 7 febbraio scorso, hanno realizzato e pagato l'intervento entro il 31 dicembre 2006. Questi verranno ordinati in un unico elenco e si procederà, acquisita la documentazione che verrà richiesta nella stessa lettera informativa, a concedere e liquidare il finanziamento. Vi è poi un'ulteriore categoria di soggetti. Quelli che hanno già ottenuto la concessione del contributo. Oltre ad essere informati del fatto di poter optare per la detrazione fiscale dello Stato, qualora non abbiamo ancora effettuato e pagato gli interventi, vengono in ogni caso sollecitati ad inviare la rendicontazione e la documentazione di spesa se, conclusi i lavori, non l'avessero ancora fatto in maniera tale da provvedere all'erogazione del contributo già concesso.



## Il nuovo piano provinciale di tutela della qualità dell'aria

È stato approvato recentemente, in via preliminare, su proposta dell'assessore all'ambiente Mauro Gilmozzi, il Piano provinciale di tutela e qualità dell'aria, redatto dal Dipartimento di Ingegneria civile e ambientale dell'università di Trento in collaborazione con l'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente.

Il Piano costituisce uno dei documenti di riferimento per lo sviluppo delle politiche settoriali e per l'armonizzazione dei diversi atti di programmazione e pianificazione in materia, con particolare riferimento ai trasporti e all'energia. La tutela dell'aria necessita infatti di strumenti trasversali, oltre che del coinvolgimento attivo degli enti locali, delle imprese e dei singoli cittadini.

Le azioni proposte dal Piano si prefiggono di ottenere la riduzione delle emissioni inquinanti dalle principali sorgenti.

Il Piano contiene inoltre una serie di misure informative per la sensibilizzazione della popolazione sui danni causati dall'inquinamento atmosferico e per l'incentivazione di comportamenti virtuosi al fine di ottenere una generale riduzione delle emissioni nocive.

Per identificare e pianificare gli interventi è stato necessario innanzitutto esaminare il quadro dell'attuale situazione della qualità dell'aria in Trentino. Tale obiettivo è stato raggiunto analizzando l'andamento storico dei dati rilevati dalla rete di monitoraggio degli inquinanti presente sul territorio provinciale e dalla rete di rilevamento meteorologico. L'elaborazione dei dati dell'inventario delle sorgenti di emissione ha inoltre permesso di individuare le principali fonti locali responsabili dell'inquinamento in provincia. Dai dati di qualità dell'aria si sono evidenziati superamenti dei limiti di legge per le polveri sottili, l'ozono e, con minore frequenza, per gli ossidi di azoto: questi rappresentano gli inquinanti più critici, mentre i problemi relativi all'inquinamento da biossido di zolfo e monossido di carbonio sembrano pressoché superati. Nel Piano l'attenzione si è rivolta in particolare modo sul particolato e sugli ossidi di azoto, rimandando ad un successivo approfondimento per quanto riguarda l'ozono.

Per valutare verso quali settori di attività debbano essere indirizzate le azioni di risanamento, si sono



considerati i dati dell'inventario provinciale delle emissioni disponibili aggiornati all'anno 2004. In base a questi sono stati individuati i macrosettori civile, dei trasporti e industriale quali settori di attività che generano le percentuali maggiori di emissioni di PM10 e NOx. Naturalmente le azioni intervengono sulla riduzione anche di altri inquinanti rilevanti ai fini della qualità dell'aria e interessano altri settori di attività, come quello dell'agricoltura.

Per determinare delle priorità all'interno delle azioni di risanamento proposte è stato ricavato un indicatore che sintetizzasse sia le problematiche legate al particolato, sia quelle relative all'inquinamento da ossidi di azoto a partire

dai dati dell'inventario delle emissioni e tenendo conto dei dati di immissione sul territorio risultanti dalle centraline di rilevamento in un periodo di picco di inquinamento. L'indicatore di priorità individuato tenendo conto della formazione del particolato secondario, che non risulta direttamente dall'inventario delle emissioni dove si conteggia esclusivamente il particolato di origine primaria, ha messo in evidenza che il settore su cui si dovrebbero concentrare gli interventi è primariamente il settore dei trasporti seguito dal settore civile e infine da quello industriale.

Al centro dell'attenzione, fra l'altro, alcune tecnologie innovative per il contenimento delle emissio-

ni inquinanti come i sistemi di abbattimento del particolato per impianti di combustione a biomassa legnosa, i convertitori catalitici SCR da installare sui veicoli pesanti in circolazione, i rivestimenti ed i cementi fotocatalitici.

