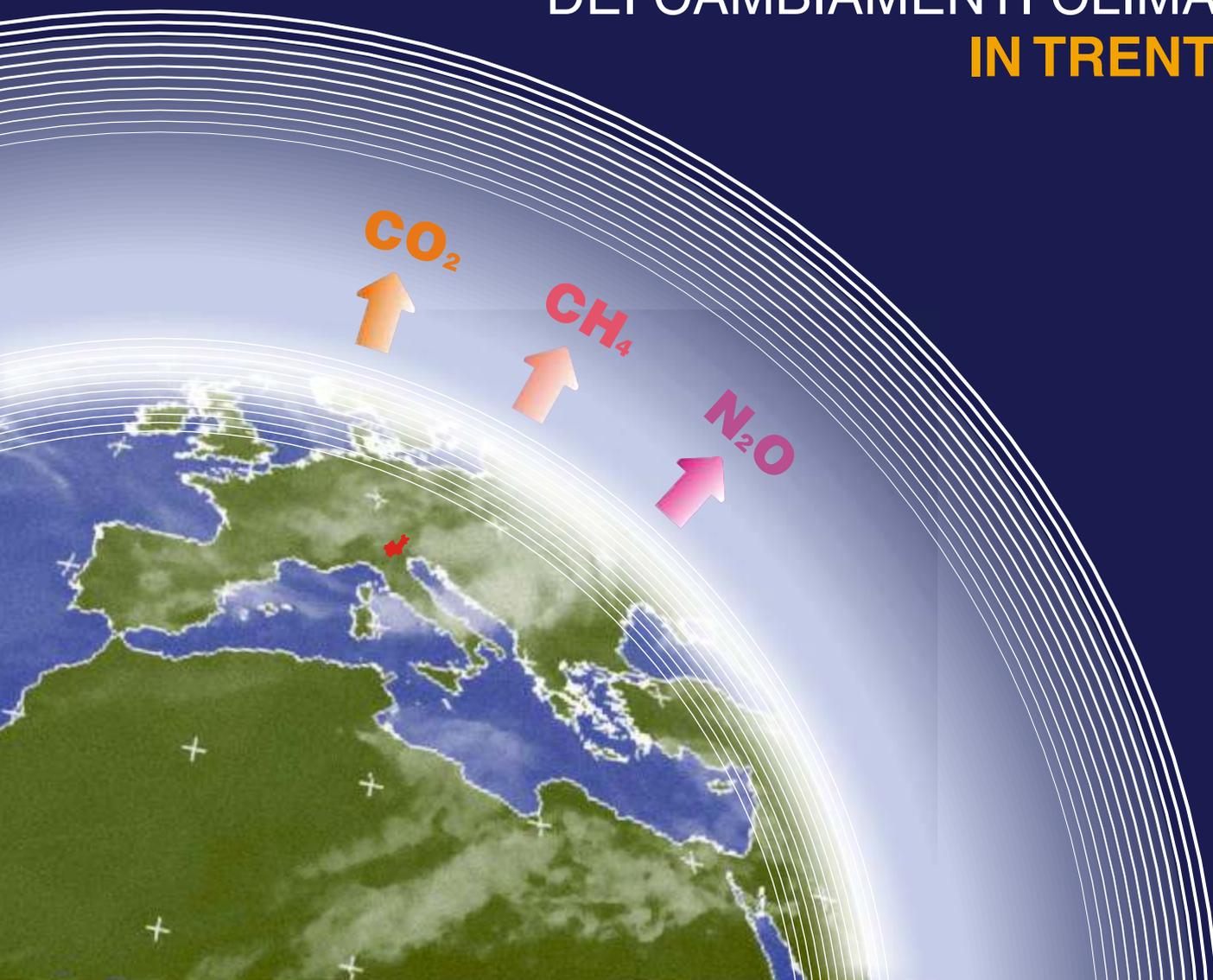




PROVINCIA AUTONOMA  
DI TRENTO

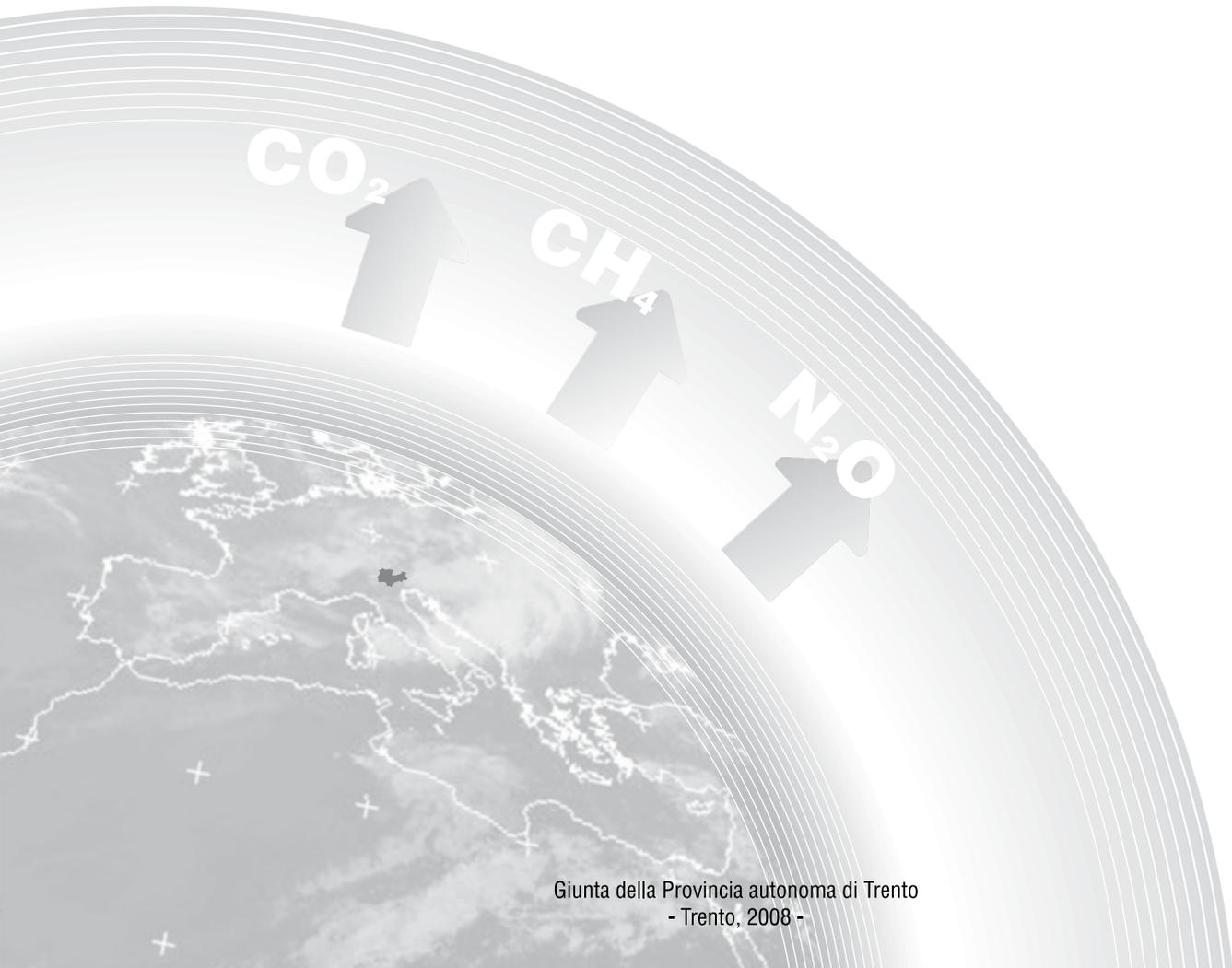
PROGETTO CLIMA 2008

# PREVISIONI E CONSEGUENZE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN TRENTO



PROGETTO CLIMA 2008

# PREVISIONI E CONSEGUENZE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN TRENTINO



© Provincia autonoma di Trento - 2008  
Presidenza della Provincia autonoma di Trento

*A cura dell'Ufficio Stampa:* Marco Pontoni  
*Coordinamento editoriale:* Silvia Vernaccini

*Gruppi di lavoro - Coordinamento generale:* Claudio Bortolotti, Alberto Faustini  
*Supporto tecnico-organizzativo:* Andrea Piazza  
*Segreteria:* Laura Pezzato, Vincenza Gorgone  
*Analisi e monitoraggio del clima:* Claudio Bortolotti, Roberto Barbiero  
*Gestione Risorse Idriche:* Claudio Bortolotti, Laura Boschini  
*Turismo:* Paolo Nicoletti, Romano Stanchina  
*Energia e Industria:* Roberto Bertoldi  
*Ambiente e Pianificazione:* Fabio Scalet  
*Informazione e impatto:* Alberto Faustini, Marco Pontoni

*Fotografie:* Archivio Ufficio Stampa (P. Cavagna, G. Cavulli, R. Magrone); Archivio Comitato Geologico Trentino; Archivio A.P.T. Madonna di Campiglio, Pinzolo, Val Rendena; Archivio Servizio utilizzazione delle acque pubbliche (L. Feller)  
*Progetto grafico e impaginazione:* Prima - Trento  
*Stampa:* Alcione - Trento

PROGETTO

clima 2008 : previsioni e conseguenze dei cambiamenti climatici in  
Trentino. – Trento : Provincia autonoma di Trento. Giunta, 2008. – 224 p. : fot., graf. ;  
21x21cm  
1. Clima - Variazioni - Trentino  
363.7387470945385

# Sommario

	pag.
➤ <b>Presentazione</b>	5
➤ <b>Cambiamenti climatici in Trentino: osservazioni e scenari futuri</b>	11
➤ <b>Gruppo di lavoro Analisi e monitoraggio del clima</b>	43
➤ <b>Gruppo di lavoro Gestione delle risorse idriche</b>	77
➤ <b>Gruppo di lavoro Gestione del turismo</b>	103
➤ <b>Gruppo di lavoro Energia e industria</b>	131
➤ <b>Gruppo di lavoro Ambiente e pianificazione</b>	153
➤ <b>Gruppo di lavoro Informazione e impatto</b>	187
➤ <b>Cambiamenti climatici: un problema e un'opportunità</b>	217
➤ <b>Gli Autori</b>	223



## Presentazione

*Il tema dei cambiamenti climatici – noto all'opinione pubblica fin dai primi anni '70 – è entrato con forza nelle agende politiche solo in epoche più recenti (Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, 1992; Conferenza di Kyoto, 1997; la recentissima conferenza di Bali). Negli ultimi anni esso ha cominciato a ricevere un'attenzione sistematica anche da parte degli organi di informazione, tendenza rafforzata dopo la torrida estate del 2003 e, più recentemente, con la pubblicazione del quarto rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), organizzazione che agisce sotto l'egida delle Nazioni Unite raggruppando circa 2.500 scienziati e che ha ricevuto come sappiamo il Premio Nobel per la pace 2007 assieme all'ex-vicepresidente degli Stati Uniti Al Gore.*

*In termini generali il tema è oggi particolarmente avvertito dall'opinione pubblica ad un livello che potremmo definire "emozionale". Le conoscenze di cui disponiamo sono tuttavia ancora parziali, cosa che, sul piano scientifico, è peraltro comprensibile, considerata la complessità dei fattori in campo. Inoltre a volte tali conoscenze vengono assimilate dal grande pubblico in maniera un po' confusa e disorganica, al punto tale che, ad esempio, ancora si confondono due fenomeni molto diversi tra loro come l'effetto serra e il buco nell'ozono. È facile prevedere comunque che l'attenzione crescente dei media produrrà un aumento sia delle conoscenze individuali sia della consapevolezza collettiva (anche per quanto concerne le istituzioni locali) del problema e delle sue implicazioni.*

*La Provincia autonoma di Trento ha presentato il IV Rapporto dell'IPCC al Castello del Buonconsiglio assieme a due esperti del settore, Filippo Giorgi, fisico dell'ICPT di Trieste e membro egli stesso dell'Intergovernmental Panel on Climate Change, e Fabrizio d'Adda, trent'anni di esperienza all'Eni*

*e in Confindustria per lo studio di questo tipo di fenomeni. In quell'occasione il presidente della Provincia autonoma, Lorenzo Dellai, ha annunciato la creazione di sei 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 complessivo dell'energia; uno rivolto all'ambiente e agli effetti bioclimatici, dall'uomo ai ghiacciai; uno infine dedicato ai temi dell'informazione e della comunicazione. L'obiettivo era innanzitutto quello di arrivare a questo rapporto finale, che indicasse ciò che ragionevolmente si prevede accadrà anche in Trentino e desse alcune indicazioni operative per il futuro. Un rapporto che rappresenta, naturalmente, non un punto di arrivo ma un punto di partenza.*

*Il compito che la Provincia autonoma di Trento aveva affidato ai gruppi di lavoro consisteva anche, in certa misura, nel "fare sintesi", prendendo le distanze sia dalle posizioni che tendono a ridicolizzare le preoccupazioni generate dall'aumento delle temperature terrestri, sia dagli accenti catastrofisti, che del pari non aiutano ad affrontare i problemi in maniera concreta e razionale. Va sempre tenuto presente inoltre – soprattutto quando affrontiamo il tema delle possibili risposte o soluzioni – che stiamo parlando di un problema davvero globale, che non può essere circoscritto ai confini di una provincia o di una regione: le conseguenze delle scelte fatte altrove, sia in territori vicini come l'area della pianura Padana, sia in paesi lontani come la Cina o gli Usa, si riflettono necessariamente anche in Trentino. L'interdipendenza di cui si parlava negli anni '70, insomma, oggi è una cruda realtà, nei suoi risvolti positivi così come in quelli negativi.*

*L'importanza del rapporto a cui siamo giunti dopo circa un anno di lavoro, e che siamo lieti di presentare al pubblico in questa veste "sintetica" (alla quale seguirà a breve un Cd rom contenente anche le relazioni estese con*

*tutta una serie di allegati e di materiale scientifico non accluso nella presente edizione cartacea), è duplice. Da un lato, esso testimonia l'impegno con cui l'amministrazione provinciale ha deciso di affrontare il tema del cambiamento climatico, nel contesto peraltro di un'attenzione ai temi ecologico-ambientali che storicamente il Trentino ha sempre coltivato, consapevole non solo che il patrimonio ambientale è la sua prima e principale risorsa ma anche che uomo e ambiente costituiscono un binomio inscindibile: se soffre uno soffre anche l'altro.*

*Dall'altro questo rapporto costituisce anche un segnale importante sul piano metodologico, dell'approccio al problema, anzi ai problemi. Come si potrà ricavare già solo scorrendo gli elenchi dei soggetti che hanno collaborato alla stesura del presente volume, si è trattato di un lavoro pienamente interdisciplinare, al quale hanno collaborato da un lato le diverse articolazioni dell'apparato provinciale – dipartimenti, servizi e uffici afferenti ad una molteplicità di assessorati – e dall'altro alcuni dei principali "attori scientifici" presenti sul territorio. Se la grande lezione che il mondo sta imparando a mano a mano che il surriscaldamento del pianeta si fa più evidente è quella dei legami, delle interconnessioni esistenti ad ogni livello – " il battito d'ali di una farfalla in Brasile può provocare un terremoto in Texas", recita una celebre metafora – allora possiamo dire che davvero in questi mesi anche il Trentino ha fatto qualche importante passo in avanti per quanto riguarda il fare squadra, il mettere le risorse (soprattutto umane, intellettuali) a fattor comune.*

*Questa pubblicazione rappresenta infine un nuovo contributo nel campo dell'informazione, dopo il numero speciale della rivista della Provincia autonoma di Trento "Il Trentino" pubblicato nell'estate del 2007 e dedicato interamente al rapporto IPCC, con alcune anticipazioni relative al lavoro del "gruppo Clima".*

*Gli scopi di una corretta attività di informazione, per un soggetto pubblico quale è la Provincia autonoma di Trento, posso essere così sintetizzati:*

- a) *il primo e il più ovvio è quello di favorire un accrescimento della conoscenza di questi fenomeni in tutta la popolazione, con particolare riguardo alla “scrematura” dell’informazione, all’analisi dei dati e alla loro interpretazione;*
- b) *la funzione dell’informazione pubblica è però anche quella di stimolare l’adozione di comportamenti “virtuosi”, nella convinzione che non solo le decisioni delle pubbliche autorità né solo l’evoluzione tecnologica ma anche i comportamenti dei singoli cittadini siano importanti per contrastare i cambiamenti climatici, in particolare riducendo le emissioni di gas serra e limitando gli sprechi di qualunque genere;*
- c) *infine, un obiettivo che potremmo definire implicito dell’informazione pubblica è quello di correggere o contrastare le due tendenze di cui parlavamo poc’anzi: quella “negazionista”, che porta appunto a negare o a sottovalutare fortemente l’importanza del surriscaldamento globale e degli altri fenomeni ad esso connessi e specularmente quella “catastrofista”, che considera il fenomeno come inevitabile, ancorché grave, e paralizza di fatto ogni tipo di azione.*

*Come argomentato dal contributo offerto dalla facoltà di Sociologia dell’Università di Trento che pubblichiamo in queste pagine, se il comportamento dei mass media sembra essere inevitabilmente dettato da alcune regole proprie del mercato dell’informazione – come ad esempio “l’incertezza non è notiziabile” – l’informazione pubblica, istituzionale e in senso lato scientifica deve tenere conto anche di altri fattori: il margine di incertezza implicito in ogni teoria scientifica (il percorso della scienza va da teoria a teoria, non dall’ignoto al noto ed ogni teoria, per dirla con Karl Popper, deve poter essere falsificabile); la dimensione di medio-lungo periodo di molti problemi, che a volte sembra essere contraddetta dall’esperienza quotidiana che ognuno di noi fa della realtà; il rapporto fra contenuto conoscitivo e contenuto normativo delle teorie scientifiche (e delle informazioni che ad esse si legano, veicolate*

*dal complesso dei media). Tutto ciò, è appena il caso di dirlo, prescindendo dai giudizi di valore relativi ad ogni modalità comunicativa e ad ogni singolo attore della comunicazione. Se tutto ciò è vero, ci auguriamo di essere riusciti nell'intento di offrire una panoramica sufficientemente esaustiva dello stato della conoscenza dei cambiamenti climatici in corso nel mondo, con particolare riferimento al Trentino, e sui suoi riflessi nei diversi campi di interesse sia dell'amministrazione provinciale sia di ciascun cittadino: dall'energia all'acqua ai ghiacciai, passando per i cambiamenti del patrimonio vegetativo e per gli effetti sulla salute umana. Tenendo presente che le chiavi di lettura possibili, come emerso anche nella prima conferenza nazionale dedicata a questa problematica, tenutasi a Roma nel settembre 2007, sono due: da un lato abbiamo tutto ciò che riguarda la mitigazione del fenomeno, cioè in sostanza la riduzione delle emissioni di gas serra nell'atmosfera, dall'altra tutto ciò che riguarda le strategie di adattamento ad un cambiamento che, comunque sia, è già in atto, tentando di contrastarne quanto più possibile gli effetti negativi e di massimizzarne invece quelli almeno potenzialmente positivi.*

*Siamo infine consapevoli che, se la collaborazione fra la Provincia autonoma di Trento e i diversi soggetti territoriali che si occupano – anche – di comunicazione/divulgazione, dentro e fuori l'amministrazione provinciale (Appa, musei e centri di ricerca, università e così via) è, allo stato attuale, molto buona e ampiamente roduta, essa può tuttavia essere ulteriormente migliorata e/o incrementata.*

*Questa pubblicazione, quindi, pur ascrivendosi a pieno titolo a tale collaborazione, può costituire anche il punto di partenza per nuove, auspicabili iniziative. Analoga considerazione va fatta per i media locali, che sono altrettanto, preziosi alleati nell'impegno comune che tutti noi dobbiamo assumerci per fronteggiare le incognite dei cambiamenti climatici.*

Claudio Bortolotti

Dipartimento Protezione civile tutela del territorio



## Cambiamenti climatici in Trentino: osservazioni e scenari futuri

### INTRODUZIONE

*La programmazione e la definizione delle strategie di adattamento possono essere effettuate a condizione che si disponga degli elementi necessari di conoscenza del clima e delle sue variazioni e degli impatti che comportano sul territorio soprattutto se presenta elementi di forte complessità come quello alpino. In questa sezione viene illustrato lo stato dell'arte delle conoscenze scientifiche in relazione al clima del passato, sia remoto che recente, e degli scenari attesi per il futuro con particolare riguardo all'area alpina e mediterranea, in cui si colloca climaticamente la nostra regione.*

*Un riferimento essenziale di partenza è costituito dai recenti documenti pubblicati dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) e in particolare il rapporto finale del Working Group I, "Climate Change 2007: The Physical Science Basis", che hanno evidenziato in modo particolare "che il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come è ora evidente dalle osservazioni dell'incremento dei valori medi globali della temperatura superficiale dell'atmosfera e degli oceani, dalla fusione diffusa di neve e ghiaccio, e dall'innalzamen-*

*to globale del livello medio del mare ed inoltre che la maggior parte dell'aumento della temperatura media globale nella seconda metà del XX secolo, è molto probabilmente dovuto all'aumento osservato della concentrazione di gas ad effetto serra causato dall'attività umana".*

*In tale rapporto emerge che significativi progressi sono stati fatti nella comprensione dei cambiamenti climatici recenti e nel passato e in proiezione degli scenari attesi nei prossimi anni sia a livello globale che regionale. Questi miglioramenti sono dovuti alla grande quantità di nuovi dati, ad analisi più sofisticate degli stessi, al miglioramento della comprensione e simulazione dei processi fisici nei modelli climatici.*

*A tutt'oggi sono disponibili informazioni scientifiche rilevanti sulla comprensione dei processi che sottendono ai cambiamenti climatici; tuttavia la complessità del sistema clima e della molteplicità delle interazioni che determinano il suo comportamento impone delle limitazioni nella capacità di comprendere pienamente il corso futuro del clima globale della Terra. Le conoscenze sui processi fisici che*

determinano le risposte di fenomeni climatici alla variabilità dei componenti del sistema (ad es. radiazione solare) e del loro ruolo nei cambiamenti (ad es. ruolo delle nubi, della criosfera, degli oceani, dell'uso dei suoli e degli accoppiamenti dei cicli climatici e biogeochimici) sono ancora insufficienti, soprattutto quando si voglia capirne l'impatto a scala del luogo in cui viviamo.

Le indagini sul passato indicano che il clima naturale della nostra provincia risponde rapidamente ai cambiamenti globali naturali e antropogenici ed è influenzato da 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 ancora molti dei dati necessari.

Per quanto riguarda la capacità previsionale dei modelli climatici occorre infatti sottolineare che molti miglioramenti sono stati fatti per quanto riguarda le proiezioni globali e continentali mentre sussistono ancora fonti di incertezza che limitano la capacità di delineare proiezioni significative su scala regionale.

Oltre alle problematiche di calcolo numerico (risoluzione spaziale e risorse di calcolo) ne sussistono altre dovute alle conoscenze ancora limitate del ruolo di importanti processi dell'atmosfera, che è un fluido dal comportamento caotico, ma che tra-

smette rapidamente ("teleconnessioni") quello che può succedere ai tropici (El Niño-Southern Oscillation – ENSO) nelle medie latitudini, cambiando ad esempio i campi di pressione atmosferica responsabili del fenomeno che ci porta, o meno, inverni nevosi (North Atlantic Oscillation – NAO).

Uno degli obiettivi dell'immediato futuro è proprio quello di migliorare la simulazione sulle scale regionali con adeguate e nuove tecniche di downscaling che sono ancora in fase di sviluppo, soprattutto per un'area complessa geomorfologicamente come il Trentino. Del resto per utilizzare appieno il potenziale predittivo delle proiezioni probabilistiche 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.

Fortunatamente, è disponibile una grande quantità di dati climatici per la provincia (serie strumentali secolari, dati paleoclimatici, serie di dati di indicatori biofisici, ecc), solo parzialmente indagati, e dalle serie di dati climatici e ambientali già analizzate, sono stati riconosciuti alcuni trend che probabilmente continueranno nel prossimo decennio.

Di seguito viene sintetizzata 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 più adeguati per la nostra provincia.

## Variazioni climatiche e possibili scenari futuri in Trentino

### LE TEMPERATURE

#### Il passato e il presente

Il più grande cambiamento climatico verificatosi dalla fine dell'Era Glaciale avvenne circa 11.500 anni fa, e si tradusse in Trentino e più in generale sulle Alpi in un aumento delle temperature (estive) di almeno +2,5°C in un secolo.

Negli ultimi 5-6000 anni sono avvenute solo oscillazioni del clima, cioè di minore intensità, alternando periodi più freddi a periodi più caldi che hanno caratterizzato il clima delle Alpi e dell'Europa. 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 raffreddamento, 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.

A partire dal 1850 si osserva un costante aumento

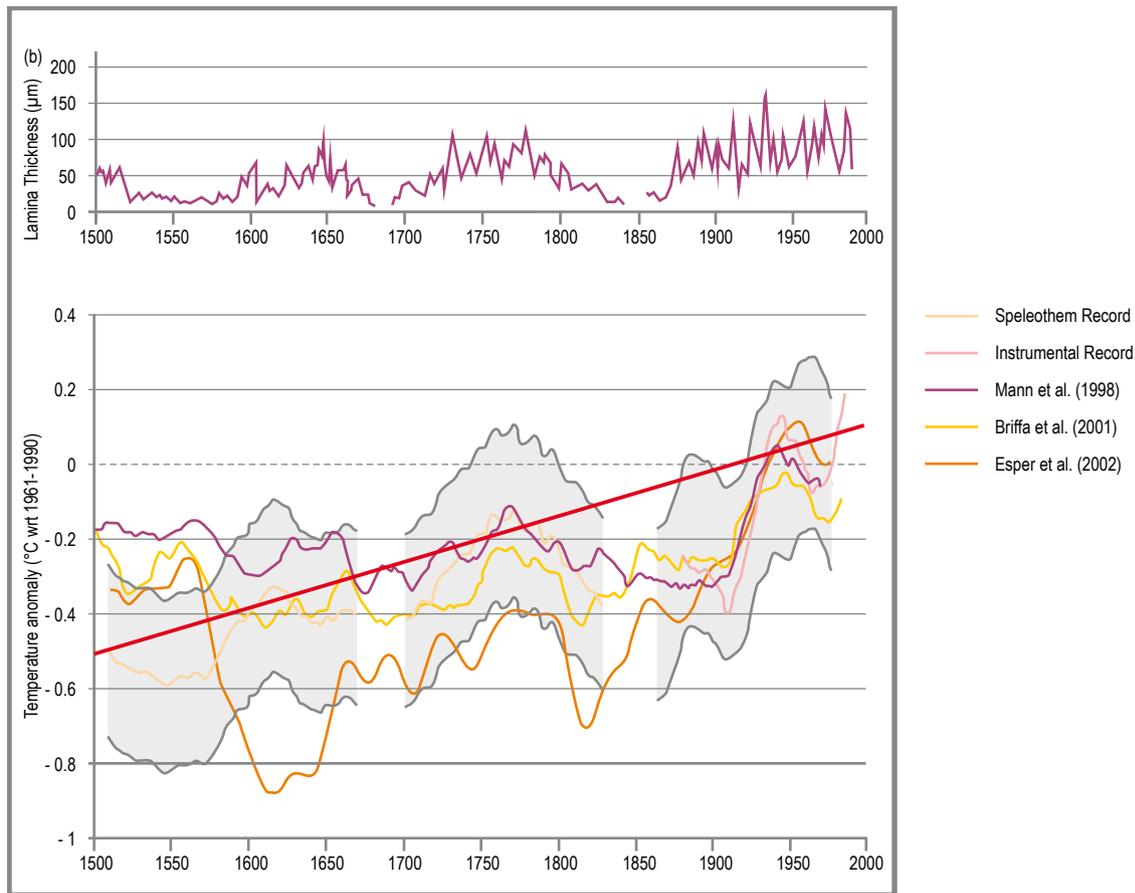
delle temperature e le anomalie positive del XX secolo appaiono sulle Alpi le più alte degli ultimi 500 anni (fig. 1).

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; Pejo, 1926) indicano che nell'ultimo secolo in Trentino la temperatura media annua è aumentata di  $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,16^{\circ}\text{C}$ .

Questo fenomeno risulta più evidente per le temperature invernali, mentre, a differenza di altre zone nelle Alpi, non si evincono trend significativi per la stagione primaverile, estiva ed autunnale.

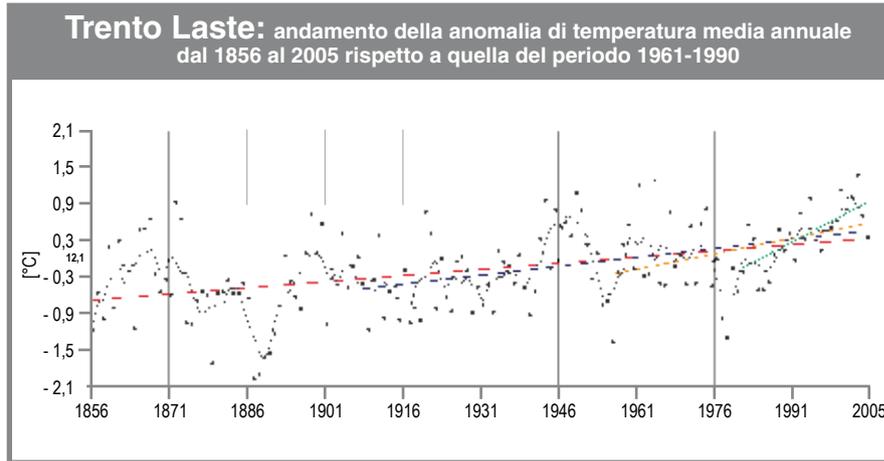
Il cambiamento osservato in questo caso è, probabilmente, dovuto già agli effetti dell'industrializzazione globale, con risposte peculiari per la nostra Provincia.

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.

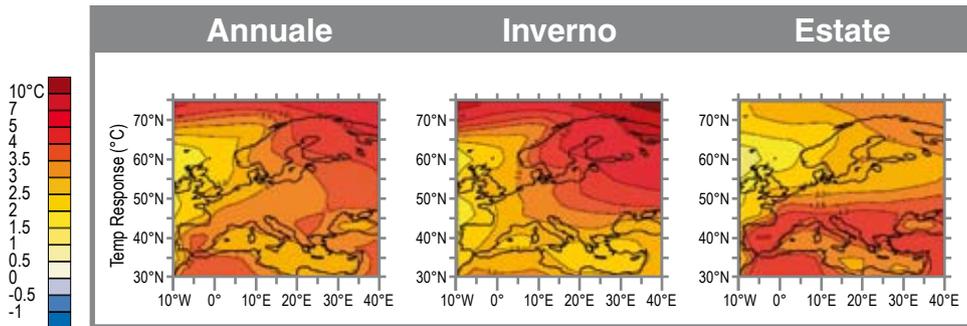


**Fig. 1** Trend della variabilità naturale delle temperature nell'emisfero settentrionale espressa come anomalie di temperatura (linea nera) dal 1500 a oggi ricostruita da 3 stalagmiti, di cui una proveniente dalla Grotta di Ernesto a circa 1.100 metri in Val Sugana. I dati elaborati statisticamente 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<sup>1</sup>).

<sup>1</sup> Smith C.L. et al., 2006. Reconstructing hemispheric-scale climates from multiple stalagmite records. *International Journal of Climatology*, Volume 26, Issue 10, pp. 1417-1424.



**Fig. 2** Andamento dell'anomalia di temperatura media annuale dedotta dalla serie storica omogeneizzata di Trento Laste (Rea et al., 2002<sup>2</sup>), dal 1856 al 2005 rispetto a quella del periodo 1961-1990. Sono evidenziati i diversi tassi di variazione della temperatura per decennio che mostrano come il riscaldamento osservato nell'ultimo secolo sia stato più intenso negli ultimi 25 anni.



**Fig. 3** Distribuzione delle variazioni di temperatura sull'Europa come risultato delle simulazioni da modelli effettuate per lo scenario A1B. Da sinistra: medie annuali (sinistra), variazioni invernali (centro) ed estive (destra) tra il periodo 2080-2099 e quello di riferimento 1980-1999 mediate su 21 modelli (IPCC, 2007).

<sup>2</sup> Rea R., Rampanelli G., Zardi D., "Analisi di serie storiche di temperatura" in "Analisi climatologica di serie storiche delle precipitazioni e temperatura in Trentino", a cura di A. Bellin e D. Zardi, Quaderni di Idronomia Montana, 23, 135-214.

Nell'area alpina gli anni 1994, 2000, 2002 e 2003 sono stati i più caldi negli ultimi 500 anni.

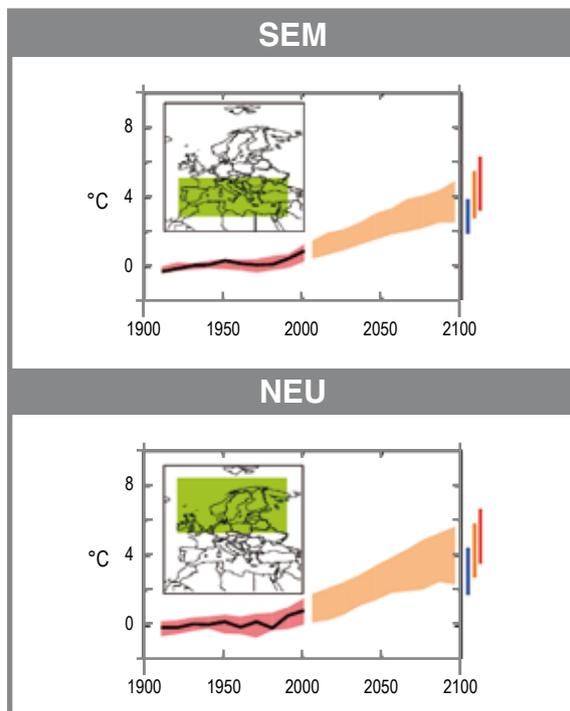
Questo a conferma che anche sulle Alpi la gran parte dell'incremento di temperatura si è verificato negli ultimi 20-30 anni con un tasso ben superiore a quello dell'ultimo secolo (fig. 2). Tale evidenza è stata ascritta in gran parte all'effetto dei gas serra.

### Il futuro

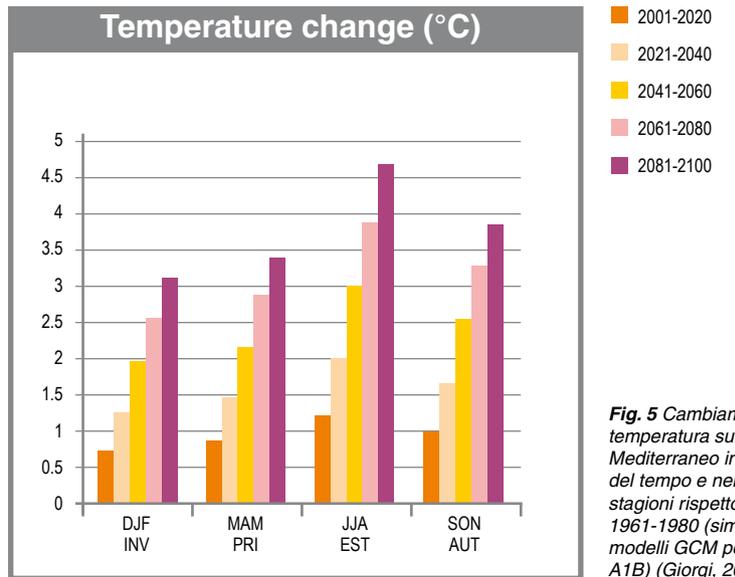
Il riscaldamento è atteso continuare in tutta Europa

e ad una intensità maggiore rispetto alla temperatura media globale.

Senza considerare la forzante antropica, sappiamo che il clima alpino varia con l'indice NAO (North Atlantic Oscillation). Se il trend dell'indice NAO, che influenza le temperature e precipitazioni invernali, restasse soprattutto positivo come per gli ultimi 100 anni e l'attività solare alta come previsto, la stima dell'IPCC di un ulteriore aumento della temperatura di circa 0,1 °C per decennio sarebbe plausibile



**Fig. 4** Anomalie di temperatura rispetto al periodo 1901-1950 per due regioni Europee (sud Europa e Mediterraneo SEM, nord Europa NEU) dal 1906 al 2005 (linea nera) e simulate dai modelli (fascia rossa); e le proiezioni dal 2001 al 2100 sempre da modelli per lo scenario A1B (fascia arancione). Le barre a destra rappresentano i range entro cui variano le temperature attese nel periodo 2091-2100 per gli scenari B1 (blu), A1B (arancione) e A2 (rosso) (IPCC, 2007).



**Fig. 5** Cambiamento di temperatura sull'area del Mediterraneo in funzione del tempo e nelle differenti stagioni rispetto al periodo 1961-1980 (simulazione su 20 modelli GCM per lo scenario A1B) (Giorgi, 2007).

anche per il Trentino, o forse in difetto. Le proiezioni stimate dai modelli climatici per diversi scenari di emissione di gas serra, indicano per l'area mediterranea e alpina un aumento delle temperature in tutte le stagioni seppur con differenze di range locali e in funzione dei periodi e degli scenari di riferimento. Proiezioni ricavate da 21 modelli globali (IPCC, 2007) per lo scenario A1B (vedi box p. 19) indicano che nell'area mediterranea è atteso un aumento della temperatura media annuale per il periodo 2080-2099 rispetto al periodo 1980-1999 stimato in un range da +2.2°C a +5.1°C e il riscaldamento è previsto essere maggiore in estate (range da

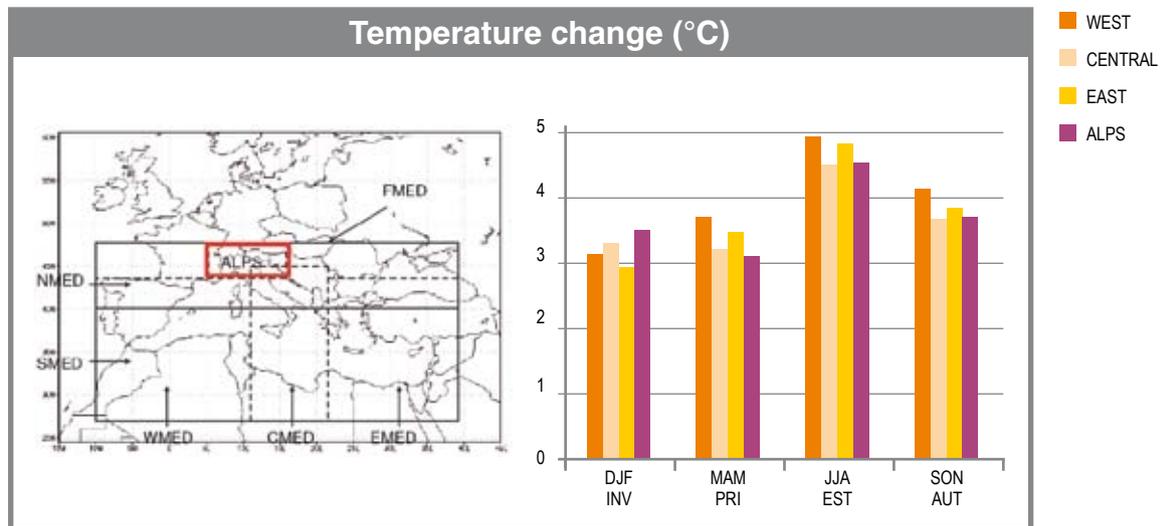
2.7°C a 6.5°C) rispetto al periodo invernale (range da 1.7°C a 4.6°C). La distribuzione geografica dei cambiamenti previsti a fine secolo in Europa è illustrata in fig. 3 mentre le proiezioni delle temperature attese per il 2100 sono rappresentate (fig. 4), differenziando il nord Europa dal sud Europa e il Mediterraneo.

Analizzando sempre per l'area mediterranea e per lo scenario A1B le variazioni attese nelle medie ventennali è possibile notare che per il periodo 2081-2100 rispetto al 1961-1980 è previsto un aumento in inverno di circa 3°C e in estate di circa 5°C, mentre nel medio periodo 2041-2061 sempre

rispetto al 1961-1980 è atteso un incremento in inverno di circa 2°C e in estate di circa 3°C (fig. 5). Focalizzando l'attenzione sull'area alpina, sempre per lo scenario A1B, è possibile notare che l'aumento atteso nel 2081-2100 rispetto al periodo 1961-1980 varia da un minimo in primavera di circa 3°C ad un massimo sempre in estate di circa 4.5°C (fig. 6). Infine simulazioni effettuate da modelli regionali nell'ambito del progetto PRUDENCE (The Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and

Effects), per il periodo 2071-2100 rispetto al periodo 1961-1990 e per lo scenario di emissione A2, confermano per le Alpi un aumento delle temperature in tutte le stagioni ma con incrementi più significativi e con valori massimi in estate e compresi tra 3.9 e 8.4°C e minimi in inverno e compresi tra 2.6 e 5.0°C.

Il riscaldamento atteso dovrebbe aumentare la frequenza, l'intensità e la durata delle ondate di calore estivo mentre dovrebbe osservarsi una tendenza alla diminuzione di ondate di freddo.



**Fig. 6** Cambiamento di temperatura su diverse subregioni del Mediterraneo in funzione nelle differenti stagioni tra il periodo 2081-2100 e quello 1961-1980 (simulazione su 20 modelli GCM per lo scenario A1B) (Giorgi, 2007).

**Proiezioni future:  
i modelli climatici e gli scenari di emissione**

La possibilità di prevedere le variazioni del clima in futuro viene affidata ai modelli matematici che simulano i principali processi fisici del sistema Terra e la cui funzionalità viene testata confrontando le simulazioni del clima passato con i dati attualmente disponibili.

La capacità di previsione o proiezione del clima del futuro risiedono nell'utilizzo essenzialmente di tre categorie di modelli: i Modelli Climatici Globali (GCM) a bassa risoluzione che descrivono i processi a scala continentale o regionale; i Modelli Climatici Regionali (RCM) che "innestati" in quelli globali descrivono i processi ad una risoluzione maggiore su scala regionale; metodi di downscaling statistico nei quali le previsioni dei GCM e RCM vengono affiancate dall'utilizzo delle serie di dati osservati dei parametri climatici (temperatura e precipitazione) per ottenere proiezioni su scala locale. Per realizzare le proiezioni climatiche future i modelli climatici hanno usato gli

scenari di emissione SRES-IPCC (Special Report on Emission Scenarios) che di fatto rappresentano diversi modelli evolutivi delle emissioni di gas serra alla fine del secolo in corso e corrispondenti a diverse ipotesi di sviluppo socio-economico a livello globale. Gli scenari SRES non includono ulteriori iniziative climatiche, il che significa che nessuno scenario include gli effetti dell'implementazione della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite per i Cambiamenti Climatici o degli obiettivi di emissione del Protocollo di Kyoto.

**A1.** La famiglia di scenari A1 descrive un futuro con una crescita economica molto rapida, la popolazione globale avrà un massimo a metà secolo per poi declinare, e vedrà una rapida introduzione di nuove e più efficienti tecnologie. La famiglia di scenari A1 si sviluppa in tre gruppi che descrivono direzioni alternative nei cambiamenti tecnologici del sistema energetico:

fossile intensivo (A1FI), risorse di energia non fossile (A1T) o un bilancio di tutte le risorse (A1B).

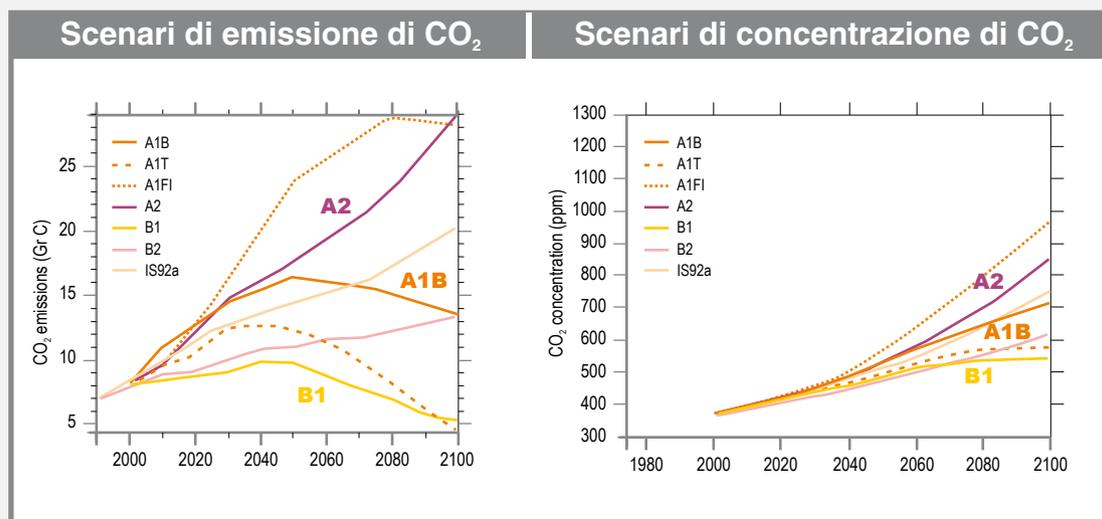
**A2.** La famiglia di scenari A2 descrive un mondo molto eterogeneo. Il tema dominante è l'auto-sufficienza e la preservazione delle identità locali. La natalità fra le regioni converge molto lentamente, e di conseguenza si ha un continuo aumento di popolazione. Lo sviluppo economico è essenzialmente orientato su base regionale e la crescita economica pro capite e i cambiamenti tecnologici sono molto frammentati e più lenti.

**B1.** La famiglia di scenari B1 descrive un mondo convergente con la stessa popolazione globale, che, come per A1, avrà un massimo a metà secolo per poi declinare, ma con un rapido cambio nella struttura economica verso un'economia di informazione e servizi, con una riduzione dell'intensità dei materiali e l'introduzione di tecnologie per le risorse efficienti e pulite.

**B2.** La famiglia di scenari B2 descrive un mondo in cui la popolazione globale cresce continuamente, ma con un tasso minore dell'A2,

ed è orientato verso la protezione ambientale e l'equità sociale con cambiamenti tecnologici meno rapidi e più diversificati.

Nelle simulazioni sono stati scelti gli scenari A1B, A1FI, A1T, A2, B1 e B2. Tutti dovrebbero essere considerati allo stesso livello di attendibilità.



## LE PRECIPITAZIONI

### Il passato e il presente

Dall'analisi dei numerosi record strumentali disponibili e delle loro ricostruzioni si evince che nelle 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, San Martino di Castrozza, Passo Rolle, Pinzolo e Tione dal 1921 al 2000 ha evidenziato una tendenza 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 estreme 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.

L'analisi dell'altezza della neve fresca segnala un calo generalizzato per ora complessivamente lieve (1-2% annuo sulle Alpi) dei totali annui nel periodo 1982-2004. Anche per il numero dei giorni nevosi il trend è negativo, proporzionalmente maggiore di

quello che si osserva per i valori della neve fresca, e mediamente pari a -0,2 giorni nevosi a stagione.