Nel settore civile si punta poi l'attenzione sulle azioni che possono migliorare la resa energetica degli edifici e l'efficienza degli impianti a legna domestici mentre nel settore industriale si suggerisce l'imposizione di limiti più restrittivi all'utilizzo di combustibili inquinanti come l'olio combustibile ed un maggior controllo delle emissioni da cantieri edili e stradali. Nel settore dei trasporti, infine, l'impegno è quello di promuovere il rinnovo del parco circolante più obsoleto attraverso la concessione di incentivi, l'introduzione di limitazioni alla circolazione progressivamente più severa, la proposta di nuove tecnologie.

Il Piano comprende anche azioni di pianificazione ovvero misure di lungo periodo che devono essere introdotte gradualmente e di cui si potrà valutare l'efficacia nel medio-lungo termine. Nel settore civile, ad esempio, si rende necessario il completamento della rete



di distribuzione del metano per riscaldamento o, dove non possibile, la diffusione di impianti di teleriscaldamento a biomassa. Nel settore industriale si suggerisce un maggior controllo delle emissioni di ossidi di azoto, mentre relativamente ai trasporti si dovrà favorire l'ampliamento della rete di distribuzione del metano per autotrazione e si dovrà migliorare la mobilità urbana attraverso la realizzazione di parcheggi di attestamento, la promozione della mobilità ciclistica, la riduzione del transito urbano di veicoli mer-

ci privati e il rafforzamento della rete di mobility manager.

L'efficacia dei provvedimenti proposti dipende infine, in larga misura, dalla condivisione che si riuscirà a conseguire da parte di tutti i soggetti coinvolti.

A tal fine, un importante strumento è rappresentato dagli accordi volontari tra i vari attori interessati presenti sul territorio.

La Provincia si dovrà confrontare con le varie amministrazioni limitrofe, gli enti locali, le associazioni, l'Università e gli enti di ricerca e tutti i soggetti economici pre-

senti sul territorio, con lo scopo di individuare e raggiungere obiettivi ambientali di comune interesse. Alcuni accordi sono già stati stipulati e se ne dovrà soltanto verificare l'applicazione, altri andranno individuati e promossi.

## 2003-2007: Come cambia la situazione idrologica dei corsi d'acqua, dei laghi e delle dighe

Claudio Bortolotti, dirigente generale della Protezione civile e tutela del territorio, ha presentato recentemente al presidente e agli assessori i risultati del Rapporto sulla situazione idrologica in provincia di Trento. Il rapporto, stilato dall'Incarico speciale sicurezza del sistema idraulico per il tramite del suo Ufficio Dighe e dell'Osservatorio idrologico provinciale, ha esaminato la situazione dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua, dei laghi naturali e dei bacini artificiali dal 2003 al 2007. A livello generale, possiamo dire che gli anni critici sono stati il 2003 e il 2005, seguiti dall'anno 2006. Il 2007, invece, fermando quindi la situazione al 29 aprile ultimo scorso, è caratterizzato da livelli idrometrici dei corsi d'acqua tutti al di sotto della media, con l'unica eccezione del torrente Avisio, con valori che si avvicinano a quelli registrati nel 2006. La variazione settimanale indica comunque – a maggio – una tendenza al peggioramento della situazione.

Per quel che riguarda i laghi naturali, con particolare riferimento al lago di Garda e al lago di Caldorazzo, il 2007 rappresenta, sempre a fine aprile, livelli idrometrici

notevolmente al di sotto della media, con valori inferiori a quelli registrati negli anni critici del 2003, 2005 e 2006. I bacini artificiali invece registrano nel corrente anno 2007 un volume d'invaso superiore alla media, e in particolare superiori a quelli del 2003, 2005 e 2006. In questi casi, la situazione settimanale indica una tendenza ad un ulteriore miglioramento della situazione.

Il fiume Adige, per quel che concerne l'idrometria e la portata, sul lungo periodo (con dati a partire dal 1919) registra una linea di tendenza generale di decrescita, che se c'è da ricordare che in più di novant'anni i corsi d'acqua hanno subito dei cambiamenti e la strumentazione per i rilievi di altezze idrometriche e delle portate si è notevolmente perfezionata. In conclusione, l'Adige, pren-

dendo come punto di riferimento il ponte San Lorenzo a Trento, risulta avere nel periodo considerato un deficit volumetrico, rispetto alla media, del 26% circa, valore che è in linea con gli anni 2005 e 2006. L'analisi degli ultimi sette giorni considerati (fine aprile 2007) emerge un deficit del 15% rispetto alla media, quindi mol-

*Lago di Serrai.*







to meno critico rispetto agli anni 2003 e 2005. Rispetto all'ultimo rapporto sulla situazione idrologica in provincia di Trento, il trend è in leggero peggioramento.

Il fiume Noce, per parte sua, con un deficit nella prima parte del 2007 del 39% rispetto alla media, registra un ulteriore peggioramento rispetto agli anni critici del 2003, 2005 e 2006. In aprile la situazione è migliorata (meno 28%), mentre in trend rispetto all'ultimo rapporto è stabile.

Il torrente Avisio, con un meno 7% registrato nel 2007, tocca il

valore più critico rispetto al 2003, 2005 e 2006; negli ultimi sette giorni di aprile abbiamo avuto un surplus pari al 24%, con maggiori disponibilità d'acqua rispetto agli anni critici. Meno 12% è il deficit volumetrico registrato dal fiume Brenta nel 2007 rispetto alla media, un risultato più critico rispetto a quello del 2003, 2005 e 2006. Il deficit si è ridotto al 14% nell'ultima settimana di analisi, con maggiori disponibilità d'acqua rispetto al 2003. Un discorso a parte merita il fiume Sarca, la cui situazione è notevolmente condiziona-

ta dalle derivazioni idroelettriche. Nella sua sezione di riferimento (Spiazzo Rendena) nel periodo considerato relativo al 2007 il Sarca ha avuto un deficit pari al 49% rispetto alla media, valore più critico di quello registrato nel 2003, 2005 e 2006. Tale deficit è salito al 63% nel corso dell'ultima settimana dell'aprile 2007, rendendo la situazione del fiume ancor più critica rispetto agli anni di criticità. Rispetto all'ultimo rapporto sulla situazione idrologica in provincia di Trento, il trend è da considerarsi stabile. Il lago di Garda

nel 2007 è alla quota idrometrica di 0,47 metri, rispetto ad un altezza idrometrica media di un metro, con una variazione del volume invasato di meno 33%; questo è un risultato da considerarsi più critico di quello registrato nel 2003, 2005 e 2006. In termini volumetrici, il lago nell'ultima settimana di aprile 2007 ha manifestato un deficit di 166.500.000 metri cubi d'acqua rispetto alla media, che corrisponde a un meno 47% rispetto allo zero idrometrico. Rispetto all'ultimo rapporto il trend è in peggioramento.

## Case sostenibili, la provincia anticipa la classificazione delle prestazioni di ecoefficienza degli edifici

Porta le firme di tre assessori – Mauro Gilmozzi, Ottorino Bressanini e Gianluca Salvatori – la delibera approvata recentemente dalla Giunta relativa all'adozione, in via sperimentale, sul territorio provinciale del nuovo sistema di classificazione delle prestazioni di sostenibilità degli edifici. In base al livello crescente di prestazione misurato secondo le scale di valutazione ITACA e LEED NC, gli edifici saranno denominati "Certificato", "Silver", "Gold" e "Platinum".

Per realizzare gli obiettivi della diffusione della sostenibilità nell'attività edilizia, consentendo indirettamente anche la promozione del sistema delle imprese aderenti al Distretto tecnologico Energia e Ambiente, è necessario dotarsi di strumenti di valutazione che consentano di individuare le caratteristiche di efficienza di un edificio. A questo risponde il "Protocollo ITACA", elaborato da un gruppo di lavoro interregionale coordinato dalla Regione Friuli Venezia Giulia con la partecipazione della Provincia autonoma di Trento e costituito da 70 schede di prestazione. Con questa azione si vuole anche evitare il proliferare

sul territorio di soluzioni eterogenee e l'ingenerarsi di confusione tecnica e comunicativa specie nei confronti dei Comuni.

La soluzione adottata, in questa fase sperimentale, prevede l'adozione di un Protocollo ITACA sintetico, chiamato "versione TN1", costituito da 15 schede di prestazione e da una scheda di valutazione, che tiene anche conto delle indicazioni provinciali in materia di metodologia di classificazione delle prestazioni energetiche degli edifici e delle indicazioni emerse nel Gruppo di lavoro provinciale per l'edilizia sostenibile che opera dall'ottobre 2006.