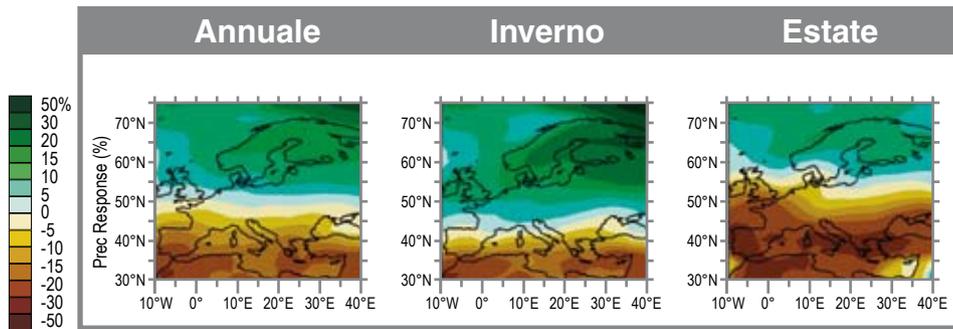
In Trentino gli apporti di neve fresca, seppur mostrando un andamento estremamente irregolare (con anni molto nevosi nel periodo 1983-1986 e molto secchi tra il 1988 ed il 1990), evidenziano una tendenza ad un calo piuttosto deciso dei valori stagionali, nell'ordine dei 5 cm circa per anno nel periodo 1981-2006, con una percentuale media sul totale di circa il 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 1.200 m, un calo significativo, variabile tra 1 e 2,5 giorni/stagione in base all'esposizione.

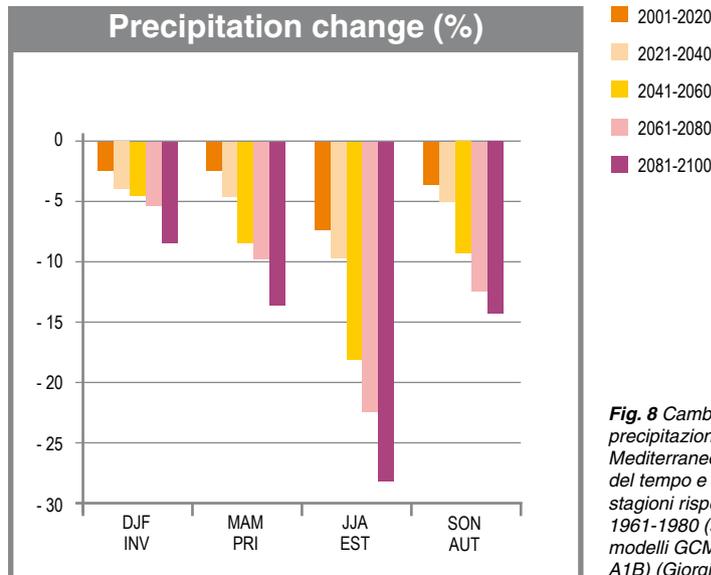
### **Il futuro**

Gli scenari di previsione delle precipitazioni sull'area alpina e mediterranea presentano ancora molte incertezze e le simulazioni dei diversi modelli producono risultati meno concordi rispetto a quelli osservati per le temperature.

In generale emerge dalle proiezioni ricavate da 21 modelli globali per lo scenario A1B (IPCC, 2007) una differenza importante tra il nord Europa, dove è previsto un aumento medio delle precipitazioni, specie in inverno, e il sud Europa e l'area mediter-



**Fig. 7** Distribuzione delle variazioni di precipitazione sull'Europa come risultato delle simulazioni da modelli effettuate per lo scenario A1B: medie annuali (sinistra), variazioni invernali (centro) ed estive (destra) tra il periodo 2080-2099 e quello di riferimento 1980-1999 mediate su 21 modelli (IPCC, 2007).



**Fig. 8** Cambiamento di precipitazione sull'area del Mediterraneo in funzione del tempo e nelle differenti stagioni rispetto al periodo 1961-1980 (simulazione su 20 modelli GCM per lo scenario A1B) (Giorgi, 2007).

ranea dove è invece attesa una diminuzione della precipitazione media annuale per il periodo 2080-2099 rispetto al periodo 1980-1999, da -27% a -4%, più marcata in estate. Il calo previsto in estate

varia da -53 a -3% ed è significativo anche nelle altre stagioni con differenze importanti tra i singoli modelli osservati. La variazione nel periodo invernale varia tra -16% a +6% e pone in evidenza come

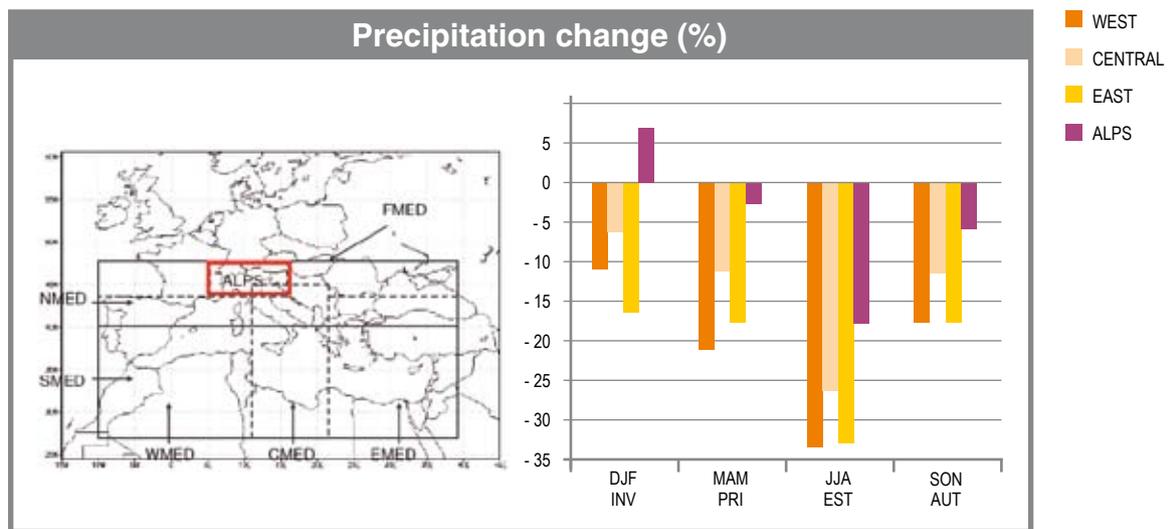
in questa stagione vi siano modelli che prevedono anche un aumento delle precipitazioni, specie nella zona alpina (fig. 7).

Analizzando sempre per l'area mediterranea e per lo scenario A1B le variazioni attese nelle medie ventennali (fig. 8) è possibile notare che per il periodo 2081-2100 rispetto al 1961-1980 è previsto un calo in tutte le stagioni ma più marcato in estate, -28% circa, minore in inverno, -8% circa. Mentre nel medio periodo, 2041-2061, sempre rispetto al 1961-1980 è atteso sempre un calo in tutte le stagioni da circa -18% in estate a circa -4% in inverno.

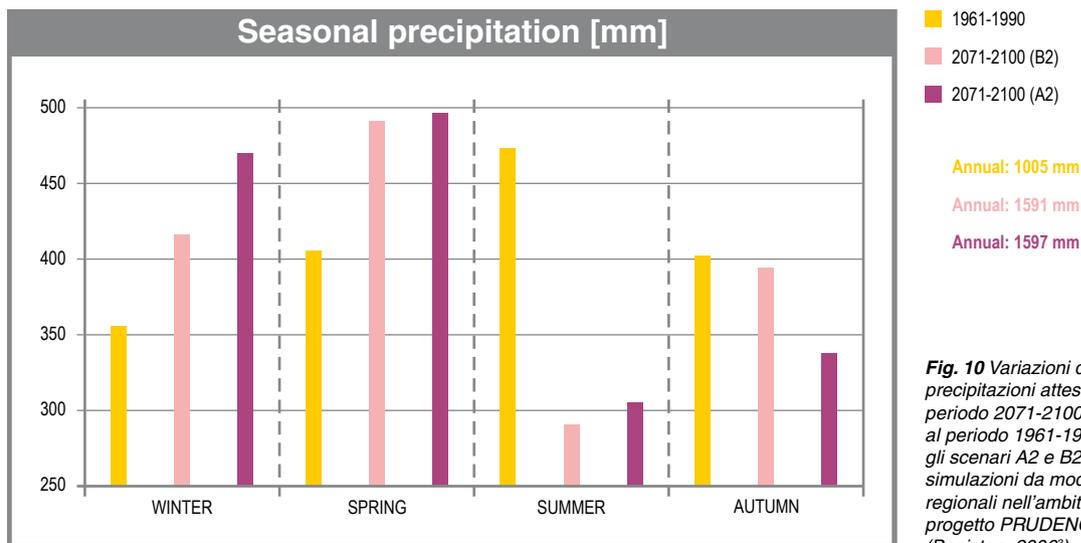
Proiezioni effettuate sull'area alpina (fig. 9) per lo

scenario A1B e per il periodo 2081-2100 rispetto a quello 1961-1980, sembrano confermare che il calo della media annuale è dovuto soprattutto al calo estivo (-18% circa) e in misura minore a quello autunnale (-6% circa) e primaverile (-2% circa), mentre un segnale di aumento delle precipitazioni è atteso per la stagione invernale (+6% circa).

Sia i cambiamenti nella circolazione che fattori termodinamici sembrano influire sulle variazioni del ciclo di precipitazioni in Europa. In molti modelli l'aumento delle precipitazioni invernali sembra dovuto all'aumento della prevalenza di flussi umidi e miti correnti occidentali, mentre i cali estivi sono dovuti



**Fig. 9** Cambiamento di precipitazione su diverse subregioni del Mediterraneo in funzione nelle differenti stagioni tra il periodo 2081-2100 e quello 1961-1980 (simulazione su 20 modelli GCM per lo scenario A1B) (Giorgi, 2007).



**Fig. 10** Variazioni delle precipitazioni attese nel periodo 2071-2100 rispetto al periodo 1961-1990 per gli scenari A2 e B2 da simulazioni da modelli regionali nell'ambito del progetto PRUDENCE (Beniston, 2006<sup>3</sup>).

ad un aumento della prevalenza di flussi orientali e anticiclonici.

Simulazioni effettuate da modelli regionali nell'ambito del progetto PRUDENCE, per il periodo 2071-2100 rispetto al periodo 1961-1990 e per lo scenario di emissione A2, mostrano per le Alpi non tanto un calo delle precipitazioni medie annuali quanto piuttosto uno spostamento delle precipitazioni dal periodo estivo, in forte riduzione, e autunnale, in riduzione, a quello invernale, in forte aumento, e a quello primaverile, in aumento (fig. 10).

Anche per quanto riguarda gli scenari attesi delle

precipitazioni estreme esistono molte incertezze quantitative.

Nell'area mediterranea in estate, dove le precipitazioni medie sono attese in calo, le precipitazioni estreme di breve durata possono sia aumentare (per l'aumento del vapore d'acqua contenuto in una atmosfera più calda), sia diminuire (a causa del minor numero di giorni di precipitazione che renderebbero meno probabili anche i casi con forti precipitazioni).

In generale comunque anche in Trentino e sulle Alpi è probabile un'intensificazione degli eventi

<sup>3</sup> Beniston, 2006. Results from the PRUDENCE project, cit. from Workshop presentation, Wengen 2006.

estremi legati al riscaldamento globale: in particolare un aumento dell'intensità media degli eventi piovosi e soprattutto un aumento del rischio di siccità dovuto alla diminuzione del numero di giorni di precipitazione e ad un aumento della durata dei periodi secchi soprattutto in estate. Il riscaldamento previsto porterà anche sulle Alpi e sul Trentino ad una riduzione della stagione nevosa e dell'altezza della neve fresca, sebbene l'aumento previsto delle precipitazioni invernali potrebbe contrastare, alle quote superiori, l'aumento dello scioglimento nivale e la diminuzione della frazione solida della

precipitazione dovuta al riscaldamento. I cambiamenti potrebbero essere importanti per la fine del XXI secolo e la riduzione dell'altezza della neve fresca potrebbe oscillare tra il 50 e il 100% nella maggior parte d'Europa. Tuttavia sembra che le quote più elevate siano meno sensibili ai cambiamenti di temperatura e precipitazione attesi; esistono infatti delle simulazioni basate sullo scenario A2 di emissione che indicano che un aumento di 4°C sulle Alpi potrebbe portare ad una riduzione della durata della copertura nevosa del 50% ad altezze vicine ai 2000 m e del 95% ai livelli inferiori a 1.000 metri.

## Effetti delle variazioni climatiche in Trentino

Esistono osservazioni evidenti che i cambiamenti climatici e in particolare l'aumento delle temperature stanno 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.

### EFFETTI SUI GHIACCIAI

Tra il 1975 e il 2000 nelle Alpi è stata quantificata una perdita di superficie dei ghiacciai del 22%, pari a un volume di circa 30 km<sup>3</sup>. Nella sola estate del

2003, i ghiacciai alpini hanno perso mediamente tra il 5 e il 10% del loro volume; più del 25% del volume era stato perso nei 25 anni precedenti il 2003. Si stima invece che la perdita complessiva dal 1850, fase culminante dell'espansione dei ghiacciai durante la Piccola Era Glaciale, corrisponda a circa 2/3 del volume originario.

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.



**Fig. 11** Il ghiacciaio del Mandrón nel 1950 e nel 2006.

All'inizio degli anni '90 in Trentino erano presenti 146 corpi glaciali (considerando anche i glaciovati 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 (Periodo Caldo Medioevale), 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 il 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%.

### EFFETTI SU 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 indiretta 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, variazioni nei pattern distributivi e dei tempi e modalità di migrazione.

Fra i vertebrati, drastico è il declino degli anfibi (a livello globale: 168 specie a estinzione recente e oltre 2400 – il 43% del totale – a rischio), a seguito della diffusione di patologie specifiche e del cambiamento climatico.

Gli invertebrati risultano altrettanto sensibili. 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 processionaria 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.

E’ 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’espansione dell’areale distributivo della zanzara tigre (*Aedes albopictus*).

A livello predittivo, i cambiamenti climatici previsti per le Alpi comporteranno 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 complessiva. Molte specie presenti nella fascia alpina e quella nivale, al di sopra del limite 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’innalzamento del limite della vegetazione arborea e la conseguente perdita di habitat, l’espansione

di 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. 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.

Tra gli uccelli a distribuzione boreo-alpina, la pernice bianca (*Lagopus mutus*) è uno degli esempi di specie già in forte declino per tali fattori ed in particolare per la riduzione di copertura nevosa e perdita di habitat sommitali.

Anche sulle Alpi si prevede inoltre un aumento di specie di origine mediterranea con conseguenze negative per le specie locali. Per gli artropodi, sono previsti spostamenti degli areali, aumenti dei tassi di crescita e prolungamento dei periodi di attività con possibili effetti negativi sulla vegetazione, su altre specie animali e sulla diffusione di agenti patogeni.

In Trentino in particolare, sono già state evidenziate variazioni nei periodi di riproduzione degli uccelli (nibbio bruno), nel comportamento del capriolo, e nei pattern demografici dei topi selvatici. Allo stato attuale sono stati elaborati specifici modelli previsionali solo per alcune specie (galliformi) e validato

il ruolo di alcuni di essi come bioindicatori (rapaci diurni). Inoltre sono già state attivate una serie di attività di monitoraggio su specie e gruppi animali chiave (uccelli migratori) appartenenti a diversi taxa, inclusi artropodi di interesse sanitario. I dati sinora ottenuti potranno contribuire allo sviluppo di modelli predittivi a scala provinciale e a implementare la rete di monitoraggio europea sulla valutazione degli impatti conseguenti ai cambiamenti climatici a scala regionale.

## EFFETTI SULLA 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. 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 aperte 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 di molte specie arboree a favore di entità più termofile.



*Lago Santo di Cembra.*

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 pascolo 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 del 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. Studi recenti confermano la sensibilità dei licheni a variazioni anche minime delle condizioni climatiche e pongono le basi per un loro utilizzo come indicatori bioclimatici, con possibili applicazioni nel monitoraggio.



*Rio Vallesinella,  
bacino Fiume Sarca.*

## EFFETTI SUI 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 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 e in fase di perfezionamento, mentre necessitano ulteriori approfondimenti per la componente ipogea. Dati da archivi climatico-ambientali trentini indicano un ac-

corciamento 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 inquinanti nel circuito ipogeo.

Per ciò che riguarda il bilancio idrico dei suoli, 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.

Un fattore ancora poco indagato sono le variazioni attese sulla localizzazione e le caratteristiche del



*Diga sul Lago Careser.*

permafrost a causa del progressivo riscaldamento che potrebbe infatti innescare dinamiche di scioglimento sia in terreno che in roccia, con conseguenze sul pericolo di frane e smottamenti.

### **EFFETTI SUL DEFLUSSO FLUVIALE**

La variazione delle precipitazioni, l'aumento delle temperature e la fusione dei ghiacciai inducono delle variazioni significative sul ciclo idrologico osservabili su tutto l'arco alpino.

È importante osservare che la comparazione tra i dati storici e i dati attuali e la valutazione dei risultati osservati deve tener conto che modifiche nelle derivazioni, soprattutto irrigue, e nell'uso del suolo generano effetti che si sovrappongono a quelli propri delle variazioni climatiche rendendone difficile la separazione. Per il fiume Adige ad esempio sono sicuramente rilevanti le diversioni di bacino attuate

con le centrali annesse alle dighe di Forte Buso e Fedaia.

In Trentino l'analisi delle portate medie annuali dell'Adige a Trento, Ponte San Lorenzo, e a Boara Pisani mostrano un significativo trend negativo.

Nel primo caso si osserva un trend negativo di  $-0.43 \text{ m}^3/\text{s}$  anno, che su scala centenaria porta ad una riduzione della portata media di  $43 \text{ m}^3/\text{s}$  corrispondente ad una riduzione del 21% rispetto alla portata media del lungo periodo (1923-2006). Una riduzione ancora maggiore si riscontra a Boara Pisani dove il trend negativo sale a  $-0.90 \text{ m}^3/\text{s}$  anno, per cui a scala centenaria si assiste ad una riduzione della portata media annua di ben  $90 \text{ m}^3/\text{s}$ , il 43% della portata media di lungo periodo (1912-1999). Anche la serie storica dei minimi mensili delle portate del fiume Adige a Trento (Ponte San Lorenzo anni 1923-2007) evidenzia un trend di riduzione

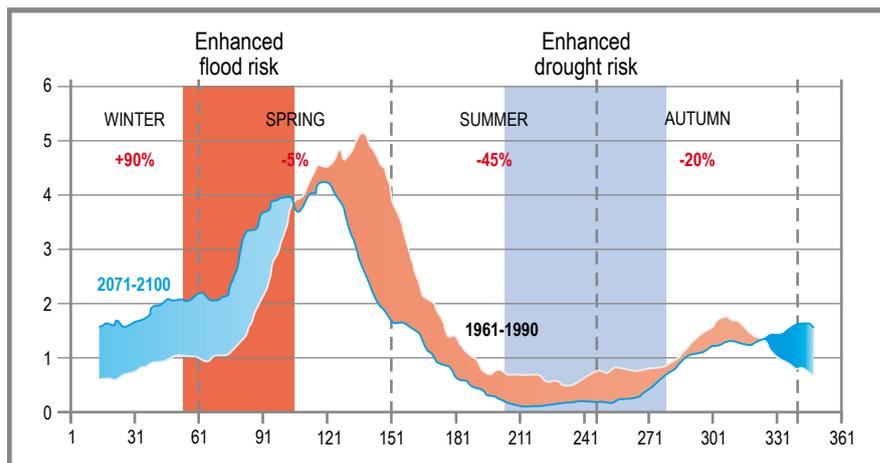
sensibile (-0,5 m<sup>3</sup>/s anno).

Le riduzioni appaiono importanti in ambedue le sezioni di misura e richiedono approfondimenti tesi a separare l'effetto climatico da quello delle utilizzazioni e a valutare possibili tendenze future, anche in relazione a possibili scenari evolutivi del clima e delle utilizzazioni.

Studi preliminari, fatti nel bacino del Brenta basate sul downscaling di previsioni del database PRUDENCE, mostrano per altro una tendenza alla diminuzione delle portate di base e al mantenimento di portate elevate di massima piena, conseguenti rispettivamente ad una diminuzione del volume

complessivo di precipitazione annuale ma anche alla sua concentrazione in un numero inferiore di eventi intensi.

La riduzione della piovosità estiva; l'aumento di quella invernale ma con riduzione delle precipitazioni nevose; l'aumento di eventi di siccità e di eventi di pioggia intensa; l'anticipo, l'intensificazione e il prolungamento della fusione nivoglaciale, tenderanno ad attenuare le ridotte portate invernali e gli eccessi delle portate estive. Scenari previsti per le Alpi indicano un aumento del deflusso invernale del 90% e una riduzione di quello estivo del 45% (fig. 12).



**Fig. 12** Variazioni delle precipitazioni attese nel periodo 2071-2100 rispetto al periodo 1961-1990 per gli scenari A2 e B2 da simulazioni da modelli regionali nell'ambito del progetto PRUDENCE (Beniston, 2006<sup>4</sup>).

<sup>4</sup> Beniston, 2006. Results from the PRUDENCE project, cit. from Workshop presentation, Wengen 2006.

## 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 climatico dalle conseguenze imprevedibili.

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

1. Il trend verso il riscaldamento dell'ultimo secolo continuerà anche in Trentino in tutte le stagioni ma con maggiore intensità in estate.
2. La variazione del regime di precipitazioni evidenzia ancora molte fonti di incertezza sulla scala regionale tuttavia le proiezioni indicano una tendenza al calo delle precipitazioni annuali più significativo in estate e in misura minore in autunno, un aumento in inverno mentre la proiezione è molto incerta per la primavera dove potrebbe esserci comunque una debole variazione dell'apporto di precipitazioni.
3. Il riscaldamento previsto favorirà la fusione dei ghiacciai e porterà ad una riduzione della stagione nevosa e dell'altezza della neve fresca sebbene l'aumento previsto delle precipitazioni invernali potrebbe contrastare, alle quote superiori, l'aumento dello scioglimento nivale e la diminuzione della frazione solida della precipitazione dovuta al riscaldamento.
4. Il deflusso invernale tenderà ad aumentare mentre è previsto in calo nelle altre stagioni e soprattutto in estate.
5. I fenomeni estremi tenderanno ad aumentare, e la loro frequenza potrebbe essere imprevedibile: è atteso in generale un aumento della frequenza e delle intensità delle ondate di calore estive, degli eventi di siccità e di eventi di precipitazione intensa a scala interannuale.
6. Gli ecosistemi subiranno importanti conseguenze del resto già in atto: variazioni nella struttura, nella distribuzione e nella produttività di diversi habitat, con conseguenze sul-

la fauna, sulla struttura delle comunità, sulla biodiversità, sulla salute umana e animale. È attesa un'accelerazione degli effetti sulla vegetazione (innalzamento limite alberi, fram-

mentazione degli habitat, modifiche dei cicli fenologici, cambiamenti nella composizione delle foreste) ed in particolare un anticipo di fioritura e maturazione dei frutti.

## Sintesi dei principali impatti attesi

L'ambiente alpino e montano sembra esser molto sensibile ai cambiamenti climatici previsti per il riscaldamento e la variazione del regime delle precipitazioni con importanti conseguenze fisiche (estensione ghiacciai, deflussi, siccità, variazioni del permafrost, ecc.) e che potrebbero determinare una serie di impatti, in parte già in atto, sugli ecosistemi e sulla salute umana con importanti conseguenze anche su determinati settori socio-economici.

### **Ecosistemi terrestri (biodiversità e patrimonio forestale)**

L'aumento di temperatura potrebbe avere importanti effetti sulla biodiversità e sulla struttura delle comunità animali e vegetali.

Si prevedono spostamenti altitudinali di specie, alterazione, contrazione e frammentazione di habitat, perdita di specie animali e vegetali soprattutto di alta quota con invasione da parte di specie più adattabili proveniente da quote inferiori.

Si prevede inoltre un maggior impatto sulla vegetazione da parte di insetti patogeni, modifiche dei cicli fenologici, cambiamenti nella composizione delle foreste.

Gli eventi estremi possono essere causa di stress per le foreste: l'aumento di periodi di siccità potrebbe favorire il rischio di incendi boschivi, potrebbero aumentare fenomeni erosivi e quindi la riduzione di habitat.

### **Gestione della risorsa idrica**

Importanti variazioni del ciclo idrico sono previste a causa di una serie di cambiamenti climatici: la variazione delle precipitazioni e in particolare la riduzione della piovosità estiva; l'aumento di quella invernale ma con riduzione delle precipitazioni nevose; l'aumento del rischio di eventi di siccità e di eventi di pioggia intensa; l'anticipo, l'intensificazione e il prolungamento della fusione nivoglaciale. Tutti fattori che indurranno una diversa e attenta pianificazione della gestione della risorsa idrica.



*Vigneti in Valle di Cembra.*

Il deficit delle risorse idriche potrebbe essere maggiore in estate e autunno in particolare nei periodi di siccità e in concomitanza al maggior fabbisogno irriguo dell'agricoltura.

### **Agricoltura**

La variazione del ciclo delle precipitazioni e la fusione dei ghiacciai indurrà variazione nella disponibilità idrica specie nel periodo estivo che determineranno un impatto importante sull'agricoltura.

L'aumento della temperatura potrebbe determinare variazioni del ciclo vegetativo (anticipo fioritura primaverile) e aumenti di produttività di alcune colture (es. pascolive) in caso di disponibilità idrica. D'altro canto, essa tende a diminuire nei suoli la ciclicità stagionale, favorendone l'impoverimento.

L'aumento della CO<sub>2</sub> in atmosfera e nei cicli biogeo-

chimici potrebbe determinare in alcune colture un aumento dell'effetto di fertilizzazione per la stimolazione della fotosintesi.

Eventi estremi con precipitazioni più intense e l'aumento associato del rischio idrogeologico potrebbero determinare conseguenze in determinate colture e anche condurre all'erosione degli strati fertili superficiali.

### **Territorio e dissesto idrogeologico**

L'aumento delle temperature e il progressivo ritiro dei ghiacciai potranno determinare variazioni del permafrost aumentando le aree soggette a instabilità geologica, incrementando di conseguenza le aree soggette a pericolo di frane e colate di fango. Il rischio geologico è soggetto a variazioni dovute ai cambiamenti attesi del ciclo idrico a causa della



*Il Gruppo del Brenta ben innevato.*

fusione dei ghiacciai e della variazione del regime delle precipitazioni. Maggiori deflussi sono attesi nel periodo invernale mentre una riduzione è attesa in quello estivo. L'aumento probabile di fenomeni di precipitazione intensa potrebbe anch'esso avere un impatto sulla stabilità geologica.

### **Salute umana**

I cambiamenti climatici previsti comporteranno una serie di ricadute anche sulla salute umana.

Esse includono quelle dirette dovute ad eventi estremi, come le ondate di calore estive, le alluvioni e le siccità nonché quelle indirette conseguenti ai cambiamenti negli ecosistemi, alla biodiversità e alle comunità umane. Tra essi si annoverano la diffusione di malattie infettive, di infezioni microbiche e parassitarie sia a trasmissione diretta che a mez-

zo di artropodi vettori, le malattie allergiche dovute alla maggiore concentrazione e durata nel tempo di pollini e allergeni nonché le malattie non infettive legate all'aumento della concentrazione di fattori inquinanti (ad es. l'ozono nel periodo estivo).

### **Energia**

L'aumento delle temperature atteso in tutte le stagioni e in modo più marcato in estate, dovrebbe favorire uno spostamento della domanda di energia nel settore dei servizi dato che tenderà a diminuire il fabbisogno in inverno mentre crescerà quello in estate.

La variazione di disponibilità idrica connessa ai fenomeni di deglaciazione e all'alterazione dei regimi delle precipitazioni potrebbe avere importanti conseguenze sul sistema idroelettrico. In particolare il

minore apporto di precipitazione nevosa in inverno seppur bilanciato da un probabile aumento delle precipitazioni e il significativo calo delle precipitazioni atteso per il periodo estivo imporranno attente valutazioni della disponibilità della risorsa idrica per la produzione di energia elettrica.

### **Turismo**

Gli impatti delle variazioni climatiche e delle relative conseguenze sul paesaggio e l'ambiente montano possono essere molteplici e determinare effetti differenti sia per l'offerta che per la domanda turistica. L'aumento delle temperature estive potrebbe avere un effetto positivo favorendo l'afflusso di turisti verso località di montagna con temperature più fresche mentre il turismo invernale potrebbe risentirne maggiormente per l'aumento del limite delle nevicate e la riduzione della stagione invernale.

Anche la diversa fruibilità di ambienti rilevanti dal punto di vista paesaggistico e naturalistico quali ghiacciai e foreste potrebbe influire sulla offerta turistica.

I cambiamenti climatici e gli impatti 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.

## BIBLIOGRAFIA

**Indicatori fisici**

- Auer et al., 2005, *Int.J. Climatol*, 25, 39.
- Auer et al., 2001; *Ost. Beit. Met. Geophys.* 25, ZAMG, Vienna.
- Böhm et al., 2001; *Int. J. Climatol*, 21, 1779.
- Borsato et al., 2007, *GCA*, 71, 1494
- Stocker & Monnin 2003. *PAGES News*, 11, 6.
- Bradley et al., 2003 in Alverson et al. (Eds.) *Paleoclimate, Global Change and the Future*, Springer.
- Rea, R., Rampanelli, G. Zardi, D., "Analisi di serie storiche di temperatura" in "Analisi climatologica di serie storiche delle precipitazioni e temperatura in Trentino", a cura di A. Bellin e D. Zardi, *Quaderni di Idronomia Montana*, 23, 135-214.
- Burroughs, 2005, *Climate Change in Prehistory*, Cambridge.
- Casty et al., 2005, *Int. J. Climatol* 25, 1855.
- Esper et al., 2002, *Science* 295, 2250.
- Sadler, F. Bellin, A., "Analisi di serie storiche di precipitazione", in "Analisi climatologica di serie storiche delle precipitazioni e temperatura in Trentino", a cura di A. Bellin e D. Zardi, *Quaderni di Idronomia Montana*, 23, 135-214.
- Frisia et al., 2003. *EPSL* 216, 411.
- Frisia et al., 2005a *EPSL* 35, 731.
- Frisia et al., 2006. *Quat. Res.* 66, 388.
- Frisia (a cura di) 2005. *Rapporto Progetto AQUAPAST*, Provincia Autonoma di Trento.
- Goosse et al., 2006, *Climate in the Past* 2, 99.
- Bolle, H., 2003: *Cimate, climate variability, and impacts in the Mediterranean area: an overview*. In: Bolle (ed. by): *Mediterranean Climate*, pp. 5-86.
- Haeblerli & Holzhauser, 2003. *PAGES News*, 11, 13.
- Holzhauser et al., 2005. *The Holocene* 15, 789.
- Hurrell et al., 2001, *Science* 291, 603.
- IPCC 2001 – *Climate Change 2001: The Scientific Basis*.
- Daddario et al., 2002: *La NAO e l'andamento della temperatura in Italia*. *Riv. Met. Aeron. n.4 (2002): 4-10*.
- Joerin et al., 2006. *The Holocene* 16, 697.
- Lean, 2005, *PAGES News* 13, 13.
- Luterbacher et al., 2000. *Int. J. Climatol*, 20, 1049.
- Luterbacher et al., 2002. *Climate Dynamics* 18, 545.
- Mangini et al., 2005 *EPSL* 35, 741.
- Mann et al., 1998 *Nature* 392, 779.
- Maugeri et al., 2004. *Int.J. Climatol*. 24, 437.
- Mitchell & Jones 2005, *Int. J. Climatol.*, 25, 693
- Muscheler et al 2004. *Geophys. Monographs* 141, 221.
- Pfister, 1992 in Bradley & Jones *Climate since AD 1500*, Rutledge.
- Rozanov et al., 2004. *J. Geophys. Res.* 106, 233.
- Schaer et al., 2004. *Nature* 427, 332
- Schlesinger & Andronova 2004, *Geophys Monograph* 141, 261.
- Shindell et al., 1999 *Science* 284, 305.
- Smith et al., 2006 *Int. J. Climatol*.

Wynn et al., 2006, DAPHNE-DFG Forschergruppe - 1st workshop, Innsbruck 22-24.11.2006, Abstracts, 25.

Xoplaki et al., 2005, *Geophys. Res. Lett.* 32 L15713 doi 10.1029.

Phenomenological solar contribution to the 1900-2000 global surface warming. Scafetta, West. *Geophysical research letters*, Vol. 33, 2006.

Estimated solar contribution to the global surface warming using the ACRIM TSI satellite composite. Scafetta N. *Geophysical research letters*, Vol. 32, 2005.

### **Indicatori biologici**

*Impact of climate change on wildlife.* Edited by Rhys E. Green et al. RSPB, 2003.

Effetti dei cambiamenti climatici nel mediterraneo. Mangoni O., 2004. Atti convegno "Cambiamento climatico globale, quale futuro delle stagioni". Università di Napoli, 13 Ottobre 2004.

La fauna in Italia, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2002.

Impact of possible climatic change on bird habitat distribution: a model approach for the Alps. Mingozi T., et al., 1994. Ed.: E.J.M. Hagemeyer & T.J. Verstrael. *Bird numbers. 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects.* SOVON, Beek-Ubbergen, The Netherlands, pp. 273-284.

*Migratory Species and Climate Change: Impacts of a Changing Environment on Wild Animals*

Climate change and human health in Europe. Kovats S. 1999. *British Medical Journal* 318(7199): 1682-1685.

EDEN 2005. *Emerging Diseases in a changing European environment.* <http://www.eden-fp6project.net/>

Early detection of tick-borne encephalitis virus spatial distribution and activity in the province of Trento, northern Italy. Rizzoli A., et al., 2007. *Geospatial Health.*

Nuovi ritrovamenti di flebotomi (DIPTERA, PSYCHODIDAE) nella parte meridionale del Trentino. Ferrarese U. et al. 2005. *Annali Museo Civico di Rovereto.*

La leishmaniosi in Italia, Natale A., 2004, *Obiett. Doc. Vet.* 12:23-8.

La diffusione della zanzara tigre a Rovereto, Ferrarese U., 2006, *Annali Museo Civico di Rovereto.*

Project: "Phenology as an indicator of climate change effects (PhenoClim)", <http://project.itek.norut.no/phenology/>).

Kramer K., Leinonen I., Loustau D., 2000, *The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forests ecosystems: an overview.* *International Journal of Biometeorology*, 44, 67-75.

de Dios V.R., Fischer C. and Colinas C., 2007, *Climate Change Effects on Mediterranean Forests and Preventive Measures.* *New Forests*, 33, 29-40.

Dirnböck T., Dullinger S. and Grabherr G., 2003, *A regional impact assessment of climate and land-use change on alpine vegetation,* *Journal of Biogeography*, 30 (3), 401-417.

Rebetz, M., Dobbertin, M., 2003. *Impact of climate change on forest stands in the Alps: a case study of Scots pine mortality in the Swiss Rhone valley,* EGS - AGU - EUG Joint Assembly, Abstracts from the meeting held in Nice, France, 6 - 11 April 2003.

Jean-Paul Theurillat and Antoine Guisan, 2001. *Potential Impact of Climate Change on Vegetation in the European Alps: A Review.* *Climate change*, 50, (1-2), 77-109.

*Climate change and biodiversity in Europe: a review of impacts, policy responses, gaps in knowledge and barriers to the exchange of information between scientists and policy makers.* 2005. Edited by: R. Brooker & J. Young. NERC Centre for Ecology and Hydrology, Oxford (UK).

Garten Jr CT (2004) *Soil carbon dynamics along an elevation gradient in the southern Appalachian Mountains.* U.S. Department of Energy, Environmental Science Division, Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-2004/50, 1-26.

Archivio floristico del Museo civico di Rovereto.

- P.A.T. Servizio Foreste Caccia e Pesca - 1992 "Carta del limite potenziale del bosco in Trentino".
- Frei T, Leuschner R. M., 2000, A change from grass induced allergy to tree pollen induced allergy: 30 years of pollen observation in Switzerland. *Aerobiologia*, 16: 407-416.
- Rasmussen A., 2002. The effects of climate change on the birch pollen season in Denmark. *Aerobiologia*, 18: 253-265.
- Jäger S., Nilsson S., Berggren B., Pessi A-M., Helander M., Ramfjord H., 1996. Trends of some airborne tree pollen in the Nordic countries and Austria, 1980-1993, 35: 171-178.
- Beggs P. J., 2004. Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. *Clinical and Experimental Allergy*. 34 (10): 1507-1513.
- Inoue S., Kawashima S., Takahashi Y., 2002. Estimating the beginning day of Japanese cedar pollen release under global climate change. *Global Change Biology*. 8 (12): 1165-1168 2002.
- Menzel et al., 2006, European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* (2006) 12, 1969-1976.
- Esposito et al., 2006: Eventi estremi di precipitazione in Italia. In: CLIMAGRI - Cambiamenti climatici e agricoltura. Risultati conclusivi. Roma, ottobre 2006. A cura di Esposito, S., Epifani, C., e Serra, C..P. 31-43.
- Moonen et al., 2002 : Climate change in Italy indicated by agrometeorological indices over 122 years. *Agr. For. Met.*, 111:13-27.
- Dobbertin et al., 2005: The decline of *Pinus sylvestris* L. forests in the swiss Rhone Valley - a result of drought stress? *PHYTON-ANNALES REI BOTANICAE* 45 (4): 153-156.

#### **Ambiti di ricaduta e indici associati**

- Rea R., et al., 2007, La climatologia delle gelate in Trentino: il passato e gli scenari futuri. Disponibile su <http://217.222.71.209/meteo/agricoltura/gelate7.php>
- Nanni et al., 2002, Variazioni climatiche in Italia negli ultimi 130 anni. *Riv. Met. Aeron.* n. 4 (2002): 21-27.
- Zinoni et al., 2000, Metodi di previsione e difesa dalla gelate tardive. *Calderini Edagricole*, Bologna.
- Antolini et al., 2006: Effetto delle modificazioni del clima sui rischi da gelate (invernali, precoci, tardive) e sul soddisfacimento in freddo delle specie coltivate. In: CLIMAGRI - Cambiamenti climatici e agricoltura. Risultati conclusivi. Roma, ottobre 2006. A cura di Esposito, S., Epifani, C., e Serra, C..P. 93-104.
- Moonen et al., 2002: Climate change in Italy indicated by agrometeorological indices over 122 years. *Agr. For. Meteor.*, 111(1), 13-27.
- Thaler et al., 2005: Fluctuation in heat related mortality in Vienna. 17th Int. Congr. on Biometeor (Proceedings). *Annalen der Meteorologie*, 41(1), 382-385.
- Kysely, 2005: Heat related mortality in the Czech republic in present and future times. 17th Int. Congr. on Biometeor (Proceedings). *Annalen der Meteorologie*, 41(1), 240-243.
- Koppe et al., 2005 : Impacts of climate change on heat related mortality in Baden-Württemberg. 17th Int. Congr. on Biometeor (Proceedings). *Annalen der Meteorologie*, 41(1), 213-216.
- Bartolini et al., 2005: 1955-2004: 50 years of Tuscany (Italy) summer temperature climatic indices. 17th Int. Congr. on Biometeor (Proceedings). *Annalen der Meteorologie*, 41(1), 394-397.
- Aihara e Aihara, 2005: Influence of the climate on the incidence of heat stroke in the patients delivered on ambulance. 17th Int. Congr. on Biometeor (Proceedings). *Annalen der Meteorologie*, 41(1), 239.
- Maracchi et al., 2005: IMPACTS OF PRESENT AND FUTURE CLIMATE VARIABILITY ON AGRICULTURE AND FORESTRY IN THE TEMPERATE REGIONS: EUROPE. *Climatic Change* 70, 117-135.
- Zinoni, F., 2007: Il problema delle gelate in agricoltura nel mondo e in Italia. Disponibile su <http://217.222.71.209/meteo/agricoltura/gelate7.php>
- Piervitali and Colacino, 2003: Precipitation Scenarios in the Central-western Mediterranean basin. In:

*Bolle (ed. by): Mediterranean Climate, pp. 245-258.*

*Crisci et al., 2006: Costruzione di scenari climatici futuri [...] destinati allo studio del loro effetto sull'agricoltura italiana. In: CLIMAGRI - Cambiamenti climatici e agricoltura. Risultati conclusivi. Roma, ottobre 2006. A cura di Esposito, S., Epifani, C., e Serra C., pp. 45-55.*

*Schmidli and Frei, 2005: Trends of heavy precipitation and wet and dry spells in Switzerland during the 20th century. INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY 25 (6): 753-771 MAY 2005.*

*Salvati et al., 2006: Desertificazione, cambiamenti climatici e agricoltura in Italia [...]. In: CLIMAGRI - Cambiamenti climatici e agricoltura. Risultati conclusivi. Roma, ottobre 2006. A cura di Esposito, S., Epifani, C., e Serra C., pp. 175-185.*

*Reeve and Toumi, 1990: Lightning activity as an indicator of climatic change. Q.R.J. Meteorol., 125, 893-903.*

*Forlin L., Investigating the impacts of climate change on hydrologic variability in the Brenta catchment using a multi-model approach, università di Trento, Tesi di Laurea, 2007.*

*Bertoldi G., Rigon R., T. M. Over, Impact of Watershed Geomorphic Characteristics on the Energy and Water Budgets, Journal of Hydrometeorology, Vol. 7, No. 3, pages 389-403, June 2006.*

### **Neve e ghiacciai**

*Il ghiacciaio d'Agola (L. Carturan e R.Seppi) – Adamello Brenta (anno 9 - n. 3 - dicembre 2005).*

*Il bilancio di massa del Ghiacciaio del Careser nell'anno idrologico 2004-2005 (L. Carturan e R.Seppi), Riunione semestrale del Comitato Glaciologico Italiano, Torino 2 dicembre 2005.*

*IUGG (CCS) - UNEP - UNESCO - WMO. 2005. Fluctuations of Glaciers 1995-2000, Volume VIII. World Glacier Monitoring Service, Zurich, p. 288.*

*Zemp M., Haeberli W., Hoelzle M., Paul F. 2006, Alpine glaciers to disappear within decades? Geophysical Research Letters 33: L13504, doi: 10.1029/2006GL026319.*

*Carturan L. & Seppi R. (In press), Recent mass balance results and morphological evolution of Careser glacier (Central Alps). Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria.*

*Carturan L. Seppi R., Bezzi R., Paoli A. 2005, Il bilancio di massa dei ghiacciai dolomitici ad alimentazione mista: il caso del Ghiacciaio d'Agola (Dolomiti di Brenta, Trentino). Materiali, Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova 28 (2005), 58-60.*

*Haeberli W., Maisch M., Paul F., 2002. Mountain glaciers in global climate-related observation networks. World Meteorological Organization Bulletin 51(1), 1-8.*

*Frauenfelder R., Zemp M., Haeberli W., Hoelzle M., 2005 - Worldwide Glacier Mass Balance Measurements: trends and first results of an extraordinary year in Central Europe. Ice and Climate News, N. 6, August 2005.*

*AINEVA, Neve e Valanghe n. 58 agosto 2006 "Nevosità in Italia, ultimi 20 anni" M. Fazzini, L. Magagnini, A. Giuffrida, G. Frustaci. M. Di Lisciando, M. Gaddo.*

*AINEVA, Neve e Valanghe n. 48 - aprile 2003 "La neve in Trentino, analisi statistica del fenomeno nell'ultimo ventennio" M. Fazzini, M. Gaddo*

*Indice di sciabilità - Climatologia alpina e sue applicazioni al turismo: calcolo dell'indice di sciabilità nell'area del Parco Paneveggio – Pale di S. Martino (Trentino Orientale). M. Farini, F. Cenacchi, P. Billi, M. Gaddo.*

*Beniston, M., Keller F., Koffi B., Goyette S., 2003, Estimates of snow accumulation and volume in the Swiss Alps under changing climatic conditions. Theor. Appl. Climatol., 76, 125-140.*





Gruppo di lavoro  
Analisi e monitoraggio  
del clima



## Obiettivo del gruppo di lavoro

A partire dalla situazione esistente, sia in termini organizzativi che di conoscenza scientifica raggiunta, si intende fornire una serie di proposte perché siano garantite con continuità e migliorate le attività di monitoraggio dei parametri e degli indicatori

climatici, le attività di ricerca, di analisi e di studio dell'evoluzione del clima osservata fino ad oggi e di quella attesa in futuro, e infine le attività di divulgazione delle informazioni e la fornitura di servizi alle diverse tipologie di utenza.

## Metodo di lavoro adottato

Sin dall'inizio del percorso il gruppo ha condiviso un metodo di lavoro che ha consentito di giungere attraverso una serie di tappe pianificate alla stesura del documento finale.

Sono state coinvolte undici realtà presenti in Trentino che si occupano a vario titolo di attività di monitoraggio o di ricerca di indicatori climatici e ben 38 persone hanno partecipato e collaborato nelle diverse fasi del percorso. Lo schema logico adottato ha previsto inizialmente una fase di conoscenza delle realtà coinvolte e delle rispettive attività nei settori legati al clima e quindi dello stato dell'arte delle conoscenze scientifiche disponibili allo stato attuale. Preso atto delle conoscenze disponibili sono state fatte emergere le principali problema-

tiche esistenti e quindi attraverso un'analisi delle medesime sono stati definiti degli obiettivi per la soluzione delle problematiche stesse e individuate delle priorità di intervento.

L'ultima fase ha permesso di giungere alla definizione di proposte concrete e di attività associate per favorire la soluzione delle problematiche o comunque apportare dei miglioramenti sia per quanto riguarda le reti di monitoraggio che per quanto concerne le attività di ricerca e analisi dei dati.

La definizione di tali proposte è stata svolta attraverso la formazione di sottogruppi di lavoro che ha consentito di lavorare in funzione delle rispettive competenze ed aree di interesse alle persone che vi hanno contribuito e partecipato.

## Analisi della situazione esistente: lo stato dell'arte

Nella prima fase del lavoro si è cercato di effettuare un'analisi dello stato dell'arte sia per quanto riguarda la conoscenza delle realtà coinvolte e delle rispettive attività svolte nel campo della climatologia che per quanto riguarda le conoscenze scientifiche disponibili allo stato attuale.

### LA CONOSCENZA DELLE REALTÀ COINVOLTE

Di seguito vengono riportate le realtà che hanno partecipato direttamente al gruppo di lavoro, o che comunque sono state coinvolte, con indicate le rispettive aree di competenza e le attività svolte.

Si tratta quindi di realtà che svolgono attività di monitoraggio dei parametri fisici diretti o di indicatori secondari, che svolgono attività di ricerca e infine che a vario titolo forniscono servizi verso l'esterno. Tale analisi ha consentito di conoscere le rispettive attività istituzionali svolte, di conoscere le sinergie in atto, di conoscere i progetti avviati e le collaborazioni in atto con altri enti italiani ed esteri e di riconoscere le principali problematiche e lacune presenti.