Gli indicatori di prestazione considerati fanno riferimento al fabbisogno annuo d'energia primaria per la climatizzazione invernale, al fabbisogno d'energia termica per la produzione d'acqua calda sanitaria, alla illuminazione naturale e all'ombreggiatura, al fabbisogno d'energia elettrica soddisfatto con energie rinnovabili, alla percentuale di materiali provenienti da fonti rinnovabili o riciclati utilizzati nella costruzione dell'edificio, ai materiali di provenienza locale utilizzati, ai volumi d'acqua potabile consumata an-

nualmente per persona, alle emissioni di CO<sub>2</sub>, alla raccolta differenziata dei rifiuti solidi e liquidi e ad altri ancora. Va rilevato che la Provincia autonoma di Trento, direttamente o tramite enti funzionali, progetta, costruisce e gestisce un parco edilizio di significativa consistenza e localizzato in massima parte nelle aree urbane interessate dalle azioni di tutela della qualità dell'aria. Inoltre, la stessa Provincia, tramite contributi o sovvenzioni, può indirizzare la progettazione e la costruzione di

un gran numero di edifici di enti pubblici e di privati verso obiettivi di sostenibilità. Per quanto riguarda la progettazione dei nuovi edifici di diretta competenza della Provincia, la scelta del governo provinciale è quella di adottare, in questa fase, la valutazione minima relativa al livello "Certificato" e di attivare idonee iniziative di informazione e sensibilizzazione verso i progettisti e i committenti pubblici e privati nell'adozione di azioni di sostenibilità di tutto il processo edilizio.



Val Duron.



**Realizzato  
dall'Università di Trento,  
dall'Agenzia provinciale  
per l'energia-Ape  
e da Interbrennero spa**



## Un campo eolico sperimentale a Trento nord

È stato inaugurato a luglio nella zona industriale di Trento Nord, presso l'interporto doganale, il campo eolico sperimentale realizzato dall'Università di Trento, dall'Agenzia provinciale per l'energia-Ape e da Interbrennero spa, con il sostegno della Provincia autonoma di Trento.

L'obiettivo è studiare il comportamento di diverse turbine eoliche ed in particolare di mini-turbine, adatte a realtà come quella trentina, che non dispongono di venti forti e costanti al pari di quelli atlantici ma possono ugual-

mente sfruttare con profitto la forza del vento – in particolare l'Ora del Garda – per produrre energia rinnovabile, con impianti di piccola taglia. Nel campo sperimentale di Trento sono state installate tre turbine: una tripala da 20 kW di potenza nominale, una turbina bipala di potenza pari a 11kW, e una microturbina di taglia inferiore, pari a 1 kW.

L'inaugurazione del progetto – le cui linee generali hanno cominciato a prendere forma nel 2003, sfruttando le competenze via via accumulate dall'Università di



*Facoltà di ingegneria a Trento.*





Trento – ha visto la presenza di numerosi ospiti tra cui il console generale del Giappone a Milano Hiroshi Azuma, essendo la tecnologia adottata a Trento in parte di provenienza giapponese.

Ad aprire la giornata l'assessore all'energia e riforme istituzionali della Provincia autonoma Ottorino Bressanini, il rettore dell'Università di Trento Davide Bassi, il professor Lorenzo Battisti, docente di Macchine fluide alla Facoltà di Ingegneria di Trento e responsabile del progetto, e Roberto Fedrizzi, ingegnere dei Materiali e coordinatore del progetto stesso.

Con le loro relazioni si è entrati nel cuore dell'iniziativa trentina, nata sulla scorta delle esperienze raccolte dal Laboratorio di macchine del Dipartimento di Inge-

gneria negli ultimi anni. Nel corso di un biennio il progetto di ricerca esaminerà il comportamento di turbine eoliche di diverse concezioni costruttive e valuterà criticamente l'impatto delle differenti scelte tecnologiche su aspetti quali l'efficienza energetica, la generazione di rumore e l'affidabilità tecnica.

La ricerca è rivolta, in generale, a migliorare la conoscenza scientifica sul funzionamento di mini-turbine eoliche nei terreni complessi, anche se i dati raccolti potranno offrire preziose indicazioni sulla tipologia più adatta a soddisfare i fabbisogni domestici e artigianali/rurali del territorio provinciale. Molta attenzione sarà riservata anche all'analisi critica di tutti quei fattori che favoriscono o limi-

tano la penetrazione efficace sul territorio della risorsa mini-eolica (ad esempio l'emissione sonora, l'impatto visivo, l'effetto sulla fauna, l'iter autorizzativo, ecc.).

*Un momento dell'inaugurazione con l'assessore Bressanini e il rettore Bassi. In alto il Palazzo della Provincia a Trento e un'immagine della città.*



Si tratta dello standard internazionale UNI EN ISO 14001 e dello standard europeo EMAS



## Al comprensorio Bassa Valsugana e Tesino le prime certificazioni ambientali

Il Comprensorio della Bassa Valsugana e Tesino ha ricevuto recentemente il riconoscimento dello standard internazionale Uni En Iso 14001 e dello standard europeo Emas. Si tratta del primo attestato internazionale rilasciato in Trentino ad una realtà che copre un'intera area omogenea di territorio. La presentazione è avvenuta a Borgo Valsugana, assieme all'assessore provinciale all'ambiente Mauro Gilmozzi, al presidente del Comprensorio Flavio Pacher, all'assessore Claudio Pellegrini e ai sindaci delle diverse ammini-

strazioni coinvolte dal progetto. L'idea di certificare il Comprensorio Bassa Valsugana e Tesino ha preso forma nel 2002 dal progetto Acerparco, progetto di Agenda 21 Locale realizzato con il cofinanziamento del Ministero dell'Ambiente. Un anno di attività, oltre 1500 ore complessive di lavoro, ha visto coinvolte un centinaio di persone in 25 incontri dei laboratori tematici, con riunioni mensili a partire da maggio fino a dicembre 2002. Uno dei tavoli tematici, quello sulla certificazione ambientale, ha elaborato uno studio di fattibi-

lità per la certificazione del comprensorio definendone le tappe del percorso. Nel 2005, grazie anche al contributo della Provincia, si è avviato il percorso di certificazione, secondo lo standard internazionale Uni En Iso 14001 e lo standard europeo Emas. Nel percorso sono stati coinvolti i consiglieri comunali dei 21 paesi interessati, i consigli di amministrazione, le associazioni, e con campagne mirate tutti i cittadini. La Registrazione Emas, (che diversamente dallo standard Uni En Tso 14001 ha valenza pubblica in

quanto marchio dell'Unione europea), rappresenta il massimo impegno che una pubblica amministrazione possa assumere nei confronti della cittadinanza per il perseguimento di una politica di sviluppo sostenibile.

L'adozione di un sistema di gestione ambientale per una pubblica amministrazione, quale il Comprensorio Bassa Valsugana e Tesino non si limita al governo delle procedure interne dell'ente (riduzione di consumi energetici ed idrici, scelta di acquisti meno impattanti, verifica degli adempi-



**L'assessore Gilmozzi:  
“L'ambiente è una risorsa  
che va gestita  
con la popolazione”**

**di Pier Francesco Fedrizzi**

menti normativi applicabili) ma si esplicita anche nel governo degli impatti indiretti, ovvero quegli impatti dovuti alla responsabilità territoriale di una pubblica amministrazione: programmazione, autorizzazioni, gestione di appalti e servizi, partecipazione ad altre organizzazioni o soggetti istituiti per la gestione di servizi pubblici.

L'adesione ad Emas comporta molteplici vantaggi per la pubblica amministrazione che si registra:

- Permette il continuo rispetto e aggiornamento delle leggi e normative ambientali, cosa non sempre scontata anche per la pubblica amministrazione (rif. al Bando provinciale su Piano di zonizzazione acustica); questo indirettamente porta alla ridu-

zione delle probabilità di eventi che possano recare danno all'ambiente.

- Permette di gestire in maniera ottimale le attività delegate a fornitori e appaltatori;
- Permette di razionalizzare le attività sotto controllo diretto dell'ente attraverso un insieme di procedure e istruzioni operative che riorganizzano in maniera sistematica i modi di procedere all'interno della pubblica amministrazione aumentandone l'efficienza.
- Favorisce l'instaurarsi di un rapporto di maggiore fiducia con i soggetti preposti al controllo ambientale dovuto alla maggiore credibilità che l'organizzazione assume impegnandosi pubblicamente con la dichiarazione

ambientale a sua volta convalidata da un verificatore accreditato a livello europeo;

- Favorisce la diffusione di una cultura ambientale tra i cittadini;
- Garantisce i cittadini residenti nei Comuni registrati e i turisti dell'area sulla bontà delle scelte ambientali dell'Ente.
- Permette una crescita della motivazione dei dipendenti e della loro partecipazione, con conseguente riduzione delle conflittualità interne;

Ultimo ma non meno importante per la pubblica amministrazione una riduzione dei costi nel medio lungo periodo dovuto ad una razionalizzazione nell'uso delle risorse e nell'adozione di tecnologie più pulite.

La certificazione ambientale è oggi una realtà consolidata a livello europeo: attualmente sono oltre 5.587 le registrazioni rilasciate, di cui 1.486 solo in Germania (dati fine giugno 2007).