### LE CONOSCENZE SCIENTIFICHE

Un'importante attività svolta ha permesso di effettuare un censimento delle conoscenze scientifiche in merito alle tendenze sia per il passato e fino al presente (le conoscenze ad oggi) sia per il futuro (le proiezioni degli scenari) di alcuni indicatori climatici. È stato redatto un documento (Sintesi delle tendenze osservate e degli scenari previsti dei principali indicatori climatici) nel quale sono fornite indicazioni in merito alle principali forzanti radiative (gas serra, aerosol e attività solare), agli indicatori fisici (temperature, precipitazioni, ghiacciai e neve), agli indicatori biologici (fauna e biodiversità, flora e vegetazione) e ai principali ambiti di ricaduta (risorsa idrica, eventi estremi, salute umana, agricoltura e foreste). Per ciascuno degli indicatori si è cercato di fornire delle analisi relative a diverse scale geografiche: sull'area globale, sull'area del Mediterraneo, sull'area delle Alpi e infine sull'area locale del Trentino laddove disponibili. La stesura del documento ha visto la collaborazione dei ricercatori delle diverse realtà partecipanti al gruppo di lavoro che hanno fornito un prezioso contributo scientifico

	Area	Attività
Dipartimento Protezione Civile e Tutela del Territorio - PAT	Meteoclimatologia, Glaciologia, Nivologia	Monitoraggio e fornitura servizi
Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente - PAT	Misure ambientali	Monitoraggio e fornitura servizi
I.S. Sicurezza del Sistema Idraulico - PAT	Idrologia	Monitoraggio e fornitura servizi
Servizio Foreste e Fauna - PAT	Foreste e Fauna	Monitoraggio e fornitura servizi
Istituto Agrario di S.Michele all'Adige – Fondazione Mach – U.A. AMCA	Agroclimatologia, Vegetazione e Biodiversità	Ricerca, monitoraggio e fornitura servizi
Dip. di Ingegneria Civile e Ambientale (Università di Trento)	Meteoclimatologia, Idrologia	Ricerca, monitoraggio e fornitura servizi
Museo Tridentino di Scienze Naturali	Paleoclima e ambiente, Fauna, Vegetazione e Biodiversità	Ricerca, monitoraggio e fornitura servizi
Centro di Ecologia Alpina - Fondazione Mach	Fauna, Vegetazione e Biodiversità	Ricerca e monitoraggio
IRST - MPBA Modelli Predittivi per dati Biologici ed Ambientali (Fondazione Kessler)	Telerilevamento	Ricerca e fornitura servizi
Museo Civico di Rovereto	Rilievi meteo e geofisici, Flora	Ricerca, monitoraggio e fornitura servizi
CNR IVALSA - Istituto per la Valorizzazione del legno e delle specie arboree	Dendroclimatologia	Ricerca, monitoraggio e fornitura servizi

in funzione delle rispettive competenze e degli ambiti di ricerca. Il documento prende come riferimento le numerose pubblicazioni scientifiche riportate in letteratura e quelle prodotte dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) e in particolare il rapporto finale del Working Group I, "Climate Change 2007: The Physical Science Basis".

È stato quindi redatto un estratto del documento scientifico che ha permesso di fornire i primi ed essenziali input scientifici ai diversi gruppi di lavoro delineando i possibili scenari attesi per quanto riguarda i principali parametri climatici ed è stato organizzato un seminario dove tali evidenze sono state presentate ai referenti dei diversi gruppi di lavoro.

Al termine del percorso è stata predisposta una versione finale della sintesi delle conoscenze scientifiche (Cambiamenti climatici in Trentino: osservazioni e scenari futuri) che viene riportata integralmente in apertura di questo documento e fornisce una vi-

sione più completa anche alla luce della pubblicazione in estate dei lavori definitivi dell'IPCC e delle numerose pubblicazioni che sono state rese note a settembre nella prima Conferenza Nazionale sui Cambiamenti Climatici organizzata a Roma.

## Analisi dei problemi emersi

A partire dalle attività svolte dai rispettivi enti di appartenenza e soprattutto dalle lacune di conoscenza scientifica sull'area alpina e trentina che sono emerse dalla stesura del documento scientifico, sono state messe in evidenza le problematiche esistenti in termini sia di ricerca, di monitoraggio e di analisi dei dati, sia per quanto riguarda gli aspetti organizzativi e i servizi forniti.

Al fine di facilitare l'individuazione delle soluzioni, le problematiche sono state raggruppate nelle seguenti aree:

- a) Problematiche di carattere strutturale e organizzativo
- b) Problematiche legate alle attività di ricerca
- c) Problematiche legate alle attività di monitoraggio, raccolta e analisi dai dati per aree specifiche

### PROBLEMATICHE DI CARATTERE STRUTTURALE E ORGANIZZATIVO

La problematica che emerge con maggiore evidenza è che, pur esistendo diverse realtà in Trentino impegnate nel monitoraggio e analisi di indicatori climatici, nelle attività di ricerca e nella fornitura di servizi legati ai parametri climatici, si constata tuttavia lo scarso coordinamento tra queste realtà e un livello insufficiente di scambio di informazioni e conoscenze se non all'interno di progetti comuni.

Lo scarso coordinamento fa emergere alcuni limiti delle attività svolte, che sono comunque di alto livello e spesso all'avanguardia a livello italiano e internazionale, come la mancanza della garanzia di continuità delle attività di ricerca svolte e dei risultati ottenuti e la mancanza di razionalizzazione delle risorse umane ed economiche.

Emerge una generale ampia disponibilità di risorse tecniche e strumentali non supportata da un'ade-



*Seracchi sul ghiacciaio dell'Adamello.*

guata risorsa di personale tecnico e scientifico con le opportune competenze e in grado di garantire anche la continuità e l'alta professionalità dei lavori. Sembra poi mancare una chiara visualizzazione della comunità degli utenti finali dell'informazione climatologica e del tipo di informazione richiesta. Inoltre i canali informativi verso le utenze esterne sui temi connessi alla climatologia e ai cambiamenti climatici sono tuttora inadeguati e frammentati. Si nota poi una scarsa relazione e collaborazione nel monitoraggio e analisi dei dati climatici con le realtà interessate nell'arco Alpino e in Italia. Un problema sottolineato dagli enti di ricerca è che la partecipazione a progetti di ricerca con partner europei e italiani e quindi l'accesso a importanti risorse finanziarie è spesso ostacolata da difficoltà di carattere amministrativo e gestionale e dalla mancanza di chiari riferimenti e orientamenti.

### **PROBLEMATICHE LEGATE ALLE ATTIVITÀ DI RICERCA**

Tra le lacune evidenziate emerge senza dubbio la necessità di disporre di simulazioni di modelli climatici a scala locale per conoscere come le condizioni climatiche potranno influire sulle diverse attività umane nei prossimi decenni. Non esistono tuttavia al momento strumenti di modellistica adeguati per disporre di previsioni climatiche regionali. Inoltre non sono attualmente operativi in Trentino gli strumenti di calcolo e di ricerca sufficienti e si rende quindi necessario lavorare in collaborazione con altri centri di ricerca.

Per quanto riguarda gli studi relativi al passato recente e remoto è emerso l'elevato livello di indagine raggiunto in Trentino sui dati proxy ma si pone il problema di dare continuità e coordinamento alle ricerche in questa direzione. Tuttavia appare

evidente la lacuna di indagine sui dati delle serie storiche strumentali dell'ultimo secolo. Nonostante la mole di dati disponibili sono infatti insufficienti gli studi che concentrano l'attenzione sugli ultimi 100 anni, che sono appunto quelli che crediamo siano impattati dalle attività umane.

Mancano poi valutazioni sul possibile impatto delle variazioni climatiche sul ciclo idrologico ed è emersa l'importanza di approfondire la conoscenza delle conseguenze climatiche sul suolo a fronte di una grande carenza di informazioni che riguardano i diversi aspetti ad esso legati (permafrost, bilanci idrici, stima bilanci CO<sub>2</sub>, ecc.).

Se risultano soddisfacenti le conoscenze sulla fauna e la vegetazione in Trentino, meno chiari sono invece gli effetti dei cambiamenti climatici in atto sugli ecosistemi sia per la mancanza di studi specifici che per l'interferenza dell'azione antropica.

### **PROBLEMATICHE LEGATE ALLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO, RACCOLTA E ANALISI DEI DATI PER AREE SPECIFICHE**

#### **Indicatori meteorologici**

Si dispone di una rete di stazioni nivo-meteorologiche automatiche, in parte con serie storiche, con buona disponibilità di dati tuttavia solo parzialmente valorizzati ai fini della climatologia. In particolare non sono state ancora individuate le serie secola-

ri di riferimento per la climatologia (temperatura e precipitazioni) e che dovrebbero essere soggette a particolari livelli di priorità in termini di manutenzione e controllo della qualità, che sono attualmente carenti, al fine di garantire la continuità del monitoraggio. Inoltre diverse serie storiche appartengono a più enti e sono state studiate e analizzate con metodi diversi, in particolare per quanto riguarda le tecniche di omogeneizzazione.

Mancano o sono insufficienti elaborazioni statistiche di riferimento per la climatologia del Trentino e studi adeguati e aggiornamenti continui su diversi indicatori derivati: eventi estremi di precipitazione, siccità, ondate di calore, ondate di freddo. Per alcuni di questi aspetti occorre definire in modo condiviso i parametri da indagare (es. siccità e ondate di calore). Pur esistendo alcune importanti elaborazioni attualmente non si dispone di un atlante climatico del Trentino, commentato e corredato con tabelle e grafici di uso corrente.

#### **Ghiacciai**

Esiste un buon livello di coordinamento, ma occorre fare una programmazione a lungo termine che, tenendo conto di obiettivi e risorse a disposizione, individui una serie di attività ritenute prioritarie e ne garantisca la continuità negli anni.

#### **Risorsa idrica**

Risulta opportuno realizzare studi e lavori relativi all'accoppiamento di modelli climatici e idrologici



*La Catena di Lagorai.*

ed integrare gli studi su parametri derivati (curve di portata, eventi estremi di precipitazione). Risulta inoltre necessario integrare le serie storiche di dati idrometrici e la loro validazione.

### **Paleoclima**

Sono necessarie altre serie a risoluzione annuale per validare i risultati fino ad ora ottenuti, per avere una statistica più robusta e per individuare la diversa risposta ai cambiamenti climatici globali in aree del Trentino con caratteristiche climatiche assai differenti (ad es. Vallagarina e Primiero). Sono in particolare da evidenziare la mancanza di punti di monitoraggio ipogeo sul lungo periodo per garantire e approfondire: le funzioni di trasferimento tra situazione attuale e proxy-data paleoclimatici, il monitoraggio a lungo termine della risposta infiltrativa di aerosol atmosferici (solfati), lo sviluppo di un modello isotopico robusto per le acque meteoriche e ipogee.

### **Dendroclimatologia**

La dendroclimatologia grazie al segnale annuale, l'elevata replicabilità, la sensibilità al cambiamento climatico e l'alta risoluzione degli anelli arborei, rappresenta una delle principali fonti di dati proxy per lo studio del clima negli ultimi secoli/millenni. A fronte di ciò emerge, a tutt'oggi, una scarsità di studi in questo senso in Trentino, nonostante la ricchezza di foreste del territorio e la presenza di alcuni ricercatori che si occupano di dendrocronologia all'interno di diversi enti. Si avverte pertanto la necessità di un coordinamento tra ricercatori, nonché il confronto e l'integrazione dei dati dendro con altri dati proxy e misure climatiche strumentali.

### **Problematiche relative al suolo**

A fronte della necessità di approfondire gli studi sui suoli si evidenzia l'inadeguatezza della rete di monitoraggio in diversi ecosistemi della risposta del

suolo ai cambiamenti climatici.

### **Indicatori biologici: fauna, biodiversità e vegetazione**

Per quanto riguarda gli indicatori biologici (soprattutto vegetazione di interesse forestale, flora, fauna, artropodi di interesse sanitario, insetti e funghi patogeni, pollini, licheni) sono già in essere una serie di attività di monitoraggio con disponibilità di numerosi dati che tuttavia necessiterebbero di un'analisi organica e finalizzata alla valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici. Si riscontra tutta-

via la necessità di integrare e migliorare le stesse reti proprio per garantire studi più adeguati alla valutazione delle interazioni del clima con gli ecosistemi e la biodiversità.

### **Gas serra**

Per giungere alla valutazione delle emissioni provinciali di tutti i gas serra ed effettuare un bilancio complessivo degli stessi occorre condividere le metodologie di calcolo e la validazione dei dati che attualmente sono raccolti da diversi enti non ancora sufficientemente coordinati.

## Le proposte emerse

L'analisi dei problemi relativi al monitoraggio e alla ricerca nella climatologia ha permesso quindi di definire gli obiettivi da raggiungere per individuare possibili soluzioni alle problematiche emerse e quindi le attività finalizzate al raggiungimento degli obiettivi stessi e le modalità di esecuzione (tempi, referenti, costi, ecc.). Sono così emerse diverse proposte sia di carattere generale e trasversale a tutte le realtà coinvolte che proposte più specifiche e tematiche. Di seguito sono elencate le linee essenziali delle proposte emerse lasciando le specifiche delle stesse, con relative indicazioni di tempi di esecuzione e stime dei costi da sostenere, a documenti di approfondimento.

La proposta più importante si riferisce alla necessità di individuare delle opportune modalità di coordinamento tra le realtà che sono impegnate in Trentino in attività di monitoraggio e ricerca in climatologia. La soluzione a tale problema indubbiamente pone le condizioni affinché molte altre problematiche emerse possano essere più facilmente superate. Successivamente sono elencate diverse proposte che si riferiscono a differenti aree tematiche e si possono distinguere essenzialmente in proposte di miglioramento e adeguamento delle reti di monitoraggio e in proposte per sviluppare attività di ricerca o comunque di elaborazione e analisi dei dati esistenti. Le proposte qui elencate si riferiscono princi-

palmente all'elaborazione di priorità individuate dal gruppo di lavoro in questa prima fase di confronto e dovranno essere integrate con ulteriori proposte che potranno emergere da un'analisi più accurata di settori di interesse per i cambiamenti climatici non ancora presi in considerazione in modo adeguato. Ad esempio dovendo privilegiare le attività finalizzate a migliorare la conoscenza del clima e della sua evoluzione, quelle relative alle ricadute sul comparto biotico risultano al momento indicative e potranno essere ulteriormente incrementate, in particolare includendo nel campo d'azione anche i settori forestale ed idrobiologico.

Tali proposte sono descritte in modo sintetico attraverso la definizione dell'obiettivo generale e degli eventuali obiettivi specifici e quindi attraverso l'indicazione delle attività previste.

### **PROPOSTA DI CREAZIONE DI UN "COORDINAMENTO TRENINO STUDI SUL CLIMA"**

#### **Descrizione della proposta**

L'analisi delle problematiche emerse ha messo in evidenza l'urgenza di garantire il coordinamento delle realtà impegnate a vario titolo sul territorio Trentino in attività di ricerca e di monitoraggio delle variabili climatiche. Nasce da qui la proposta di costituire un ambito di coordinamento promosso e supportato dall'amministrazione provinciale con

specifiche funzioni richieste e con un'ipotesi di struttura organizzativa da adattare alle esigenze di sostenibilità.

#### **Obiettivo**

Individuare modalità organizzative per il coordinamento a livello provinciale tra le realtà impegnate nel monitoraggio, nella ricerca e nella fornitura di servizi inerenti la climatologia e i cambiamenti climatici.

Il coordinamento dovrebbe garantire il perseguimento dei seguenti obiettivi specifici:

1. Favorire la continuità, l'efficienza e la razionalità nelle attività di monitoraggio climatico, di ricerca e di fornitura di servizi attraverso la definizione di programmi di lavoro pluriennali condivisi.
2. Individuare eventuali lacune nelle attività di monitoraggio e ricerca climatica svolte a livello provinciale, suggerendo soluzioni specifiche per il loro superamento.
3. Garantire e adeguare il personale tecnico e scientifico necessario al raggiungimento degli obiettivi definiti. Emerge infatti una generale disponibilità di risorse tecniche e strumentali non supportata da un'adeguata risorsa di personale tecnico e scientifico con le opportune competenze e in grado di garantire anche la continuità e l'alta professionalità dei lavori.
4. Identificare gli utenti finali, le tipologie di richie-

ste (contenuto, forma, canale di contatto, frequenza di richiesta, ecc.) e le forme ottimali per soddisfarle.

5. Valutare l'adeguatezza degli strumenti informativi fino ad ora usati sui temi della climatologia e dei cambiamenti climatici e definire eventuali nuovi standard.
6. Definire un sistema strutturato di base di dati di riferimento per la climatologia e definire modalità condivise di validazione e controllo della qualità dei dati.
7. Favorire e promuovere le relazioni e il coordinamento tra le strutture operanti in ambito provinciale.
8. Favorire e promuovere le relazioni con enti di monitoraggio e ricerca italiani e esteri.
9. Aumentare la capacità di networking e trasferimento di conoscenza scientifica a livello di regioni alpine europee.

### **Funzioni**

La funzione essenziale richiesta è quella di coordinamento tra le diverse realtà impegnate in Trentino nell'ambito della climatologia e dei cambiamenti climatici, valorizzandone le competenze specifiche, ma rispettandone la propria autonomia.

Tale coordinamento dovrà contribuire in particolare alla definizione di programmi di lavoro pluriennali condivisi tra i diversi enti, che specifichino opera-

tivamente obiettivi e risultati da conseguire, tempi, modi e ruoli e che individuino le risorse necessarie nelle forme che risulteranno più appropriate.

L'azione di coordinamento dovrebbe garantire in particolare di evitare ridondanze ma anche vuoti settoriali nelle attività sia di ricerca che di monitoraggio e dovrebbe favorire la trasmigrazione delle informazioni e degli esiti delle ricerche e degli studi effettuati.

Preso atto della tipologia delle attività svolte possono essere identificate tre macroaree attorno alle quali saranno definite delle funzioni specifiche ed esplicitate delle attività associate: Area Monitoraggio, Area Ricerca e Area Servizi.

#### **a) Area Monitoraggio**

Compito del coordinamento dovrebbe essere quello di fornire alle strutture competenti indicazioni condivise per garantire il monitoraggio dei principali parametri fisici e biofisici legati al clima e ai cambiamenti climatici con reti di misura che coprano il territorio trentino e soddisfino le diverse esigenze individuate garantendo continuità, razionalità ed efficienza delle misure, nonché la conformità alle normative dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale.

Nella selezione dei punti di monitoraggio (ad es. in ambito meteorologico, glaciologico, nivologico, idrologico, atmosferico, speleologico, biologico e



*Acquisizione dati.*

pedologico) si opereranno delle scelte in base alla valenza climatica dei singoli punti, alla disponibilità di serie storiche di lungo periodo, e alla dislocazione territoriale. Le reti di monitoraggio dovranno prevedere un numero adeguato di punti di misura, da decidere in base ai processi da monitorare e da condividere con le strutture competenti.

Un ruolo fondamentale del coordinamento deve essere quello di favorire una gestione più efficace della base di dati osservati e raccolti attraverso differenti data base proprietari, garantendo una struttura informativa condivisa e conforme agli standards internazionali che faciliti l'accesso ai dati secondo politiche concordate di trattamento e cessione dei dati per gli studi e le analisi inerenti la climatologia.

Si tratta inoltre di garantire uno standard di manutenzione, controllo di qualità e validazione dei dati

e di definire criteri, tempi e modalità dell'aggiornamento continuo della base di dati climatologici.

### **b) Area Ricerca**

Compito del coordinamento dovrebbe essere quello di fornire delle linee di indirizzo sulle attività di ricerca, di individuare le realtà competenti e le risorse necessarie, di favorire partnership tra attori locali, nazionali e internazionali cercando di valorizzare e potenziare le competenze specifiche maturate.

L'analisi delle problematiche ha fatto emergere alcune linee prioritarie di ricerca mentre altre potranno essere definite da un'analisi più approfondita delle esigenze dei diversi utenti.

Tra le linee prioritarie di ricerca sono emerse: l'analisi statistica sui dati delle serie storiche strumentali; lo studio delle proiezioni climatiche su scala locale e regionale; gli studi paleoclimatici (speleotemi,

dendroclimatologia, ecc.); lo sviluppo di tecniche di interpolazione spazio-temporale; lo studio degli effetti dei cambiamenti climatici sul ciclo idrologico, sui suoli, su fauna e biodiversità animale, su vegetazione ed ecosistemi, sulla salute umana e animale.

### **c) Area Servizi**

Compito del coordinamento è quello di favorire l'identificazione dei vari utenti finali, le tipologie di richieste, le forme ottimali per soddisfarle. Questo dovrebbe garantire l'individuazione e l'attivazione di linee di ricerca e di analisi ed elaborazione dati finalizzate al soddisfacimento dei servizi richiesti.

Sono individuabili alcuni settori interessati dagli impatti di possibili cambiamenti climatici e si rende necessario stabilire relazioni e approfondimenti con le istituzioni di riferimento per queste utenze al fine di approfondirne le esigenze: ecosistemi terrestri ed acquatici, agricoltura, gestione della risorsa idrica, sanità, turismo, energia e trasporti, costruzioni e infrastrutture, pianificazione territoriale, gestione dei rischi.

Occorre inoltre valutare l'adeguatezza degli strumenti informativi e comunicativi fino ad ora usati e definire eventuali nuove modalità ad esempio attraverso la creazione di un portale web dedicato alla climatologia, la produzione di pubblicazioni e rapporti di settore, la diffusione e valorizzazione di

informazioni prodotte dai diversi enti in modo coordinato; attività formative ed educative sia rivolte a tecnici che rivolte a pubblico più generico; l'organizzazione di seminari e convegni.

### **Organizzazione, metodologia e tempi previsti**

Si ritiene necessaria una fase transitoria per una valutazione della sostenibilità tecnica e finanziaria del coordinamento alla luce anche delle iniziative di partnership già in atto o in programma a livello provinciale.

Si ipotizza comunque una struttura leggera che concretamente supporti il coordinamento e costituita dalle seguenti componenti e funzioni:

**Centri di competenza:** sono gli enti del territorio referenti per le attività di ricerca e monitoraggio individuati tra quelli che hanno partecipato al gruppo di lavoro, ma che potranno essere estesi ad altri enti competenti, e che di fatto costituiscono il coordinamento e svolgono gran parte delle attività programmate.

**Direzione e segreteria:** è lo staff responsabile dell'organizzazione operativa che ha il compito di svolgere o comunque coordinare prevalentemente le attività di servizio; di fornire un supporto tecnico e organizzativo al Comitato scientifico; di monitorare le attività in corso, favorire le interazioni – sia tra soggetti attivi sul territorio, sia con soggetti esterni –, coordinare la formulazione di proposte

e fornire supporto informativo e organizzativo per l'accesso a finanziamenti esterni e interni all'amministrazione provinciale.

**Comitato scientifico:** composto dai referenti dei Centri di competenza.

Ha il compito di definire una strategia di lavoro pluriennale coordinando i programmi in atto e previsti dai singoli enti nel settore della climatologia, cercando di valorizzare le rispettive competenze tecnico/scientifiche e di ottimizzare le risorse finanziarie e di personale evitando ridondanze ed evidenziando eventuali vuoti settoriali dove si rende opportuno intervenire. Stabilisce le risorse necessarie e individua le possibili linee di finanziamento svolgendo un ruolo consultivo nei confronti dell'amministrazione pubblica nel proporre la strategia di lavoro plurennale e nel suggerire le priorità di finanziamento.

## PROPOSTE DI MIGLIORAMENTO DELLE RETI DI MONITORAGGIO CLIMATICO

### Monitoraggio meteorologico

#### *Obiettivo generale*

Standardizzare e migliorare il livello di affidabilità del dato meteorologico e climatico raccolto, tramite: il miglioramento e la razionalizzazione del funzionamento e della gestione delle stazioni meteorologiche; il miglioramento e la standardizzazione dell'archiviazione e della validazione del dato meteorologico in vista di una sua fruizione climatologi-

ca; la diminuzione dell'incidenza di serie climatiche incomplete a causa di difetti di registrazione del dato.

#### *Attività proposte*

1. Definire un obiettivo di qualità per un livello mantenitivo desiderato
2. Definire protocolli di qualità per il dato archiviato
3. Identificare e creare algoritmi di ricostruzione di dati mancanti (attività permanente)
4. Definire le esigenze in termini di personale (unità, relativi profili professionali, formazione tecnica) per implementare le azioni di cui ai punti 1, 2 e 3 a tempo indeterminato
5. Organizzare, formare e indirizzare la "squadra di manutenzione"
6. Organizzare, formare e indirizzare la "squadra di validazione"

### Monitoraggio nivometrico di tipo manuale (campi neve)

#### *Obiettivo generale*

Garantire continuità al rilevamento dei parametri nivologici delle serie storiche e infittire la rete delle stazioni di rilevamento manuale evitando in particolare il rischio di interruzione delle serie storiche nelle zone di fondovalle.

#### *Attività previste*

1. Potenziamento dei campi neve manuali esistenti e individuare le modalità organizzative per ga-

rantire la presenza di osservatori e quindi dare continuità alla raccolta dati di alcune stazioni con serie storica ed estendere la raccolta dati anche in autunno e primavera.

2. Estensione della copertura dei campi neve a tutto il territorio provinciale in modo da garantire una copertura omogenea con particolare riguardo ai fondovalle, alle quote più elevate e alla zone attualmente di scarsa copertura (ad es. Lagorai).

### **Monitoraggio siti ipogei di rilevanza paleoclimatica**

#### *Obiettivo generale*

Monitoraggio di due siti ipogei (Grotta di Ernesto in Valsugana, Cogola di Giazzera in Vallarsa) dove sono disponibili serie paleoclimatiche da speleotemi relative agli ultimi 500 anni e/o speleotemi attivi che coprano l'intervallo temporale degli ultimi 1000-2000 anni, ai fini di costruire le funzioni di trasferimento tra parametri climatici e proxy data estratti da speleotemi.

#### *Attività previste*

1. Monitoraggio strumentale eseguito tramite una stazione climatica esterna e una serie di data-logger ipogei che registrano in continuo diversi parametri microclimatici.
2. Analisi periodica dei parametri di rilevanza climatica (temperatura, tempi di gocciolamento differenti stalattiti, conducibilità elettrica acque

ipogee, CO<sub>2</sub>-gas) lungo l'intero ciclo idrologico (acque meteoriche, di percolazione nel suolo, acque ipogee). Si effettueranno analisi chimiche e isotopiche ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) e la concentrazione di CO<sub>2</sub> - gas nel suolo e nella cavità.

3. Organizzazione e interpretazione dati. I dati raccolti andranno organizzati in database omogenei, integrati ai dati meteorologici delle stazioni limitrofe e interpretati ai fini di costruire le funzioni di trasferimento tra parametri climatici e proxy data estratti da speleotemi (spessore lamina annuale di accrescimento, elementi in traccia, isotopi  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  nella calcite, ecc.).

### **Monitoraggio idrometrico**

#### *Obiettivo generale*

Svolgimento di attività finalizzate al monitoraggio idrometrico anche per lo studio dei cambiamenti climatici.

#### *Attività previste*

**Attività 1:** digitalizzazione dei dati idrometrici presenti su supporto cartaceo (sia sotto forma tabellare che di diagramma), al fine di implementare il database della rete di monitoraggio idrometrico dell'Incarico speciale Sicurezza del sistema idraulico - Ufficio Dighe. Successiva analisi degli eventi estremi (siccitosi o alluvionali) che comprenda tra l'altro trends, ciclicità, ecc.

**Attività 2:** affinamento o realizzazione di scale di



*Cascata di ghiaccio.*

portata delle principali sezioni idrometriche, mediante l'effettuazione di misure a spot ed in campo, in periodi aventi situazioni idrologiche differenti.

**Attività 3:** implementazione del campo idrometrico sperimentale provinciale dell'Incarico speciale Sicurezza del sistema idraulico - Ufficio Dighe con ulteriore strumentazione per il monitoraggio sia delle portate in transito che delle altezze idrometriche.

### **Monitoraggio ghiacciai**

#### *Obiettivo generale*

Migliorare le conoscenze sullo stato attuale e sulle dinamiche evolutive dei ghiacciai Trentini. In particolare si propone di:

1. migliorare le tecniche di rilievo per il bilancio di massa tradizionale al fine di ridurre i tempi di indagine e consentire così di effettuare bilanci di massa annuali su un numero maggiore di ghiacciai;

2. rilevare l'effettivo volume dei principali ghiacciai trentini;
3. utilizzare un modello matematico in grado di simulare le dinamiche idrologiche dei ghiacciai al fine di prevederne l'evoluzione futura;
4. monitorare, con intervalli temporali di qualche anno, le variazioni planimetriche e volumetriche di tutti i ghiacciai ricadenti nel territorio provinciale.

#### *Attività previste*

1. Per il primo obiettivo si propone di acquistare una trivella a vapore in grado di realizzare nel ghiaccio fori profondi fino a 15 m consentendo così alle paline ablatometriche di rimanere infisse nel ghiaccio, senza ulteriore manutenzione, per almeno 3 anni; questo consentirebbe di gestire un numero molto maggiore di paline e conseguentemente, monitorare un numero maggiore di ghiacciai;
2. per il secondo obiettivo si propone la realizzazio-

- ne di rilievi georadar sui ghiacciai di interesse;
3. per il terzo obiettivo si propone di installare, sul corpo del ghiacciaio, delle stazioni meteorologiche in grado di misurare correttamente i parametri fisici necessari all'utilizzo del sopraccitato modello matematico idrologico;
  4. per il quarto obiettivo si propone di ripetere, a step temporali di 5 o 10 anni, i rilievi aerofotogrammetrici e laseraltimetrici effettuati per la prima volta nel settembre del 2003 su tutti i ghiacciai trentini.

### **Monitoraggio emissioni dei gas serra in Trentino**

#### *Obiettivo generale*

Valutare le emissioni provinciali dei gas serra attraverso metodologie di calcolo condivise in modo da disporre di un dato fruibile da tutti i soggetti interessati, utile anche per stimare il bilancio complessivo dell'anidride carbonica.

#### *Attività previste*

L'intervento consiste nell'applicare le metodologie di calcolo per la stima delle emissioni proposte e condivise a livello europeo, utilizzando fattori di emissione idonei e dati di partenza validati. L'attività è stata già intrapresa dall'Agenzia per l'ambiente che ha recentemente avviato, in collaborazione con l'Agenzia per l'ambiente della Provincia di Bolzano, il processo per la condivisione dell'inventario delle emissioni INEMAR, uno strumento già adottato da

molte delle Regioni del nord Italia, che consentirà di disporre di dati di emissione dei diversi inquinanti, compresi i gas serra, confrontabili con quelli delle altre realtà del bacino padano. In un primo tempo il calcolo delle emissioni verrà effettuato per gli anni 1995, 2000 e 2004 sulla scorta del materiale già disponibile presso l'APPA, prodotto durante l'attività di predisposizione dell'ultimo inventario delle emissioni. Il lavoro consiste in una migrazione di dati dal sistema utilizzato in precedenza al nuovo sistema INEMAR.

In seguito verranno proposti degli aggiornamenti a partire dall'anno 2005.

### **Realizzazione di un database comune dedicato ai dati climatici**

#### *Obiettivo generale*

Fornire un accesso strutturato e centralizzato ad un database integrato di dati climatici del Trentino e implementare metodi omogenei di catalogazione ed elaborazione degli stessi.

#### *Attività previste*

- Implementazione di un database relazionale ad oggetti Open Source (PostgreSQL) con estensione spaziale (PostGIS) per la gestione centralizzata dei dati climatici.
- Sviluppo di un WebServices OGC per la registrazione e la distribuzione dei dati attraverso la realizzazione di una interfaccia standardizzata.

- › Predisposizione di elaborazioni standard ad altre funzionalità per ottimizzare tempi di accesso a risorse di memoria.

Implementazione di metodi di catalogazione basati sull'uso di database per semplificare l'accessibilità da parte di utenti esperti.

### **Cambiamenti climatici, biodiversità e salute: monitoraggio di avifauna e teriofauna**

#### *Obiettivo generale*

Rafforzare le attività di monitoraggio già avviate da CEA e MTSN su avifauna e teriofauna (micromammiferi) esistente ed attivare ricerche specifiche di tipo eco-epidemiologico.

Gli uccelli ed i micromammiferi sono infatti molto sensibili ai cambiamenti climatici e possono essere considerati "indicatori pionieri" dei cambiamenti dovuti al riscaldamento globale. La temperatura e le precipitazioni influiscono infatti su diversi aspetti dell'ecologia e fisiologia di questi taxa.

Numerose malattie infettive a carattere zoonotico vengono mantenute e diffuse da uccelli e micromammiferi. Tra esse, di particolare attualità e preoccupazione a livello internazionale si annoverano, per quanto riguarda gli uccelli, le infezioni da flaviviridae nonché l'influenza aviaria; per i micromammiferi le infezioni da Arenaviridae e Hantavirus. I cambiamenti climatici in atto possono contribuire alla diffusione di questi patogeni non solo

modificando i pattern demografici di uccelli e micromammiferi, ma anche favorendo la presenza e dinamica di vettori di numerose infezioni, come nel caso di artropodi ematofagi.

#### *Obiettivi specifici: avifauna*

1. Monitoraggio delle migrazioni e dello svernamento
  - a) potenziamento della rete di monitoraggio provinciale dell'avifauna migratrice, svernante;
  - b) analisi dell'influenza dei cambiamenti climatici su alcuni parametri che descrivono la stagionalità del flusso migratorio post-riproduttivo;
  - c) analisi dei trend di popolazione delle specie dell'avifauna acquatica svernante nel territorio provinciale. Determinazione della data di primo arrivo per alcune specie svernanti;
  - d) analisi eco-epidemiologiche.
2. Monitoraggio della componente nidificante:
  - e) determinazione delle date di prima deposizione di una specie intrapalertica e di specie transahariana nidificanti in Trentino e loro variazioni nel tempo;
  - f) analisi dell'influenza dei cambiamenti climatici su alcuni parametri che descrivono la fenologia della migrazione prenuziale, compresa la determinazione delle date di primo arrivo (e il controllo di eventuali trend temporali delle stesse);
  - g) analisi eco-epidemiologiche.

*Attività previste*

- › Cattura e marcatura di uccelli in diversi siti sperimentali della Provincia.
- › Attuazione di prelievi e analisi epidemiologiche.
- › Elaborazione dei dati con modelli statistici e matematici avanzati.

*Obiettivi specifici: micromammiferi*

1. Monitoraggio a lungo termine di popolazioni specifiche:
  - a) mantenimento delle attività di monitoraggio avviate su dinamica temporale di *A. flavicollis* e produzione di seme forestale (pascione);
  - b) analisi dell'influenza dei cambiamenti climatici sui parametri demografici;
  - c) prosieguo di analisi eco-epidemiologiche.

**Studio e monitoraggio degli effetti dei cambiamenti climatici sulla vegetazione mediante lo studio fenologico in Trentino**

*Obiettivo generale*

Quantificare nel tempo gli effetti dei cambiamenti climatici sulla vegetazione mediante il telerilevamento satellitare della fenologia vegetale in ambienti caratteristici del Trentino. Fornire ai portatori d'interesse delle basi conoscitive idonee a gestire gli ecosistemi naturali e seminaturali con opportune azioni che favoriscano l'adattamento delle fitocenosi ai cambiamenti climatici.

*Attività previste*

**1. Rete permanente di monitoraggio satellitare della vegetazione**

Monitoraggio continuo di ambienti caratteristici del Trentino, con immagini satellitari (es: MODIS, AVHRR), finalizzato alla stima quantitativa di variabili biofisiche (biomassa, green ratio, LAI, contenuto d'acqua) e soprattutto all'osservazione della fenologia della vegetazione.

Risultato atteso: stima dell'effetto dei cambiamenti climatici sull'attività vegetativa.

**2. Rete permanente di monitoraggio della vegetazione al suolo**

Progetto di una rete di monitoraggio permanente, facilmente aggiornabile, di basso costo e con valenza statistica, in grado di cogliere le dinamiche temporali degli assetti forestali al fine di valutare non solo l'effetto di cambiamenti climatici ma, soprattutto, dei risultati conseguiti dalle azioni di adattamento attuate dalla gestione forestale.

Risultato atteso: rilievo delle risposte gestionali ai cambiamenti climatici.

**3. Trasferimento delle informazioni acquisite ai portatori di interesse**

Trasferimento ai portatori d'interesse delle informazioni necessarie ad affinare le azioni di adeguamento esercitate con la gestione (attività 2) a fronte dell'effetto osservato dei cambiamenti climatici sulla vegetazione (attività 1).



*Pietre e fiori dove un tempo v'era solo ghiaccio.*

Risultato atteso: supporto ai portatori d'interesse nell'adozione di misure di adattamento.

### **Studio e monitoraggio degli effetti dei cambiamenti climatici sulla flora in Trentino**

#### *Obiettivo generale*

Monitorare gli effetti dei cambiamenti floristici sulla base di indagini sul terreno, facendo uso di dati pregressi raffrontati con dati attuali. Effettuare rilevamenti floristici che possano essere la base di futuri monitoraggi.

#### *Attività previste*

##### **1. Flora d'alta quota**

a) Reperimento di stazioni d'alta quota per le quali si hanno dati floristici completi e raffronto con la situazione attuale.

b) Rilevamenti floristici su vette di alta quota con lo scopo di valutare futuri cambiamenti.

##### **2. Flora sinantropica dei fondovalle**

a) Selezione di un gruppo di specie sensibili ai soli cambiamenti climatici: specie a ciclo breve (annuali, bienni), non aliene di recente naturalizzazione, legate ad ambienti termofili che non hanno subito variazioni rispetto al passato (ad es. specie ruderali ubiquiste). Verrebbe quindi raffrontata la loro diffusione attuale in rapporto al passato (dati bibliografici storici e dati dell'ultimo decennio del Novecento).

b) Rilevo sul campo con precisione della diffusione attuale delle specie di cui al punto precedente per poter meglio valutare in futuro l'eventuale modifica dei loro areali locali.



*Distese foschie.*

## PROPOSTE DI ATTIVITÀ DI RICERCA E STUDIO

### Climatologia da lunghe serie storiche strumentali

#### *Obiettivo generale*

Analizzare l'andamento climatico in alcuni punti in Trentino dall'inizio delle osservazioni meteorologiche, circa 80-130 anni or sono. Fornire serie omogenee da impiegare per modellistica climatica a scala regionale. Fornire un supporto rigoroso alle

indagini climatologiche condotte con altri metodi (es. dendrocronologia). Confrontare le serie trentine con altre raccolte in aree limitrofe, a sud e a nord delle Alpi; individuare trend climatici su scala più ampia, di interesse nazionale, alpino ed europeo.

#### *Attività previste*

Materialmente il progetto sarà strutturato secondo le seguenti attività (svolte non necessariamente secondo l'ordine cronologico con cui sono presentate):

1. scelta delle serie da analizzare;

2. valutazione degli archivi esistenti e ricerca delle fonti dei dati esistenti ma ancora non presenti presso gli enti partecipanti;
3. acquisizione degli archivi non presenti;
4. digitalizzazione dei dati acquisiti;
5. validazione dei dati, esistenti e di nuova acquisizione;
6. creazione di serie omogenee, per far fronte a discontinuità dovute a spostamenti o modifiche di configurazione delle stazioni;
7. analisi climatica dei dati grezzi di temperatura e pioggia (valori mensili ed annuali);
8. analisi degli indici climatici derivati, in particolare dai dati giornalieri (durata siccità, valori estremi...);
9. eventuali analisi di altre grandezze (vento, radiazione solare, umidità...);
10. Attività di divulgazione dei risultati: pubblicazioni, conferenze.

### **Recupero, validazione e ricostruzione delle serie storiche relative ai dati nivometrici**

#### *Obiettivo generale*

Nell'intero territorio nazionale ed anche nella Provincia autonoma di Trento esistono lunghe e continue serie storiche di dati nivometeorologici non ancora analizzati, spesso ancora da recuperare in archivi storici ed esteri.

È indispensabile continuare la raccolta della gran-

de mole dei dati nivometrici presenti in archivio, estendendo il recupero delle informazioni anche ad archivi attualmente disponibili presso le strutture della ZAMG di Innsbruck e di Vienna. In tal senso, la possibilità di analizzare le serie storiche aventi sviluppo temporale ultracentennale permetterebbe di tracciare un quadro quanto mai auspicabile e assolutamente necessario nella comprensione del segnale climatico attualmente presente sulle alpi trentine.

Oltre all'uso previsionale operativo del dato analizzato, si aggiunge la necessità di elaborare in forma grafica e di manoscritto l'atlante nivometrico del territorio provinciale trentino.

#### *Attività previste*

1. Recupero ed informatizzazione dei dati nivometrici e degli equivalenti della neve in acqua presenti sotto forma di schede nell'archivio provinciale – per il periodo 1921-2006 e negli annali idrologici per il periodo 1921-1974 – relativamente alle stazioni che presentino una continuità di rilevamento di entrambi i parametri di almeno l'80% del totale potenziale. Recupero ed informatizzazione dei dati antecedenti al 1921 dagli archivi austriaci a Vienna. Analisi statistica del dato.
2. Analisi statistica del dato nivometrico e di equivalente della neve in acqua. Elaborazioni grafiche del dato. Impostazione e produzione dell'atlante nivometrico.

## Proiezioni climatiche su scala locale e regionale

### *Obiettivo generale*

Definire scenari di evoluzione climatica calibrati per la realtà trentina e confrontare tali risultati con la situazione attuale, riferita ad un periodo convenzionale. Interpretare le indicazioni dei modelli climatici in termini di grandezze di interesse, fundamentalmente precipitazioni e temperature ed indici derivati (indici di siccità, di deficit idrico, valori estremi, valori cumulativi di interesse per la modellistica ecologica...).

### *Attività previste*

1. Selezionare, validare ed omogeneizzare le serie storiche di riferimento per operare la riduzione di scala dei modelli.
2. Scegliere l'output di modelli climatici per diversi scenari atmosferici.
3. Operare la riduzione di scala (downscaling) statistica mediante il confronto tra punti griglia e serie di riferimento.
4. Eventualmente riferirsi a modelli climatici "regionali": scelta, calibrazione, installazione, funzionamento del modello.
5. Eventuale downscaling statistico (in caso di opzione 4).
6. Calcolare gli indici climatici: trend, valori medi, valori estremi, distribuzione statistica per precipitazioni, temperatura ed indici derivati.
7. Divulgazione, redazione di articoli, comunicazione pubblica dei risultati.

## Realizzazione atlante climatico per il Trentino

### *Obiettivo generale*

È emersa l'esigenza di effettuare uno studio completo per la caratterizzazione climatica del Trentino e di garantire il suo continuo aggiornamento anche attraverso la compilazione di un atlante climatico che si rivelerebbe un indispensabile strumento di supporto ad analisi di diverso tipo, e che potrebbe far fronte alle numerose richieste di fornitura di dati climatici più o meno elaborati che vengono rivolte ai diversi enti che si occupano di raccolta e gestione di dati meteorologici.

### *Attività previste*

La realizzazione dell'atlante climatico prevede una serie di passi che possono essere di seguito elencati:

- Recupero e organizzazione dei dati disponibili.
- Creazione di un data base di riferimento.
- Individuazione di una metodologia di indagine.
- Studio e analisi statistica dei principali parametri: temperatura dell'aria, precipitazioni, neve, vento, radiazione solare e nuvolosità, pressione.
- Definizione e studio della climatologia dinamica e tipi di tempo.
- Analisi eventi estremi: piogge intense, siccità, ondate di gelo, andate di calore, gelate.
- Analisi dei cambiamenti climatici osservati: trend dei parametri meteorologici, indicatori biologici, ecc.
- Redazione e pubblicazione materiale (CD, DVD,

on-line, pubblicazione cartacea).

- › Individuazione modalità e strumenti per garantire il continuo aggiornamento delle indagini statistiche.

### **Serie paleoclimatiche ad alta risoluzione da speleotemi in Trentino**

#### *Obiettivo generale*

Realizzazione di alcune serie paleoclimatiche ad alta risoluzione da speleotemi del Trentino che coprono l'intervallo temporale degli ultimi 1000-2000 anni.

#### *Attività previste*

1. Campionamento speleotemi e datazioni preliminari per identificare le stalagmiti adatte al progetto (circa 2-4 stalagmiti per grotta).
2. Datazioni e modelli di età. Datazioni U/Th accoppiate al conteggio della lamina annuale sia visibili, che rivelate da fluorescenza UV permetteranno di ottenere dei modelli di età accurati per ogni stalagmite.
3. Analisi chimiche e isotopiche. Serie multiple di dati proxy ad alta risoluzione per ogni stalagmite (spessore delle lamine, rapporto degli isotopi stabili di O e C, elementi in traccia).
4. Transfer function e modellistica. Le time series ottenute per singole stalagmiti e/o grotte saranno calibrate in funzione dei parametri climatici attuali attraverso il confronto con modelli atmo-

sferici, con modelli isotopici di funzioni di trasferimento con i dati strumentali e storici e con box model che prevedono analisi dei trend, spettrale, bootstrap resampling, autoregressive model, ecc. Il confronto con altri progetti permetterà infine di riconoscere importanti teleconnessioni atmosferiche responsabili di trend climatici, ricorrenze, e dell'impatto dei forzanti esterni.

### **Dendroclima**

#### *Obiettivo generale*

1. Eseguire uno screening della sensibilità climatica delle diverse specie forestali in funzione della quota ed esposizione in Trentino.
2. Stimare e analizzare statisticamente le variazioni sincrone e asincrone in alcune serie cronologiche lunghe ottenute da differenti regioni climatiche in Trentino.
3. Fornire dati climatici quantitativi che possano essere integrati con le indagini degli altri gruppi di lavoro.

#### *Attività previste*

1. Analisi bibliografica e selezione dei siti di studio. Indagine bibliografica su quanto pubblicato nell'ambito della dendrocronologia e degli studi forestali in Trentino. Selezione e caratterizzazione geobotanica di alcuni siti selezionati in base alla conoscenze pregresse e a considerazioni microclimatiche.



*Castel Beseno avvolto nella nebbia.*

2. Selezione degli alberi. Selezione delle piante da campionare sulla base della loro longevità stimata. Saranno prese in considerazione le dimensioni, la fertilità del suolo, l'altitudine e la struttura forestale.
3. Campionamento e preparazione campioni. Si prevede il campionamento di >20 piante per sito e 2-3 carote per pianta. Gli anelli saranno misurati con il sistema LINTAB presso il laboratorio CNR/IVALSA. I dati grezzi saranno standardizzati con i programmi TSAP e ARSTAN. Per ogni sito e per ciascuna specie sarà realizzata una cronologia media.
4. Elaborazione dati. Le analisi statistiche e le ricostruzioni climatiche saranno realizzate su scala regionale, individuando tratti comuni e peculiarità. Le funzioni di risposta saranno analizzate con i programmi 3PBASE, PRECON e Dendroclim.