L'Italia è al terzo posto, dopo la Spagna, in quanto a numero di registrazioni ottenute (a fine giugno 2007 erano 692), di cui 52 riguardano enti pubblici (comuni, Province, Comunità Montane e così via).

La Provincia autonoma di Trento sta investendo notevolmente nel settore della certificazione ambientale degli enti pubblici.

Grazie agli ultimi due bandi provinciali del 2005 e 2006 ben 137 comuni e 8 comprensori hanno intrapreso il percorso di certificazione ambientale.



# Il raddomante

Una leggenda del lago di Garda raccolta da Mauro Neri

Come la fantasia popolare riesce ad “anticipare” gli eventi storici concreti

*I rovesci del clima – le siccità catastrofiche e le alluvioni improvvise e distruttive – hanno da sempre accompagnato la vita dell'uomo, originando fiabe e leggende dal sapore antico. Bisogna però saper leggere la filigrana di questi racconti, per cogliervi quegli elementi anche di attualità, che possono oggi aiutarci a capire meglio la nostra storia. Ecco, allora, che in questa leggenda, raccolta e riscritta da Mauro Neri nella sua opera “Mille leggende del Trentino (vol. 2, Ed. Panorama Trento) veniamo a sapere che, secondo i lontani cantastorie del Basso Sarca, l'enorme specchio d'acqua del Lago di Garda ebbe origine dal concatenarsi di due eventi meteorologici infausti: una grande siccità prima e un'inarrestabile alluvione poi, il tutto condito dalla presenza malvagia del Diavolo sotto mentite spoglie, il che tra l'altro la dice lunga sul terrore con cui un tempo (e spesso anche oggi) venivano (e vengono) vissuti gli incerti di un clima che sta cambiando. Buona lettura!*

Molti e molti secoli fa, proprio là dove oggi, incassato tra i monti, riposa il lago di Garda, si stendeva una profonda e fertile vallata. Quei prati scintillanti di fiori e ricchi di erba grassa e quelle pecore e quelle vacche che crescevano robuste e generose di buon latte erano l'orgoglio dei Gardesani. Un anno, però, accadde l'imprevedibile: per settimane e poi per mesi nemmeno una

goccia d'acqua cadde dal cielo. Fu tremenda, quella siccità: ben presto i prati inaridirono, gli alberi marcirono e la terra si seccò, lasciando via libera a una pietraia che si crogiolava beffarda al sole.

– Qui dobbiamo trovare un rimedio! – dissero i capifamiglia riuniti in assemblea. – Anche le poche sorgenti ai piedi del Baldo si stanno esaurendo e tra pochi giorni non avremo più nemmeno un filo d'acqua da bere... e le novene, le processioni e le sante messe dei nostri parroci fino a oggi non sono servite a nulla!

– Un mendicante, l'altro giorno – urlò uno dei convenuti, cercando di riportare un po' di calma, – un mendicante mi ha suggerito di rivolgerci a un potente raddomante che vive nella valle qui accanto. Certo, dovremo pagarlo con oro sonante, ma pare che i suoi poteri siano praticamente infiniti!

Venne allora deciso di tentare quell'ultima strada: mandarono due giovani a chiamare il misterioso stregone, che di là a poco si presentò all'assemblea dei capifamiglia e...

– Diciamo subito le cose come stanno – berciò quell'individuo allampanato, vestito di scuro, con un gran cappellaccio nero e due occhi rossi come il fuoco. – Raccogliete l'oro, l'argento e tutti i gioielli che ognuno di voi possiede e portatemeli qui davanti. Quella sarà la mia ricompensa... e che nessuno cerchi di fare il furbo! Io, con la mia bacchetta magica, riesco sì a trovare l'acqua, ma so



anche leggere nel profondo delle vostre menti!

I Gardesani, presi con la siccità alla gola, obbedirono e il giorno dopo si presentarono al raddomante con quindici sacchi colmi di tutte le loro ricchezze. Lo stregone caricò il prezioso bottino sul suo carretto e partì.

– Ci rivedremo domani sera – esclamò

frustando il povero mulo, – quando non saprete più nemmeno dove metterla, l'acqua che vi procurerò! Eh! Eh! Eh!

Il fatto è che dal cielo non cadde una goccia e le sorgenti rimasero asciutte, tanto che alcune volpi se ne erano già impossessate per farne delle tane nuove.

Il rabadomante tornò, convocò i capifamiglia e...

– Mi dispiace per voi, ma dovete aver commesso chissà quali peccati, per meritervi una siccità così devastante. Evidentemente i vostri tesori non sono serviti, da soli, a convincere le forze del Male, e quindi ho bisogno di altro oro, di altro argento, di altri gioielli...