## **Realizzazione data-base e archivio degli studi sui ghiacciai del Trentino**

### *Obiettivo generale*

Per una programmazione delle attività da svolgere in futuro, risulta fondamentale avere una visione quanto più possibile completa e dettagliata del lavoro già fatto in passato. A tale scopo si intende realizzare un data-base relativo agli studi fatti sui ghiacciai del Trentino che sia consultabile ed aggiornabile on-line da tutti i membri che nel giugno del 2006 hanno firmato una convenzione per collaborare nelle attività di rilevazione e di studio in campo glaciologico (Provincia Autonoma di Trento, Società degli Alpinisti Tridentini, Centro Universitario per la difesa Idrogeologica dell'Ambiente Montano e Museo Tridentino di Scienze Naturali) in modo tale da rappresentare, in tempo reale, lo stato dell'arte delle conoscenze glaciologiche sui ghiacciai

del Trentino. In concomitanza con la realizzazione del data-base si propone di archiviare le copie degli studi, catalogati nel data-base, in un archivio fisico da collocarsi presso il Museo Tridentino di Scienze Naturali.

#### *Attività previste*

Nel dettaglio le attività da svolgere per raggiungere l'obiettivo sono le seguenti:

1. ricerca di tutti gli studi ed i lavori fin ora svolti sui ghiacciai del trentino;
2. realizzazione di una copia su supporto informatico dei suddetti studi;
3. realizzazione della struttura informatica del data-base;
4. riempimento del data base;
5. allestimento dell'archivio fisico delle copie degli studi raccolti.

### **Sviluppo di tecniche di interpolazione spazio-temporale di dati climatici in territori morfologicamente complessi**

#### *Obiettivo generale*

Realizzazione di mappe spazio-temporali omogenee e consistenti di dati climatici in territorio Alpino.

#### *Obiettivi specifici*

- › Integrazione dei dati meteorologici ottenuti dalla rete di stazioni di monitoraggio (PAT, IASMA, ecc.) con dati da remote-sensing;
- › analisi delle tecniche di interpolazione di dati

spazio-temporali esistenti in letteratura ed adattamento alle applicazioni in territori morfologicamente complessi;

- › studio di validazione delle metodologie sviluppate.

#### *Attività previste*

- › Analisi dei dati satellitari multitemporali allo scopo di ottenere osservazioni a lungo termine.
- › Valutare la possibilità di ottenere dati preelaborati da altri centri di riferimento.
- › Sviluppo ed implementazione delle tecniche di interpolazione appositamente adattate a territori morfologicamente complessi.
- › Validazione della misure da remote-sensing con osservazioni a terra.
- › Derivazione di indicatori climatici spazializzati da serie temporali di dati.
- › Distribuzione di mappe e strumenti nell'ambito del gruppo di lavoro.

### **Impatto delle variazioni climatiche sul ciclo idrologico**

#### *Obiettivo generale*

Il progetto si pone l'obiettivo di evidenziare possibili scenari idrologici futuri nel territorio della Provincia Autonoma di Trento conseguenti alle previsioni di cambiamento delle temperature e delle precipitazioni fino alla fine del secolo. Accanto agli scenari climatici previsti dall'Intergovernmental Panel on

Climate Change (IPCC), verranno considerate più opzioni riguardanti le utilizzazioni i cui effetti si intrecciano intimamente con quelli del clima.

#### *Attività previste*

L'attività prevista si può suddividere in tre grandi categorie. La raccolta dei dati necessari alle simulazioni climatiche ed idrologiche. L'effettuazione di simulazioni climatiche ed il successivo downscaling necessario a trasferire il segnale climatico alla scala dei singoli bacini idrografici. I modelli climatici oggi esistenti operano infatti ad una scala troppo grossolana rispetto ai modelli idrologici di ultima generazione. Questa attività sarà condotta attraverso la collaborazione con l'Università di Newcastle upon Tyne (UK) anche se altre collaborazioni potranno essere individuate ed attivate durante lo sviluppo del progetto. Alle simulazioni climatiche faranno seguito le simulazioni idrologiche che verranno concepite e sviluppate integralmente dal gruppo di idrologi dell'Università di Trento con l'apporto esterno dei climatologi e di esperti di dinamica della vegetazione. Un'attività specifica riguarda poi lo sviluppo di modelli idrologici specifici per le aree carsiche delle dolomiti del Brenta. Questa attività prevede la partecipazione dell'Università di Trento, del Museo Tridentino di Scienze Naturali, anche se altre collaborazioni potrebbero essere attivate con università estere. I risultati attesi dal progetto sono scenari di disponibilità di risorse idriche sul territo-

rio Trentino e la valutazione dell'impatto degli scenari di variazione del clima elaborati dall'IPCC sugli eventi estremi, quali le magre e le piene.

### **Studio degli effetti dei cambiamenti climatici sui suoli naturali**

#### *Obiettivo generale*

L'obiettivo è di studiare gli effetti dell'aumento della temperatura del suolo sulla sua respirazione e sul carbonio in esso contenuto, con lo scopo di mitigare i rischi di impoverimento di sostanza organica dei suoli.

#### *Attività previste*

Uno dei maggiori problemi relativi al ciclo del carbonio nel suolo, consiste nel capire quali potranno essere gli effetti futuri dell'aumento della temperatura del globo. Infatti esistono a tal riguardo due ipotesi contrapposte, una che predice un feedback "negativo" tra aumento della temperatura e rilascio di carbonio del suolo, con ulteriore aumento del carbonio in atmosfera.

Una seconda ipotesi invece prevede che l'aumentata velocità di decomposizione della sostanza organica causata dall'aumento della temperatura e il maggior azoto disponibile favoriscano l'aumento di carbonio nei suoli. Per contribuire ad analizzare il problema si propone di realizzare degli esperimenti in laboratorio su campioni di suolo in ambiente controllato e riscaldato. Esperimenti analoghi verranno



*Le Dolomiti, antichissime scogliere.*

effettuati in campo attraverso la traslocazione di monoliti di suolo lungo un gradiente altitudinale.

In entrambi i casi verrà indagata la percentuale di carbonio labile e stabile contenuta nei campioni in modo tale da poter interpretare in maniera ottimale i risultati ottenuti.

Risultati attesi: tali risultati, abbinati con i dati di stock di carbonio contenuti nei suoli forestali della Provincia di Trento (raccolti attraverso l'Inventario Forestale del carbonio: InFoCarb) permetteranno di tracciare un quadro sugli effetti futuri del riscaldamento dei suoli della Provincia. Tali dati potranno inoltre essere abbinati a quelli relativi alle emissioni ed assorbimenti di CO<sub>2</sub>, al fine di un bilancio complessivo del carbonio.

### **Studio degli effetti biologici dei cambiamenti climatici tramite l'utilizzo di licheni**

#### *Obiettivo generale*

Lo sviluppo di un sistema di studio/monitoraggio dei cambiamenti climatici attraverso organismi bioindicatori – i licheni – evidenziandone le potenzialità ed i risvolti applicativi.

#### *Attività previste*

**Attività a)** Valutazione della distribuzione ed abbondanza di comunità licheniche epifite associate alle principali tipologie di ecosistemi trentini. Obiettivo è la raccolta di dati nell'ottica del monitoraggio integrato per definire il quadro attuale indispensabile per confronti futuri e disporre di dati di base necessari per la selezione di specie stenoece indicatrici



*Studi comportamentali: uomo e ambiente.*

bioclimatiche Estrapolare l'effetto della variabilità di parametri climatici da quello di altri predittori (inquinanti atmosferici, fattori ecologici a livello di substrato e di habitat).

**Attività b)** Utilizzo di gradienti altitudinali come simulazione di cambiamenti climatici a medio termine. Valutazione della risposta in specie licheniche sensibili autoctone e/o trapiantate e testare la risposta anticipatoria dei licheni ai cambiamenti, con parametri ecofisiologici (biomarker di stress).

**Attività c)** Stima dell'abbondanza e della distribuzione di licheni epilitici sopra il limite della vegetazione

in ambienti di alta quota dove le piante superiori non forniscono indicazioni e dove è più marcata l'influenza esclusiva delle modificazioni climatiche. Valutazione della biodiversità, analisi morfometriche, analisi ecofisiologiche.

### **Studio aerobiologico e fenologico dei pollini allergenici in relazione ai cambiamenti climatici**

#### *Obiettivo generale*

Analizzare l'impatto del cambiamento climatico sulla stagione dei pollini allergenici e le relative implicazioni sulla salute umana.

*Attività previste*

Vi è una crescente evidenza che il cambiamento climatico stia causando anticipi nelle fioriture e variazioni nella durata ed intensità della stagione di pollinazione, con potenziali impatti sulla salute umana nel caso di piante con potere allergenico.

Considerata l'incidenza delle allergopatie respiratorie, costantemente in aumento, è importante monitorare il fenomeno poiché variazioni qualitative e temporali dello spettro aeropollinico al quale la popolazione allergica è esposta potrebbero aumentare il rischio di nuove sensibilizzazioni e determinare l'esigenza di adeguare gli interventi di profilassi e terapia.

Nell'ambito di tale problematica si propongono le seguenti attività:

- analisi delle serie temporali di dati aeropollinici giornalieri rilevati in provincia di Trento dal 1989 ad oggi al fine di valutare l'impatto del cambiamento climatico sulla stagione degli aeroallergeni: ciò consentirà di mettere in evidenza eventuali trend dei principali parametri che descrivono la pollinazione (date di inizio e fine stagione pollinica, quantitativi di polline rilevato), individuare specie indicatrici di cambiamenti climatici e fare previsioni sull'evoluzione temporale del fenomeno;
- realizzazione di una rete provinciale integrata fenologica (anche da remote sensing) e aerobiologica delle piante e dei pollini di interesse

allergologico: ciò consentirà di ottenere dati qualitativi dei pollini aerodispersi a livello provinciale e di monitorare l'andamento della situazione. Questo sistema sarà in grado di fornire le informazioni necessarie a studiare il comportamento nel tempo delle piante in relazione al cambiamento climatico ed a prevedere l'evoluzione della situazione in prospettiva di diversi scenari climatici. Contestualmente, le attività di monitoraggio forniranno dati sulla situazione pollinica attuale fruibili da medici e popolazione allergica;

- sviluppo di un sistema WebGIS per la gestione e l'elaborazione dei dati raccolti, la creazione di mappe territoriali tematiche e la divulgazione di informazioni dettagliate per tutta la provincia.

### **Studio comportamentale del capriolo e cambiamenti climatici**

*Obiettivo generale*

Studio del comportamento spaziale e della dinamica di popolazione del capriolo in ambiente alpino in dipendenza da parametri climatici e a confronto col contesto europeo.

*Obiettivi specifici*

- Studio del comportamento spaziale individuale del capriolo in un'area alpina campione, in dipendenza da parametri climatici e ambientali.
- Stima di popolazione del capriolo in aree campione, con confronto critico dei metodi, anche

in riferimento ad analogo progetto sperimentale europeo.

- › Realizzazione e implementazione di un database europeo sui parametri di uso dello spazio del capriolo in rapporto alla successione climatica.

#### *Attività previste*

- › Cattura di individui mediante il metodo delle battute verso reti a caduta

- › Apposizione di collari satellitari GPS
- › Stima di popolazione in aree campione (2/3) con metodi a confronto
- › Implementazione di un sistema informatico esperto, con cui gestire e analizzare i dati raccolti localmente e disponibili a livello europeo, nell'ambito del gruppo di studio sul capriolo.

## Conclusioni

Le numerose proposte emerse individuano in generale delle prospettive di sviluppo e di miglioramento che naturalmente necessitano di essere valutate in modo più approfondito.

Sarà infatti necessario stabilire una programmazione di attività per i prossimi anni in funzione di priorità di intervento che devono essere individuate e in funzione della indispensabile sostenibilità tecnica ed economica.

Potrebbero essere anche individuate delle possibili sinergie tra diversi settori e quindi tra enti compe-

tenti sia del Trentino che italiani e stranieri, che se concretizzate renderebbero senza dubbio più efficaci le proposte stesse.

Inoltre molte di queste proposte si riferiscono ad attività già programmate sia perché parte dei compiti istituzionali dei singoli enti sia perché previste in progetti in fase di realizzazione.

Pertanto nel momento in cui le proposte saranno prese in considerazione sarà indispensabile tenere conto della necessità di aggiornarle alla luce dell'evoluzione delle attività in corso.

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2007: "Sintesi delle tendenze osservate e degli scenari previsti dei principali indicatori climatici". Rapporto gruppo di lavoro "Analisi e monitoraggio del clima", luglio 2007.

APAT, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2007: "Gli eventi preparatori della Conferenza Nazionale Cambiamenti Climatici 2007 – Sintesi dei lavori".

Giorgi F., 2007: "I cambiamenti climatici sulla regione alpina: osservazioni e proiezioni future". Presentazione al Convegno "I cambiamenti climatici: previsioni e conseguenze economiche nella regione alpina", Trento, 5 febbraio 2007.

IPCC, 2007: "Climate Change 2007: The Physical Science Basis". Working Group I, Final Report.

IPCC, 2007: "Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policy-makers.

IPCC, 2002: "Technical paper V: Climate change and Biodiversity".





Gruppo di lavoro  
Gestione  
delle risorse idriche

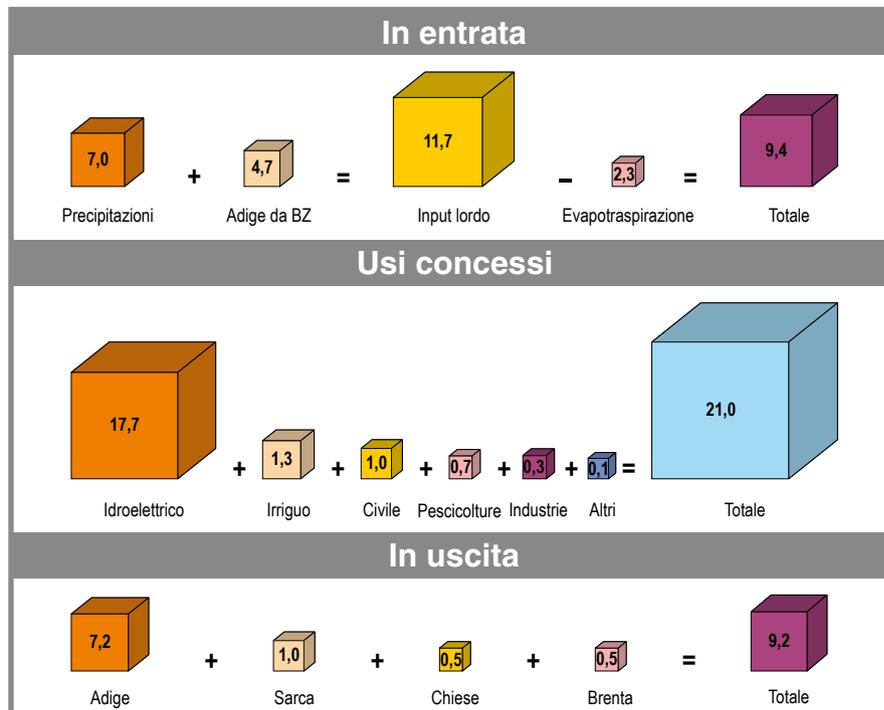
# Indice

	pag.
<b>&gt; L'utilizzo delle risorse idriche in Trentino</b>	79
Gli acquedotti potabili	82
Il comparto agricolo	86
Le altre tipologie d'uso	88
I canoni provinciali per l'utilizzo dell'acqua	89
Implicazioni sulle tariffe usi-civili	91
<b>&gt; La sicurezza del territorio</b>	92
<b>&gt; Interventi proposti</b>	94
Interventi da attivare nel breve periodo	94
Interventi da attivare nel medio periodo	97
Interventi da attivare nel lungo periodo	98
<b>&gt; Dieci regole per il buon uso dell'acqua</b>	100
<b>&gt; Bibliografia</b>	101

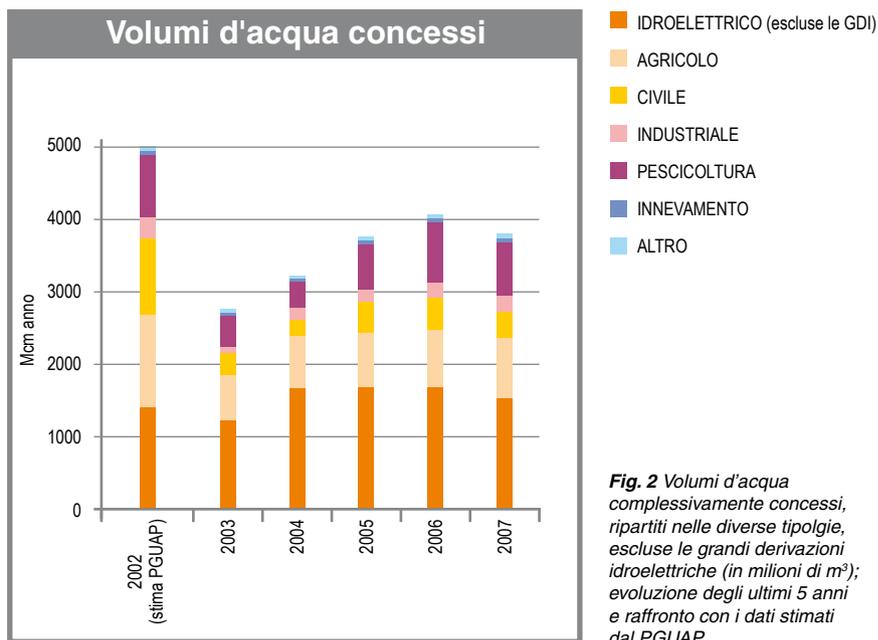
## L'utilizzo delle risorse idriche in Trentino

Fino ad oggi in Trentino si è potuto godere complessivamente di un' ampia disponibilità d'acqua di buona qualità. In presenza di questa situazione di sovrabbondanza della risorsa, in passato non si è resa necessaria l'adozione di misure volte al contenimento dei consumi ed i criteri per il rilascio delle concessioni erano volti a favorire gli usi finalizzati al pieno sfruttamento della disponibilità idrica.

Il Piano generale di Utilizzazione delle acque pubbliche, entrato in vigore l'8 giugno 2006, ha introdotto significative misure volte ad invertire questa tendenza ed ha previsto l'approvazione del bilancio idrico, come strumento di governo dell'uso dell'acqua, sulla cui base la Provincia può rivedere le utilizzazioni in atto o imporre limitazioni o prescrizioni temporali e quantitative degli attuali titoli.



**Fig. 1** Schema dei volumi d'acqua (in miliardi di m<sup>3</sup>) coinvolti nel bilancio idrico provinciale (P.G.U.A.P.).



Il primo bilancio idrico approvato con il Piano, (fig. 1), individua un'entità dei volumi concessi di gran lunga superiore ai volumi disponibili in entrata nella provincia. Va però osservato che il confronto tra volumi in entrata (9,4 miliardi di m<sup>3</sup>/anno) e quelli in uscita (9,2 miliardi di m<sup>3</sup>/anno) evidenzia un sostanziale pareggio.

Tuttavia la situazione, a scala sub-provinciale e sub-annuale presenta qualche scompenso: si riscontrano infatti zone e periodi con maggiore abbondanza di risorsa ed altre con qualche deficit gravanti sia

sulle attività antropiche, con effetti di carenza idrica, sia sul piano ambientale con depauperamento degli ecosistemi. In particolare non è raro trovare interi tratti di corsi d'acqua profondamente alterati nel loro regime e alcuni di essi asciutti per molti mesi all'anno. Gli usi concessi e la loro rilevanza devono essere quindi valutati non solo con riferimento al loro peso nel bilancio a livello di bacino ma anche considerando il loro impatto nello specifico territorio, tratto di corso d'acqua e periodo nel quale si attuano. Oltre all'introduzione del bilancio idrico, le

altre misure significative introdotte dal Piano sono: l'obbligo di rilasciare il c.d. Deflusso Minimo Vitale in alveo (con conseguente riduzione delle portate concesse), la previsione di nuovi criteri di definizione delle dotazioni idriche per i diversi usi, sostanzialmente inferiori a quelli attuali (si considerino in particolare i nuovi valori per gli usi potabili e per l'innervamento artificiale) ed infine la forte restrizione al rilascio di concessioni per scopo idroelettrico. La figura 2 rappresenta i volumi complessivi concessi. Essi risultano inferiori a quanto stimato nel Piano Generale di utilizzazione delle acque pubbliche ed evidenziano la tendenza, già manifestatasi nel 2007, ad una riduzione dell'entità d'acqua complessivamente concessa. Segno questo dell'avvio di una gestione più oculata della risorsa idrica e dei primi effetti del censimento delle utilizzazioni in atto dal quale sono emersi numerosi casi di assegnazione della risorsa ai quali non si accompagna attualmente l'effettivo utilizzo. Si pensi ad esempio agli antichi riconoscimenti per forza motrice per il funzionamento di segherie ora abbandonate, o ai numerosi casi di concessioni potabili da sorgenti ormai esaurite e non più captate.

Si tratta ora, sollecitati dalla necessità di valutare gli effetti che i cambiamenti climatici possono causare sulla disponibilità d'acqua, di ripensare da un lato alle regole e dall'altro agli interventi concreti che la Provincia può realizzare per garantire alla

propria popolazione la necessaria dotazione d'acqua salvaguardando nello stesso tempo le riserve disponibili a beneficio delle altre regioni italiane ed europee e delle generazioni future.

Un primo orientamento in questa direzione è stato espresso dai capi di governo di Arge Alp che nella 38ª conferenza tenutasi a Bregenz il 22 giugno 2007, consapevoli del fatto che le Alpi costituiscono una "fortezza d'acqua per vaste aree d'Europa", hanno definito nella stessa sede la propria posizione nel settore dell'acqua.

In particolare le regioni appartenenti ad Arge Alp hanno sottolineato più volte che per contrastare le conseguenze negative del surriscaldamento climatico, il governo della risorsa idrica, che costituisce una ricchezza delle Alpi, avvenga adottando misure ecologicamente, economicamente e socialmente "sensate"; che nell'uso della risorsa venga favorito l'utilizzo potabile, agricolo ed idroelettrico; che l'acqua venga riconosciuta come elemento centrale dello sviluppo delle regioni alpine e che per questo l'autonomia giuridica delle regioni stesse venga preservata, pur nel rispetto della cooperazione interregionale.

Si rende dunque necessario focalizzare l'attenzione sui settori di utilizzazione dell'acqua che vanno considerati in via prioritaria, ovvero quelli degli usi potabile ed agricolo. Si tratterà poi brevemente degli altri usi, evidenziando le attuali criticità sotto il

profilo dell'applicazione delle norme vigenti al verificarsi dei cambiamenti climatici. Si proporranno di seguito le azioni per rendere compatibile l'uso dell'acqua con lo sviluppo del territorio trentino e con la salvaguardia delle riserve idriche.

## ACQUEDOTTI POTABILI

### 819 acquedotti, costituiti da:

- 1814 opere di presa
- 1482 serbatoi
- 180 stazioni di pompaggio
- 382 impianti di trattamento per la potabilizzazione dell'acqua
- 1104 reti di distribuzione

La realtà gestionale e quella strutturale è molto articolata e dalla Ricognizione delle Infrastrutture dei Servizi Idrici (R.I.S.I.) nonché da altre indagini relative agli acquedotti potabili di rilevanza pubblica, emergono elementi di debolezza e di forza che è opportuno sottolineare.

Sotto il primo profilo, si devono registrare alcuni elementi critici ed in primo luogo delle carenze strutturali quali la vetustà delle opere: il 50 % delle opere ha più di vent'anni; inoltre in molte realtà non sono state individuate le zone di tutela assoluta e vi è una notevole frammentazione: i singoli acquedotti, di norma a dimensione comunale, sono

## GLI ACQUEDOTTI POTABILI

La situazione strutturale degli acquedotti potabili di rilevanza pubblica in Trentino è quella raffigurata nella seguente tabella 1.

**Tab. 1** Opere connesse ad impianti di acquedotti potabili di rilevanza pubblica, secondo la Ricognizione delle Infrastrutture dei Servizi Idrici (R.I.S.I.).

raramente interconnessi e formano quindi tante piccole isole che non possono fruire di compensazioni in caso di crisi idriche o disservizi localizzati. Vanno inoltre sottolineate scelte inopportune operate nel passato sotto il profilo dell'approvvigionamento e della dotazione idrica.

Si riscontra infatti una polverizzazione delle fonti di alimentazione (un numero consistente di sorgenti ha portate inferiori ad un litro al secondo) cosicché risulta difficile e costoso, anche a livello di pianificazione, garantire l'affidabilità qualitativa delle fonti stesse, come emerge dalla successiva tabella 2.

Descrizione	Numero
<b>Insieme delle sorgenti esistenti in Provincia</b>	10.332
<b>Insieme delle sorgenti utilizzate</b>	1.814
➤ di cui ad alta vulnerabilità del sito per presenza di arsenico, inquinanti chimici e collocazione della sorgente in aree ad alto rischio	149
<b>Insieme delle sorgenti al netto di quelle ad alta vulnerabilità del sito</b>	1.665
➤ di cui a media vulnerabilità del sito per inquinanti e collocazione della sorgente in aree a rischio moderato	433
<b>Insieme delle sorgenti al netto di quelle ad alta e media vulnerabilità del sito</b>	1.232
➤ di cui ad alta vulnerabilità per presenza nell'area di rispetto idrogeologico di usi del suolo ad alto rischio (nota 1)	98
<b>Insieme delle sorgenti al netto di quelle ad alta e media vulnerabilità del sito e ad alta vulnerabilità dell'area di rispetto</b>	1.134
➤ di cui a media vulnerabilità per presenza nell'area di rispetto idrogeologico di usi del suolo a rischio moderato (nota 2)	581
<b>Insieme delle sorgenti al netto di quelle ad alta e media vulnerabilità del sito</b>	553

**Tab. 2** *Suddivisione delle sorgenti secondo i diversi gradi di vulnerabilità. Aree ad alto rischio (per uso del suolo): centro storico tradizionale, area residenziale di recente impianto, area commerciale, area alberghiera, area per servizi socio-amministrativi e scolastici, area per servizi sportivi, area produttiva zootecnica, area produttiva industriale artigianale e zootecnica, area mista produttiva e commerciale, area estrattiva, interporto; aree a rischio moderato (per uso del suolo): parcheggi, area a campeggio, area agricola di interesse primario, area agricola di interesse secondario, area a pascolo, area di rispetto stradale (zonizzazione), strada esistente, strada di progetto, strada ciclo-pedonale, ferrovia esistente, ferrovia di progetto, aeroporto esistente, aeroporto di progetto, area sciabile.*

Sotto il profilo dei prelievi idrici, essi sono di gran lunga superiori agli effettivi consumi; infatti, a fronte di valori di concessione pari a circa 1200 litri al giorno per ogni persona, l'effettivo volume fatturato è pari a circa 220 litri al giorno, calcolato considerando sia i consumi domestici che quelli non domestici; questo avviene principalmente perché spesso gli impianti di utilizzo non sono razionali, per la notevole fluttuazione delle presenze turistiche nell'arco dell'anno ma anche per la presenza di sprechi e perdite. Infine un altro profilo di debolezza è rap-

presentato dalle modalità gestionali. Solo i soggetti maggiormente organizzati (una decina a livello provinciale) dispongono di sistemi di misurazione delle portate derivate ed immesse in rete e possono quindi attuare una gestione pianificata ai fini della riduzione dei consumi ed al controllo ed eliminazione delle perdite; nella maggior parte dei comuni inoltre non sono rilevati gli effettivi costi del servizio acquedottistico e non è possibile definire il corretto grado di copertura con la tariffa. Infatti nel calcolo dei costi non vengono attualmente considerati i



*I Laghi di San Giuliano e Garzonè.*

contributi che la Provincia concede per manutenzioni straordinarie e per la realizzazione di nuove opere acquedottistiche dei comuni: se anche questi costi venissero considerati, le tariffe dovrebbero essere notevolmente aumentate.

Si consideri a questo proposito che negli ultimi cinque anni l'importo dei contributi provinciali ha raggiunto all'incirca i 104 milioni di Euro. Vi è inoltre una carenza di dati storici quantitativi relativi alle portate delle principali fonti di alimentazione acquedottistica (sorgenti e pozzi) che non permette di definire se ed in che misura si stia manifestando un trend di diminuzione delle portate. Sotto il secondo profilo vanno d'altra parte evidenziati elementi di forza, quali la già ricordata abbondanza della disponibilità d'acqua di buona qualità e con caratteristiche diverse da zona a zona; il buon livello di alcune realtà gestionali dalle quali si possono ricavare degli standard di servizio da estendere anche alle altre realtà; l'evidenza che, nonostante il sistema di approvvigionamento ed ali-

mentazione sia complessivamente poco razionale sia sotto il profilo strutturale che organizzativo, esso ha dato segni di tenuta anche a fronte di qualche fenomeno di prolungata assenza di precipitazioni concomitanti a ridotti accumuli nevosi invernali (negli ultimi cinque anni si sono verificate 75 situazioni di carenza idrica localizzata, che hanno interessato località poste in 58 Comuni trentini). Non si può in ogni caso ignorare che al verificarsi di fenomeni di inquinamento delle fonti di approvvigionamento o all'intensificarsi di eventi climatici che determinino un aggravarsi della carenza idropotabile, i rischi di domanda insoddisfatta sono effettivamente presenti e devono richiedere lo studio di un'infrastruttura atta a garantire comunque il fabbisogno potabile della popolazione.

Questo pericolo è più elevato nella Valle dell'Adige dove esistono la maggiore concentrazione di attività potenzialmente pericolose e contemporaneamente il maggior fabbisogno idrico.

Differenti configurazioni d'offerta					
	tutte le sorgenti e i pozzi	si tolgono sorgenti e pozzi ad alta vulnerabilità del sito	si tolgono anche sorgenti e pozzi a media vulnerabilità del sito	si tolgono anche sorgenti e pozzi ad alta vulnerabilità della zona d'impatto	si tolgono anche sorgenti e pozzi a media vulnerabilità della zona d'impatto
Sulla base della domanda attuale come da fatturazione	5	7	11	13	22
Sulla base della domanda potenziale al 2067	46	59	80	90	149

**Tab. 3** Numero di Comuni con problemi di scarsità in caso di eliminazione delle sorgenti che presentano aspetti di vulnerabilità.

Sotto il profilo organizzativo e gestionale, partendo da un'analisi dei costi del servizio, si è riscontrato, e ciò è confermato anche in letteratura, che ci sono economie di scala nel servizio di distribuzione dell'acqua, sia di tipo tecnico sia di tipo gestionale e che quindi l'ampliamento degli ambiti di servizio, permetterebbe una diminuzione dei relativi costi. Inoltre un sistema integrato del servizio rappresenta un'efficace risposta in caso di diminuita offerta per ragioni legate ai cambiamenti climatici o a fattori di inquinamento ambientale che si possono verificare sul nostro territorio.

Nella tabella 3 si indica il numero di comuni che avrebbero problemi di scarsità in caso di eliminazione delle sorgenti e dei pozzi che presentano

problemi di vulnerabilità. Si noti che lo scenario basato sulla domanda attuale come da fatturazione sottostima la domanda. Il numero di comuni a rischio è probabilmente più vicino a quello dello scenario basato sulla domanda al 2067 che a quello attuale.

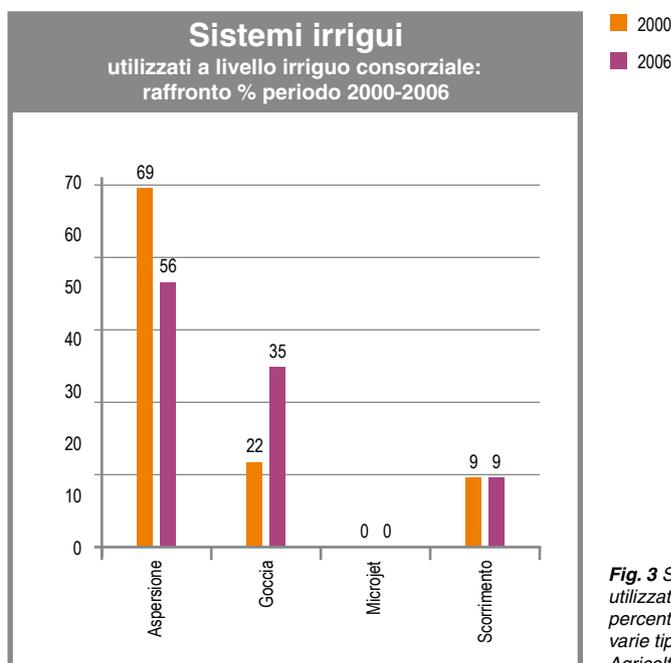
Infine una rete integrata può consentire l'applicazione su vasta scala di sistemi di monitoraggio e controllo degli impianti e conseguentemente di riduzione di sprechi e perdite. Piccole reti non integrate avrebbero costi proibitivi nell'ipotesi di voler passare ai livelli di qualità del controllo appropriati al valore della risorsa.

Emerge quindi la necessità di interconnettere le singole realtà acquedottistiche e di unificarne la ge-

stione. Queste misure andranno adottate su scala sempre maggiore per contrastare possibili scenari di crescente crisi idrica e prioritariamente per i Comuni della Valle dell'Adige. Qualora le contrazioni delle portate conseguenti al cambiamento climatico o al deterioramento qualitativo delle fonti dovessero assumere delle proporzioni considerevoli, dovrà essere presa in considerazione la realizzazione di infrastrutture strategiche che, a fronte di elevati costi di costruzione, garantirebbe comunque l'approvvigionamento di acqua potabile.

## IL COMPARTO AGRICOLO

Gli elementi caratteristici dell'utilizzazione dell'acqua ad uso irriguo sono rappresentati nella figura 3. Come si può notare, sebbene già il 35% dei sistemi irrigui sia del tipo a goccia, rimane ancora un'ampia percentuale di impianti a pioggia per i quali l'effetto dei cambiamenti climatici, con riduzione della disponibilità idrica, l'aumento delle temperature e l'introduzione di regole più restrittive sull'uso dell'acqua, darà luogo ad una serie di rilevanti criticità rispetto all'attuale situazione.



**Fig. 3** Sistemi irrigui utilizzati a livello consorziale, percentuale di copertura delle varie tipologie (Dipartimento Agricoltura e Alimentazione).

In particolare, l'obbligo di garantire, a partire dal 2016, il rilascio del deflusso minimo vitale (DMV) nei corsi d'acqua, previsto dal Piano Generale di utilizzazione delle acque pubbliche e dal Piano di Tutela delle Acque, avrà come conseguenza una riduzione delle portate complessivamente disponibili. Da ciò potrà conseguire una sensibile diminuzione dei livelli quanti-qualitativi delle produzioni agricole e dei prodotti della zootecnia quale effetto di minori produzioni foraggere.

L'aumento della temperatura avrà una immediata influenza sugli standard qualitativi minimi delle produzioni frutticole e viticole ottenibili attualmente nelle zone di fondovalle o bassa collina ordinariamente vocate a queste produzioni.

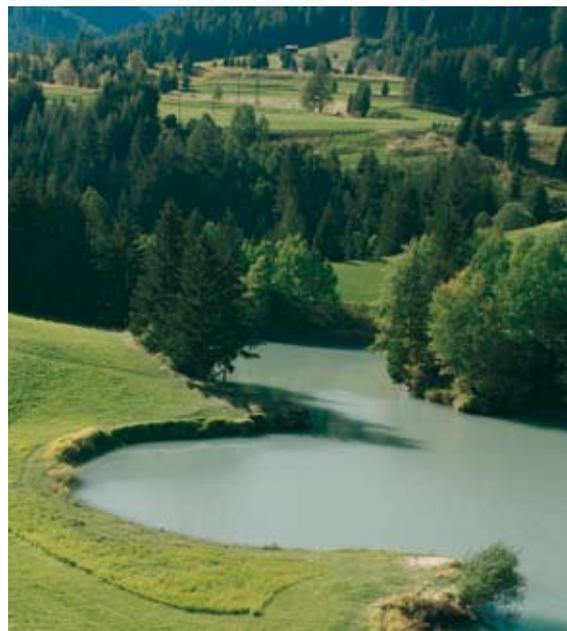
Accanto ad altre motivazioni, quale la forte urbanizzazione del fondovalle, le variazioni climatiche rappresentano una ulteriore motivazione per la ricerca di terreni coltivabili a quote mediamente superiori alle attuali individuando nuove aree di coltivazione, abbandonate nel passato in quanto ritenute non convenienti economicamente o per l'ampliamento dell'areale di coltivazione per colture poste in territori con climi più temperati (ad es. olivo).

Una situazione particolarmente critica per la prosecuzione dell'attività agricola su di una vasta area coltivata a frutteto specializzato (2080 ettari), è rappresentata dalla zona della destra Noce da Cles a Cunevo.

Sul corso d'acqua che garantisce oggi l'approvvigionamento idrico, in Val di Tovel, due Consorzi generali di II grado hanno in concessione 1000 l/s d'acqua per irrigare circa 1600 ettari. Realmente solo nella stagione di scioglimento delle nevi le portate suddette sono effettivamente disponibili mentre, nei mesi di luglio e agosto, la portata scende anche sino a 400 l/s (dati registrati dal Consorzio Generale Cles, Tassullo, Tuenno e Nanno).

Appare evidente come, anche nella concreta ipotesi che i Consorzi convertano nel più breve tempo possibile a goccia tutta la superficie irrigata coltivata a melo, considerando necessaria in futuro una portata circa 800 l/s, l'obbligo di rilasciare più di 300 l/s come deflusso minimo vitale, andrebbe a precludere pesantemente la possibilità di basare l'attività irrigua, come per il passato, esclusivamente sull'acqua proveniente dalla Val di Tovel.

Emergono quindi alcuni temi da affrontare per fronteggiare gli effetti dei cambiamenti climatici nel settore agricolo: l'estensione dei sistemi irrigui a goccia; la revisione critica dei valori di DMV e la realizzazione di infrastrutture atte a garantire l'approvvigionamento idrico quali: micro-invasi per il soddisfacimento di fabbisogni aziendali; l'approvvigionamento attraverso gli invasi e le condotte delle grandi derivazioni a scopo idroelettrico e la realizzazione di infrastrutture dedicate per l'approvvigionamento irriguo di vaste aree.



*Invaso per uso idroelettrico a  
Pezzè di Moena.*

L'opportunità di realizzare anche in zone di quota elevata piccoli invasi per la raccolta di acqua il cui uso può essere diverso è sicuramente condivisibile anche in un'ottica di impiego agricolo di tali risorse. Si può affermare che tali opere potrebbero essere funzionali a livello aziendale e per colture a piccolo frutto o per il comparto zootecnico mentre un utilizzo consorziale sarebbe più problematico in quanto le riserve idriche per comprensori agricoli di ampiezza ben superiore alla singola azienda richiedono invasi di medie-grandi capacità (compresi tra 50.000 e 100.000 mc).

In relazione alla realizzazione di una infrastruttura idrica dedicata all'approvvigionamento irriguo della destra Noce, è stato predisposto uno studio preliminare in sinergia con l'intervento finalizzato per l'alimentazione ad uso potabile.

### **LE ALTRE TIPOLOGIE D'USO**

Per le altre tipologie di utilizzazione delle risorse idriche, è necessario porre l'attenzione su quelle che potrebbero essere maggiormente influenzate dai cambiamenti climatici e quindi sulla necessità di rivedere le regole che attualmente le disciplinano.

- Per quanto riguarda l'uso idroelettrico ed il suo innegabile ruolo nella produzione di energia da fonte rinnovabile, si ritiene che debba essere messo in discussione il limite al rilascio di concessioni con potenza nominale media superiore ai 3.000 kW (grandi derivazioni). Va infatti valutata l'opportunità di sfruttare anche per uso idroelettrico i salti utilizzabili in caso di realizzazione di nuova infrastruttura per l'approvvigionamento irriguo o potabile di cui si è detto al paragrafo precedente. Ciò anche in considerazione del fatto che, per quanto riguarda le utilizzazioni già in essere, si prevede una riduzione della produzione sia per i nuovi obblighi di rilascio del deflusso minimo vitale, sia per le modifiche del regime idrologico.
- In relazione agli utilizzi per innevamento artificiale l'attuale disciplina del P.G.U.A.P. stabilisce coefficienti di consumo in base all'altezza del manto nevoso da produrre artificialmente rapportati alla quota a cui si trovano le piste da innevare. A questo proposito si deve rimarcare che l'aumento delle temperatura e la diminuzione delle precipitazioni nevose potrebbero mettere a repentaglio le stazioni sciistiche anche se già provviste di impianti di innevamento programmato e che le quantità necessarie per tale pratica potranno conseguentemente aumentare; per questo e soprattutto per consentire la pro-

duzione dell'attività delle stazioni sciistiche esistenti, si deve rivedere il criterio posto dal Piano sostituendolo con uno basato sulle modalità ed i tempi di prelievo che privilegi la realizzazione di bacini d'accumulo.

### I CANONI PROVINCIALI PER L'UTILIZZO DELL'ACQUA

I canoni provinciali annui che i diversi soggetti concessionari devono corrispondere alla Provincia per poter prelevare l'acqua e destinarla ai diversi usi non risultano, allo stato attuale, adeguatamente correlati al valore della risorsa ed alla quantità effettivamente prelevata.

Attualmente, il canone è fissato in relazione alla portata in concessione (pari ad un valore medio annuo, spesso frutto di una stima) ma non in relazione ai quantitativi effettivamente utilizzati, anche per la mancanza di misuratori sulle opere di presa, né al valore specifico degli usi.

L'ammontare annuo complessivo dei canoni di concessione per tutte le tipologie di derivazioni idriche, escluse le grandi derivazioni idroelettriche, è pari nel 2007 a circa due milioni di euro; rapportando tale importo al volume di acqua concesso si ricava un "valore" medio dell'acqua pari a circa 0,5 millesimi di euro al metro cubo.

Si è cercato di verificare se l'aumento dei canoni di concessione possa indurre cambiamenti volti al



*Segheria ad acqua sul Rio Valzanca nel Parco Paneveggio Pale di San Martino.*

risparmio della risorsa, in particolare da parte dei comuni. Si è riscontrato che, per incidere effettivamente sui comportamenti dei comuni e degli altri concessionari, occorrerebbero cambiamenti radicali, improponibili nel breve-medio periodo, per molti degli usi e in particolare per gli usi civili-domestici. Agire solo sui canoni demaniali per incentivare cambiamenti virtuosi appare quindi poco efficace. La quota di spesa per canoni demaniali sul totale dei costi è irrisoria.

Pur senza rinunciare a studiare modelli di definizione dei canoni, specifici per i diversi usi, con la finalità di indurre comportamenti virtuosi nell'uso

dell'acqua, sembra invece più efficace, allo scopo di incentivare un utilizzo più efficiente dell'acqua, premiare i comportamenti giusti anziché penalizzare quelli sbagliati aumentando i canoni. Ciò potrebbe essere fatto collegando le aliquote degli incentivi agli investimenti già attualmente presenti, ad un comportamento dei gestori adeguato al risparmio della risorsa e all'abbattimento dei costi di gestione (integrazione di sistema).

Si rende dunque necessario affrontare il tema delle possibili azioni per l'adeguamento dell'attuale sistema di approvvigionamento idropotabile, agendo su più fronti quali:

- › incentivo ai cambiamenti nell'organizzazione dei sistemi acquedottistici di cui si è detto sopra, dando concreta attuazione a quanto già previsto dalla legge provinciale 16 giugno 2006 n. 3 "Norme in materia di governo dell'autonomia del Trentino";
- › revisione delle modalità di finanziamento provinciale delle opere, sulla base di standard minimi strutturali e gestionali definiti di concerto tra i vari settori della Provincia;
- › modulazione dei canoni di concessione.

Con specifico riferimento alla modulazione dei canoni, si potrebbe agire in primo luogo sulla quantità d'acqua concessa legata alla domanda potenziale e assoggettata ad un canone base.

La misura della concessione dovrebbe poi essere ricalibrata e monitorata mano a mano che i miglioramenti nella rete e nella gestione permetteranno effettivi risparmi.

Una seconda ipotesi potrebbe essere quella di configurare un canone a scalini ed una terza ipotesi è quella di incentivare i comportamenti virtuosi dei gestori erogando contributi di investimento ai soggetti che utilizzano una quota minore della concessione ammessa tanto più elevato quanto più ci si avvicina alla pura domanda potenziale.

## IMPLICAZIONI SULLE TARIFFE – USI CIVILI

Un aumento dei canoni di concessione non ha un grande effetto sulle tariffe all'utenza finale, poiché i canoni rappresentano, come detto, una quota molto piccola dei costi effettivi del servizio, per gli usi civili.

In secondo luogo, ai livelli attuali delle tariffe (minori in media di quelle nazionali) la domanda di acqua potabile è rigida e un aumento delle tariffe non indurrebbe per sé comportamenti di risparmio negli utilizzatori finali.

Solo un forte aumento dei prezzi dell'acqua porterebbe i consumatori a diventare sensibili (perché la quota di budget da destinarsi alla risorsa diviene significativa) al prezzo.

Appare dunque utile orientare l'azione pubblica non solo verso tariffe più realistiche ma soprattutto verso programmi capillari di educazione/informazione degli utenti sul vero costo dell'acqua anche in relazione alle prospettive di carenza per effetto dei cambiamenti climatici.

Solo affiancata a questa azione una politica di aumento delle tariffe può essere efficace perché fa emergere in modo più appropriato gli effettivi costi dei servizi.

## La sicurezza del territorio

Le modificazioni climatiche producono nelle risorse idriche fenomeni di scarsità ma anche eventi di particolare pericolosità dovuti a precipitazioni di intensità elevata concentrate in brevi periodi. La vetustà delle infrastrutture acquedottistiche e le criticità esistenti su alcuni grossi impianti idroelettrici hanno causato, anche in anni recenti, dissesti idrogeologici che solo grazie all'esistenza di un efficiente sistema di protezione civile non hanno prodotto gravi danni al territorio ed alle popolazioni.

Al fine di conoscere meglio tali fenomeni e le dirette implicazioni sulla sicurezza del territorio sono stati avviati:

- a) un progetto che si propone di analizzare, attraverso diversi scenari meteorologici indotti dalle variazioni climatiche, gli effetti sulle portate dei corsi d'acqua;
- b) studi particolari di monitoraggio di versanti frastanti in relazione ad ipotetiche perdite da acquedotti e/o condotte forzate.

Al fine di conoscere meglio tali fenomeni e le dirette implicazioni sulla sicurezza del territorio è stato avviato un progetto che si propone di analizzare, attraverso diversi scenari meteorologici indotti dalle variazioni climatiche, gli effetti sulle portate dei corsi d'acqua.

Sono stati scelti due bacini pilota, appartenenti alla stessa area ma di dimensioni differenti, in modo da legare le possibili variazioni di deflusso anche alla scala spaziale:

- bacino minore, con superficie di 20 Km<sup>2</sup> (un bacino del torrente Avisio);
- bacino maggiore, con superficie di 200 Km<sup>2</sup> (bacino del torrente Avisio chiuso a Soraga).