– E dove li troviamo? – insorsero i Gardesani.  
– D'accordo, l'acqua è un bene prezioso, ma ormai non abbiamo più nemmeno il becco di un quattrino, nemmeno un quadretto d'argento, o una spilla di perline...

– È vero – li interruppe lo stregone lasciandosi le mani soddisfatto, – siete rimasti a tasche vuote e le vostre case sono tuguri senza ornamenti, ma avete pur sempre... le chiese! Piene di candelabri, di quadri, di pissidi e di calici d'oro... Portatemi qui tutti quei tesori, e io vi farò ritornare l'acqua!

I Gardesani si guardarono l'un l'altro perplessi: che avrebbero detto i parroci e i curati, nel vedere carri e carri colmi di ori e di argenti benedetti prendere il volo? D'altronde i loro figli, a casa, già urlavano disperati per

la gran sete e le donne smagrivano a vista d'occhio, senza nemmeno una goccia di latte per sfamare i piccoli. Fu così che quella sera il misterioso rabadomante ripartì da solo, alla testa di una fila interminabile di carretti che cigolavano sotto al peso di cento e cento tesori.

– Ci rivediamo domani sera e vedrete che tutto si sistemerà... Ah! Ah! Ah!

Inutile dirvi che i Gardesani attesero inutilmente che in cielo si raccogliessero i primi nuvoloni gonfi di pioggia e che l'acqua delle sorgive riprendesse a scorrere. Alla sera dopo...

– Ci hai imbrogliati, lurido mascalzone!

– inveirono rabbiosi e assetati contro il rabadomante, che si era ugualmente ripresentato all'appuntamento.

– Ma non è colpa mia, se i vostri peccati hanno prosciugato le nubi in cielo! È chiaro che né i vostri tesori, né quelli delle vostre chiese sono riusciti a placare l'ira del Male...

– E adesso? – risposero gli altri, a questo punto afflitti più per l'improvvisa povertà, che per la mancanza d'acqua. – Senza più un soldo e con le chiese ridotte a catapecchie, che cosa possiamo fare?

– Già... le vostre chiese – gracchiò il rabadomante, con gli occhi sempre più avidi e scintillanti. – Avete ancora... le campane! Ecco: portate qui tutte le campane di chiese, chiesuole e cappelle e forse sarà la volta buona!

Giunti a quel punto, che potevano fare i poveri Gardesani? Senza più forze e con le lacrime agli occhi abbandonarono l'assemblea e tornarono ognuno al proprio villaggio.

Non fu facile convincere parroci e curati a liberarsi dal peso delle loro campane, ma alla fine se ne contarono cento, duecento o forse più ben, ammonticchiate nella piazza del paese principale. Nessuno parlava e nessuno osava alzare gli occhi per guardare diritto in quelli del rabadomante, che con un urlo bestiale si trasformò all'istante in un terribile... Diavolo!

Davanti ai Gardesani immobili come statue di sale, le campane presero ad alzarsi in volo, urtandosi l'un l'altra con profondi rintocchi... Dooooonnnn.... Dooooonnnn... Dooooonnnn...

I cupi brontolii salirono fino al cielo, richiamando sopra il lago di Garda oscuri nubi minacciosi, che ad un certo punto si ruppero e finalmente piovve! Ma piovve, piovve e ancora piovve, che in poco tempo la grande vallata, un tempo fertile e ricca d'erba, si riempì tutta d'acqua, trasformandosi in quell'enorme lago che ancora oggi noi possiamo ammirare.

La leggenda si conclude qui... ma i Gardesani più vecchi affermano che nelle notti di tempesta e di forte vento, dal fondo del lago si possono ancora udire i tristi rintocchi di cento, duecento o forse più campane, che suonano a morto.

# Una selezione di indirizzi

Il sito della sezione IPCC Italia:  
[www.cmcc.it/web/public/IPCC-Italia](http://www.cmcc.it/web/public/IPCC-Italia)

Sito dell'IPCC e Rapporti 2007:  
[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

Rapporto del GCOS (Global Observing Systems for Climate):  
[www.wmo.ch/web/gcos/gcoshome.html](http://www.wmo.ch/web/gcos/gcoshome.html)