Di fatto, lo studio dovrà quindi definire l'influenza delle variazioni climatiche sulle portate nei corsi d'acqua nonché sul tempo di ritorno che caratterizza la portata (ad esempio un aumento delle precipitazioni del 20% potrebbe comportare aumenti di portata anche del 40-50% a seconda delle caratteristiche del bacino e quindi passare da un Tr 100 ad un Tr 200).

Attualmente l'analisi si sta concentrando sull'applicazioni e la taratura di modelli di trasformazione afflussi-deflussi (trasformazione delle piogge in portata). In particolare l'analisi di taratura e calibrazione si basa sullo stato attuale per poi passare all'applicazione dei diversi scenari meteorologici come descritti nello schema. Oltre agli effetti sulla portata liquida si specificheranno anche gli impatti sulla portata solida, con particolare riferimento agli eventi ascrivibili alle "colate detritiche".



*Rio Antermont in Val di Fassa.*

Si ritiene che le prospettive di questo progetto possano essere di indirizzo per tutte le attività di studio e di gestione di corsi d'acqua. Infatti determinare la portata di riferimento nei corsi d'acqua è la condizione necessaria per qualsiasi attività che condiziona la progettazione di opere idrauliche, la manutenzione dei corsi d'acqua ed infine la perimetrazione delle aree di pericolo.

In definitiva si dovrà comprendere se sono ancora validi i criteri definiti nel PGUAP per la progettazione e manutenzione dei corsi d'acqua (se attualmente il Tr di riferimento è 100 anni, dall'analisi degli sce-

nari potrebbe risultare che questo deve diventare 200). La stessa analisi dovrà essere condotta sulle aree di pericolo sia per esondazioni che per colate. Per la graduazione delle stesse infatti sono stati definiti diversi Tr (30-100-200) che in base ai risultati potrebbero essere modificati.

È stata inoltre valutata la possibilità di realizzare degli invasi di piccole dimensioni in quota, anche in serie, capaci di laminare l'onda di piena e contestualmente assolvere, con un'aliquota del volume disponibile, alla funzione di piccolo serbatoio. Questo tipo di intervento mira a riconfigurare, con even-

tuali ampliamenti, siti dove l'assetto geomorfologico e le caratteristiche topografiche già predispongono a tale intervento: in molti casi si tratta di rinnovare e ripristinare capacità un tempo presenti.

Questo tipo di interventi, costituendo una rete diffusa sul territorio di piccoli invasi, possono con un effetto cumulativo, portare ad un'apprezzabile riduzione dei colmi di piena ed essere allo stesso tempo una forma di immagazzinamento della risorsa. Occorre specificare che la forma diffusa permette di avere dimensioni modeste, mentre il possibile utilizzo plurimo di queste opere (di difesa idrogeologica e di scorta idrica) richiederebbe invece la disponibilità di maggiori volumi (e impatti).

Potrebbero essere individuate delle aree campione dove esaminare tale possibilità e studiare il funzionamento idraulico ottimale.

Infine, anche se in questo caso non ci si potrà basa-

re sulla modellazione idrologica, si evidenzieranno gli impatti sul sistema idraulico della variazione di regime dovuta sia ai cambiamenti climatici sia all'entità delle derivazioni e dei prelievi. La riduzione del contorno bagnato relativo alle portate prevalenti e di morbida favorisce un veloce avanzamento della vegetazione in alveo che a sua volta facilita la cattura di sedimento e l'innalzamento di parte della sezione rendendola non sommergibile dalle piene annuali. Oltre alla progressiva parzializzazione della sezione si possono innescare, in occasione di piene a maggior tempo di ritorno, ingenti trasporti di sedimenti e soprattutto di materiale galleggiante. Tutto ciò potrà quindi comportare la necessità di maggiori spese per mantenere in efficienza il reticolo idrografico; in alcuni casi potrà essere utile prevedere un piano di "cacciate" modulate in modo tale da mantenere in "efficienza idraulica" il reticolo.

## Interventi proposti

Alla luce dei fattori critici evidenziati ai capitoli precedenti si possono sintetizzare alcune azioni per una migliore gestione delle risorse idriche, a fronte degli effetti dei cambiamenti climatici sulla disponibilità idrica del Trentino, al momento ancora non quantificabili.

### INTERVENTI DA ATTIVARE NEL BREVE PERIODO

- a) **Azioni finalizzate all'aumento della conoscenza ed alla diffusione di buone pratiche per l'uso dell'acqua:**



*Nuvole al tramonto in  
Vallagarina.*



- te introdotti e diffusi sistemi di risparmio.*
- introdurre anche negli edifici privati la raccolta di acqua piovana, che può assolvere, se adeguatamente diffusa, anche alla funzione di micro-laminazione; l'acqua raccolta può essere inoltre destinata ad usi compatibili con il suo livello qualitativo (irrigazione aree verdi, servizi, ecc.).

➤ *Nei Regolamenti edilizi di alcuni comuni questo è già previsto.*
- b) Revisione delle norme del Piano Generale di Utilizzazione delle acque pubbliche:**
- i valori di DMV dovranno essere rivisti sulla base di studi specifici ed a seguito di opportune sperimentazioni;

➤ *Ad esempio anticipando il termine di introduzione dell'obbligo di rilascio e limitando la*
- misura a 2 l/s per Km<sup>2</sup>, si potrebbero ridefinire i valori previsti dalla tabella del Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche sulla base dei risultati ottenuti.*
- i criteri per la definizione dei quantitativi d'acqua per innevamento programmato dovranno essere ridefiniti e legati non tanto all'altezza del manto nevoso a seconda delle diverse quote, ma alla modalità di alimentazione, incentivando l'uso di bacini di accumulo;

➤ *Questo consentirebbe di ottimizzare, nel breve periodo, la gestione dell'innnevamento programmato nelle stazioni sciistiche esistenti.*

➤ *Per l'uso a scopo idroelettrico si dovrà riconsiderare la possibilità di realizzare impianti con potenza nominale superiore ai 3.000 kW.*

➤ *L'utilizzo combinato dell'acqua immessa nelle*

*dorsali acquedottistiche strategiche, potrebbe consentire anche la produzione energetica, con potenzialità superiori all'attuale limite dei 3.000 kW.*

**c) Interventi per la sicurezza del territorio:**

- continuare nell'attività di studio finalizzata a definire l'influenza delle variazioni climatiche sulle portate nei corsi d'acqua nonché sul tempo di ritorno che caratterizza la portata;
  - *Un aumento delle precipitazioni del 20% potrebbe comportare aumenti di portata anche del 40-50% a seconda delle caratteristiche del bacino.*
- monitorare il reticolo idrografico artificiale ed evidenziare quei tratti che possono risultare pericolosi per la stabilità e sicurezza del territorio.
  - *La vetustà di molte opere idrauliche presenti sul territorio, come condotte, canali e gallerie, potrebbe innescare dei fenomeni di dissesto.*

**INTERVENTI DA ATTIVARE NEL MEDIO PERIODO**

**a) Interventi sugli acquedotti potabili:**

- adottare sistemi di controllo e monitoraggio degli acquedotti per definire il bilancio idrico degli impianti e consentire l'individuazione di sprechi, disfunzioni e perdite, pianificando di conseguenza gli interventi di manutenzione straordinaria;

- *Attualmente l'effettivo volume fatturato, considerando sia i consumi domestici che quelli non domestici, è pari solo al 20% circa delle portate concesse ai Comuni per l'alimentazione degli acquedotti.*
- introdurre nella gestione degli acquedotti standard minimi impiantistici e gestionali; ciò permette di raggiungere un livello di servizio adeguato alla regolamentazione vigente e di attuare una corretta prevenzione; il rispetto di tali standard dovrebbe essere anche condizione per l'ammissione al finanziamento provinciale delle opere;
  - *Solo una decina di soggetti gestori, su un totale di 200 sul territorio provinciale, rispetta standard sufficientemente elevati.*
- incentivare l'interconnessione fisica e gestionale degli acquedotti esistenti per ambiti di ampiezza tale da consentire una riduzione dei costi gestionali ed una ottimizzazione nell'uso della risorsa. A questo fine si rende necessario un adeguamento normativo sia nella materia delle concessioni a scopo potabile che in quella delle relative contribuzioni. Dovrà in particolare essere approfondito il ruolo che potrebbe essere assunto in questo campo dalle Comunità di Valle;
  - *Alcune iniziative come ad esempio nel Primiero e in Val di Ledro, sono già state avviate.*
- incentivare l'interconnessione fisica di alcuni tratti delle reti primarie come misura preventiva

per ovviare a situazioni di decadimento qualitativo della risorsa. L'interconnessione dovrà essere realizzata secondo un piano coerente con l'eventuale futura realizzazione di uno o più dorsali strategici.

- *È possibile infatti che anche nel medio periodo sia opportuno intervenire per mettere in sicurezza i sistemi di approvvigionamento potabile nelle aree più vulnerabili.*

#### **b) Interventi sugli impianti di irrigazione:**

- incentivare l'ulteriore estensione degli impianti a goccia a basso consumo, la manutenzione straordinaria ed il rifacimento delle opere adduttrici principali, la realizzazione di bacini di accumulo a livello consortile, l'installazione di sistemi di automazione degli impianti irrigui finalizzati ad un miglior controllo delle quantità erogate ed al miglioramento della gestione e funzionamento degli impianti irrigui.
- *L'estensione del sistema a goccia a tutta la superficie irrigata permetterà il risparmio del 25% dell'acqua attualmente impiegata.*

#### **c) Interventi di carattere finanziario:**

- modificare i canoni di concessione;
- *È possibile definire un canone agevolato per le quantità strettamente necessarie ed un canone più elevato per i quantitativi eccedenti.*

- incentivare comportamenti virtuosi di risparmio della risorsa e di accorpamento delle gestioni, per sfruttare economie di scala tecniche e gestionali nel servizio e per aumentare la qualità dello stesso.

- *L'attuale sistema di incentivi premia la frammentazione delle reti e di conseguenza delle gestioni.*

#### **d) Microinvasi:**

- favorire la realizzazione e l'utilizzo di microinvasi per la laminazione e per usi integrati, quali ad esempio: antincendio, innevamento, usi irrigui a livello aziendale; si tratta in particolare di ripristinare, con eventuali ampliamenti, la capacità di invaso/laminazione sfruttando situazioni geomorfologiche e/o topografiche particolarmente favorevoli.
- *Alcuni micro invasi per uso antincendio sono già stati realizzati dalla Provincia.*

## **INTERVENTI DA ATTIVARE NEL LUNGO PERIODO**

### **Infrastrutture acquedottistiche strategiche**

La realizzazione di infrastrutture strategiche comporta elevati costi di costruzione e dovrà essere presa in considerazione solamente qualora, nonostante le misure suggerite per il breve e medio periodo, si prospettino ulteriori gravi contrazioni delle



*Prati alberati.*

portate conseguenti al cambiamento climatico.

Allo stato delle conoscenze attuali il verificarsi di eventi conseguenti ai cambiamenti climatici che determinino gravi contrazioni delle portate, non è ancora prevedibile.

Tuttavia, qualora ne ricorressero le condizioni, si propone di realizzare una serie di infrastrutture acquedottistiche strategiche.

- > Realizzazione di dorsali acquedottistiche strategiche, con funzioni di interconnessione ed integrazione dei sistemi acquedottistici che presentano risorse locali insufficienti o molto frammentate e di compensazione tra le fonti di alimentazione in caso di carenze localizzate e di sostituzione dei punti di prelievo più vulnerabili. La priorità è stata individuata per la dorsale a servizio della zona “Trentino Centrale” dove si potrebbero presentare le maggiori criticità e

dove ricadono i tre maggiori centri abitati (Trento, Rovereto, Pergine Valsugana).

- > Alimentazione irrigua per la zona agricola da Cles a Cunevo, in Val di Non, mediante la realizzazione di opere in parte coincidenti con quelle previste per la dorsale “Trentino centrale”, pur mantenendo fonti di alimentazioni diversificate.
- > In caso di ulteriore deficit, integrazione con una “adduttrice di monte” che permetta di alimentare la dorsale anche con le risorse strategiche accumulate nei bacini, rese ottimali per il consumo umano attraverso un processo di miscelazione e/o mineralizzazione.

## Dieci regole per il buon uso dell'acqua

### COSA DEVE FARE LA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

- › **CONOSCERE PER DECIDERE:**  
*conoscere l'entità della risorsa e controllare la sua variazione nel tempo.*
- › **MIGLIORARE LE REGOLE:**  
*rendendole più semplici ed efficaci.*
- › **PREMIARE LE BUONE PRATICHE:**  
*privilegiare finanziamenti per sistemi integrati e ad alta efficienza.*
- › **REALIZZARE TUTTE LE STRUTTURE CHE SERVONO, SOLO QUELLE CHE SERVONO:**  
*la realizzazione di nuove dorsali strategiche si giustifica solo nell'ipotesi di grave depauperamento della risorsa il cui verificarsi non è al momento prevedibile.*

### COSA SI CHIEDE AI COMUNI E AI GESTORI

- › **MIGLIORARE LA MANUTENZIONE E LA GESTIONE DELLE RETI:**  
*non intaccare nuove fonti ma rendere efficiente la rete esistente.*
- › **CONNETTERE LE STRUTTURE E LE GESTIONI:**  
*attuare gestioni integrate con gli altri Comuni.*
- › **RIDURRE I CONSUMI E INCENTIVARE IL RISPARMIO:**  
*nei prossimi anni la dotazione potabile in termini di litri/giorno per abitante dovrà essere ridotta.*



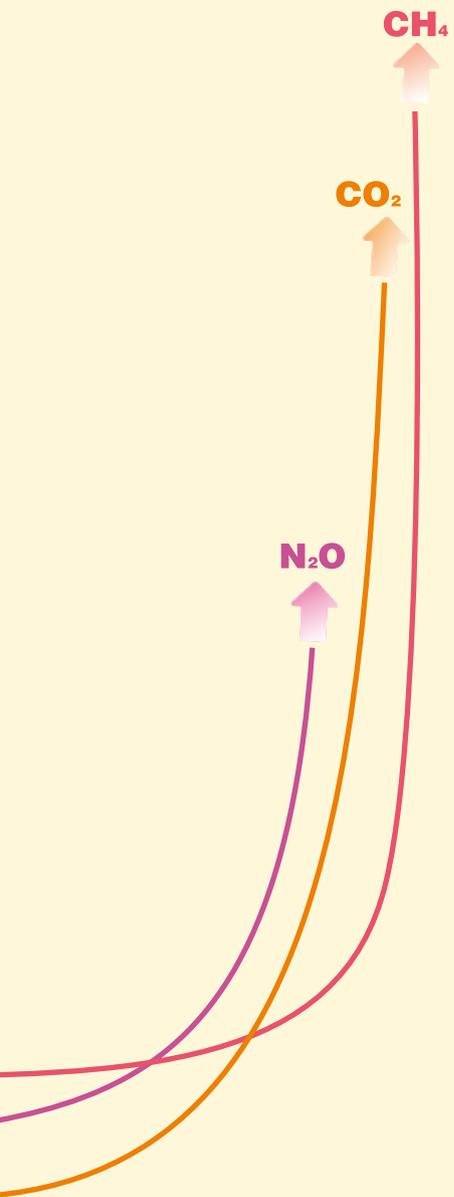
### COSA SI CHIEDE AI CITTADINI

- › **CONOSCERE IL VALORE DELL'ACQUA ED USARLA CON COSCIENZA:**  
*il costo reale dell'acqua che si beve è molto più alto della tariffa che si paga.*
- › **USARE L'ACQUA GIUSTA AL POSTO GIUSTO:**  
*ad esempio raccogliere l'acqua piovana per innaffiare il giardino e non usare quella potabile.*
- › **PENSARE CHE L'ACQUA È UNA RISORSA LIMITATA, DA SALVAGUARDARE ANCHE PER LE GENERAZIONI FUTURE:**  
*ogni forma di inquinamento può pregiudicare la disponibilità futura.*

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., *Trentino Progetto Clima. Il Trentino - Rivista della Provincia Autonoma di Trento*, n. 280 agosto 2007.
- Bottura M., Fezzi M., Orsingher G., Toller G., et al., *Acqua e Agricoltura, Simposio - Istituto Agrario San Michele All'Adige-14 maggio 2007, 2007.*
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, *Provincia Autonoma di Trento: Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche. D. P. R. 15 febbraio 2006. Parte Prima: quadro conoscitivo di base; Parte terza: Utilizzazione delle acque pubbliche; Parte ottava: Norme di attuazione. www.pguap.provincia.tn.it*
- Burke D., Leigh L. & Sexton V. (2001), *Municipal water pricing 1991-1999, Environmental Economics Branch, Environment Canada.*
- Federconsumatori (2007), *Osservatorio nazionale sulle tariffe e i servizi - VI Indagine Nazionale sul servizio Idrico.*
- Fraquelli G., Moioso V. (2006), "La riforma del servizio idrico in Italia ed il problema della dimensione ottimale degli Ambiti Territoriali", *Impresa Progetto*, N. 1, Anno 2006.
- Garcia Alcubilla R. (2002), *Derived willingness-to-pay- for water: Effects of probabilistic rationing and price, Master's project, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Univ. of California, Davis, Calif.*
- Howe and Linaweaver (1967), "The impact of price on residential water demand and its relations to system design and price structure", *Water Resources*, Vol. 3, N. 1, pp. 13-32.
- INDIS Istituto Nazionale Distribuzione e Servizi (2004), *Il servizio idrico in Italia. Sintesi del rapporto, Unioncamere, Roma.*
- Kansas Department of Agriculture - Division of Water Resources (2004), *Kansas municipal water use 2004, s.l.*
- Mansur E., Olmstead S.M. (2006), *The value of scarce water: measuring the inefficiency of municipal regulations, Joint Center Working Paper 06-01.*
- Manwaring J.F. (1998), "The Impact of Water Pricing and the Willingness to Pay by Consumers", *Federgasacqua Conference, Venice (Italy), 6-8 May 1998, Paper No. 99/24.*
- McNeill R., Tate D. (1991), "Guidelines for municipal water pricing", *Social Science Serier N. 25. Inland Water Directorate - Water Planning and Management Branch, Ottawa, Canada.*
- Munasinghe M. (1992), "Water Supply and Environmental Management: Developing World Applications", *Studies in Water Policy and Management, Westview Press.*
- Muraro G. (2002), *Il servizio idrico integrato in Italia, tra vincoli europei e scelte nazionali, Mimeo, Padova.*
- OECD (1999), "The price of water. Trends in OECD countries", *OECD.*
- Ostojic and Lukšic (2001), *Water pricing in Croatia, current policies and trend, Regional Enviromental Center for Central and Eastern Europe.*
- Rizzi C. (2005), "WFD Challenger to charging: England and Italy", *Cranfield University.*
- Schneider and Whitlach (1991), "User-specific water demand elasticities", *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 117, N. 1, pp.52-73.
- VEWA *Vergleich Europaischer Wasser un Abwasserpreise (2006), Information, Metropolitan Consulting Group.*
- Warford J. (2003), "Marginal Opportunity Cost Pricing for Municipal Water Supply", *International Development Research Centre, Ottawa, Canada.*
- Winpenny J. (1994), "Managing water as an economic resource", *London.*
- Young R. (2005), "Determining the economic value of water. Concepts and methods", *Published by Resources for the future.*





Gruppo di lavoro  
Gestione del turismo

## Indice

	pag.
<b>&gt; Il turismo in Trentino e le politiche turistiche in atto</b>	105
Il posizionamento competitivo: Trentino, la Montagna Italiana	105
Il turismo estivo, il turismo invernale e le peculiarità del Trentino	106
L'organizzazione della promozione turistica	108
Strutture ricettive ed impiantistica	109
Le politiche turistiche provinciali	112
<b>&gt; Il cambiamento climatico e i suoi impatti sul turismo in Trentino</b>	116
Premessa	116
I rischi per l'offerta	117
I rischi dal lato della domanda e dei mercati	120
Le opportunità per l'offerta	121
Le opportunità dal lato della domanda e dei mercati	121
Conclusioni	122
<b>&gt; Dallo scenario alle azioni</b>	124
<b>&gt; Bibliografia</b>	128

## Il turismo in Trentino e le politiche turistiche in atto

### IL POSIZIONAMENTO COMPETITIVO: TRENTINO, LA MONTAGNA ITALIANA

Il Trentino è nell'immaginario e nel vissuto degli italiani la "Grande Montagna Italiana". Questo gli assicura, al di là dei suoi punti di forza ed i suoi punti di debolezza, un rilevante vantaggio competitivo sul mercato interno, che trova conferma nei numeri del movimento turistico (tra italiani e stranieri sono circa 5 milioni gli arrivi e 30 milioni le presenze annue registrate annualmente nelle strutture ricettive, negli alloggi dati in affitto e nelle seconde case).

Il Trentino è, nei confronti dei suoi competitors, montagna "italiana" per la connotazione nettamente italiana della sua offerta e delle sue proposte. C'è però una questione montante: quella della progressiva modernizzazione, anche della montagna trentina, che via via affievolisce la percezione di "montagna incantata" che ne aveva il frequentatore e che, attraverso nuove infrastrutture e nuovi insediamenti, riduce l'appeal dei luoghi rendendone offuscata l'immagine

Il posizionamento del Trentino è comunque riconducibile a fattori quali:

- l'ambiente, inteso come contesto naturale seppur spesso identificato con il passato, con l'essere "come prima";
- l'identità, antropologicamente e storicamente fondata anche come rappresentazione di un "meglio", di un'alterità conservata e rivendicata, curata ed amata che diventa distintività;
- la lentezza, intesa come una qualificata fruizione del tempo che scorre, un ritmo di vita ideale;
- la semplicità, connessa alla tracciabilità dei processi produttivi, alla mancanza di sofisticazione, al recupero della materia prima;
- la sicurezza, connotata al modo di vivere, arricchita dalla buona gestione delle cose sociali, culturali, economico-produttive, ambientali, corroborata dalla partecipazione, dal volontariato;
- la montagna, proposta come "accidente positivo", un interrompersi della pianura, della "banalizzazione" con un disagio, quello della "salita", che diventa un pregio;
- il silenzio, naturale, conservato, protetto come una risorsa;
- l'acqua, che in Trentino è quasi ovunque, tanta, pulita, buona; un vero e proprio carattere distintivo reso valore dall'attenta tutela.

L'internazionalizzazione delle destinazioni del Trentino, in termini di arrivi e presenze estere, è inferiore a quella delle destinazioni loro concorrenti.

Dal confronto con i principali competitors alpini risulta che il Trentino ha uno dei massimi indici di ricettività turistica (posti letto turistici per residente), un indice di intensità turistica alberghiera tra i più bassi, uno tra i maggiori livelli di dimensione media degli alberghi, ma anche uno dei peggiori tassi di utilizzo degli stessi. Si può pertanto affermare che l'offerta turistica trentina subisce la forte pressione dell'extralberghiero ed in particolare delle seconde case ad uso turistico, troppe e troppo poco utilizzate.

### IL TURISMO ESTIVO, IL TURISMO INVERNALE E LE PECULIARITÀ DEL TRENTINO

Il turismo montano estivo sta registrando in Trentino, negli anni più recenti, una sostanziale tenuta dopo una battuta d'arresto registrata nel corso degli anni '90, che era seguita al boom dei decenni Settanta/Ottanta. L'estate in montagna rimane in ogni caso una stagione che, dal punto di vista turistico, presenta maggiori criticità rispetto alla stagione invernale a causa di un prodotto e di una proposta meno definiti nonché di un pubblico più composito negli interessi e della sovrapposizione tra vecchie e nuove motivazioni di vacanza. La situazione di

difficoltà è imputabile in parte alle caratteristiche dell'offerta, non sempre in grado di innovare il prodotto e di riposizionare e ringiovanire l'immagine della montagna, ma anche a mutamenti avvenuti nei comportamenti di vacanza.

Il Trentino è una destinazione turistica che dialoga, soprattutto nel semestre estivo, prevalentemente con un mercato di prossimità: Milano e la Lombardia, il Veneto, l'Emilia-Romagna, ma anche la Toscana, l'area metropolitana di Roma, la Liguria e, all'estero, la Baviera e Stoccarda, aree dove la produzione di reddito è elevata e dove i residenti sono dotati mediamente di una significativa capacità di spesa.

Il turista estivo in Trentino ha un'età media abbastanza elevata; un titolo di studio medio-alto e buon reddito, anche se la sua spesa giornaliera è più contenuta di quella del turista invernale. Più di sette turisti su dieci motivano la loro vacanza estiva in Trentino con l'esigenza di riposare e rilassarsi in un ambiente naturale. Non manca però la socializzazione e una moderata attività fisica. Soltanto un quarto dei turisti è interessato e di fatto pratica in vacanza una qualche attività sportiva (dalle escursioni, alla bicicletta, fino a discipline più impegnative come l'arrampicata, il rafting, il surf).

Queste due principali motivazioni di vacanza (desiderio di riposo e vacanza attiva) ben descrivono i due universi più significativi di vacanzieri presenti



*Le acque cristalline del Lago Ritorto.*

in Trentino in estate, il diverso peso che hanno e le conseguenti diverse aspettative e domande, i diversi bisogni e comportamenti.

Da tempo la stagione turistica invernale sopravanza largamente in Trentino quella estiva, sia dal punto di vista delle ricadute economiche, sia nel numero delle presenze e della durata della stagione. L'inverno è quindi ormai la stagione centrale. Tutte le destinazioni dell'arco alpino prive di un prodotto neve hanno maggiori difficoltà di tenuta, presentano una minore redditività della destinazione e minori investimenti.

Il ciclo di vita dello sci è nella fase di maturità, ma il Trentino rimane competitivo e lo sci è ancora il principale elemento d'attrazione invernale. Si viene in montagna e in Trentino in inverno essenzialmente per sciare.

Il mercato italiano è ancora largamente prevalente in questa stagione. Tre regioni (Lombardia, Lazio, Emilia Romagna) coprono da sole quasi la metà del totale delle presenze italiane. La componente estera, in crescita, è pari a poco più del 33% del totale delle presenze turistiche certificate. Al suo interno la presenza dai Paesi dell'Est (in particolare Polonia e Repubblica Ceca) è più che raddoppiata in pochissimi anni. Si tratta di turisti che ripropongono un approccio al prodotto neve come quello praticato vent'anni fa da italiani e tedeschi alle prese con la settimana bianca: un comportamento che punta a sciare intensamente valorizzando al meglio lo skipass.

Il confronto tra i comportamenti di spesa dei turisti estivi e quelli invernali (dati 2005) sembra confermare decisamente come le due tipologie di ospiti si vadano progressivamente diversificando: il turista

*Sciatori sulle piste ben innevate della Val Rendena.*



che sceglie il Trentino per le settimane bianche e per il “prodotto-neve” presenta un profilo molto diverso da quello estivo. In sostanza, il più delle volte non sono i medesimi turisti.

Il Trentino non è, però, soltanto montagna; la realtà lacuale caratterizza notevolmente una porzione del territorio. Il bacino del Garda e la sua punta settentrionale trentina costituiscono per certi versi il “primo meridione” d’Europa per chi scende da nord. La mediterraneità delle condizioni climatiche e, conseguentemente, anche estetiche generano un turismo che possiamo ben definire diverso da quello che abitualmente scaturisce nell’immaginario riferito al Trentino. L’importante flusso turistico sui laghi di Caldonazzo e Levico, poi, contribuisce a creare una realtà lacuale provinciale che rappresenta buona parte del movimento internazionale in provincia.

La “destinazione” dell’Alto Garda, all’interno della destinazione Trentino, è molto importante non soltanto in termini di arrivi e presenze, ma anche in merito all’esprimersi delle attività sportive di tendenza ed all’aspetto “salottiero” del suo vivere.

### L’ORGANIZZAZIONE DELLA PROMOZIONE TURISTICA

La legge provinciale 11 giugno 2002, n. 8 “Disciplina della promozione turistica in provincia di Trento” ha disegnato per l’organizzazione turistica trentina un vestito del tutto nuovo ed originale. La riforma ha mantenuto il doppio livello della promozione:

- Trentino S.p.A. (i cui soci sono la Provincia e la Camera di Commercio I. A. A. di Trento) realizza la promozione della marca “Trentino” e dei suoi valori trasversali;
- le aziende per il Turismo, cui compete la promo-

*In Trentino esiste una valida segnaletica sentieristica ed escursionistica.*



zione delle destinazioni d'ambito (oggi in numero di quattordici), sono soggetti di natura privata ma a partecipazione mista che per ottenere il riconoscimento provinciale ed i contributi previsti per l'attività promozionale annuale devono possedere peculiari requisiti relativi all'attività svolta e di rappresentatività dei diversi legittimi interessi alla promozione turistica locale.

In luogo dei sedici enti pubblici precedenti la riforma operano oggi, pertanto, quindici soggetti privati. Tuttavia, mentre per la promozione turistica e territoriale del Trentino si ha la realizzazione con veste privata di una funzione la cui titolarità è rimasta in capo all'Ente pubblico, per la promozione d'ambito vi è stato un vero e proprio passo indietro della Provincia, anche se con un modello che dovrebbe comunque garantire il perseguimento del rilevante interesse pubblico connesso con la promozione

delle destinazioni.

La stessa riforma è maturata di pari passo con il progetto di marketing territoriale della Provincia e, quindi, ha aperto la promozione turistica all'integrazione con gli altri settori che costituiscono gli "assi di attrattiva" del contesto economico-territoriale trentino (agro-alimentare e forestale, industria e artigianato, cultura e formazione).

### **STRUTTURE RICETTIVE ED IMPIANTISTICA**

Il Trentino (al 31.12.2006) conta 1.589 alberghi, un numero elevato, anche se in continua diminuzione ormai dalla fine degli anni '80, indice di una grande disponibilità verso l'accoglienza turistica della provincia di Trento. Sono strutture interessate, negli ultimi due decenni, da un consistente processo di riqualificazione.

## Consistenza degli esercizi alberghieri per categoria (1985-2005)

Anno	1 stella		2 stelle		3 stelle		4 stelle		Totale	
	Numero	Letti	Numero	Letti	Numero	Letti	Numero	Letti	Numero	Letti
1985	879	23.789	537	24.390	401	28.721	30	4.234	1.847	81.134
1986	820	21.985	567	25.215	423	30.528	33	4.597	1.843	82.325
1987	787	21.113	568	25.475	444	32.259	31	4.295	1.830	83.142
1988	748	19.813	576	25.838	470	34.531	32	4.363	1.826	84.545
1989	706	18.713	572	25.374	505	37.683	33	4.513	1.816	86.283
1990	671	17.506	560	24.614	538	40.075	39	5.312	1.808	87.507
1991	620	16.111	559	24.303	558	41.294	44	5.748	1.781	87.456
1992	585	15.559	523	22.859	573	42.949	51	6.463	1.732	87.830
1993	548	14.115	497	21.250	644	47.581	52	6.548	1.741	89.494
1994	531	13.612	481	20.404	667	49.001	54	6.759	1.733	89.776
1995	506	12.974	467	19.540	698	50.529	57	7.123	1.728	90.166
1996	464	11.807	451	18.677	739	53.282	61	7.722	1.715	91.488
1997	446	11.263	437	17.975	767	55.303	63	7.909	1.713	92.450
1998	417	10.305	424	17.324	784	56.488	67	8.459	1.692	92.576
1999	408	10.037	413	16.653	824	58.753	70	8.912	1.715	94.355
2000	335	8.520	379	15.459	828	60.144	73	9.399	1.615	93.522
2001	340	8.560	378	15.138	841	60.910	75	9.678	1.634	94.286
2002	327	8.131	369	14.762	852	61.674	78	9.992	1.626	94.559
2003	314	7.765	354	14.022	867	62.174	87	11.132	1.622	95.093
2004	294	8.530	325	12.543	856	60.867	94	11.522	1.569	93.462
2005	250	6.219	330	12.557	886	62.682	104	12.704	1.570	94.162

Servizio Statistica della Provincia Autonoma di Trento

Basti notare come nel 1985 gli alberghi a tre stelle costituissero in provincia di Trento il 21% del totale degli esercizi alberghieri, mentre nel 2005 i tre stelle erano il 56%. Gli esercizi a quattro stelle nel 1985 erano soltanto 30, mentre alla fine del 2005 erano 104. Per contro, gli esercizi ad una sola stel-

la nel 1985 erano 879 e attualmente sono soltanto 266. Il numero totale dei posti letto, che nel 1985 superava di poco gli 80 mila, sfiorava alla fine del 2006 i 95.000.

La dimensione media è così passata da una capacità di 43,9 posti letto del 1985 a 59,6 posti letto

*Spiagge attrezzate al Lago di Molveno.*



del 2006. Un aumento della capacità ricettiva della singola azienda, dunque, ma non una perdita di quell'identità di "casa" ospitale, di personalizzazione, di cura dell'ospite che le aziende grandi o molto grandi ben difficilmente possono offrire. Gli alberghi trentini continuano quindi ad essere prima di tutto delle case accoglienti.

La riqualificazione è anche legata ai servizi presenti nelle aziende ricettive alberghiere: il numero delle piscine, dei centri benessere, la disponibilità verso particolari esigenze, come quelle delle famiglie con bambini in età prescolare e scolare, ma anche la disponibilità verso attenzioni di tipo dietetico, l'animazione interna, le politiche di prezzo, le vacanze tematiche, e molto d'altro ancora. E' quindi cambiato tanto, il Trentino dell'ospitalità, soprattutto a partire dalla fine degli anni '80.

Per quanto riguarda l'extralberghiero, esistono in

provincia 69 campeggi, per una capienza di 28.798 posti letto. I campeggi ad una sola stella sono 25, mentre 28 sono quelli a due stelle; a tre stelle troviamo 13 esercizi, mentre 3 sono quelli a quattro stelle. La metà circa di essi sono ad apertura annuale o almeno sulle due stagioni, quindi non soltanto quella estiva ma anche quella invernale.

I rifugi alpini in Trentino sono 139, con una certa differenza ed eterogeneità tra di essi, oltre che nell'ubicazione. I posti letto nei rifugi alpini sono 4.431, una quantità che non è certo trascurabile.

Gli agriturismi sono 182, di varia natura e livello, con 2.090 posti letto (dati 31.12.2006), mentre i bed&breakfast sono 134, quasi la metà dei quali (59) aderenti al severo standard dei B&B di Qualità in Trentino.

La realtà degli impianti di risalita è di eccellenza mondiale.

**Impianti di risalita**

Ambito	2006		
	Numero	Lunghezza (m)	Portata oraria
Trento	6	6.800	6.195
Paganella	14	14.659	18.125
Pine	1	174	600
Fiemme	19	24.541	33.037
Fassa	55	56.166	79.147
Primiero	22	21.362	29.108
Valsugana	3	1.565	2.736
Folgaria, Lavarone e Luserna	30	18.381	35.544
Rovereto	8	6.726	8.750
M. di Campiglio Pinzolo Rendena	27	36.731	42.442
Valli di Sole, Peio e Rabbi	35	30.771	46.999
Valle di Non	3	2.487	3.597
Lagorai Valsugana Orient. e Tesino	4	2.850	3.715
Zone fuori ambito	9	9.417	12.366
Provincia	236	232.630	322.361

Al 31 marzo 2007 gli impianti in esercizio risultavano 237 di cui 73 ad ammortamento automatico, vale a dire di elevato livello qualitativo, di particolare velocità e di notevole portata oraria.

Le piste per lo sci da discesa totalizzano in Trentino una lunghezza di 430 chilometri ed una superficie sciabile totale che oltrepassa i 1.500 ettari, su una superficie totale della provincia di 6.206 chilometri quadrati.

**LE POLITICHE TURISTICHE PROVINCIALI**

La Provincia, in virtù delle sue competenze, è uno dei principali attori del sistema economico trentino: si raccorda con l'U.E., lo Stato e le altre regioni; stabilisce la disciplina (salvo che per le materie di competenza di altri enti: Unione Europea, Stato, comuni); assicura incentivi alle imprese che effettuano investimenti nel settore; interviene direttamente e indirettamente nella promozione turistica, di cui ha la regia strategica; interviene come soggetto sti-

molatore di determinati comportamenti o facilitatore nella definizione dei rapporti tra diversi portatori di interesse allo sviluppo turistico e come centro di rete; mette in circolo informazione e conoscenza.

In attuazione delle sue potestà statutarie la Provincia è intervenuta con una legislazione di settore “ad ampio spettro”, adottando norme di disciplina e di regolazione, norme che prevedono l'intervento diretto dell'Ente pubblico e norme di incentivazione degli investimenti delle imprese.

Le principali leggi in vigore per il settore turistico sono le leggi provinciali 7 e 8 del 2002 che disciplinano rispettivamente la ricettività e la promozione turistica, la l.p. 6/1999 (conosciuta come “legge unica dell'economia”) e la l.p. 17/1993 (“Servizi alle imprese”), entrambe intersettoriali, che riguardano l'incentivazione degli investimenti, materiali e immateriali, delle imprese, la l.p. 7/1987 e la l.p. 35/1988 che prevedono rispettivamente la disciplina e l'incentivazione degli impianti a fune e delle piste da sci, la l.p. 21/1983 sull'idrotermalismo, la l.p. 9/1988 di disciplina delle agenzie di viaggio, la l.p. 20/1993 (guide alpine, accompagnatori di territorio e maestri di sci) e la l.p. 12/1992 (guide turistiche, accompagnatori turistici, assistenti di turismo equestre) per le figure professionali del turismo. Mantengono una disciplina specifica i campeggi (l.p. 33/1990) ed il patrimonio alpinistico (l.p. 8/1993). La l.p. 20/2005, agli articoli da 31 a 34 ha introdotto il tributo pro-

vinciale sul turismo (la sua applicazione è peraltro rinviata al 2009). Un rilevante comparto dell'offerta – l'agriturismo – rientra nella materia dell'agricoltura ed è disciplinato dalla l.p. 10/2000.

La Provincia interviene inoltre con ulteriori strumenti normativi sulle risorse umane, a tutti i livelli, dalla formazione professionale a quella imprenditoriale e manageriale.

In realtà, però, sono molte altre le norme che vengono azionate dalla politica turistica provinciale o delle quali essa deve tenere conto: normative urbanistiche e ambientali, sull'igiene e sulla sicurezza, sulle autonomie locali, sulla cultura, sui trasporti, sulla sanità, ecc.

Gli indirizzi generali della Politica economica della Provincia sono indicati nel Programma di sviluppo provinciale per la XIII Legislatura adottato con deliberazione della Giunta provinciale n. 1046 del 29 maggio 2006. Quelli della Politica turistica sono specificati nelle Linee guida adottate con deliberazione della Giunta provinciale n. 1485 del 15 luglio 2005.

Per ricostruire compiutamente lo sfondo nel quale si è mossa e si muove tuttora l'azione della Provincia nel comparto turistico occorre però risalire alla scorsa Legislatura e in particolare all'Atto di indirizzo sul turismo del 2000 ed alle Linee guida del progetto di marketing territoriale approvate nel 2002.

L'Atto di indirizzo sul turismo ha indicato tre strategie fondamentali per il turismo trentino:

- › costruire un territorio competitivo
- › realizzare un sistema integrato
- › offrire prodotti coerenti e competitivi.

La prima di queste strategie implica prevalentemente scelte di tipo urbanistico ed ambientale. L'interpretazione della seconda è stata affidata soprattutto alla riforma della promozione turistica realizzata con l'attuazione della citata l.p. 8/2002 ed al progetto di marketing territoriale che ha portato, tra l'altro, all'adozione del nuovo marchio "ombrello" del Trentino. La realizzazione della terza è più complessa perché compete in gran parte agli operatori privati, ai quali la Provincia deve garantire condizioni di quadro favorevoli ai processi di crescita qualitativa e di innovazione. Da questo punto di vista è ancora attuale la chiave di lettura suggerita dall'Atto di indirizzo: considerare la montagna come "linea di prodotti", non più come due diverse offerte stagionali a composizione rigida sintetizzabili nella settimana bianca in inverno e nella tradizionale villeggiatura estiva.

Il portato fondamentale del progetto di marketing territoriale, oltre al marchio unico, è stata la scelta dell'integrazione nella costruzione del prodotto e nell'approccio ai mercati. A partire dalla fine degli anni '90 il marketing territoriale si è andato infatti affermando come prospettiva principale delle po-

litiche di sviluppo locale ed ha suggerito il superamento della promozione turistica in senso stretto a favore di una promozione congiunta estesa a tutte le valenze del territorio e della destinazione.

Nella stessa XII Legislatura il turismo era stato individuato (dal Programma di sviluppo provinciale approvato nel 2002) come una delle tre filiere territoriali di specializzazione del Trentino (le altre due sono l'agro-alimentare e le costruzioni). Il Programma di sviluppo provinciale per la XIII Legislatura aggiunge dal lato della domanda obiettivi di stabilizzazione delle presenze, di incremento della spesa dei turisti, di miglior coordinamento tra i due livelli della promozione turistica (promozione del Trentino e promozione degli ambiti) in una logica di marketing territoriale; dal lato dell'offerta suggerisce di mantenere un alto livello di qualità ambientale e di ridurre gradualmente gli incentivi diretti alle imprese passando sempre più ad interventi di contesto (privilegiando in particolare la formazione).

Le Linee guida della politica turistica provinciale lanciano prevalentemente degli stimoli culturali a chi ha la responsabilità della loro interpretazione in chiave attuativa.

Il seguente passaggio delle citate Linee guida racchiude molti dei concetti più importanti: "La montagna modernizzata dà la sensazione che "il fondo-valle abbia risalito le pendici" e che "l'incanto" sia compromesso o, perlomeno, spostato più in quota.



*Angolo alpino in Primiero.*

Il rischio che si corre è far sentire l'ospite in una "ordinata periferia nordica", oppure addirittura in un "non-luogo". Il più delle volte il turista si sposta per vivere un'esperienza "diversa". Il Trentino può soddisfare questa richiesta di esperienza "totale", ma deve mantenere la capacità che ha sviluppato di far vivere in modo "altro", diverso dal vissuto quotidiano, proprio di un contesto urbano di pianura".

Le parole chiave indicate nel documento come obiettivi strategici ed esempi di azione sono:

- > Cultura turistica
- > Autenticità
- > Qualità
- > Integrazione
- > Sostenibilità

Da tutto questo emerge l'assoluta rilevanza della pianificazione urbanistica come strumento di politica turistica. Il piano urbanistico provinciale adottato definitivamente dalla Giunta provinciale nel 2007, oggi in attesa di essere approvato con legge provinciale dal Consiglio, compie delle scelte significative dal punto di vista delle politiche turistiche quando afferma o lascia intendere che ogni scelta urbanistica è di potenziale interesse della politica turistica, che è opportuno un recupero di attenzione all'evoluzione del paesaggio inteso come "deposito dell'identità locale e insieme risorsa territoriale", che è necessario mantenere l'"alterità" del Trentino nella percezione visiva contro la perdita di valore turistico di porzioni sempre più vaste di territorio e che deve essere fortemente limitata la possibilità di realizzare nuove seconde case.

## Il cambiamento climatico e i suoi impatti sul turismo in Trentino

### PREMESSA

Il cambiamento climatico descritto nella prima parte di questo capitolo è tale da determinare variazioni rilevanti negli elementi costitutivi del turismo trentino di oggi, tanto dal lato dell'offerta, quanto dal lato della domanda.

L'entità di queste variazioni dipende, evidentemente, dalla misura del cambiamento che è tuttora incerta. Vi sono tuttavia almeno due buone ragioni per interrogarsi sulle possibili conseguenze e per identificare fin da subito delle risposte di politica turistica: la prima è il principio di precauzione, la seconda è la non linearità delle conseguenze del cambiamento, per cui a variazioni climatiche non estreme possono comunque conseguire effetti considerevoli sulle condizioni di offerta e sulla composizione della domanda turistica.

Il cambiamento climatico trova spazio presso i mezzi di informazione per le minacce che esso reca agli attuali equilibri vitali ed è pertanto presentato esclusivamente per i suoi effetti negativi.

Siamo tutti portati, di conseguenza e a ragione, a preoccuparci dei rischi che corriamo senza tenere conto delle possibili conseguenze di segno

opposto. Trattando di turismo, attività direttamente dipendente dai comportamenti umani, le possibili conseguenze favorevoli non possono però essere trascurate. In questa parte si cercherà pertanto di individuare i rischi cui va incontro il sistema turistico trentino nelle sue diverse componenti di offerta e di domanda, senza trascurare le opportunità, minori ma significative, che ad esso si presentano.

L'analisi degli impatti in termini di rischi e opportunità è, di fatto, l'unica realizzabile considerata l'incertezza sul cambiamento ed in particolare sulle sue dimensioni.

È bene distinguere tra rischi e opportunità dal lato dell'offerta, vale a dire dalla parte dell'insieme dei beni e dei servizi che nelle loro svariate diverse combinazioni costituiscono la proposta turistica complessivamente presente sul territorio provinciale, e rischi e opportunità dal lato della domanda, cioè derivanti dai comportamenti di quella particolare categoria di consumatori che rappresenta la futura domanda di riferimento per i prodotti turistici trentini.

## I RISCHI PER L'OFFERTA

### Nella stagione invernale

- Perdita del tipico paesaggio alpino invernale.  
Il tipico paesaggio innevato costituisce un ingrediente importante della proposta turistica alpina. La vacanza invernale, soprattutto quella nel periodo natalizio, si nutre infatti anche di quella particolare e suggestiva atmosfera che solo la neve, presente anche in fondovalle, riesce a creare.
- Riduzione della fruibilità sciistica delle piste situate ad altitudine modesta, pur tenendo presenti le differenze derivanti dalla diversa esposizione del versante, che possono far mutare molto le quote a rischio.

Le analisi predisposte in preparazione della Conferenza nazionale sui cambiamenti climatici (Roma, settembre 2007), riprendendo studi dell'OCSE, offrono un'indicazione delle conseguenze dell'incremento delle temperature sulla fruibilità sciistica delle stazioni alpine. Per ogni grado di incremento della temperatura media la "linea di affidabilità della neve" (LAN) salirebbe di 150 metri. Per LAN si intende la quota altimetrica alla quale è garantita una copertura nevosa (naturale) di almeno 30 cm per almeno 100 giorni all'anno; essa è calcolata attualmente a circa 1.500 metri s.l.m. sull'arco alpino (anche qui andrebbe fatta una distinzione tra settori dell'arco alpino essendo oggi la LAN certamente

- più elevata, per esempio, in Francia che non in Austria; nello stesso Trentino la LAN delle valli più settentrionali non è certo oggi la stessa delle aree prealpine). Considerando affidabile una stazione il cui demanio sciabile sia collocato per almeno il 50% sopra la LAN, nell'ipotesi di aumento di 1°C – ritenuta probabile in 20-30 anni secondo il Rapporto IPCC – e quindi di innalzamento della LAN a quota 1.650 m, un terzo delle località trentine perderebbe l'etichetta di affidabile. Il fenomeno inciderebbe meno su demani sciistici situati ad altitudine media più elevata (come, in Italia, quelli altoatesini e, soprattutto, quelli valdostani).
- Progressivo aumento dei costi di gestione delle stazioni sciistiche.
  - Alla carenza di neve naturale si supplisce, se le disponibilità idriche e le condizioni di temperatura lo consentono, con l'innnevamento artificiale. Esso presenta, evidentemente, dei costi per l'infrastrutturazione e per la gestione. L'ammortamento dei primi ed il sostenimento dei secondi, in condizioni di crescente competizione sul mercato (che richiede inoltre continui investimenti per mantenere un adeguato livello qualitativo dell'offerta), rischia di incidere negativamente sulla redditività delle stazioni sciistiche – laddove oggi esista una redditività diretta ed immediata – ovvero di determinare incrementi di costo diffi-



*Cannone per l'innevamento artificiale.*

ilmente sostenibili laddove il ritorno economico delle stazioni sciistiche non sia già oggi misurabile “aziendalmente”, ma solo a livello di sistema economico di destinazione.