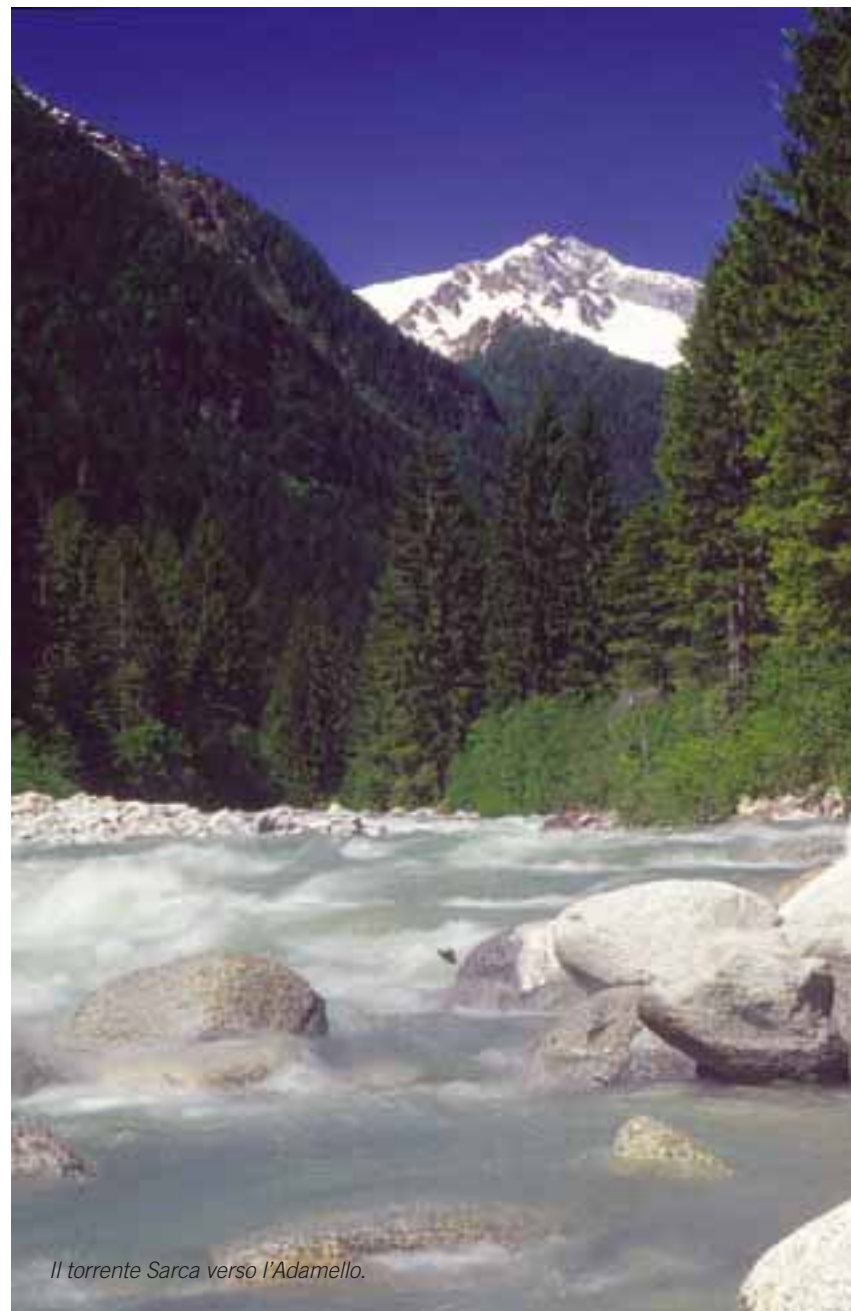
Riscaldamento globale:  
[www.cru.uea.ac.uk/tiempo/floor0/briefing/general.htm](http://www.cru.uea.ac.uk/tiempo/floor0/briefing/general.htm)

Il meteo trentino:  
[www.meteotrentino.it/aspweb/index.asp](http://www.meteotrentino.it/aspweb/index.asp)

La sezione del National Geographic dedicata al "global warming":  
[green.nationalgeographic.com/environment/global-warming/gw-overview.html](http://green.nationalgeographic.com/environment/global-warming/gw-overview.html)

La sezione "climate change" del sito WWF international:  
[www.panda.org/about\\_wwf/what\\_we\\_do/climate\\_change/index.cfm](http://www.panda.org/about_wwf/what_we_do/climate_change/index.cfm)

Fatto dalla BBC spiega ai bimbi le questioni del riscaldamento globale:  
[news.bbc.co.uk/cbbcnews/hi/find\\_out/guides/world/global\\_warming/newsid\\_1575000/1575441.stm](http://news.bbc.co.uk/cbbcnews/hi/find_out/guides/world/global_warming/newsid_1575000/1575441.stm)



*Il torrente Sarca verso l'Adamello.*