- Competizione nell'uso delle risorse idriche (residenti, ospiti, impiantistica) con potenziali problemi anche per l'acqua potabile.

Se i regimi pluviometrici in autunno ed in inverno dovessero continuare a contrarsi come negli ultimi anni i picchi di presenze turistiche invernali potrebbero determinare rischi sul fronte dell'approvvigionamento idrico. Va inoltre tenuto presente il fabbisogno, molto elevato in relazione ai tempi richiesti per la sua copertura, originato dall'innevamento artificiale delle piste, oggi soddisfatto da fonti alternative rispetto a quelle utilizzate per uso civile.

- Perdita dell'indotto dello sci e contrazione occupazionale per le figure professionali turistiche qualificate legate allo sci.

La progressiva riduzione dei praticanti lo sci contrae la richiesta delle prestazioni offerte dai maestri di sci, oggi alcune migliaia in Trentino. È inoltre possibile un forte peggioramento nelle condizioni di redditività delle attività economiche direttamente dipendenti dalla frequentazione delle stazioni sciistiche.

- Minore durata della stagione invernale.

Il cambiamento climatico indurrà comunque una perdita di peso della stagione invernale nella proposta turistica alpina. Il primo e più evidente effetto è la minore lunghezza della stagione: è sempre più difficile, per esempio, garantire buone condizioni di sciabilità a Pasqua, anche



*Libertà in mountain-bike.*

negli anni in cui la festività si colloca nel mese di marzo.

- a) Compromissione della possibilità di diversificazione dell'offerta con attività sulla neve alternative allo sci (ciaspole, scialpinismo, ecc.).

Le alternative allo sci alpino, sempre più presenti nelle proposte di offerta per far fronte alla perdita di appeal delle piste da discesa (e da fondo) – ciaspole, slittino, sci-alpinismo – sono comunque attività sulla neve. In assenza di neve rimane la montagna, però meno fruibile che nelle altre stagioni.

#### **Nella stagione estiva**

- Parziale compromissione dell'offerta "climatica" di alcune località (turismo estivo sotto i 1.000-1.200 m).

- Clima sfavorevole al turismo estivo in città (Trento, Rovereto, Riva). Le due città principali, Trento e Rovereto, vantano un'offerta culturale che merita anche una frequentazione estiva. L'aumento delle temperature estive peggiora però le condizioni climatiche delle due città che, come noto, presentano temperature massime estive piuttosto alte.

- Nuovi e maggiori costi nelle aziende ricettive a bassa quota connessi alle esigenze di climatizzazione per l'aumento della temperatura.

- Limitazione della fruibilità dei corsi d'acqua per la pratica di attività sportive quali rafting, torrentismo, pesca, ecc., e della balneabilità dei laghi (formazione di alghe, mancata ossigenazione) causa la riduzione di portate e livelli, con competizione nell'uso delle risorse idriche (soprattutto per gli utilizzi agricoli).

- › Perdita e/o pericoli di/su percorsi alpinistici. L'arretramento e la perdita di massa dei ghiacciai, la progressiva estensione del periodo nel quale la loro superficie non è coperta da neve, l'instabilizzazione dei versanti d'alta quota causata dallo scioglimento del permafrost rendono più difficoltosi e pericolosi alcuni percorsi alpinistici classici soprattutto nei gruppi dell'Ortles-Cevedale e dell'Adamello-Presanella.
- › Aumento del pendolarismo di chi va alla ricerca del fresco in giornata con incremento delle relative "esternalità negative" (traffico, inquinamento...).

#### Tutto l'anno

- › Perdita di fattori di attrattiva legati alle produzioni agricole d'alta quota, per le difficoltà nell'alpeggio dovute alla siccità primaverile. Il calo delle precipitazioni in primavera compromette, almeno in parte, la possibilità di praticare l'alpeggio e costringe ad integrare la dieta degli animali al pascolo con foraggi di provenienza esterna. La vitalità dell'alpeggio, come insegna l'esperienza sudtirolese, costituisce un ingrediente sempre più importante della proposta turistica estiva sulle Alpi.
- › Fenomeni meteo violenti più frequenti che possono riflettersi negativamente sull'attrattività della montagna e sulla durata delle permanenze. Violenti temporali possono causare frane, colate

deitriche, ecc. che, al di là dei rischi per l'incolumità delle persone – davvero limitati in un sistema attento a tali problematiche e vigile come quello trentino – rappresentano potenziali ulteriori voci di costo per il ripristino della fruibilità anche turistica del territorio.

- › Lunghi periodi anticiclonici, meno pioggia e meno neve possono significare anche maggiore inquinamento atmosferico omologando sotto questo aspetto la montagna alla pianura.
- › Perdita in chiave di competitività turistica di paesaggi rilevanti e particolari (come ambienti glaciali, laghetti alpini, zone umide...)
- › Perdita di specie animali e vegetali caratterizzanti, arrivo o moltiplicazione di specie anche dannose (zanzare, zecche, ecc.), soprattutto in estate.

#### I RISCHI DAL LATO DELLA DOMANDA E DEI MERCATI

- › Minore domanda per il turismo montano invernale nell'eventualità di una persistente carenza di precipitazioni nevose (e conseguente necessità di riformulare l'offerta e intercettare nuovi target e bisogni). Vi è, evidentemente, un certo grado di adattamento dei bisogni dei consumatori (e, quindi, della domanda turistica) al mutare delle condizioni generali dell'offerta. Negli ultimi anni ab-

biamo già assistito, per esempio, ad una contrazione della domanda di turismo montano in concomitanza con stagioni invernali particolarmente miti.

- Possibile rafforzamento dei competitors invernali (Tirolo, Salisburghese, Grigioni, ecc.) per la maggiore disponibilità di risorse idriche e per le più favorevoli temperature del versante nordalpino.
- Possibile rafforzamento dei competitors estivi (es. Austria e Svizzera) per possibili migliori condizioni climatiche e delle risorse idriche.
- Concorrenza delle mete alternative alla montagna in inverno (mari caldi) ed in estate.
- Modifiche nelle preferenze dei vacanzieri a vantaggio di tipologie di offerta non disponibili sul territorio provinciale.
- Miglioramento delle condizioni climatiche del Nord Europa e conseguente svolgersi di parte delle ferie dei turisti nord-europei in altre destinazioni.

### LE OPPORTUNITÀ PER L'OFFERTA

- In inverno si può “sciare al sole”. Il persistere dei domini anticiclonici in inverno regala lunghi periodi con cielo sereno ed inversione termica, condizioni ideali per sciare in alta quota.
- Minori costi di gestione delle strutture ricettive (meno riscaldamento).

- Maggiore durata della stagione estiva e maggiore facilità nel proporre stagioni uniche. L'aumento delle temperature rende sempre più piacevole la frequentazione della montagna nelle stagioni intermedie.

- Maggiore possibilità di balneazione per i laghi poiché l'acqua è più calda e per periodi più lunghi.
- Condizioni climatiche più stabili e miti e quindi più ospitali in alta quota; maggiore fruibilità della montagna (nel tempo e nello spazio), salvo percorsi in ambiente glaciale o ex glaciale.

### LE OPPORTUNITÀ DAL LATO DELLA DOMANDA E DEI MERCATI

- Crescita del successo di prodotti diversi dallo sci quali benessere, relax, enogastronomia... La carenza di neve potrebbe dare un ulteriore impulso a tematismi di offerta alternativi, già oggi in progressiva crescita.
- Incremento della domanda turistica estiva per il peggioramento delle condizioni climatiche su mercati di prossimità. Il grande caldo, che sempre più spesso e sempre più a lungo, potrà gravare sulla Pianura Padana e sulle grandi città italiane e mitteleuropee dovrebbe accrescere il desiderio di “fuga” da parte dei residenti, che in tarda primavera ed in estate potrebbero essere indotti a trascorrere periodi di ferie più lunghi o più frequenti in montagna.



*Anche il vento scrive sulla neve.*

- Crescita del segmento di domanda relativo ai laghi. Quella sui nostri laghi è percepita come una vacanza mediterranea, ma con un clima più fresco rispetto, per esempio, a quello dell'Alto Adriatico.
- Possibile allungamento della stagione turistica con maggiore fruibilità delle stagioni intermedie. La minore caratterizzazione – dal punto di vista climatico – delle stagioni potrebbe facilitare una proposta turistica del territorio trentino per “tutto l’anno”.

## CONCLUSIONI

Cercando di tracciare una sintesi articolata per stagione, l'estate si propone con una lettura meno univoca di quanto non avvenga per l'inverno: il cambiamento climatico si riflette, si declina, in termini di incontro domanda-offerta, in connotazioni diverse

a seconda delle caratteristiche delle località, ma anche delle tipologie della clientela attualmente ospitata.

Se la temperatura più elevata può, almeno teoricamente, offrire delle migliori opportunità alla montagna in quota poiché, ad esempio, da giugno le temperature potrebbero essere assai gradevoli anche in località situate oltre i 1.000 metri, è anche vero che siccità, pioggia a scrosci violenti, oppure gran caldo in basso, soprattutto nelle città quali Trento, Rovereto o Riva, possono essere davvero scoraggianti sia per la domanda turistica che per la stessa offerta.

Il caldo, insomma, sembrerebbe poter essere letto ed interpretato poi operativamente e commercialmente in vari modi, con luci ed ombre, a seconda della quota, ma anche in rapporto all'intensità dei fenomeni atmosferici.



*Rafting sul Torrente Noce.*

L'inverno sembra più facile da interpretare, da capire: emerge chiaramente il tema delle precipitazioni nevose. Se la neve manca non ne risentono tanto o solamente le piste da sci, ma anche il paesaggio stesso, per non parlare delle altre numerose attività sulla neve quali lo scialpinismo, l'uso delle ciaspole, la possibilità di passeggiate su neve battuta. Queste attività, assieme ad altre sinergicamente offerte con altri servizi quali la proposta "benessere", cultura, enogastronomia, costituiscono ormai una parte dell'offerta invernale trentina. Lo sci è la motivazione principale, soprattutto per certe tipologie di domanda ed in alcuni periodi, ma ormai è ben difficile immaginare l'offerta trentina nella stagione fredda come una proposta esclusivamente vocata allo sci da discesa.

Il lago, come proposta, come "stile di vacanza", con un clima più caldo dovrebbe risultare più forte,

maggiormente proponibile: le acque sono balneabili con più agio e più a lungo, la stagione dovrebbe prolungarsi, ma i riflessi del cambiamento climatico sembrano comunque risultare minori rispetto alle proposte in quota. Non mancano poi problemi in merito al mantenimento dei livelli dei bacini lacuali, che non possono certo abbassarsi sotto certi limiti. L'elenco dei rischi e delle opportunità sopra riportato ha, evidentemente, solo un valore indicativo dei possibili impatti del cambiamento climatico sull'economia turistica provinciale.

I rischi individuati, così come le opportunità, hanno tra loro diversi livelli di intensità, di significatività e di probabilità. L'evidenza scientifica di cui al presente rapporto porta comunque a concludere che, nella migliore delle ipotesi, di qui a qualche decennio il turismo trentino – anche ipotizzando invarianza nelle preferenze dei consumatori – pog-

gerà le sue fondamenta su un substrato costitutivo piuttosto dissimile da quello attuale. Assisteremo, in altre parole, a una modifica nel portafoglio delle risorse spendibili sul mercato turistico, del mix di

componenti che costituisce il prodotto turistico delle destinazioni trentine. Questa prospettiva richiede grande attenzione da parte di chi detta le linee strategiche di sviluppo.

## Dallo scenario alle azioni

I cambiamenti climatici in atto o, meglio, l'evoluzione del clima nell'arco alpino impongono già oggi una presa di coscienza esplicita anche da parte degli attori interessati dal Turismo.

Presa di coscienza non significa di per sé necessità di rivedere nell'immediatezza progettualità già definite, scelte già maturate. Significa piuttosto acquisire consapevolezza che la tendenza in atto, che si dice irreversibile, di innalzamento della temperatura e di maggiore variabilità dei fenomeni meteorologici rende indispensabile riflettere seriamente e da subito sul percorso di sviluppo che nel lungo periodo anche il nostro territorio vorrà darsi (e quindi delle scelte che andranno conseguentemente adottate).

Siamo montagna e montagna resteremo. Ma non sarà immutabile il contesto climatico in cui ci muoveremo.

L'impatto sarà maggiore in inverno – abbiamo visto come nella stagione calda o nei periodi temperati

potranno generarsi nuove opportunità per il turismo grazie alla frescura assicurata dalle nostre località – ed è in particolare l'offerta legata alla pratica dello sci che dovrà interrogarsi sul suo modo di proporsi e svilupparsi.

La riflessione riguarda in egual misura l'ente pubblico – per il suo rilevante ruolo a sostegno del settore – e gli operatori privati. Postula una condivisione del problema, una comune maturazione delle riflessioni, un'altrettanto condivisa formazione delle scelte (anche di quelle che si presenteranno più difficili).

Anche in Trentino inverno è sinonimo di "Sci", in particolare di sci alpino.

Sino a qualche tempo fa la stagione invernale era scandita dalla presenza della neve (naturale), che determinava inizio e fine della stagione stessa. Da tempo l'innevamento programmato ha supportato, sino talvolta a surrogare l'assenza di precipitazioni, il settore. Qualcuno afferma che tra breve arriveremo



*Le foreste abbracciano le Dolomiti.*

mo alla “fase tre”: alte temperature, impossibilità di “sparare” la neve e, quindi, fine dello sci. Questo è il modo peggiore per affrontare la questione.

Al di là del diverso modello di integrazione che presentano le società gestrici di stazioni sciistiche (orizzontale, dove l’impiantista fa l’impiantista e l’albergatore fa l’albergatore), ovvero verticale (dove nella compagine sociale vi è la presenza di altre imprese del settore che contribuiscono a definire il prodotto turistico dell’area di riferimento), dalla attività da esse esercitate scaturisce una ricaduta (positiva) sul territorio che le configura quasi alla stregua di un “servizio d’area”.

Non sarebbe né facile, né scontato “riconvertire” una sorta di distretto dell’offerta turistica quale tali soggetti rappresentano. Soprattutto ci vuole tempo. In un contesto competitivo non del tutto favorevole

rispetto alle altre regioni concorrenti dall’arco alpino – in Trentino vi è mediamente un clima più mite, una minore altitudine media, un territorio più accidentato con prevalenza di versanti molto acclivi, una maggiore incidenza di altipiani – vi sono almeno tre tipi di stazioni:

- quelle fortemente sviluppate, dove lo sci è la componente portante dell’offerta invernale, la proposta è molto competitiva, l’areale disponibile presenta dimensioni vaste, spesso le località sono collegate tra di loro da “caroselli”;
- quelle a vitalità più contenuta, altrettanto importanti ma con dimensioni complessive più circoscritte nonché livelli di integrazione e di diversificazione delle proposte più marcati;
- quelle di ambito, talvolta con potenziale inespresso, che esprimono la propria attrattività nei



*I "parchi avventura", nuovi richiami turistici.*

confronti di un utenza di livello locale ovvero di una clientela di prossimità e di stampo familiare.

- Per la situazioni del primo livello, poste mediamente alle altitudini più elevate, il pericolo reale derivante dalle variazioni climatiche appare sostanzialmente modesto.

La competitività potrà essere assicurata da un costante aggiornamento di piste ed impianti, dalla presenza di infrastrutture per l'innevamento programmato (preferibilmente in quota) – sulle quali potrebbe concentrarsi il sostegno pubblico a fronte di una progressiva riduzione dell'incentivazione diretta degli investimenti aziendali – cui dovrà affiancarsi una decisa azione da parte degli operatori per favorire la diversificazione della proposta integrando la pratica dello sci con altre componenti oggi irrinunciabili.

In queste aree grande attenzione dovrà essere assicurata al fattore mobilità, anche attraverso la sperimentazione di soluzioni innovative.

Per le situazioni del secondo tipo, dove il sostegno allo sviluppo si sostanzia frequentemente attraverso la presenza del pubblico (a livello provinciale) nel capitale delle società funiviarie, la partnership pubblico-privata già sperimentata potrà essere ulteriormente sviluppata purchè siano favorite scelte imprenditoriali basate sull'integrazione-complementarità dei fattori di offerta.

Nel terzo caso, riferibile nella gran parte dei casi a contesti ove i cambiamenti climatici potrebbero spiegare realmente i propri effetti a causa dell'altitudine delle località interessate, andranno favorite scelte che sappiano valorizzare le località proprio per la loro peculiarità di stazioni a misura di persona.

Nel breve termine, sono da valutare con favore scelte del tipo “in house providing” in tutti i casi dove nella compagine sociale delle imprese gestrici di impianti sono presenti le amministrazioni comunali (ed in questo caso potrebbe giustificarsi un sostegno provinciale per il mantenimento di “palestre invernali a cielo aperto” per l’avviamento dei giovani alla pratica dello sci).

Nel lungo termine, andrà favorita una “riconversione” dell’offerta nella quale la proposta legata allo sci sia affiancata ovvero via via sostituita da altri fattori di valorizzazione della montagna invernale, incentivando economicamente la diversificazione delle strutture legate alla ricettività anche in funzione del raggiungimento di un posizionamento competitivo appetibile in termini di rapporto qualità-prezzo.

Come per tutte le tematiche strategiche è comunque evidente che sarà importante “giocare d’anticipo” rispetto agli altri competitors territoriali a nord ed a sud delle Alpi, trasformando per tempo in elementi di forza evidenti situazioni di debolezza.

A nuovi comportamenti degli attori potranno così affiancarsi efficaci strumenti pubblici di regolazione/incentivazione del mercato che sappiano effettivamente favorire in una logica di promozione “territoriale” (cioè legata alle dotazioni ed alle “competenze” di ciascuna area) lo sviluppo dei diversi “sistemi turistici locali” presenti sul territorio.

Queste considerazioni non valgono solamente per

l’offerta turistica invernale. Inserirle in una strategia generale volta a favorire la diversificazione delle proposte all’interno delle destinazioni trentine, esse rappresentano la linea d’azione da adottare nella politica turistica della Provincia e da auspicare (e stimolare) nei comportamenti degli operatori.

Già l’Atto di indirizzo sul Turismo del 2000 e le vigenti Linee guida della politica turistica hanno indicato questa strada suggerendo di identificare la montagna turistica come “linea di prodotti” ed individuando come obiettivi strategici parole chiave quali Cultura turistica, Autenticità, Qualità, Integrazione, Sostenibilità. La trasposizione pratica, per la Provincia, di questi concetti in azioni passa attraverso la progressiva revisione degli strumenti di regolazione del settore, delle politiche di incentivazione e degli interventi diretti (in materia di infrastrutturazione e di promozione). Si tratta di un processo già iniziato, in attuazione dei citati documenti di programmazione, a cui andrà data continuità assumendo una visione di lungo periodo.

## BIBLIOGRAFIA

### Articoli

Berritella M., Bigano A., Roson R., Tol R.S.J. (2006), "A general equilibrium analysis of climate change impacts on tourism", in *Tourism management*, vol. 27, pp. 913-924.

Elsasser H., Buerki R. (2002), "Climate change as a threat to tourism in the Alps", in *Climate research*, Vol. 20, n. 3, pp. 253-257.

Hamilton J.M., Maddison D.J., Tol R.S.J. (2005), "Climate change and international tourism: a simulation study", in *Global environmental management*, Vol. 15, pp. 253-266.

Hamilton J.M., Maddison D.J., Tol R.S.J. (2005), "Effects of climate change in international tourism", in *Climate research*, vol. 29, pp. 245-254.

Koenig U., Abegg B. (1997), "Impacts of Climate Change on Winter Tourism in the Swiss Alps", in *Journal of sustainable tourism*, vol. 5, n. 1, pp. 46-58.

Wall G. (1998), "Implications of global climate change for Tourism and recreation in wetland areas", in *Climatic change*, Vol. 40, n.2, pp. 371-389.

Tol R.S.J. (2002), "Estimates of the damage costs of climate change", in *Environmental and resource economics*, Vol. 21, n.1. pp. 47-73.

### Monografie

Hall C.M., James E. S. Higham J.E.S. (Eds) (2005), *Tourism, recreation, and climate change*, Channel View Publications.

### Report

IPCC (1997), *The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability*.

IPCC (2007), *Climate Change 2007*.

Legambiente, *Cambiamenti climatici: cause, effetti, soluzioni*.

OECD (2007), *Climate change in the European Alps: adapting winter tourism and natural hazard management*.

Regione Autonoma Valle d'Aosta (2006), *Cambiamenti climatici in Valle d'Aosta*.

WWF (2001), *Cambiamenti climatici e declino del "circo bianco": riconvertire le stazioni sciistiche investendo sul turismo sostenibile*.

WWF (2006), *Alpi e turismo: trovare il punto di equilibrio*.

OcCC (2007), *Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft*.

Panos Institute (2002), *High stakes. The future for mountain societies*.

International Institute for Sustainable Development (1997), *The Effects of Climate Change on Recreation and Tourism on the Prairies. A Status Report*.

### Atti conferenze

WTO, *Climate change and tourism, Atti 1st International Conference on Climate Change and Tourism, Djerba, 9-11 April 2003*.

*CIPRA (2006), Gli effetti del clima sul turismo e sulla pianificazione del territorio, Atti del convegno CIPRA 23/2006.*

*Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, APAT (2007), Conferenza nazionale sui cambiamenti climatici 2007, Gli eventi preparatori della conferenza, Sintesi dei lavori.*

#### **Documenti vari**

*CIPRA (2006), CIPRA Info, n. 80.*

*CIPRA (2006), CIPRA Info, n. 81.*

*Hamilton J.M., Tol S.J.R. (2006), The impact of climate change on tourism in Germany, the UK and Ireland: a simulation study, working paper.*

*Bigano A., Hamilton J.M., Tol S.J.R. (2006), The impact of climate change on domestic and international tourism: a simulation study, working paper.*

*Bigano A., Borsello F., Roson R., Tol S.J.R. (2006), Economy-wide estimates of the implications of climate change: a joint analysis for sea level rise and tourism, working paper.*

*Walter S. (2001), Climate change and the skiing industry: impacts and potential responses, scritto per Research Seminar at the Arctic Studies Programme, Autumn 2001.*

#### **Documenti di programmazione della Provincia Autonoma di Trento**

*Atto di indirizzo sul turismo in Trentino (documento approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 1945 del 28 luglio 2000).*

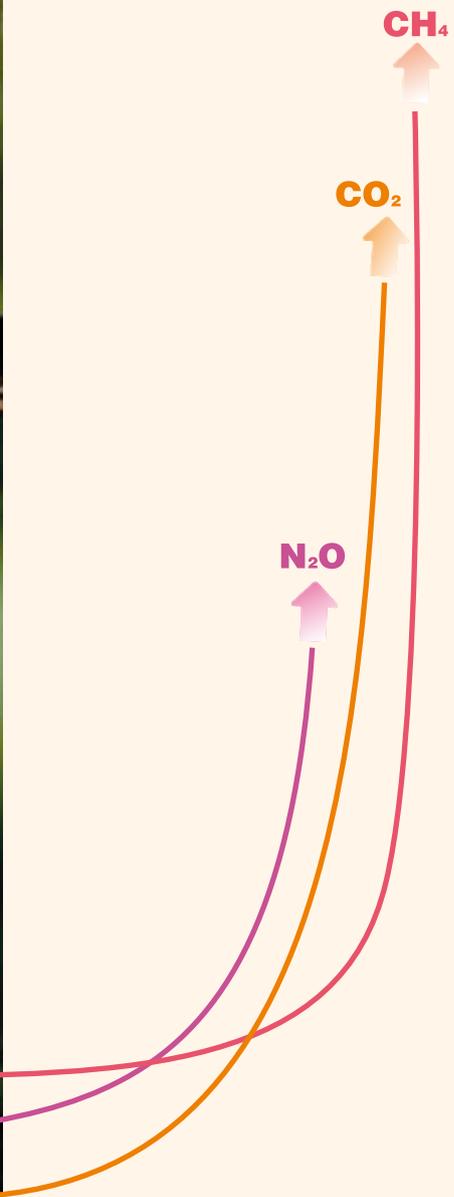
*Linee guida del progetto di marketing territoriale (documento approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 390 del 1 marzo 2002).*

*Programma di sviluppo provinciale per la XII Legislatura (documento approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 881 del 24 aprile 2002).*

*Linee guida per la politica turistica provinciale della XIII Legislatura (documento approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 1485 del 15 luglio 2005).*

*Programma di sviluppo provinciale per la XIII Legislatura (documento approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 1046 del 29 maggio 2006).*





Gruppo di lavoro  
Energia e industria

## Indice

	pag.
➤ <b>Premessa</b>	133
➤ <b>Gli obiettivi del piano energetico-ambientale</b>	134
➤ <b>Importanti novità introdotte post Piano energetico-ambientale</b>	145
➤ <b>Ulteriori azioni e opportunità per le imprese</b>	147
➤ <b>Bibliografia e sitografia</b>	151



*Il lago e la diga di S. Giustina.*

## Premessa

L'obiettivo specifico assegnato al gruppo di lavoro energia e industria riguarda "l'individuazione delle strategie necessarie per ridurre il consumo di energia (edilizia pubblica e privata, produzione di energia, mobilità e trasporti, industria, ecc.) e per investire nelle forme di energie alternative all'uso dei combustibili fossili".

Detto obiettivo è perseguito dalla Provincia fin dal 1980: è datata, infatti, 29 maggio 1980 la legge provinciale n. 14 relativa a favorire il risparmio energetico, tramite incentivazione, essenzialmente negli edifici civili, nonché a promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili quali l'idroelettrico, il solare termico e fotovoltaico, le biomasse.

Basta leggere l'art. 1 della legge per rendersi conto con quanta preveggenza si operava quasi 30 anni

fa in relazione ad argomenti che solo in questi ultimi anni sono assurti agli onori dei mass-media e dell'opinione pubblica mondiale. L'art. 1 della legge provinciale citata recita, infatti, così: "La Provincia Autonoma di Trento, nel quadro di una razionale ed economica utilizzazione delle risorse energetiche disponibili, promuove l'impiego di tecnologie avanti come scopo il risparmio di energia soprattutto sotto forma di combustibili e l'utilizzo delle fonti energetiche alternative".

Mano a mano che le tecnologie evolvevano, la legge provinciale è stata aggiornata per perseguire con maggiore efficacia l'obiettivo sopra ricordato.

Nel solco dei miglioramenti ambientali, sotto forma di un contenimento delle emissioni nocive in atmosfera provenienti dagli impianti termici, si inseri-

sce anche la legge provinciale n. 8/1983, di poco successiva alla legge provinciale 14/1980, che incentiva la “metanizzazione” del territorio al fine di consentire, da una parte, la sostituzione di impianti termici alimentati con gasolio e con olio combustibile con quelli alimentati a metano e, dall'altra, di favorire la nascita di impianti di cogenerazione e di teleriscaldamento che consentono di raggiungere rendimenti complessivi più elevati di quelli delle singole caldaie, oltre che ad un contenimento delle

emissioni nocive in atmosfera. Per dare concretezza alle previsioni legislative, sono stati redatti vari piani energetico-ambientali, l'ultimo dei quali, approvato dalla Giunta provinciale con deliberazione n. 2438 del 3 ottobre 2003, tiene conto dei grandi cambiamenti che sono avvenuti con le nuove competenze provinciali in materia di energia contenute nel decreto legislativo 11 novembre 1999, n. 463 e con l'avvento delle regole comunitarie sulla liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica e del gas.

## Gli obiettivi del Piano energetico-ambientale

Si riportano, almeno per estratto, le previsioni del Piano energetico-ambientale perché risultano assolutamente in linea con l'obiettivo assegnato al gruppo di lavoro.

### a) Le emissioni di CO<sub>2</sub> in Trentino

La situazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in Trentino è molto differente da quella italiana: le emissioni nette di CO<sub>2</sub> per abitante (5-5,5 ton contro 7,5

ton), per miliardo (di lire) di PIL (112-124 ton contro 220 ton) e per TEP (1,34-1,42 ton contro 2,36 ton) sono ampiamente inferiori a quelle nazionali (Tab. 1) (1 TEP = 4.545,45 kWh elettrici). Le ragioni principali sono la quasi totale mancanza di produzione termoelettrica e il forte contributo alla riduzione delle emissioni nette portato dall'accrescimento della biomassa forestale.

	ITALIA (1999)	TRENTO (2000)
PIL (miliardi lire 1995)	1.907.064	21.170
Numero abitanti	57.679.895	477.859
Fabbisogno energia (migl. TEP)	182.600	1.854
Consumi finali (migl. TEP)	134.100	1.423
a) Emissioni CO <sub>2</sub> (migl. tonn)	431.000	3.327
b) Emissioni CO <sub>2</sub> con assorbimenti (migl. tonn)	415.000	2.627
c) Emissioni CO <sub>2</sub> al netto termoel. e assorb. (migl. tonn)	288.000	2.469,5
PIL per abitante (mil lire 1985)	33,1	44,3
Fabbisogno di energia per abitante (TEP)	3,17	3,88
Consumo finale per abitante (TEP)	0,71	1,21
TEP per mld di PIL	95,75	87,58
a) Emissioni CO <sub>2</sub> per abitante (tonn)	7,47	6,96
b) Emissioni CO <sub>2</sub> per abitante (tonn)	7,19	5,50
c) Emissioni CO <sub>2</sub> per abitante (tonn)	4,99	5,17
a) Emissioni CO <sub>2</sub> per mld PIL (tonn)	226	157,16
b) Emissioni CO <sub>2</sub> per mld PIL (tonn)	217,61	124,09
c) Emissioni CO <sub>2</sub> per mld PIL (tonn)	151,02	116,65

*Tab. 1* Principali indicatori energetici ed ambientali in Italia e in Provincia di Trento.

### b) Lo scenario di previsione

La definizione di uno scenario per la previsione dell'evoluzione in condizioni "business as usual" del bilancio energetico provinciale per fonti e settori al 2012 (Tab. 2) richiede di considerare gli effetti di quanto già previsto dalla legislazio-

ne vigente in materia, soprattutto per quanto riguarda le limitazioni all'uso di certi combustibili, il progressivo miglioramento dei rendimenti degli autoveicoli, la realizzazione di grandi opere infrastrutturali e le azioni già intraprese dalla Provincia autonoma di Trento.

	1990	2000	2005	2008	2012	Var % m.a. (2005-2000)	Var % m.a. (2005-2012)
<b>Usi civili</b>	<b>425</b>	<b>578</b>	<b>623</b>	<b>642</b>	<b>662</b>	<b>+1,50%</b>	<b>+0,89%</b>
Prodotti petroliferi	192	207	208	195	189	+0,1%	-1,36%
Gas naturale	125	191	211	222	236	+2,0%	+1,63%
Energia elettrica	72	98	114	124	137	+3,0%	+2,71%
Combustibili solidi	36	82	90	100	100	+1,88%	+1,52%
<b>Trasporti</b>	<b>416</b>	<b>521</b>	<b>575</b>	<b>593</b>	<b>612</b>	<b>+2,0%</b>	<b>+0,89%</b>
Prodotti petroliferi	416	514	562	575	587	1,81%	0,61%
Gas naturale	-	1	3	6	10	+24,57%	+18,77%
Energia elettrica	-	6	10	12	15	+10,76%	+5,96%
<b>Industria</b>	<b>352</b>	<b>298</b>	<b>306</b>	<b>310</b>	<b>316</b>	<b>+0,50</b>	<b>+0,50</b>
Prodotti petroliferi	58	14	10	10	13	-6,51%	+3,82%
Gas naturale	140	152	160	165	171	+1,0%	+1,0%
Energia elettrica	113	117	123	127	132	+1,0%	+1,0%
Combustibili solidi	37	15	13	9	-	-2,82%	-100%
<b>Agricoltura</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Termoelettrica</b>	<b>33</b>	<b>67</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>+0,88%</b>	<b>-</b>
<b>Totale</b>	<b>1250</b>	<b>1490</b>	<b>1599</b>	<b>1640</b>	<b>1687</b>	<b>+1,43%</b>	<b>0,76%</b>
Prodotti petroliferi	689	756	799	799	808	+1,12%	+0,15%
Gas naturale	298	411	444	463	487	+1,54%	+1,35%
Energia elettrica	190	226	254	270	291	+2,33%	+1,98%
Combustibili solidi	73	97	103	109	100	+1,21%	-0,42%

**Tab. 2** Scenario di previsione "business as usual" dei consumi energetici per fonti e per settore (migliaia TEP).

In questo senso, la dinamica dei consumi nel settore dei trasporti dovrebbe scontare un progressivo rallentamento al 2% medio annuo fino al 2005 ed

intorno all'1% nel successivo periodo. Ciò dipende, soprattutto, da due fattori:

- il miglioramento di efficienza dei nuovi autoveicoli;

- la progressiva saturazione della capacità di assorbimento di volumi incrementali di traffico da parte del sistema di trasporto trentino.

Gli effetti di questo secondo fattore potranno essere in parte compensati dal potenziamento delle reti ferroviarie. In particolare, nello scenario si considera il raddoppio della linea ferroviaria del Brennero, di cui dovrebbe beneficiare sia il trasporto di persone che di merci<sup>1</sup>.

Il settore dei trasporti manterrà inevitabilmente la sua fortissima dipendenza da prodotti petroliferi. Si è comunque considerato un aumento dei punti di distribuzione di carburanti alternativi a derivanti petroliferi, soprattutto nelle vicinanze dei maggiori centri urbani e turistici.

Negli usi civili si prevede un sensibile rallentamento dei tassi di crescita dei consumi rispetto alla dinamica osservata nella scorsa decade, con tassi medi annui dell'1,5% fino al 2005 e intorno all'1% negli anni successivi. Si tratta di valori in linea con quelli previsti a livello nazionali a cui il dato provinciale dovrebbe allinearsi per gli effetti cumulativi dell'intensificazione degli interventi da parte della Provincia autonoma in materia di risparmio energetico. Negli ultimi anni, a fronte di un aumento notevolissimo delle richieste di contributo a valere sulla leg-

ge provinciale n. 14/1980, sono conseguentemente aumentati i finanziamenti stanziati, tant'è che, pur con un ritardo connesso allo smaltimento di un così gran numero di richieste, tutte le domande di contributo sono state finora finanziate.

La struttura dei consumi per fonte è prevista evolvere spontaneamente verso un maggior ricorso al gas naturale per usi termici rispetto al gasolio ed un leggero incremento nell'uso della biomassa. La politica di sostegno alla diffusione delle reti per il trasporto e la distribuzione di gas metano interesserà principalmente il miglioramento della sicurezza nell'esercizio (ad es. chiusure di anelli) e il miglioramento della qualità dell'aria, avendo raggiunto un livello soddisfacente.

Il tasso di crescita previsto dei consumi di energia elettrica è in linea con quello nazionale.

Il tasso di incremento tendenziale annuo dei consumi industriali è stato ipotizzato sugli stessi livelli di quello nazionale, intorno allo 0,5%. Si tratta di un'inversione di tendenza rispetto al periodo 1990-2000, durante il quale si ebbe addirittura un decremento, dovuto alla chiusura o alla delocalizzazione di attività industriali. Negli ultimi anni, a fronte di una stabilizzazione numerica delle industrie presenti sul territorio provinciale, si assiste peraltro

<sup>1</sup> Potenziamento della ferrovia del Brennero con riduzione del traffico di autocarri pesanti da 4000-5000 giorno a 3000 nel 2008 e poi a 1500 nel 2010, con una riduzione del consumo stimabile tra 10 e 15 mila TEP su un consumo complessivo di circa 80.000 TEP.



*Ingranaggi in Centrale.*

ad una progressiva affermazione di attività industriali legate alla ricerca e all'innovazione che, pur essendo "per definizione" più attente agli aspetti energetico-ambientali sono comunque energivore sì da giustificare, almeno in previsione, un tasso di incremento pari allo 0,5% annuo.

Si sono considerati, invece, stabili i consumi previsti per le attività agricole e per gli usi termoelettrici, sia perché modesti rispetto al quadro complessivo sia perché, al momento, non si ravvisano condizioni tali da sopporre un notevole incremento soprattutto dei secondi anche se rimane da monitorare con attenzione il fenomeno della generazione distribuita, significativamente quello della cogenerazione o trigenerazione a livello di condominio o di piccolo quartiere urbano.

Per effetto di queste previsioni il tasso di crescita medio annuo dei consumi finali nel periodo 2000-

2012 dovrebbe calare all'1% contro l'1,8% del periodo 1990-2000, per un incremento complessivo nell'arco dei dodici anni del 13%, contro il 19% del decennio precedente.

In questo scenario tendenziale, e senza considerare le azioni che, invece, il Piano prevede di attuare entro il 2012, le emissioni previste di CO<sub>2</sub> nel periodo 2008-2012 risulterebbero di circa il 20% superiori a quelle del 1990.

### **c) La quantificazione degli obiettivi del Piano**

Dall'analisi del quadro energetico ed ambientale sopra svolto sono emerse alcune evidenze:

- la situazione di partenza della provincia di Trento in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> pro capite e per miliardo di PIL è nettamente migliore di quella nazionale;
- la produzione di energia elettrica da fonti rin-

novabili è particolarmente abbondante, mentre la consistenza del parco termoelettrico è molto ridotta. Ne consegue che il contributo della Provincia autonoma di Trento alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> conseguenti ad una maggior efficienza del parco termoelettrico ed ad una maggior produzione da fonti rinnovabili non potrà essere molto forte;

- la riduzione dei consumi energetici nei trasporti dipende in larga misura da interventi promossi a livello comunitario e statale (vedi potenziamento ferrovia del Brennero).

Anche in relazione al tipo di competenze che la Provincia autonoma di Trento possiede in campo legislativo ed amministrativo, essa potrà contribuire al conseguimento degli obiettivi di Kyoto agendo soprattutto nel campo della riduzione dei consumi energetici in altri settori ed in particolare in quello degli usi civili.

Tenuto conto che le emissioni evitate di CO<sub>2</sub> da riduzione dei consumi energetici negli usi finali diversi dal trasporto corrispondono a circa un quarto del totale previsto dalla deliberazione CIPE 137/98 (il quantitativo totale di riduzione atteso varia da 95 a 112 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>) e considerando che la Provincia autonoma di Trento si impegnerà soprattutto, anche se non esclusivamente, in azioni volte alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> che riguardano gli usi finali di energia nel settore civile

ed industriale, si ritiene ragionevole attendersi dalle specifiche azioni promosse dalla Provincia una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto al valore del 1990 al massimo del 2%.

L'impegno di ridurre entro il 2012 le emissioni provinciali di anidride carbonica del 2% rispetto alla stima del 1990 non considera, per altro, alcuni fattori:

- la migliore situazione di partenza della provincia di Trento potrebbe giustificare un impegno ancora più leggero in termini quantitativi, nel caso si condividesse una legge empirica universale per cui il potenziale di miglioramento è maggiore, ed i costi marginali sono inferiori, laddove la situazione di partenza è peggiore;
- parimenti non è stato conteggiato quale credito della provincia di Trento il contributo offerto dall'esportazione di energia idroelettrica alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in altre regioni di Italia, per un ammontare vicino ad un milione di tonnellate di CO<sub>2</sub>, e le maggiori emissioni di CO<sub>2</sub> imputate alla provincia (circa 300 mila tonnellate) a causa della scelta di equiparare il dato delle vendite di prodotti petroliferi a quello dei consumi.

Secondo quanto evidenziato nello scenario di previsione (senza considerare le azioni di risparmio), tra il 1990 ed il 2012 si osserverebbe un incremento tendenziale dei consumi di energia di circa 430.000

TEP con maggiori emissioni di CO<sub>2</sub> pari a poco più di 600.000 ton. Questo aumento delle emissioni è in parte compensato da un assorbimento crescente del bosco, per cui la crescita assoluta delle emissioni nette al 2012 è di poco superiore a 250.000 tonnellate (Tab. 3).

Per i ragionamenti fatti il Piano stabilisce che l'impe-

gno della provincia di Trento al raggiungimento dell'obiettivo di Kyoto si concretizzi tramite la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 2% rispetto a quelle avute nel 1990: ciò significa che è necessario colmare un gap rispetto ai valori tendenziali di circa 300 mila tonnellate di CO<sub>2</sub> (esattamente 348.800 t di CO<sub>2</sub> al 2008 e 306.100 al 2012). (Tab. 3).

	1990	2000	2008	2012
Consumi finali (migl. TEP) <sup>1</sup>	1.250	1.490	1.641	1.686
Emissioni CO <sub>2</sub> (migl. tonn)	2.974	3.313	3.545	3.593
Assorbimenti CO <sub>2</sub> (migl. tonn) <sup>2</sup>	566,5	696,2	836,2	926,9
Emissioni nette CO <sub>2</sub> (migl. tonn)	2.407,5	2.616,8	2708,8	2.666,1
Obiettivo Kyoto (-2%) CO <sub>2</sub> (migl. tonn)			2.360	2.360
Differenza obiettivo Kyoto CO <sub>2</sub> (migl. tonn)			348,8	306,1

**Tab. 3** Valori Provincia autonoma di Trento per raggiungere l'obiettivo di Kyoto

<sup>1</sup> Incluso settore termoelettrico.

<sup>2</sup> In ipotesi di assegnazioni di legname costanti.

#### d) Formulazione dello scenario al 2012

Per fare la propria parte rispetto all'obiettivo di Kyoto, la Provincia autonoma di Trento assume come priorità strategica ai fini della riduzione delle emissioni fisiche di CO<sub>2</sub> la promozione dell'efficienza energetica e dell'impiego delle fonti rinnovabili, da realizzarsi con il concorso di tutti i soggetti della società civile e con tutti gli strumenti disponibili.

Le tipologie degli interventi e le relative priorità sono

quelle riportate nella tabella 4.

Al riguardo si deve evidenziare che la Provincia ha recentemente introdotto, nella legge provinciale n. 14/1980, l'art. 3 sexies che prevede contributi per l'acquisto di veicoli con minori emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto a quelli tradizionali (esempio con alimentazione a metano e a GPL). In priorità 3 della tabella 4 vengono quindi riportate le azioni relative al contenimento dei consumi nei trasporti.

Ordine	Tipologia di intervento	Azioni
Priorità 1	A Efficienza riscaldamento usi civili	A1 Sostituzione generatori di calore A2 Produzione solare dell'acqua calda sanitaria A3 Coibentazione e Edifici a basso consumo A4 Reti teleriscaldamento A5 Azioni di contesto
Priorità 2	B Sostituzione combustibili	B1 Biomasse vs fossili (sinergia con A4 e A1) B2 Solare vs gas/elettricità (sinergia con A2) B3 Gas naturale vs prodotti petroliferi (sinergia con A1)
Priorità 3	C Trasporti	C1 Diffusione gas naturale per autotrazione (sinergia con B3) C2 Armonizzazione ed integrazione con piano dei trasporti provinciale C3 Limitazione dei consumi e delle emissioni dei veicoli
Priorità 4	D Controllo efficienza/ emissioni grandi impianti termici (ad esempio, di potenza termica > 10 MW)	D1 Sostegno a programmi di miglioramento di efficienza energetica dei grandi impianti

**Tab. 4** Quadro riepilogativo delle priorità di intervento per la riduzione delle emissioni fisiche di CO<sub>2</sub>.

Le minori emissioni di CO<sub>2</sub> che potrebbero derivare da misure prese in coerenza all'ordine di priorità stabilito per il conseguimento dell'obiettivo di ridurre

le emissioni provinciali di anidride carbonica di 300.000 tonnellate entro il 2012, sono indicate nella tabella 5.

MISURA	Risparmio (TEP/)	Riduzione emissioni da risparmio (T CO <sub>2</sub> )	Riduzione emissioni da sostituzione (T CO <sub>2</sub> )	Minori emissioni (T CO <sub>2</sub> )
<b>A: MISURE DI EFFICIENZA E DI UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI</b>				
1) Sostituzione generatori di calore	23.000	71.000	-	71000
2) Impianti solari termici, coibentazioni termiche, edifici a basso consumo	29.000	91.000	-	91.000
3) Opere di metanizzazione	4.000	12.000	29.000	41.000
<b>SUB-TOTALE DM 24/04/2001</b>	<b>56.000</b>	<b>174.000</b>	<b>29.000</b>	<b>203.000</b>
4) Recupero energetico scarti biomasse	(20.000)	-	65.000	65.000
5) Teleriscaldamento Trento Nord	10.000	24.000	-	24.000
6) Cogenerazione industriale	3.000	9.000	-	9.000
<b>SUB-TOTALE USI TERMICI</b>	<b>13.000</b>	<b>33.000</b>	<b>65.000</b>	<b>98.000</b>
<b>TOTALE A:</b>	<b>69.000</b>	<b>207.000</b>	<b>94.000</b>	<b>301.000</b>
<b>B: ALTRE MISURE DI COMPENSAZIONE</b>				
1) Trasporti locali e mobilità a) potenziamento trasporto ferroviario infraprovinciale, mobilità urbana: b) promozione metano per autotrazione c) promozione efficienza veicoli	12.000	36.000	14.000	90.000
2) Miglioramento efficienza negli impianti termoelettrici	8.000	20.000	-	20.000
3) Elasticità assorbimenti filiera bosco	-	-	80.000	80.000
<b>TOTALE B:</b>	<b>20.000</b>	<b>56.000</b>	<b>134.000</b>	<b>190.000</b>

**Tab. 5** Misure necessarie per la riduzione di 300.000 T di CO<sub>2</sub> al 2012.



*Bacino idroelettrico nel Vano.*

Considerata la scelta della Provincia di puntare strategicamente sulla promozione dell'efficienza, il peso della riduzione programmata delle emissioni viene demandato, in una fase previsiva, essenzialmente agli interventi prettamente energetici (sez. "A" della Tabella 5), che produrrebbero un risparmio di 69 mila TEP e 301.000 ton di CO<sub>2</sub> e contribuirebbero per il 100% alla copertura del gap tra il livello tendenziale delle emissioni e l'obiettivo provinciale legato al protocollo di Kyoto. Gli interventi della sez. "B", originati dalla soluzione di problemi della mobilità infraprovinciale e dei relativi effetti sulla qualità dell'aria, nonché le quantità legate all'elasticità degli assorbimenti del bosco, possono essere considerati in posizione di riserva, come valvola di regolazione alla luce della dinamica reale dei futuri consumi di energia e delle emissioni associate, a

parte l'intervento relativo all'efficienza dei veicoli che viene, invece, attuata da subito.

Le tipologie di intervento B.1) nel campo della mobilità si collegano soprattutto ad azioni promosse con il concorso di altri settori dell'amministrazione provinciale, in particolare alla diffusione del metano come combustibile per autotrazione, mentre la tipologia di intervento B.2) potrebbe trarre impulso dalle proposte di direttiva in materia di emission trading e di promozione della cogenerazione.

Per quanto riguarda la lettera c) della tipologia d'intervento B.1) si evidenzia come gli interventi di sostituzione dei veicoli tradizionali con altri a basso consumo comportino, soprattutto se gli interventi sono incentivati (come, di fatto, lo sono), anche un risparmio economico diretto per le tasche del cittadino.

Tipologia di intervento	Anni 2000-2003		Verifica 2008 (nuovi interventi 2004-2008)		Obiettivo 2012 (totale interventi 2000-2012)		Totale Piano (valori arrotondati)	
	n. interventi	risparmio TEP	n. interventi	risparmio TEP	n. interventi	risparmio TEP	n. interventi	risparmio TEP
Caldaie individuali	4.597	4.737	6.500	5.200	16.297	14.097	16.300	14.000
Caldaie condominiali	-	-	1.000	5.000	1.800	9.000	1.800	9.000
<b>TOTALE 1</b>		<b>4.737</b>		<b>10.200</b>		<b>23.097</b>	<b>18.100</b>	<b>23.000</b>
Integrati non prioritari	544	1.543			544	1.543	500	2.000
collettori solari	2.301	2.847	5.000	4.000	11.301	10.047	11.300	10.000
cappotti	664	1.403	1.000	1.700	2.464	4.463	2.540	4.000
edifici BC	298	1.073	1.000	3.500	2.098	7.373	2.100	7.000
integrati prioritari	2.362	5.166	-	-	2.362	5.166	2.300	5.000
Interventi cofinanziati	413	380	-	-	413	380	400	1000
<b>TOTALE 2</b>	-	<b>12.412</b>	-	<b>9.200</b>	-	<b>21.883</b>	<b>19.340</b>	<b>29.000</b>
Nuove metanizzazioni	-	-	18.500	3.561	21.600	4.000	21.000	4.000
<b>TOTALE 3</b>				<b>3.561</b>		<b>4.000</b>	<b>21.000</b>	<b>4.000</b>
Caldaie a biomassa	197	1.073	500	2.500	1.097	5.573	1.100	5.000
telerisc. biomassa	2	6.750	10	6.715	23	15.065	23	15.000
<b>TOTALE 4</b>		<b>7.823</b>		<b>9.215</b>		<b>20.638</b>	<b>1.123</b>	<b>20.000</b>
telerisc. Trento Nord				3.200		10.000		10.000
Cogenerazione ind.le	11	1.354	10	1.000	30	3.000	30	3000
<b>TOTALE GENERALE</b>		<b>25.946</b>		<b>36.376</b>		<b>89.707</b>		<b>89.000</b>

**Tab. 6** Steps temporali per la verifica del raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

## Importanti novità introdotte post Piano energetico-ambientale

Oltre alle azioni di cui alle previsioni del Piano energetico-ambientale sopra descritte, sono sopraggiunte altre importanti novità nel campo delle incentivazioni al risparmio energetico ed alla produzione di energia da fonti rinnovabili.

La prima riguarda le azioni incentivanti, sotto forma di importanti detrazioni fiscali ma anche di contributi, previsti nella legge finanziaria dello Stato per il 2007, relativamente ad interventi di riqualificazione energetica e risparmio energetico nell'edilizia, all'acquisto di motori e variatori di velocità ad elevata efficienza, all'acquisto di veicoli alimentati con gas metano o GPL, ecc.

Per quanto riguarda questo ultimo settore, in considerazione dei notevoli margini di miglioramento presenti nel settore dei trasporti, anche la Provincia autonoma di Trento è intervenuta con un aggiornamento della già citata legge provinciale n. 14/1980, prevedendo le concessioni di contributi in conto capitale per l'acquisto di veicoli a basso impatto ambientale e per la modifica dell'alimentazione con carburanti meno inquinanti (art. 3 sexies).

Altra novità riguarda l'emanazione del Decreto Legislativo 19.8.2005, n. 192, modificato dal Decreto Legislativo 29.12.2006, n. 311, relativo all'attuazio-

ne della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia.

Tale decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico.

Per cominciare e dare pratica attuazione ai contenuti del decreto la Giunta provinciale ha adottato due delibere, la n. 2167 del 20 ottobre 2006 e la n. 825 del 20 aprile 2007 volte, rispettivamente, ad individuare, in via sperimentale, una metodologia di classificazione delle prestazioni energetiche degli edifici ed un sistema di classificazione delle prestazioni di sostenibilità degli edifici denominato "Protocollo ITACA Sintetico – Versione TN1".

Un'altra importante novità riguarda l'emanazione del D.M. 19.2.2007, cosiddetto "Conto energia", che modifica il sistema degli incentivi degli impianti fotovoltaici allacciati alla rete, assicurando una buona remunerazione della produzione e la certez-



*La forza del sole.*

za dell'ammissione a finanziamento, una volta che sia stato realizzato l'impianto.

Infine, nella primavera del 2007, il Consiglio europeo ha fatto appello agli Stati membri e alle istituzioni dell'Unione Europea affinché intraprendano iniziative volte allo sviluppo di politiche europee sostenibili ed integrate in materia di clima e di energia. Il Consiglio ha affermato, tra le altre cose, che poiché la produzione e l'utilizzo di energia costituiscono le principali fonti di emissione dei gas ad effetto serra, per conseguire tale obiettivo è necessario un approccio integrato alle politiche in materia di clima ed energia e che è opportuno che tale integrazione si realizzi in una logica di sostegno reciproco.

Il Consiglio europeo ha espresso con forza e in autonomia l'impegno a ridurre, nell'Unione Europea, le emissioni dei gas a effetto serra di almeno il 20% entro il 2020, rispetto ai valori del 1990.

Esso ha sottolineato la necessità di migliorare l'ef-

ficienza energetica nell'Unione Europea e conseguire l'obiettivo di riduzione del 20%, rispetto alle proiezioni per il 2020, del consumo di energia. Il Consiglio ha inoltre adottato l'obiettivo vincolante che le energie rinnovabili raggiungano, entro il 2020, la quota del 20% rispetto al consumo di energia complessivo dell'Unione Europea. Infine, esso ha fissato l'obiettivo minimo vincolante, che tutti gli Stati membri dovranno conseguire entro il 2020, di utilizzare il 10% di biocarburanti rispetto al consumo complessivo di benzina e diesel nel settore dei trasporti dell'Unione Europea.

Non appena il Governo darà indicazioni operative circa le modalità tramite le quali lo Stato italiano interverrà operare per fare la sua parte nel raggiungimento degli obiettivi sopra indicati la Provincia verificherà l'efficacia degli strumenti fin qui adottati, eventualmente aggiornando ed intensificando le iniziative già indicate nel Piano energetico-ambientale.

## Ulteriori azioni e opportunità per le imprese

Pur operando nella direzione giusta si rende necessario, in primo luogo, perseverare nelle azioni descritte sostenendo, come Provincia, i settori che lo Stato si dovesse trovare costretto ad abbandonare per mancanza di fondi e, in secondo luogo, studiare e sviluppare le seguenti attività che, come ci si può facilmente rendere conto, possono anche rappresentare importanti opportunità per le imprese operanti sul territorio provinciale.

- 1) Aumentare considerevolmente (dagli attuali 3 a circa 10-15) il numero dei distributori di gas metano sul territorio provinciale al fine di spezzare il circolo vizioso “non compero un veicolo a metano perché non ci sono sufficienti distributori / non apro un nuovo distributore perché non c'è un sufficiente numero di veicoli a metano”. È ovvio che, preventivamente a detto raffittimento dei distributori, si deve provvedere a porre in opera, dove mancanti, i feeder di trasporto del gas, significativamente la chiusura dell'anello Tione - Passo Campo Carlo Magno - Malé - Cles.
- 2) Incentivare l'acquisto dei compressori “domestici” che, direttamente allacciati alla rete di distribuzione del gas metano, consentano il rifornimento di un certo numero di veicoli, significativamente quelli appartenenti alle flotte aziendali più numerose. A tal proposito è stato inserito un apposito articolo nella legge finanziaria provinciale per il 2008.
- 3) Sostenere le collaborazioni, peraltro già in essere, fra imprese ed Università per studiare e “provare sul campo” le tecnologie, i materiali e i prototipi necessari a sviluppare un graduale passaggio dai veicoli tradizionalmente alimentati da combustibili fossili a quelli alimentati ad idrogeno, a verificare le eventuali possibilità di sviluppo dell'eolico nel territorio provinciale e a sperimentare sistemi di abbattimento delle polveri sottili contenute nei fumi degli impianti a biomassa.
- 4) Favorire la massima diffusione delle Energy Services Companies (ESCO), società che realizzano interventi di risparmio energetico e di generazione di energia rinnovabile in nome e per conto di imprese e cittadini: il rientro dall'investimento è garantito dal risparmio e/o dalla produzione di energia che l'investimento medesimo è in grado di generare.
- 5) Organizzare la filiera relativa alla “certificazione energetica”, realizzando appositi corsi per i certificatori, aggiornandone il relativo albo, sta-

*Il Campo eolico sperimentale a Trento Nord realizzato dalla Provincia autonoma in collaborazione con l'Università di Trento.*



bilendo le regole operative: tutto ciò al fine di far crescere, nei cittadini e nelle imprese edili e dei servizi, la consapevolezza che un edificio “certificato” porta con sé un valore aggiunto anche in termini economici (minor consumo di energia = minor spesa) oltre che di immagine.

- 6) Incentivare la nascita e lo sviluppo sul territorio provinciale di imprese che producano i componenti costitutivi degli impianti solari termici, solari fotovoltaici e geotermici nonché delle professionalità necessarie allo studio, progettazione e realizzazione di detti impianti.
- 7) Verificare la fattibilità di un progetto, già sviluppato a grandi linee, che prevede un sistema di

lavoro per la raccolta delle biomasse forestali e residuali a scopo energetico (pellets) che potrebbe assumere anche rilevanza sociale con la possibilità di coinvolgimento, nel progetto, di persone “over 45” in modo da dare una possibilità di reinserimento di tutti quegli individui che sono a forte rischio di esclusione dal mondo del lavoro.

- 8) In accordo con i concessionari delle grandi derivazioni a scopo idroelettrico favorire l'adattamento/modifica degli impianti esistenti con sistemi di pompaggio e di invasi che consentano di immagazzinare energia idraulica nei periodi in cui le fonti rinnovabili sono in grado di pro-



*Impianti "vie" di elettricità.*

durre energia per poi restituirla nei momenti critici (assenza di sole, assenza di vento, ecc) in modo da garantire comunque il corretto equilibrio e funzionamento del sistema elettrico.

- 9) Modificare il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP) al fine di rendere possibile la realizzazione di impianti idroelettrici ad acqua fluente, anche con potenza nominale media di concessione superiore ai 3.000 kW, al fine di aumentare la produzione di energia idroelettrica tramite opere che, per la loro natura, non producono nei corsi d'acqua alcuna sottensione dell'alveo.
- 10) L'incremento del rilascio del deflusso minimo

vitale (DMV) a valle delle dighe e delle opere di presa degli impianti delle grandi derivazioni idroelettriche, previsto dal PGUAP a partire dall'1.1.2009, comporterà una riduzione della produzione annua valutabile, per tutti gli impianti siti in provincia di Trento, mediamente intorno al 15% rispetto a quella attuale: risulterebbe oltremodo opportuna una puntuale verifica di detti valori che, pur non vanificando la rivitalizzazione degli ambiente acquatici nei tratti d'alveo sottesi, minimizzi la riduzione della produzione annua.

- 11) In analogia a quanto già stabilito dalla Giunta provinciale circa l'adozione di un sistema di



*Il Fiume Sarca.*

classificazione delle prestazioni di sostenibilità degli edifici (protocollo ITACA – LEED), sviluppare una procedura di classificazione dei veicoli a motore in base alla maggiore efficienza energetica e alla minor emissione di gas serra e di particolato e che possa assumere un riferimento obbligatorio per gli enti pubblici nell'acquisto di tali veicoli; per i privati, invece, si prevedano forme di incentivazione (e di disincentivazione) per acquisti di veicoli migliori (o peggiori) rispetto ad uno standard di riferimento.

Tale sistema dovrebbe prevedere una classificazione che consenta di ordinare i veicoli progettati secondo tecnologie che garantiscano i minimi consumi tecnicamente conseguibili, vei-

coli alimentati con carburanti a minor emissione di gas climalteranti o inquinanti quali metano e GPL, veicoli progettati con tecnologie alternative laddove disponibili e sostenibili economicamente (veicoli elettrici e/o ibridi, fuel cell, carburanti alternativi, ecc.). Il sistema di classificazione dovrebbe tener conto inoltre che la stima della variazione globale di emissioni climalteranti dovrebbe essere estesa all'intero ciclo di vita del veicolo a motore, privilegiando quelli che anche nelle caratteristiche progettuali (velocità massima, capacità di accelerazione, cilindrata, peso, rapporto potenza/peso) consentano maggiori vantaggi in termini di efficienza energetica ed emissione di gas serra.

## BIBLIOGRAFIA

*Piano energetico-ambientale provinciale (vedi deliberazione della Giunta provinciale di Trento n. 2438 del 3 ottobre 2003).*

*Programma di sviluppo provinciale per la XIII legislatura (vedi deliberazione della Giunta provinciale di Trento n. 1046 del 29 maggio 2006).*

*Decreto Presidente della Repubblica del 15 febbraio 2006 "Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche della Provincia Autonoma di Trento".*

## SITOGRAFIA

<http://www.energia.provincia.tn.it>

<http://www.enea.it>

<http://ec.europa.eu>

<http://www.sviluppoeconomico.gov.it>

<http://www.unione petrolifera.it>

<http://www.minambiente.it>





Gruppo di lavoro  
Ambiente e pianificazione

# Indice

	pag.
➤ <b>Introduzione</b>	155
➤ <b>Variabili ambientali e principali fattori di incidenza</b>	155
Aria	155
Acque	156
Foreste e biodiversità	157
➤ <b>Il monitoraggio ambientale</b>	158
Rete di monitoraggio della qualità dell'aria	158
Rete di monitoraggio della qualità delle acque	159
Rete e attività di monitoraggio delle foreste e della biodiversità	160
➤ <b>Quadro conoscitivo</b>	161
Evoluzione della qualità dell'aria	161
Evoluzione della qualità delle acque	162
Evoluzione della quantità e della qualità delle foreste	164
➤ <b>Le azioni programmate e le proposte per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici</b>	166
Il contributo del piano di tutela della qualità dell'aria	166
Il contributo del piano di tutela delle acque	168
Il contributo della gestione forestale e degli ecosistemi	171
➤ <b>Educazione e formazione ambientale</b>	175
Stato dell'arte dell'educazione, comunicazione e informazione in campo ambientale	175
Le attività didattiche del servizio foreste e fauna	177
Le iniziative del Parco Naturale Adamello Brenta	179
Le proposte educative del Museo Tridentino di scienze naturali	180
Individuazione di ulteriori azioni e strumenti di educazione ambientale per lo sviluppo sostenibile a livello locale	182
➤ <b>Bibliografia</b>	184
➤ <b>Sitografia</b>	185

## Introduzione

*Questo documento si pone come obiettivo quello di sintetizzare il contributo per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici derivante dalla pianificazione delle misure per la qualità dell'acqua, dell'aria e delle foreste in atto o in previsione in provincia di Trento.*

*A questo scopo viene descritto lo stato delle conoscenze in riferimento alle principali variabili ambientali, aria, acque, foreste e biodiversità, e alla*

*loro evoluzione negli ultimi decenni.*

*Si riporta inoltre lo stato dell'arte del programma di educazione, comunicazione e informazione in campo ambientale, con particolare riguardo agli aspetti rilevanti per il cambiamento climatico.*

*Nel primo capitolo viene fornita un'introduzione alle variabili ambientali con particolare riferimento ai principali fattori di incidenza e alle possibili interazioni con i mutamenti climatici.*

## Variabili ambientali e principali fattori di incidenza

### ARIA

In generale la qualità dell'aria è determinata, oltre che dai quantitativi di inquinanti emessi dalle diverse sorgenti antropiche e naturali, anche da fattori stagionali e climatici. In particolare i fenomeni di inquinamento atmosferico sono influenzati sia dai processi meteorologici a scala regionale sia da quelli che avvengono all'interno dello strato limite atmosferico. In sintesi i fattori meteorologici critici per il territorio trentino, e in generale per tutto l'arco alpino, sono i seguenti:

- persistenti condizioni anticicloniche di bel tempo: sono caratterizzate da alta pressione al suolo e tendono ad inibire fortemente gli scambi di masse d'aria, favorendo inoltre lo sviluppo di stratificazioni termiche stabili in prossimità del suolo;
- calme di vento: inducono un drastico abbattimento dei fenomeni di diluizione degli inquinanti, specie se questi sono emessi da sorgenti che si trovano in prossimità del suolo ove sono più

frequenti le inversioni termiche;

- presenza di inversioni di temperatura al suolo e in quota: la presenza di stratificazioni atmosferiche stabili e soprattutto la presenza di inversioni di temperatura al suolo e/o in quota (strati di aria fredda in prossimità del suolo sovrastati da aria più calda) conduce a condizioni particolarmente sfavorevoli per la diluizione degli inquinanti;
- venti deboli di direzione costante: possono dare origine a casi in cui zone sostanzialmente prive di significative sorgenti di emissione vengono a trovarsi sottovento rispetto, ad esempio, ad aree densamente abitate o a forte vocazione industriale e a casi in cui aree che si trovano al termine di una vallata “cieca” vedono un progressivo accumulo di inquinanti che hanno origine in altre zone;
- trasporto a scala regionale: particolari circolazioni a mesoscala possono produrre il trasferimento di inquinanti su distanze dell’ordine di centinaia di chilometri, vanificando in tal modo qualsiasi azione di mitigazione intrapresa a scala locale.

## ACQUE

Le variabili ambientali da tenere in considerazione in relazione alla qualità dell’acqua con riguardo all’evolversi della mutazione climatica sono strettamente connesse con le variazioni di quantità della risorsa.

In primo luogo è da considerare la temperatura che regola i processi biologici di autodepurazione andando ad incidere su flora e fauna dei corpi lacustri. La temperatura varia in relazione alla situazione atmosferica, ma anche in relazione alla quantità d’acqua corrente ed allo “spessore” del corpo idrico. Più complesse le relazioni tra temperatura e bacini lacustri, i cui cicli stagionali variano anche in funzione delle caratteristiche morfologiche degli stessi.

In secondo luogo è da tenere controllata la concentrazione dei nutrienti provenienti dall’attività antropica (agricoltura, fognature, industrie) che in relazione a fenomeni di siccità vanno a concentrarsi nei corpi idrici e a rendere più difficoltoso il mantenimento ed il raggiungimento degli obiettivi di qualità e, nelle situazioni più critiche, a rendere inutilizzabile l’acqua a scopo potabile e/o per la balneazione. Infine, le mutate situazioni ingenerate dal modificarsi di tali fattori possono portare ad alterazioni delle comunità acquatiche con sviluppo di forme di adattamento alla nuova situazione le cui conseguenze non sono valutabili.

In generale la fragilità ed interdipendenza dei laghi dal regime climatico è molto evidente (anche nell’andamento annuale) e si ritiene che questi corpi idrici possano fungere da indicatore rappresentativo per segnalare ed evidenziare l’evoluzione del clima.



*Fiume Adige a Borghetto durante un periodo siccitoso.*

Attualmente la qualità delle acque è controllata con il sistema di classificazione proposto dal d. lgs. 152/1999 che prende in considerazione parametri chimici e biologici; del 2008 il monitoraggio dovrà essere adeguato alla classificazione proposta dal d. lgs. 152/2006 che prevede, in adeguamento alla normativa europea, una classificazione degli ecosistemi maggiormente dipendente dalla situazione biologica.

## FORESTE E BIODIVERSITÀ

Le foreste non sono sistemi statici, ma sistemi naturali soggetti ad una loro dinamica interna, che tende al raggiungimento di un equilibrio con l'ambiente nel quale sono inserite.

In particolare in Trentino, come in altre regioni europee, la dinamica attuale, anche in assenza di

modificazioni ambientali, è soggetta a cambiamenti anche notevoli legati al riequilibrio compositivo, strutturale e di superficie, nei confronti di una situazione ampiamente alterata nel passato dall'uso storico del territorio.

L'espansione della superficie boscata, inoltre, anche se in modo meno vistoso negli ultimi anni rispetto al passato, deriva in gran parte dall'abbandono di aree destinate ad attività zootecniche, in media e alta montagna.

In sintesi i fattori che determinano la condizione e l'evoluzione delle foreste e la loro capacità di svolgere determinate funzioni in maniera ottimale sono:

- le dinamiche naturali in atto, legate strettamente alle modificazioni subite nel passato;
- l'influenza della gestione, che può indirizzare, contenere, velocizzare le dinamiche in atto;



*L'azzurro del Lago di Tenno.*

› i cambiamenti climatici, che possono alterare dinamiche naturali già in atto.

Il sovrapporsi di questi diversi fattori rende difficoltoso isolare l'effetto dei cambiamenti climatici sulla vegetazione dall'effetto delle dinamiche di riequilibrio naturale dei popolamenti a fronte delle altera-

zioni e dei diversi utilizzi del passato.

Peraltra anche fattori di altra natura complicano notevolmente l'analisi, come la ventosità, la natura del suolo, la presenza di corridoi di valanghe e la presenza di fasce rocciose che possono limitare l'espansione della superficie boscata.

## Il monitoraggio ambientale

### RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La configurazione attuale della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Trento comprende 10 stazioni fisse di misura di cui 9 localizzate nei fondovalle ove si concentrano i maggiori centri abitati e le principali vie di comunicazione.

In particolare 7 stazioni sono disposte lungo la Val-

le dell'Adige che attraversa la provincia in posizione centrale lungo la direttrice nord-sud, è percorsa da arterie di comunicazione autostradale e ferroviaria di valenza internazionale ed ospita i centri urbani più importanti, Trento e Rovereto.

Le altre due stazioni, poste a Riva del Garda e Bor-

*Centralina di monitoraggio  
della qualità dell'aria sul  
Monte Gaza.*



go Valsugana, sottendono rispettivamente il Basso Sarca e la Valsugana che rappresentano, dopo la Valle dell'Adige, le aree di maggiore rilevanza per densità abitativa e presenza di attività artigianale e commerciale.

Un'ultima centralina è posta sul Monte Gaza (Paganella) per la valutazione dell'esposizione degli ecosistemi e della vegetazione all'inquinamento atmosferico.

La qualità dell'aria viene controllata anche con mezzi mobili dotati di strumentazione di rilevamento analoga a quella presente nelle centraline fisse. Questi mezzi sono utilizzati per eseguire campagne di monitoraggio mirate, in particolare nei comuni e nelle valli del territorio provinciale sprovvisti di siti fissi di rilevamento.

In generale gli inquinanti monitorati sono i seguenti: ossidi di azoto, polveri sottili, ozono, monossido di

carbonio e biossido di zolfo.

Recentemente è stata effettuata una verifica delle caratteristiche dei siti in cui sono collocate le stazioni di misura fisse in Provincia di Trento alla luce della normativa di settore: dall'analisi è emersa in linea generale una ridondanza di stazioni di misura rispetto a quanto richiesto dalla normativa, e di conseguenza è stata elaborata una proposta per la riorganizzazione e la razionalizzazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio provinciale, approvata dalla Giunta provinciale con deliberazione n. 1193 di data 8 giugno 2007.

## **RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE**

L'attuale rete di monitoraggio della qualità delle acque superficiali dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente è rappresentata da 17 sezio-

ni di misura sui corsi d'acqua monitorati una volta al mese nel corso dell'anno (corpi idrici significativi ai sensi del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152), dal monitoraggio dei corsi d'acqua principali a completamento del monitoraggio significativo con 9 sezioni di controllo effettuato con frequenza bimestrale, da 78 sezioni di misura per le quali si prevede una frequenza di quattro volte all'anno sui corsi d'acqua secondari – nel 2007 solo due – e da 13 punti di misura delle acque idonee alla vita dei pesci situate nei punti più alti dei bacini e monitorate ogni due anni.

La rete dei corsi d'acqua è completata da 4 centraline automatiche collocate alla sezione di chiusura dei fiumi Adige, Sarca, Chiese e Brenta. Le misure delle centraline sono raccolte con cadenza oraria e pertanto si possono considerare i dati più rappresentativi disponibili.

Il monitoraggio dei laghi è rappresentato da 11 punti significativi collocati al centro dei principali bacini interessati da impatto antropico, quello delle acque sotterranee da 29 punti significativi.

## **RETE E ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELLE FORESTE E DELLA BIODIVERSITÀ**

Le fonti relative all'estensione delle superfici boscate del Trentino sono molteplici, e non sempre confrontabili in quanto rilevate con metodologie di-

verse e dipendenti dalla definizione data di bosco. I dati ottenuti dalla pianificazione forestale aziendale (PEFO), pur avendo il difetto di non costituire delle fotografie istantanee dell'esistente e di essere privi di valutazioni sull'errore di stima, hanno tuttavia il pregio della continuità e di rappresentare una lunga seriazione storica. Altre fonti basate su sistemi di campionamento predefiniti e rilevamenti effettuati in brevi spazi temporali, hanno il pregio della disponibilità di una stima dell'errore, ma non si può essere certi della loro continuità nel tempo con i medesimi criteri e definizioni.

Per quanto riguarda le reti di monitoraggio, esistono attualmente 15 punti di monitoraggio permanente di I livello e 2 punti di monitoraggio permanente di II livello, inseriti in vari programmi di ricerca internazionale.

Sui punti di I livello vengono rilevati con scadenze differenziate, a seconda del programma di riferimento, dati relativi a vegetazione, accrescimenti arborei, struttura forestale, presenza di legno morto, stato delle chiome, chimica fogliare, presenza di ozono e caratteristiche del suolo. I programmi di riferimento sono BioSoil/Biodiversity, oppure rilievi effettuati autonomamente dal Servizio Foreste e Fauna secondo direttive europee.

Sui punti di II livello vengono rilevati, con scadenze differenziate, dati relativi a vegetazione, accrescimenti arborei, fenologia, stato delle chiome, chimi-

*Centralina di monitoraggio della qualità delle acque del Fiume Sarca a Torbole.*



ca fogliare, clima (stazione in the plot e stazione open field), atmosfera, deposizioni atmosferiche (open field, throughfall, stemflow, wet&dry, runoff),

suolo, fauna e macromiceti.

I programmi di riferimento sono Con.Eco.For., ICP-IM, EFOMI, rete LTER Italia, più rilievi eseguiti au-

## Quadro conoscitivo

### EVOLUZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

I dati rilevati sul territorio provinciale dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria consentono di descrivere l'andamento delle principali sostanze inquinanti nell'ultimo ventennio. In generale si è riscontrato un complessivo miglioramento della qualità dell'aria, anche se le polveri sottili, l'ozono e il biossido di azoto risultano ancora problematici, manifestando una tendenza all'aumento negli ultimi anni.

I miglioramenti ottenuti in termini di concentrazione di monossido di carbonio nell'aria ambiente sono da ricondurre principalmente all'introduzione di sistemi di riduzione delle emissioni dal settore dei trasporti con interventi sia sui motori che sui sistemi di trattamento dei gas di scarico.

Per il biossido di zolfo si è osservato un decisivo miglioramento in tutte le stazioni in seguito alla diffusione del metano ed alla diminuzione del tenore

*Un fenomeno di accumulo di inquinanti nelle valli.*



di zolfo nei combustibili da autotrazione.

Il biossido di azoto presenta invece valori di concentrazione ancora superiori ai limiti fissati dalla normativa, talché esso fa parte del gruppo di sostanze su cui si concentrano gli interventi previsti dal Piano provinciale di tutela della qualità dell'aria. La riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto, infatti, rappresenta ad oggi un problema aperto a causa delle numerose variabili che rientrano nei processi di combustione.

I dati di concentrazione di  $PM_{10}$  sono relativamente recenti in quanto la normativa prevedeva negli anni precedenti la misura delle polveri totali sospese (PTS), che allo stato attuale non sono più monitorate. Considerato dunque un lasso di tempo di soli 4 anni risulta difficile individuare un trend per questo inquinante: in generale si osservano oscillazioni annuali con una leggera tendenza all'aumento del-

le concentrazioni medie negli ultimi anni.

Anche le concentrazioni di ozono negli ultimi quindici anni risultano in leggero aumento in tutte le stazioni.

## EVOLUZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

Considerando l'analisi dei dati di alcuni punti significativi, relativi ai bacini maggiori (Adige, Noce, Avisio, Brenta, Sarca e Chiese), con riferimento ai parametri chimici e biologici dei quali si dispone di una rappresentazione per periodi sufficientemente lunghi, si osserva in generale, nell'ultimo ventennio, una diminuzione del B.O.D.5 (domanda biochimica di ossigeno), una tendenza all'aumento della conducibilità e dei cloruri (talvolta anche dei solfati) ed un leggero aumento della temperatura. Per poter interpretare tali modifiche subite dai principali



*Il Lago di Toblino.*

corsi d'acqua nell'ultimo ventennio ricercandone la causa principale, sarebbe necessario integrare e correlare tali informazioni con la conoscenza della quantità d'acqua nei corpi idrici, con i dati di resa dei depuratori delle acque reflue urbane e, presumibilmente, anche con alcune considerazioni sulle modificazioni subite dalle abitudini di vita nel corso degli anni, nonché con una seria analisi statistica che ne metta in evidenza la significatività e la validità. Per quanto riguarda i laghi, questi sono interessati dai cambiamenti climatici in maniera complessa. La quantità d'acqua che perviene a lago ne determina il tempo di ricambio: una sua riduzione in caso di siccità allunga il tempo di permanenza nel lago creando una concentrazione di sostanze nutrienti all'interno del bacino. Inoltre l'aumento di temperatura superficiale nel corso dell'anno e i fenomeni di raffreddamento improvvisi regolano gli

episodi di rimescolamento dei laghi.

Il Lago di Garda, ad esempio, a seguito del riscaldamento progressivo della massa d'acqua, ha subito nell'ultimo decennio un maggior numero di rimescolamenti nel periodo primaverile-invernale rispetto al decennio precedente, pur presentando natura oligomittica. Gli altri laghi trentini, la cui profondità non è paragonabile al Lago di Garda, sono laghi dimittici che rimescolano regolarmente due volte all'anno: per questi laghi il problema del cambiamento climatico può essere ricondotto al riscaldamento complessivo ed ai rimescolamenti parziali che possono avvenire nel corso dell'estate in relazione a improvvisi temporali accompagnati da forti venti.

Studi di simulazione di vari autori hanno previsto che il raddoppio della  $CO_2$  abbrevierà il periodo di copertura ghiacciata e aumenterà le temperature



*Mugheta in trasformazione  
verso la pecceta.*

dell'acqua dei laghi europei, influenzando composizione e stagionalità del fitoplancton. Preoccupa l'effetto sui cianobatteri, alghe azzurre in grado di produrre tossine. Allo stato attuale, tuttavia, nel Lago di Garda non si sono osservati andamenti dei cianobatteri riconducibili a tali cause.

### **EVOLUZIONE DELLA QUANTITÀ E DELLA QUALITÀ DELLE FORESTE**

L'estensione delle foreste nel territorio provinciale ha subito un graduale incremento nell'ultimo trentennio, aumentando di circa il 7% tra il 1973 e il 2005, secondo i dati dei Piani economici forestali

del Trentino (PEFO) che escludono le formazioni arbustive stabili o in evoluzione.

Per quanto riguarda l'espansione delle superfici boscate un recente studio realizzato dalla Provincia di Trento sui boschi di neoformazione, basato sul confronto tra foto aree scattate a distanza di 26 anni e sul rilievo di dati a terra, fornisce alcune interessanti indicazioni. Nell'arco di tempo considerato si sono sviluppati circa 18.000 ettari di boschi di neoformazione, ad un tasso di incremento annuo dello 0,11%. Si tratta mediamente di circa 700 ettari all'anno, in gran parte situati nelle aree di mezza montagna e al limite superiore della vegetazione.



*Mugheta in espansione sui pascoli.*

L'origine è prevalentemente spontanea, per abbandono di pratiche agricole o pascolo (80%), e solo il 5% deriva da rimboschimenti artificiali.

Anche il volume legnoso presente nei boschi si è accresciuto nell'ultimo ventennio. Limitando l'analisi alla superficie di bosco d'alto fusto, per la quale sono disponibili dati più precisi, l'incremento è stato di circa il 47%.

Il confronto tra la vegetazione forestale attuale e la vegetazione forestale potenziale nell'ambito attualmente occupato dal bosco, prescindendo dalla possibile influenza dei cambiamenti climatici e delle attività umane, consente di prevedere per i prossimi decenni:

› una tendenza espansiva di orno ostrieti e ostrio

querceti, prevalentemente a scapito di pinete artificiali di pino nero e silvestre;

- › una tendenza espansiva di rovereti e acero ti-glieti, soprattutto a scapito di castagneti e pinete di pino silvestre, ma anche di lariceti secondari;
- › una tendenza espansiva di faggete e acero fras-sineti, soprattutto a scapito di lariceti e peccete secondarie e di formazioni transitorie;
- › una tendenza regressiva di ontanete di ontano verde e di mughete, da leggere tuttavia in rife-rimento all'areale attuale del bosco, con evolu-zione verso formazioni più evolute, in particolare peccete. Tale tendenza verrebbe contenuta in parte dall'espansione di tali formazioni a scapito di superfici attualmente occupate da vegetazio-ne erbacea.

## Le azioni programmate e le proposte per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici

### IL CONTRIBUTO DEL PIANO DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel corso del 2007 è stato predisposto e discusso il Piano provinciale di tutela della qualità dell'aria, approvato in via definitiva da parte della Giunta provinciale con deliberazione n. 2051 di data 21 settembre 2007. Il Piano riguarda gli inquinanti contemplati nella normativa di riferimento per la qualità dell'aria, il decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351, con particolare riferimento a quelli che presentano criticità nel territorio provinciale, ovvero gli ossidi di azoto e le polveri sottili.

Il Piano è uno strumento di pianificazione e coordinamento delle strategie d'intervento volte a garantire il mantenimento della qualità dell'aria ambiente nella Provincia di Trento, laddove è buona, e il suo miglioramento nei casi in cui siano stati individuati elementi di criticità. Sebbene le emissioni di anidride carbonica non siano oggetto di valutazione diretta all'interno del Piano, in quanto la normativa di riferimento non lo prevede, è utile sottolineare che alcuni dei provvedimenti proposti in esso vanno ad agire positivamente anche su questo gas serra, andando a contenerne le emissioni.

Per quanto riguarda la mobilità, ad esempio, oltre agli interventi di incentivazione per il rinnovo del parco veicoli verso quelli a basso impatto ambientale e alla diffusione sul territorio provinciale di una adeguata rete di distribuzione del metano per autotrazione, si intendono promuovere le seguenti azioni finalizzate a ridurre il numero di veicoli che giornalmente transitano sulle reti stradali:

- realizzazione di parcheggi di attestamento in corrispondenza dei nodi di interscambio con i mezzi pubblici nei principali Comuni della Valle dell'Adige interessati dal fenomeno del pendolarismo verso il capoluogo;
- implementazione e rafforzamento della rete di mobility manager per ridurre il traffico privato e promozione del trasporto pubblico e collettivo;
- promozione della mobilità ciclistica attraverso il completamento dei percorsi previsti sul territorio provinciale nonché la realizzazione e il potenziamento di parcheggi protetti appositi e servizi di noleggio gratuito nelle zone nevralgiche delle città e nei nodi di interscambio;



*Il traffico veicolare, sorgente di emissioni di gas serra.*

- trasferimento del trasporto merci extraurbano dalla gomma alla rotaia.

Relativamente al settore edilizio si propone di proseguire con la politica di incentivazione del risparmio energetico attraverso la promozione di tecnologie pulite per la produzione di calore nonché la realizzazione di edifici a basso consumo energetico. In attesa delle linee-guida in materia di certificazione previste dall'art. 6 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e nella prospettiva della nuova legge urbanistica, la Giunta provinciale, con deliberazione n. 2167 del 20 ottobre 2006, ha già adottato in via sperimentale una metodologia per la classificazione energetica degli edifici.

Con deliberazione n. 825 del 20 aprile 2007, inoltre, la Giunta provinciale ha adottato in via sperimentale la metodologia di valutazione delle prestazioni

di sostenibilità degli edifici denominata "Protocollo ITACA Sintetico - Versione TN1" demandando ad un successivo provvedimento l'attivazione volontaria della certificazione della sostenibilità degli edifici.

Sono previsti inoltre maggiori controlli del rispetto delle temperature massime negli edifici di proprietà pubblica ed azioni di sensibilizzazione nei confronti della popolazione. In tale ambito andranno potenziate anche le campagne finalizzate alla promozione della gestione e dell'adeguamento degli impianti termici civili per il contenimento dei consumi energetici, con attuazione dei programmi di verifica ai sensi del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Si propone infine di completare la rete di distribuzione del metano per riscaldamento o in alternativa di favorire, nelle località non raggiunte dalla rete,



*Il Sarca di Vallesinella.*

la diffusione degli impianti di teleriscaldamento a biomassa, combustibile neutrale rispetto alle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Per quanto riguarda il settore industriale si propone di introdurre progressivamente il divieto di utilizzo dell'olio combustibile negli impianti termici industriali per sostituirlo con combustibili meno inquinanti.

### **IL CONTRIBUTO DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE**

Il "Libro verde" COM (2007) 354 della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni recante "L'adattamento ai cambiamenti climatici in Europa - quali possibilità di intervento per l'UE", accenna in alcuni paragrafi alla necessità di mettere sotto controllo la qualità dell'acqua con

alcune azioni, ma demanda indicazioni più precise a un futuro rapporto della commissione che andrà ad integrare le attuali raccomandazioni dell'UE in tema di qualità dell'acqua.

Dal rapporto attualmente disponibile e dalle considerazioni sopra esposte relative alla realtà locale si ritiene che sia possibile fornire alcune prime indicazioni su alcune azioni utili per un adattamento ai cambiamenti climatici nei confronti dei corpi idrici. La problematica principale è quella di una concentrazione degli scarichi fognari e dell'acqua di dilavamento dei suoli agricoli ricchi di nutrienti che, in ragione della diminuita disponibilità d'acqua nei corsi d'acqua e nei laghi, non potrebbero più godere dell'attuale diluizione.

Tale evenienza porterebbe ad un aumento dell'eutrofia con evidenti conseguenze sulla qualità dell'acqua superficiale circolante e sulla sua possibili-

*Bosco di faggio dopo un intervento di conversione a fustaia.*



tà di utilizzo a scopo potabile o per la balneazione. La pianificazione provinciale in materia di “qualità delle acque” è racchiusa nel Piano di Tutela delle acque approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 3233 del 30 dicembre 2004: le linee guida danno precise informazioni sui campi di intervento possibili per la riduzione del carico sui singoli bacini, finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di qualità e/o al mantenimento degli stessi.

Premesso che il cambiamento climatico contrasterà le azioni di miglioramento, si ribadiscono i contenuti di piano con alcune integrazioni emerse in seguito ad approfondimenti e si indicano i seguenti interventi che assumono un carattere di urgenza maggiore rispetto al passato:

- Si ritiene di prioritaria importanza l’attuazione completa del Piano di risanamento delle acque, approvato già nel 1987 e tuttora non ancora con-

clusa con un completamento dei collettamenti ed una riduzione delle fosse Imhoff e degli scarichi tal quali.

- Il Piano prevede anche una completa diversificazione tra acque bianche e nere: questa azione, oltre a garantire il funzionamento dei depuratori biologici, preserva dalla necessità di sfioratori che in caso di aumento dell’entità delle precipitazioni diventerebbe indispensabile.
- È infine ancora da definire la problematica dell’abbattimento dell’azoto da parte dei depuratori provinciali, che individua il Trentino come area sensibile ed impone una riduzione del solo fosforo.
- In secondo luogo si raccomanda una forte attenzione nell’ambito del Piano di sviluppo rurale all’utilizzo dei concimi e un particolare riguardo allo sviluppo continuo delle colture fuori suolo di



*Bosco ripariale.*

piccoli frutti che con l'utilizzo di sistemi di fertirrigazione non controllati possono compromettere la qualità delle acque con arricchimento di nitrati e fosforo non accettabili. Tale problematica potrà nel tempo assumere particolare rilievo nelle zone di ricarica delle acque potabili.

- > Va presa in considerazione la promozione di sistemi di controllo dei nutrienti dagli scarichi delle piscicoltura che, pur presentando scarichi nei limiti di legge in termini di concentrazione, risultano particolarmente impattanti in termini di carico sui bacini del Sarca e del Chiese.

- > Infine la necessità di salvaguardare le fasce fluviali e perilacuali per almeno 30 metri dalle sponde al fine di mantenere la fascia vegetata che è in grado di tamponare il percolamento di nutrienti in acqua. In questi termini, almeno per quanto attiene i corsi d'acqua principali, indicazioni sono date dal PGUAP.

- > Va perseguito il rilascio del DMV.

Si osserva come, oltre a questi interventi diretti al mantenimento della qualità dell'acqua, una politica di risparmio idrico incida sensibilmente su questo aspetto, andando a ridurre le immissioni dirette nei



*Area soggetta a schianti da vento.*

corpi idrici e, comunque più in generale, riducendo il tasso di prelievo dall'ambiente naturale, in modo tale che i corpi idrici possano vantare uno stato migliore e gli ecosistemi risultino maggiormente conservati.

Appare evidente come il monitoraggio continuo e capillare delle risorse idriche rappresenti lo strumento indispensabile per tenere controllata la situazione. Esso dovrà proseguire almeno così come finora attuato ma dovrà obbligatoriamente essere adeguato a quanto previsto dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, che ha recepito la Direttiva 2000/60/CE con un incremento delle tipologie di analisi biologiche che studiano l'abbondanza e la composizione delle comunità viventi nell'ambiente acqua e che sono ritenute l'indice prioritario per i giudizi sulla qualità degli ecosistemi acquatici.

L'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente, nei limiti delle risorse umane disponibili, sta cercando di adeguarsi a quanto sopra secondo le indicazioni del Ministero dell'Ambiente.

Infine si ritiene importante in questo contesto estendere i monitoraggi anche in alcune zone protette o incontaminate per riuscire a distinguere tra modificazioni dovute all'impatto antropico e al clima.

### **IL CONTRIBUTO DELLA GESTIONE FORESTALE E DEGLI ECOSISTEMI**

Attraverso la pianificazione e la gestione forestale ed ambientale vengono mitigati o ridotti alcuni dei probabili effetti negativi dei cambiamenti climatici. Tali orientamenti sono in gran parte già presenti negli atti di indirizzo provinciale di carattere normativo, regolamentare o pianificatorio, ma possono



*Incendio boschivo.*

comunque essere ribaditi in sede di revisione dei regolamenti a seguito dell'approvazione della legge provinciale n. 11 del 23 maggio 2007 (Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette), nonché degli atti di programmazione annuale e poliennale.

Per quanto riguarda i rapporti tra coperture forestali e vegetali e qualità dell'aria, la superficie boscata provinciale svolge un ruolo significativo in particolare attraverso assimilazione del carbonio. Tale ruolo può essere ulteriormente migliorato attraverso interventi che accrescano i livelli a regime della biomassa legnosa rispetto all'attualità, soprattutto attraverso azioni di accumulo dell'incremento nei soprassuoli che ancora presentano scarse densità e volumi, e conversioni ad alto fusto dei popolamenti di latifoglie idonei per composizione e per fertilità.

Utile può essere anche l'aggiornamento dei regolamenti a difesa dei suoli forestali, che, come risulta dalle recenti indagini scientifiche, accumulano una buona parte del carbonio fissato dai boschi. Azioni indirette ma efficaci possono essere le incentivazioni all'uso del legname prodotto per impieghi a lunga durata (carpenteria) e l'impiego di biomasse legnose in sostituzione di combustibili fossili.

Gli effetti possibili derivanti dai cambiamenti climatici in relazione al ciclo idrologico possono essere legati alla qualità delle acque e alla quantità e regime delle precipitazioni.

La modifica del regime delle precipitazioni può essere all'origine di scompensi nell'equilibrio dei bacini più sensibili. Gli strumenti pianificatori previsti in applicazione della L.P. n. 11 del 2007 possono consentire l'individuazione di tali ambiti al fine di



*Foreste e habitat.*

garantire il mantenimento di coperture forestali adeguate nelle situazioni più critiche. Per quanto riguarda la qualità delle acque va sottolineata l'importanza delle fasce ripariali, già evidenziata peraltro dal PGUAP. Si può osservare come i boschi ripariali svolgano un particolare ruolo di tampone e di protezione delle acque dagli inquinanti esterni e come la composizione di tali formazioni vada orientata verso le specie tipiche di tali ambienti, evitando le conifere di impianto artificiale.

La stabilità degli ecosistemi naturali e forestali in particolare può essere vista sotto l'aspetto fisico e sotto l'aspetto biologico.

Le modifiche al regime delle precipitazioni, in par-

ticolare il paventato aumento delle precipitazioni autunnali, può accrescere l'instabilità delle formazioni forestali nei confronti degli schianti da vento, con conseguenze di natura economica, ecologica e funzionale per il ruolo protettivo svolto da molti boschi. Gli interventi diretti o di incentivazione finanziaria alle cure colturali negli stadi giovanili dei boschi, già previsti dalle norme vigenti, assumono allora un ruolo ancora più evidente.

Eventuali modifiche non prevedibili dei pattern fenologici di specie di interesse forestale e del loro impatto sulla vegetazione, possono essere tenuti sotto controllo attraverso il miglioramento in atto dei sistemi di monitoraggio fitosanitario, che può

consentire di mettere in evidenza con più facilità le situazioni a maggiore rischio. In un'ottica più generale si ritiene che gli attuali modelli colturali flessibili, orientati alla diversificazione della composizione e della struttura dei popolamenti forestali, abbiano una buona capacità di adattamento a situazioni ambientali mutevoli e vadano confermati.

Per quanto riguarda gli incendi boschivi un aumento delle temperature può, in linea generale, aumentare l'estensione delle aree di pericolo di incendio. Peraltro le attuali attività di programmazione attraverso il piano provinciale per la difesa dei boschi dagli incendi, l'aggiornamento in tempo reale dell'inventario delle aree percorse da incendi e la programmazione e soprattutto la realizzazione degli interventi di prevenzione previsti dal piano già consentono una azione efficace (Figura 20).

Gli effetti sulla biodiversità possono manifestarsi sia nei confronti degli habitat che dei taxa che tali habitat ospitano. Gli attuali strumenti inventariali (Inventario forestale, Piani forestali e montani, Carte degli habitat dei Sic e ZPS) forniscono già un quadro dettagliato dello stato della vegetazione e degli habitat correlati. Un miglioramento potrebbe essere ottenuto, laddove possibile, attraverso forme di coordinamento dei dati cartografici di diversa origine. Esistono già strumenti finanziari dedicati al miglioramento degli habitat e degli ecosistemi forestali, sia all'interno che all'esterno delle aree

protette. Occorre semmai una azione di coordinamento che accresca l'efficacia degli interventi di conservazione degli habitat, in particolare di quelli prioritari, e di miglioramento ambientale, in particolare nei confronti degli habitat di fauna a rischio.

Per quanto riguarda la presenza dei diversi taxa sul territorio provinciale di indubbio interesse sarebbe la creazione di un database unificato che raccolga le informazioni relative alla fauna e alla flora del Trentino raccogliendo dati e ricerche effettuate da Servizi provinciali, Musei, Enti Parco, Università ed Istituti di Ricerca.

## Educazione e formazione ambientale

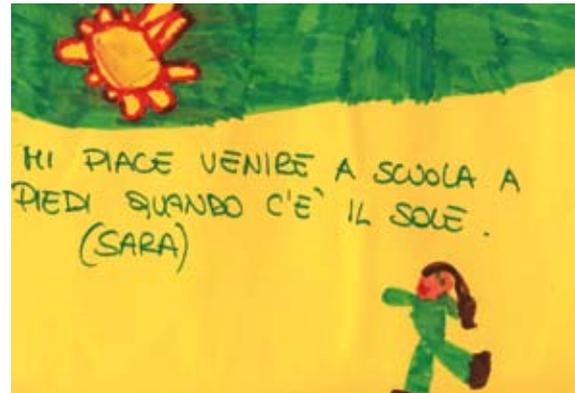
### STATO DELL'ARTE DELL'EDUCAZIONE, COMUNICAZIONE E INFORMAZIONE IN CAMPO AMBIENTALE

L'educazione, la comunicazione e l'informazione in campo ambientale in provincia di Trento sono affidate all'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente e in particolare al Settore Informazione e qualità dell'ambiente al quale sono state delegate, assieme ad altre attività, quelle relative alla Rete trentina di educazione ambientale.

La Rete fa parte del Sistema Nazionale di Informazione, Formazione ed Educazione Ambientale, conosciuto come Sistema IN.F.E.A..

La Rete fa parte anche del sistema delle Agenzie per la protezione dell'ambiente attraverso il gruppo CIFE (Comunicazione, Informazione, Formazione ed educazione ambientale) coordinato dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici).

La Rete trentina di educazione ambientale è articolata in 11 Laboratori territoriali e 15 Centri di esperienza (in genere localizzati in particolari luoghi di interesse naturalistico) e ha come obiettivo quello di far lavorare assieme più soggetti per informare e sensibilizzare i cittadini ad una coscienza ecologica ispirata ai principi dello sviluppo sostenibile.



I programmi della Rete si attuano in ambito formale (scuole), non formale (territorio) e informale (portale della Rete, ecc.) e si articolano in proposte di percorsi didattici, attività laboratoriali, uscite sul territorio, mostre interattive, laboratori, corsi, seminari, serate, cinema a tema e campi naturalistici.

La tematica relativa al cambiamento climatico, in particolare, è stata affrontata in diverse iniziative che si elencano di seguito schematicamente. Da segnalare la mostra “Una finestra sul clima”, rivolta alla Scuola primaria del secondo ciclo e



Progetto didattico "A piedi sicuri da casa a scuola".

Educazione formale	
Tematiche	Percorsi didattici
<b>Mobilità</b>	A piedi sicuri
<b>Energia</b>	Fonti energetiche alternative e risparmio energetico nell'edificio scolastico Fare rete per risparmiare energia
<b>Aria</b>	Risorsa aria L'aria che ci circonda Qualità dell'aria e qualità dell'ambiente
<b>Acqua</b>	Percorso acqua Acqua animatrice del paesaggio A ciascuno la sua neve
<b>Clima</b>	Mostre interattive: una finestra sul clima
<b>Agricoltura</b>	Ambiente e alimentazione del mondo agricolo
<b>Sostenibilità</b>	La certificazione EMAS nelle scuole trentine, quale strumento per l'applicazione di uno sviluppo sostenibile La certificazione EMAS Ecolabel: il gioco della margherita
<b>Turismo</b>	Turismo sostenibile ed ecolabel: valorizzazione locale e gestione ambientale
Educazione non formale	
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Serate sull'energia, sulla qualità dell'aria &gt; Promozione del Progetto Alleanza per il clima</li> <li>&gt; Domeniche senza auto &gt; Progetto: car pooling</li> </ul>	
Educazione informale	
Opuscolo "Alleanza per il clima"	



*Mostra interattiva "Una finestra sul clima".*

secondaria di primo grado: essa può essere considerata punto di partenza per la sensibilizzazione verso i problemi connessi con i cambiamenti climatici, la tutela del clima e l'inquinamento atmosferico.

È in corso di predisposizione inoltre un nuovo percorso attuativo "Energy transformer - Le mille facce dell'energia" che, applicando modalità di presentazione degli exhibit interattive ed accattivanti, coinvolgerà il visitatore su un tema ancora oscuro e "ostico" come quello relativo al problema energetico-climatico.

Nel campo non formale, da segnalare la promozione delle adesioni dei comuni trentini al progetto Alleanza per il clima.

L'Alleanza per il clima è un gemellaggio nato nel 1990 fra i rappresentanti dei comuni europei e

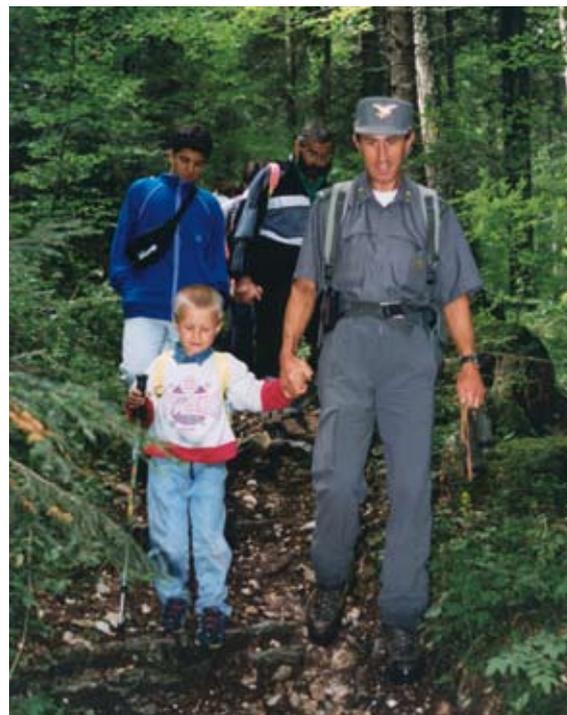
i popoli indigeni dell'Amazzonia, allo scopo di promuovere localmente attività concrete mirate alla salvaguardia delle foreste tropicali e alla riduzione delle emissioni che provocano l'effetto serra.

### **LE ATTIVITÀ DIDATTICHE DEL SERVIZIO FORESTE E FAUNA**

Le attività di didattica e divulgazione ambientale del Servizio Foreste e Fauna sono finalizzate alla diffusione delle conoscenze nel campo dell'ecologia forestale in senso lato.

Sono svolte in campo formale, in collaborazione essenzialmente con istituti scolastici ed in misura minore con gruppi ed associazioni presenti sul territorio.

Lo scopo è quello di far conoscere ai giovani, ma



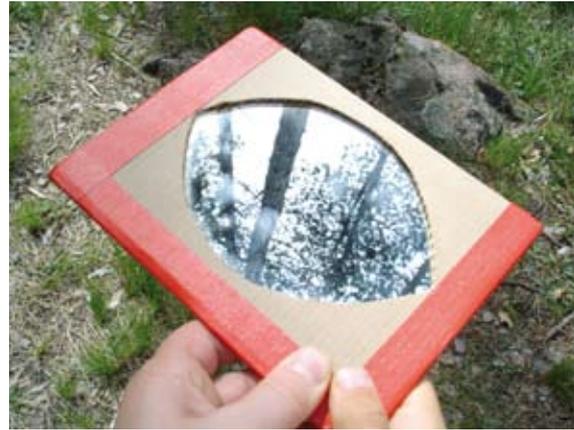
*Attività educativa svolta dal  
Corpo Forestale Provinciale.*

non solo, gli aspetti scientifici che regolano la vita dell'ecosistema bosco e le pratiche che vengono messe in atto per mantenerne ai più alti livelli l'efficienza bioecologica.

Il messaggio veicolato intende mettere a fuoco il concetto basilare che un bosco efficiente dal punto di vista ecologico è nelle migliori condizioni per assolvere in maniera ottimale a tutte le funzioni utili all'uomo, dalla produzione di legname, alla protezione dei versanti, al miglioramento delle condizio-

ni ambientali relativamente alla qualità dell'acqua e dell'aria, all'equilibrio con la componente faunistica, alla salvaguardia del paesaggio e dei suoi valori culturali, naturalistici e di ricreazione.

L'attività didattica si svolge in occasione delle cosiddette "feste degli alberi", con la proposta di percorsi didattici in determinate aree forestali e con interventi in aula. Il tutto in sinergia con la Rete trentina di educazione ambientale ed il Museo Tridentino di Scienze Naturali.



*Ricerca ed esperimenti.*

## LE INIZIATIVE DEL PARCO NATURALE ADAMELLO BRENTA

Il Parco Naturale Adamello Brenta (Pnab), quale “tutore” di un territorio straordinario per valori naturalistici, è un importante strumento di salvaguardia ambientale.

Tra i numerosi progetti attuati dal Pnab e finalizzati alla tutela dell’ambiente e allo sviluppo sostenibile, in attuazione degli obiettivi fissati dalla legge in materia di aree protette e dagli strumenti di pianificazione, alcuni mirano, specificatamente, a sperimentare un nuovo modo di gestire le risorse ambientali, di risparmiare energia, di ridurre l’inquinamento e, di conseguenza, l’emissione in atmosfera di gas serra. Attualmente vanno in questa direzione i seguenti progetti:

1) “Un Parco fossil-free”: un progetto in cui il Parco,

oltre ad adempiere alle sue primarie funzioni di conservazione naturalistica, ricerca scientifica ed educazione ambientale, si propone anche come un “laboratorio di sviluppo sostenibile”, realizzando applicazioni-pilota nell’ambito della produzione e dell’utilizzo di energia elettrica alternativa.

2) “La mobilità sostenibile nelle valli del Parco”: con l’attivazione di iniziative di mobilità sostenibile si è voluto cercare di dare una risposta, all’interno dell’area protetta, alla grave problematica ambientale rappresentata, per i territori delle Alpi, dalla mobilità turistica, e nel contempo innescare un effetto educativo a catena sui visitatori.

3) “Il menu salva-clima”: il progetto ha l’obiettivo di

*Sorgente in Alta Val Brenta.*



proporre, nei ristoranti che si trovano nei comuni del Parco, alcuni “menù salva-clima”, che tengano conto dei criteri di sostenibilità. Il menu a bassa emissione di CO<sub>2</sub> intende proporsi sia come strumento per una riduzione concreta delle emissioni sia come veicolo informativo e didattico sulla tematica degli interventi che si possono adottare per contrastare i cambiamenti climatici.

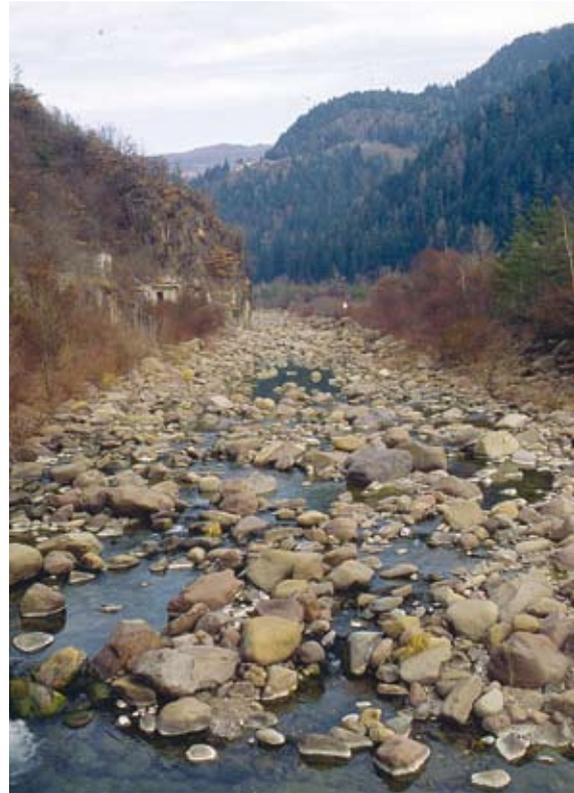
- 4) “Il progetto Qualità Parco per le strutture ricettive e le scuole”: l’obiettivo del progetto è quello di certificare le aziende ricettivo-turistiche che dimostrino di rispondere a criteri di tutela ambientale, tra i quali anche alcuni specifici criteri di risparmio energetico, e di aderire alla cultura del Parco. Il progetto è proposto anche alle scuole con la declinazione “Naturalmente scuola”: le scuole si impegnano attivamente applicando,

nel quotidiano, buone pratiche di comportamento nei confronti dell’ambiente.

- 5) Il Parco-macchine a metano: dal novembre 2007, grazie ad una collaborazione con Fiat auto, il Parco si è potuto dotare di un’automobile Panda a metano; il Parco intende avvalersi sempre più di questi mezzi rispettosi dell’ambiente e fungere, in questo modo, da esempio positivo anche per l’opinione pubblica.

### LE PROPOSTE EDUCATIVE DEL MUSEO TRIDENTINO DI SCIENZE NATURALI

Già a partire dal 1999, con la mostra temporanea “Il Diluvio Universale”, il Museo ebbe modo di sviluppare e proporre alla collettività l’importante e delicato tema dei cambiamenti climatici, presentando



*L'Avisio in Valle di Cembra.*

molte sezioni dedicate al tema.

Da allora il Museo propone annualmente diverse attività educative che permettono alle scuole di approfondire in modo interattivo, partendo da diversi input e argomenti scientifici, il tema dei cambiamenti climatici del passato e del presente e delle problematiche ad esso connesse.

Fra le diverse tipologie di attività ed eventi organiz-

zati dal Museo, concretizzati grazie alla competenza acquisita nel campo della ricerca scientifica, si menzionano:

- I Laboratori di mezza giornata, i Progetti articolati su più incontri e gli Incontri con l'esperto sulla botanica, zoologia, idrobiologia, limnologia, geologia, preistoria, astronomia e fisica. Queste iniziative si prestano ad affrontare il tema dei

grandi cambiamenti climatici globali e locali.

- I corsi di aggiornamento per docenti. Si ricorda l'ultimo corso effettuato dal Museo, "ANDRILL", i cui obiettivi sono stati quelli di fornire ai docenti una migliore conoscenza della storia della criosfera antartica e del suo comportamento in risposta ai cambiamenti climatici.
- Nel 2007 la comunità trentina è stata coinvolta più volte in momenti di dibattito e scambio di opinioni sul tema dei cambiamenti climatici tramite il metodo "Decide", acronimo che sta per DEliberative CItizen Debates. Consiste in un "gioco" a carte dove i partecipanti vengono chiamati a esprimere la loro opinione in merito ad argomenti di "scottante" attualità scientifica.
- L'allestimento del Centro studi Adamello "Julius Payer" (2434 m) con la realizzazione di pannelli ed exhibits interattivi sul tema ghiaccio, adattamenti al clima freddo e cambiamenti climatici. L'exhibition è da alcuni anni itinerante e a disposizione delle scuole del Trentino.
- La mostra temporanea "Pole Position. Avventura nelle regioni polari", in arrivo al Museo di Trento nel corso del 2008. Centrale alla mostra è soprattutto il tema attualissimo dei cambiamenti climatici, del surriscaldamento del globo e dei conseguenti pericolosi processi di scioglimento dei ghiacci e di riduzione delle calotte polari. L'evento infatti si colloca all'interno dell'International Polar

Year 2007-08, indetto con l'obiettivo di promuovere la ricerca scientifica nelle e sulle regioni polari e di rendere nota all'opinione pubblica l'importanza capitale della tutela dei poli in quanto veri e propri regolatori climatici del pianeta.

### INDIVIDUAZIONE DI ULTERIORI AZIONI E STRUMENTI DI EDUCAZIONE AMBIENTALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE A LIVELLO LOCALE

A livello locale le ulteriori azioni di comunicazione, informazione e educazione ambientale da intraprendere devono avere due finalità prioritarie:

- aumentare nei cittadini la consapevolezza della problematica relativa ai cambiamenti climatici anche a livello locale, promuovendo campagne di informazione:
  - sull'entità e sulla scala di eventi che si profilano per il futuro;
  - sulle ripercussioni alle attività lavorative nei settori dell'agricoltura, selvicoltura, pesca, turismo estivo e invernale e sanità;
- migliorare lo stile di vita di ogni individuo per produrre cambiamenti di comportamento per una vita ecologicamente corretta: riciclare di più, andare più spesso a piedi e in bicicletta, utilizzare mezzi pubblici o condividere una macchina invece che guidare da soli e in generale vivere in maniera più semplice non lasciando un'impronta

ecologica così pesante sulla terra.

Le azioni da intraprendere a breve termine sono:

- azioni di comunicazione e informazione ambientale (campagna informativa per far conoscere le iniziative che hanno adottato l'IPCC, l'UNESCO, l'Unione Europea, il Ministero dell'ambiente, e lo stato dell'arte della situazione ambientale in Trentino e le sue implicazioni con i mutamenti climatici);
- azioni di educazione e formazione ambientale

(proposte di adesione a campagne già attivate a livello internazionale e nazionale, proposte di buone pratiche per uno stile di vita più sostenibile).

Alcune di queste iniziative sono già in fase di realizzazione presso l'APPA mentre per le altre sono state ipotizzate delle modalità di attivazione attraverso proposte da rivolgere ai singoli, alle organizzazioni di cittadini, ai Comuni e alle imprese.

## BIBLIOGRAFIA

Carriero A., Odasso M., 2006 - *Sistema di previsione cartografica della tipologia forestale potenziale reale. Provincia Autonoma di Trento. Documento interno non pubblicato.*

D.L.vo 11 maggio 1999, n. 152. *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.*

D.L.vo 4 agosto 1999, n. 351. *Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.*

D.M. 2 aprile 2002, n. 60. *Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.*

D.L.vo 3 aprile 2006, n. 152. *Norme in materia ambientale.*

De Natale F., Gasparini P., Carriero A. - 2007 - *A study on tree colonization of abandoned land in the Italian Alps: extent and some characteristics of new forest stands in Trentino*, in Reynolds K. et al., *Sustainable Forestry: From Monitoring and Modelling to Knowledge Management and Policy Science*. Cabi International.

Iritz L., Johansson B., Ludin L., 1994 - *Impacts of forest drainage on floods*. *Hydrological Sciences Journal*, vol.39, n. 6, pp. 637-661.

Jones J.A., Grant G.E., 1996 - *Peak flow responses to clear-cutting and roads in small and large basins, Western Cascades, Oregon*. *Water Resources Research*, vol.32, n. 4, pp. 959-974.

Meunier M., 1996 - *Couvert forestier et crues sur les petits bassins versants de montagne*. *Unasylva*, n. 47, p.185.

Moret L.d., 1993 - *Impact des plantations d'épicéa commun en bordure de cours d'eau sur l'écosystème aquatique*. *Direction départementale de l'agriculture et de la forêt*, p. 29

Piussi P., 1992 - *Carta del limite potenziale del bosco in Trentino*. *Provincia Autonoma di Trento. Servizio Foreste, Caccia e Pesca.*

*Provincia Autonoma di Trento, 2007 - Linee guida forestali. Approvate con deliberazione di G.P. 2524 del 16 novembre 2007.*

Snyder N.J. et al., 1998 - *Impact of riparian forest buffers on agricultural nonpoint source pollution*. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 34, n. 2, pp. 385-395.

UNITN, 2005. *“Studio conoscitivo preliminare sulla qualità dell'aria in Provincia di Trento con riferimento principale alle emissioni di polveri sottili”*, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Trento, dicembre 2005.

## SITOGRAFIA

<http://www.appa.provincia.tn.it>

<http://www.educazioneambientale.tn.it>

<http://www.unescodess.it/>

[http://ec.europa.eu/environment/newprg/pdf/6eapbooklet\\_it.pdf](http://ec.europa.eu/environment/newprg/pdf/6eapbooklet_it.pdf)

<http://europa.eu/scadplus/leg/it/s15012.htm>

[http://www.unesco.it/eventi/Educazione\\_sviluppo\\_sostenibile/SettimanaSviluppoSostenibile.html](http://www.unesco.it/eventi/Educazione_sviluppo_sostenibile/SettimanaSviluppoSostenibile.html)

[http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/index\\_it.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/index_it.htm)

[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2007/com2007\\_0354it01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/com/2007/com2007_0354it01.pdf)

<http://www.conferenzacambiamenticlimatici2007.it/site/it-IT/>





Gruppo di lavoro  
Informazione e impatto

## Indice

	pag.
› <b>L'importanza della percezione pubblica del cambiamento climatico</b>	189
› <b>La percezione pubblica del cambiamento climatico</b>	193
› <b>Gli attori della comunicazione dei cambiamenti climatici in Trentino</b>	202
› <b>Il processo della comunicazione dei cambiamenti climatici in Trentino</b>	206
› <b>La specificità del Trentino</b>	208
› <b>Suggerimenti per ulteriori ricerche, formulazione di campagne informative e proposte politiche</b>	212
› <b>Bibliografia</b>	214

## L'importanza della percezione pubblica del cambiamento climatico

La questione dei cambiamenti climatici è oggi riconosciuta come uno dei più importanti problemi nell'agenda ambientale internazionale, e più in generale nell'agenda del policy-making. Nel dibattito, che da anni ruota intorno alla questione dei cambiamenti climatici, il ruolo della percezione, della comprensione e degli atteggiamenti del cosiddetto pubblico profano, ovvero i cittadini, non può essere considerato accessorio. In questo primo paragrafo esporremo brevemente i motivi per cui le questioni legate alla comunicazione e alle percezioni pubbliche del mutamento climatico sono centrali per la predisposizione di iniziative di policy su questo tema.

Nel paragrafo successivo passeremo invece in rassegna la letteratura internazionale sul cosiddetto public understanding of climate change (comprensione pubblica del cambiamento climatico), allo scopo sia di riassumere lo stato dell'arte su questo ambito di analisi, sia di fornire elementi per ulteriori indagini e linee guida per lo sviluppo di campagne informative efficaci.

Un aspetto significativo delle politiche pensate per risolvere i problemi ambientali è rappresentato dal

fatto che tali problemi devono essere affrontati a livello internazionale. Infatti, poiché l'ambiente è una risorsa pubblica, l'azione unilaterale di difesa di un solo attore non può avere effetti se gli altri attori non cooperano (o peggio, continuano a danneggiare la risorsa). La tutela delle risorse pubbliche, come l'ambiente, richiede che ogni singolo attore che ne usufruisce, contribuisca al suo mantenimento. Il problema organizzativo che soggiace ad ogni politica di tutela ambientale efficace è, dunque, riassumibile nella difficoltà di ottenere una cooperazione estesa, in linea di principio, a tutti gli attori coinvolti.

In questo senso, l'ostacolo principale alla difesa dell'ambiente risiede nell'asimmetria nei costi e nei benefici. Infatti, la maggior parte della popolazione trae beneficio dall'abbattimento dell'inquinamento, mentre relativamente pochi 'inquinatori' ne sopportano i costi. In una situazione in cui i benefici sono ampiamente condivisi e i costi concentrati, la regolamentazione viene a dipendere dalle negoziazioni di gruppi di interesse.

Nei confronti dei problemi ambientali, si pone dunque il problema che se non vi sono gruppi sufficien-

temente forti che rappresentano gli interessi diffusi (l'abbattimento dell'inquinamento), tenderanno a prevalere gli interessi organizzati di quegli attori che vedono nell'abbattimento dell'inquinamento un costo che vorrebbero evitare.

Nel caso specifico dei cambiamenti climatici, come vedremo meglio in seguito, si deve aggiungere la difficoltà nel percepire gli effetti immediati e, di conseguenza, il problema della percezione del legame tra le azioni da adottare e la loro efficacia. Ma procediamo con ordine.

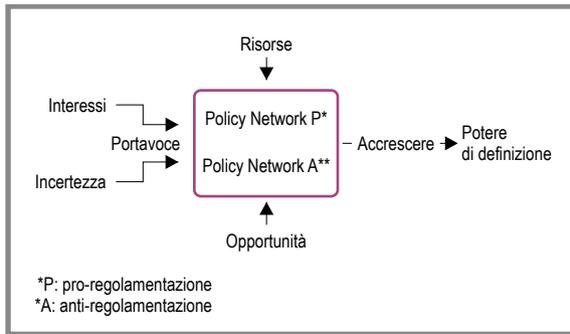
Affinché si verifichi una rappresentanza dell'interesse collettivo, è necessaria la mobilitazione di attori individuali, gruppi di interesse pubblico (gruppi di pressione, associazioni di cittadini, partiti politici ecc.) o dalla creazione di network che colleghino diverse organizzazioni e associazioni. Questi attori devono agire su più piani per riuscire ad influenzare le scelte politiche in modo da promuovere la tutela dell'ambiente. Essi dovranno organizzarsi e coordinarsi per richiamare l'attenzione pubblica, formulare proposte ed esercitare pressione sui decisori politici.

In particolare, Grundmann (2001) ha descritto il dibattito sui problemi ambientali come la contrapposizione di quelli che chiama policy network (fig. 1), cioè gruppi di attori che si coordinano tra loro con lo scopo di influenzare le decisioni politiche, in modo che siano compatibili con la loro definizione del

problema e con il tipo di soluzione che essi ritengono pertinente. Questi network sono composti da:

- scienziati;
- rappresentati di governi e amministrazioni pubbliche;
- organizzazioni non governative, associazioni di cittadini, movimenti sociali;
- organizzazioni internazionali;
- imprese.

Il dibattito intorno alle politiche ambientali può essere rappresentato come lo scontro tra network che si fanno portavoce di interessi divergenti: da un lato i rappresentanti di interessi diffusi (che si battono per promuovere delle regolamentazioni), dall'altro i rappresentanti di interessi organizzati (che si battono per evitare delle regolamentazioni). Entrambi i network devono essere in grado di coordinare tutti gli attori che vi prendono parte e di attirare alleati alla loro causa. Per poter riuscire a reclutare alleati e influenzare il processo politico, questi network necessitano di particolari risorse. Queste risorse servono per fare in modo che la definizione del problema e delle soluzioni proposte attiri il più vasto consenso. Le risorse principali sono le informazioni, i dati scientifici e la loro interpretazione. Un altro elemento che influenza le capacità di azione dei network è la struttura delle opportunità istituzionali, la quale è determinata principalmente dal grado di apertura del sistema politico.



**Fig. 1** Schema del dibattito sui problemi ambientali  
Fonte: Grundmann (2001).

In questo schema la questione delle risorse cognitive e simboliche diviene centrale. Lo diviene soprattutto se si pensa che siamo in una situazione di incertezza, per cui gran parte delle possibilità di accrescere il proprio potere di definizione dipende dall'essere in grado di attirare l'attenzione pubblica, imponendo la propria definizione del problema. Nel dibattito, infatti, ogni parte in causa deve presentare le proprie argomentazioni in modo che siano accettate e accettabili. Ci si deve richiamare a valori condivisi come la salute e la sicurezza, essere in grado di riportare pareri e dati scientifici che confermino la propria valutazione del problema (Grundmann 2001).

La rappresentazione simbolica è importante anche per un'altra ragione. I pericoli ambientali spesso sono causati da agenti invisibili. Gli attori implicati nella definizione degli interventi devono essere in grado di collegare effetti visibili (lo scioglimento

dei ghiacciai, l'innalzamento delle temperature) a cause che sfuggono alla percezione (come i gas prodotti dalla combustione dei combustibili fossili). Nel caso specifico dei cambiamenti climatici, si aggiunge anche il problema che tra le cause figurano comportamenti quotidiani, come, ad esempio, l'impiego di autoveicoli e il normale riscaldamento delle abitazioni.

In altre parole, di fronte ad un problema che presenta livelli di incertezza e difficoltà ad individuare le cause, il ruolo delle idee diventa centrale. Esse servono sia come risorse simboliche per dare corpo al problema – individuandone le cause, prospettandone gli effetti, sottolineandone l'urgenza – sia come norme che servono a collegare il problema a valori condivisi (la salute e la sicurezza) e a soluzioni da realizzare per proteggere quei valori.

Sarebbe però sbagliato pensare che la definizione del problema riguardi unicamente la sfera scientifi-

ca; ciò dipende da una serie di ragioni. In primo luogo, il problema del surriscaldamento globale pone delle difficoltà agli scienziati, i quali non riescono a formulare dei modelli predittivi univoci che determinino l'entità delle conseguenze e l'arco di tempo in cui queste conseguenze si manifesteranno. In secondo luogo, la definizione di ciò che è un rischio varia molto a seconda delle sfere in cui è formulata. Se, infatti, in ambito scientifico tende a prevalere una definizione di rischio basata su calcoli matematici che associano l'entità del danno alla probabilità di accadimento, la sociologia e la teoria culturale del rischio concordano nel sostenere che le persone comuni sono più propense a valutare il rischio prevalentemente in base all'entità del danno e la loro valutazione è influenzata da un insieme di fattori sociali e culturali (Douglas 1991; Luhmann 1996; Lupton 2003). In terzo luogo, nonostante la scienza abbia, nella cultura occidentale, una specie di monopolio nel definire le situazioni di rischio, la legittimazione scientifica di una scelta non implica la sua legittimazione democratica (Beck 1986). L'errore nel ritenere che la definizione del problema dipenda esclusivamente dalle valutazioni scientifiche è associato all'adozione di un modello tecnocratico di decisione su questioni rischiose (Grundmann 2001). Secondo questo modello, in situazioni di incertezza, le decisioni dovrebbero dipendere da linee guida formulate in ambito scientifico. La stra-

tegia prevalente è quella di stabilire dei fattori di rischio, cioè ragionare in termini di stime probabilistiche degli effetti dell'inquinamento. Questo modello si basa su 4 elementi:

- esiste una misura oggettiva del rischio che può essere calcolata;
- solo gli esperti scientifici sono in grado di stabilire l'entità del rischio;
- le percezioni dei profani (cioè il pubblico dei non esperti) sono sbagliate;
- i profani devono essere correttamente informati ed istruiti.

Questo modello è associato ad un modello di comunicazione del rischio abbastanza semplicistico (Weingart et al. 2000). Il modello è così formulato: la ricerca scientifica permette di identificare un problema ambientale; identifica anche opzioni per una possibile soluzione; gli scienziati informano i politici di queste scoperte; siccome il processo di decisione politica può essere sottoposto ad inerzia o essere distorto da interessi antitetici alle preoccupazioni ambientali, gli scienziati tentano di produrre preoccupazione pubblica come mezzo di pressione politica. Il modello presuppone che l'informazione fluisca tra queste sfere (scienza, politica, pubblico) e assume che, idealmente, il contenuto dell'informazione passi non modificato e dia vita all'azione politica quasi automaticamente. Se l'informazione fallisce nel promuovere l'azione, il modello imputa

il fallimento o alle distorsioni prodotte dai media, o all'ignoranza e all'impreparazione della classe politica (si veda anche Bucchi 2006). Secondo questo modello, la soluzione al problema dell'insuccesso della comunicazione del rischio ambientale richiede una migliore informazione e processi di apprendimento per tutte le parti coinvolte.

La raccomandazione di una migliore informazione per le parti coinvolte è indubbiamente importante. Tuttavia, l'errore comune che sottende questo modello è l'idea che spetti unicamente alla scienza definire il problema, senza considerare che in ogni sfera vigono differenti modi di definire i rischi.

Ora, abbiamo visto che nei confronti del mutamento climatico la possibilità di adottare misure richiede la partecipazione di gran parte attori coinvolti. Il pubblico deve essere informato e coinvolto sia perché si necessita del suo sostegno per dare forza alle politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici, sia perché la possibilità di interventi efficaci passa anche attraverso cambiamenti nei comportamenti delle persone comuni. Convincere il pubblico richiede però che la comunicazione e l'informazione siano calibrate sulla percezione che il pubblico ha del surriscaldamento globale. Ed è questa percezione che ora andremmo ad analizzare.

## La percezione pubblica del cambiamento climatico

Secondo Lowe et al. (2006) gli studi sui modi in cui i non esperti percepiscono il mutamento climatico hanno evidenziato la presenza di sostanziali confusioni sulle cause e le conseguenze dei cambiamenti del clima (Kempton 1991; Bostrom et al. 1994; Kempton et al. 1995; Bord et al. 1998; Bickerstaff e Walker, 2001; Poortinga e Pidgeon, 2003); tali confusioni e incomprensioni tenderebbero a generare paura per le sue conseguenze (Read et al. 1994). Questi studi non hanno trovato che la percezione

varia al variare della cultura, del genere o dell'età, ma in tutti i casi è emersa la presenza di profonde incomprensioni e confusioni (Berk e Fovell 1999; O'Connor et al. 1999; Alerby 2000; Blake 2001; Lorenzoni 2003; Norton e Leaman 2004).

Dagli anni '70 del secolo scorso vari autori – servendosi di tecniche di analisi differenti – hanno rilevato una crescente preoccupazione per i cambiamenti climatici tra il pubblico nord-americano ed europeo (Simon 1971; Dunlap e Van Liere 1978;



*Il fascino della comunicazione.*

Dunlap e Scarce 1991; Kempton 1991). Questi studi hanno mostrato che, nonostante la comunità scientifica concordi che il mutamento climatico avrà implicazioni serie per l'umanità, la preoccupazione pubblica appare attenuata dall'incertezza sul quando e sul se il cambiamento climatico avverrà; un altro elemento frenante è rappresentato dalla competizione con altre questioni che causano preoccupazione (Seacrest et al. 2000; Poortinga e Pidgeon

2003). Secondo Bord et al. (1998), nonostante la maggioranza del pubblico mostri un certo livello di preoccupazione per il cambiamento climatico, essa esprime una maggiore preoccupazione per altre issues quali la situazione economica, la delinquenza e l'istruzione.

Seacrest et al. (2000) sostengono che la percezione del surriscaldamento globale, come la maggior parte dei problemi ambientali, è radicata nell'indif-

ferenza umana, e ciò porta il pubblico a concludere che non vi siano soluzioni disponibili per il cambiamento climatico. Bostrom et al. (1994), hanno trovato che sebbene le persone ritengano che il surriscaldamento globale sia una minaccia e siano favorevoli ad azioni per risolverlo, non sono poi in grado di distinguere tra strategie di intervento efficaci e inefficaci. Kempton et al. (1995) sostengono che questa mancanza di motivazioni ad agire dipenda dalla competizione tra valori, in particolare con il diritto di scelta, la libertà di espressione e l'ostilità all'interferenza dello stato nelle scelte individuali. Lorenzoni (2003) ha evidenziato che sebbene il mutamento climatico sia considerato dal pubblico un problema di tutti, il pubblico ritiene anche che l'obbligo di intervenire ricada sui politici, e non sul singolo cittadino.

Inoltre, Seacrest et al. (2000) hanno anche mostrato che il cambiamento climatico non rappresenta una questione saliente e palpabile, verso la quale le persone sono motivate ad informarsi e a prepararsi per agire individualmente e collettivamente. Secondo Moser e Dilling (2004) sarebbe dunque necessario l'intervento di portavoce credibili e depositari della fiducia del pubblico per dare legittimità alle comunicazioni sul cambiamento climatico.

Lorenzoni (2003), ad esempio, in un'indagine condotta nella zona di Norwich, ha trovato che gli atteggiamenti verso il cambiamento climatico danno

origine a 4 tipi di persone:

- 1) coloro che negano che gli uomini influenzino il clima e che non ritengono importante il cambiamento climatico (i negazionisti);
- 2) coloro che dubitano dell'influenza umana sul clima ma ritengono che il cambiamento climatico sia importante (gli scettici);
- 3) coloro che ritengono che gli uomini influenzino il clima ma non ritengono il cambiamento climatico importante (i disinteressati);
- 4) coloro che ritengono che gli uomini influenzino il clima e che il cambiamento climatico sia importante (i coinvolti).

Se dunque la percezione pubblica dei cambiamenti climatici si basa su forti confusioni, sulla difficoltà ad individuare le cause, le conseguenze e le possibili soluzioni, è necessario comprendere quali fattori sottostanno a questa confusione e quali sono le barriere che si frappongono all'adozione di comportamenti virtuosi da parte dei cittadini.

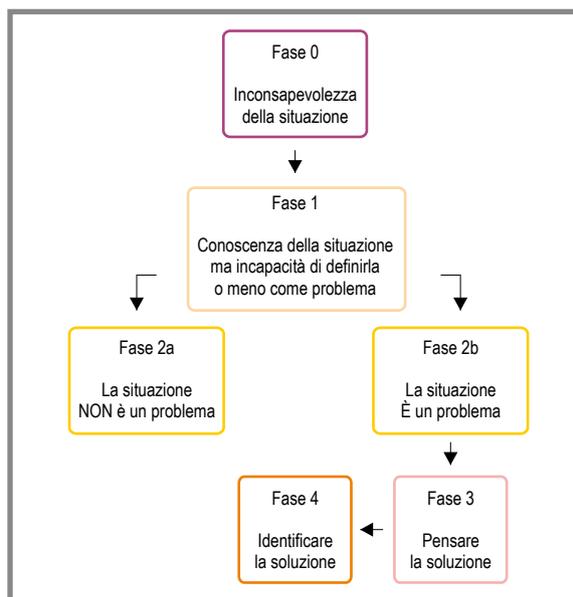
Lorenzoni et al. (2007) ritengono che al fine di sviluppare soluzioni sostenibili al cambiamento climatico, l'incentivare cambiamenti di lungo periodo negli atteggiamenti individuali e negli stili di vita è cruciale tanto quanto il coinvolgimento pubblico nel processo democratico.

Il termine coinvolgimento è divenuto centrale negli studi sulla percezione pubblica del cambiamento climatico. Questo termine denota l'insieme di pro-

cessi cognitivi, affettivi e comportamentali e non solo la mera partecipazione nella formulazione di misure politiche. Parlare di coinvolgimento significa che le persone non solo sono a conoscenza del surriscaldamento globale, ma che si preoccupano e sono motivate e in grado di intraprendere azioni. Il coinvolgimento è essenziale se si vogliono mettere in atto politiche di mitigazione dei mutamenti climatici, ma ciò non può avvenire se non vi è comprensione del problema. I tre aspetti del coinvolgimento – cognitivi, affettivi e comportamentali – non sono in rapporto lineare. Ad esempio, i cambiamenti del comportamento non devono necessariamente se-

guire cambiamenti cognitivi, ma possono invece innescarli.

Secondo Stamm et al. (2000), le persone si relazionano al cambiamento climatico in modi diversi. I modi di relazionarsi possono essere distinti in base al livello di coinvolgimento. Al livello di base, il coinvolgimento può cominciare con l'esposizione a o la consapevolezza di un problema. L'esposizione può avvenire tramite i media, ma anche tramite contatti interpersonali o esperienze dirette. Il coinvolgimento riguarda poi i livelli di attenzione (concentrarsi sul problema), di cognizione (pensare al problema) e di azione. Il coinvolgimento delle persone può



**Fig. 2** Il percorso della comprensione e del coinvolgimento  
Fonte: Stamm et al. (2000).

essere dunque rappresentato come una serie di fasi lungo un percorso (fig. 2), che comincia con la consapevolezza dell'evento e termina con l'idea di cosa si debba fare per risolvere il problema.

Nella fase zero le persone non sono consapevoli dell'esistenza di una situazione potenzialmente problematica, per cui non si può parlare di coinvolgimento. Nella fase 1, vi è stata esposizione, ma non è stata focalizzata l'attenzione sul problema. Nella fase 2 si ha focalizzazione dell'attenzione e si ha una valutazione del problema. Nella fase 2a le persone hanno concluso che la situazione non è un problema, mentre nella fase 2b hanno deciso che la situazione costituisce un problema. Per raggiungere la fase 2, in ogni caso, si deve essere coinvolti a livello cognitivo, cioè pensare al problema.

Questo è necessario, ma non sufficiente, per passare alla fase 3. Alcuni di coloro che pensano alla situazione come problematica possono pensare a possibili soluzioni. Infine, nella fase 4, si trovano coloro che hanno una chiara idea di ciò che deve essere fatto per risolvere il problema. A questo punto, tuttavia, il tipo di soluzione che le persone hanno in mente dipende da una grande varietà di fattori come lo stile di vita, l'appartenenza politica, l'interesse per le tematiche ambientali.

Studiando la percezione pubblica del problema del surriscaldamento globale ci si deve allora chiedere:

- 1) qual è l'ampiezza della comprensione in termini di cause, conseguenze e potenziali soluzioni?
- 2) come si distribuiscono le persone lungo le fasi del percorso, ovvero, qual è il loro livello di coinvolgimento?
- 3) l'ampiezza della comprensione e il livello di coinvolgimento sono collegati? E se sì in che modo?
- 4) qual è l'effetto dei media sulla comprensione e sul coinvolgimento?

Cosa si frappone tra gli individui e il loro coinvolgimento verso il surriscaldamento globale?

La letteratura indica che gli individui percepiscono un'ampia varietà di barriere al loro coinvolgimento. All'opera vi sarebbero meccanismi psicologici, sociali, istituzionali e identitari che influenzano i modi con cui le persone usano l'energia e determinano delle resistenze ai cambiamenti delle abitudini di consumo (Layton et al. 1993; Blake 2001; Steg et al. 2001; Stoll-Kleeman et al. 2001). Molte persone, infine, ritengono che siano i governi a dover imporre regole e a farle rispettare, perché ritengono che solo le azioni collettive siano efficaci per un problema come i cambiamenti climatici (Hinchliffe 1996; Darier e Schule 1999).

Secondo uno studio di Lorenzoni et al. (2007) una delle principali barriere al coinvolgimento è rappresentata dalla carenza di conoscenze su cause, impatti e soluzioni al cambiamento climatico. Tale

carezza può essere articolata in diversi punti:

- › carezza di conoscenze su dove trovare informazioni;
- › carezza di interesse a trovare informazioni;
- › percezione di un sovraccarico di informazioni;
- › formati informativi non accessibili ai non esperti
- › confusione relativa ad informazioni contrastanti o parziali;
- › carezza di informazioni su impatti e soluzioni localmente rilevanti;
- › carezza di credibilità della fonte (in particolare i mass media);
- › confusione sul legame tra il problema e le soluzioni proposte;
- › conflitto tra informazioni e i valori e le esperienze del pubblico.

Un aspetto rilevante emerso dal lavoro di Lorenzoni et al. (2007) è la rilevanza del contesto locale. Poiché uno dei problemi relativi al coinvolgimento verso il mutamento climatico è la difficoltà di visualizzare le conseguenze del proprio comportamento, e poiché le persone tendono a dare più rilevanza alle questioni immediate che hanno conseguenze personali, diviene necessario che la comunicazione sui cambiamenti climatici sia associata al contesto locale in cui vivono le persone. Tale ancoraggio locale è importante anche per un'altra ragione; le persone tendono a percepire le loro azioni come meno utili rispetto a quelle di agenti che agiscono

su ampia scala. Ancorare il discorso a livello locale permette pertanto che il coinvolgimento personale sia visto come più efficace.

L'insieme di questi problemi, uniti al fatto che spesso i media presentano il cambiamento climatico collegato ad altri problemi ambientali e che le evidenze scientifiche sono incerte, parziali e contrastanti (o quanto meno i media le presentano come tali), alimentano incertezza e disorientamento nel pubblico (Lorenzoni et al. 2007). Tale incertezza e disorientamento portano spesso a sottovalutare la gravità del problema, a maturare scetticismo verso le misure politiche di mitigazione e ad indebolire le propensioni al coinvolgimento.

La maggior parte del pubblico ottiene le proprie informazioni sui temi scientifici dai media (Nelkin 1987), per cui il ruolo dei media risulta significativo nel definire la comprensione delle questioni legate al cambiamento climatico. Tuttavia, non è facile comprendere quale sia esattamente il ruolo dei media.

Secondo Weingart et al. (2000) affinché i problemi ambientali e il mutamento climatico vengano comunicati, i media li devono percepire e trasformare in notizie che catturino l'attenzione del pubblico. Un primo elemento che va considerato è che per la logica dei media l'incertezza non è notiziabile (cioè trasformabile in una notizia che attiri l'attenzione), per cui le ipotesi devono essere trasformate in cer-



*Esempio di pubblicità educativa.*

tezza spesso forzando l'esistenza di un consenso nella comunità scientifica e congelando l'esistenza di perplessità e dubbi sugli effetti catastrofici dei mutamenti del clima. Un altro aspetto che caratterizza la copertura mediale è il suo trasformare le ipotesi scientifiche in sequenze di eventi che riguardano l'esperienza quotidiana. Il mutamento climatico e il suo rapporto con il CO<sub>2</sub> è dunque tradotto nei cambiamenti irreversibili del clima, visibili nella ritirata dei ghiacciai, e collegato ad azioni quotidiane come l'impiego di sostanze inquinanti e i gas di scarico degli automezzi. Il mutamento climatico è così rappresentato in termini di una catastrofe imminente e annunciata, risolvibile agendo politicamente qui ed ora. A ciò si associa l'accusa ai politici di aver ignorato gli allarmi lanciati dagli scienziati e di essersi giustificati con la presenza

di incertezze per non intraprendere azioni volte a limitare i danni.

Ma qual è il rapporto tra il modo in cui i media rappresentano il cambiamento climatico e la percezione e il coinvolgimento del pubblico?

Come abbiamo visto, la copertura mediale è tra i maggiori imputati nel processo alle origini delle difficoltà del pubblico a concepire con chiarezza cause, conseguenze e soluzioni dei mutamenti del clima. Tuttavia, Stamm et al. (2000) ritengono che più aumenta il livello di coinvolgimento nel problema dei cambiamenti climatici, più aumenta l'impiego dei media (televisione, giornali, riviste e libri) e della comunicazione interpersonale (con gruppi ambientalisti, familiari ed amici, incontri pubblici ecc.). Allo stesso modo l'impiego di media e il ricorso alla comunicazione interpersonale è collegato alla com-



*Nuove allergie.*

preensione di cause, conseguenze e soluzioni. Non è però possibile stabilire se sia l'impiego dei media a far avanzare lungo il percorso del coinvolgimento e della comprensione o se sia un maggior livello di coinvolgimento a stimolare l'impiego di diversi mezzi di informazione. Infatti, al variare dei mezzi usati variano anche i livelli di consapevolezza su cause, conseguenze e soluzioni (ad esempio, l'impiego dei libri è fortemente correlato con la consapevolezza delle soluzioni, il ricorso alla comunicazione interpersonale è correlato con la consapevolezza sulle conseguenze).

Ungar (2000), ad esempio, non ritiene che il fatto che le persone confondano il problema del surriscaldamento globale con quello del buco dell'ozono sia imputabile ai mass media. L'ipotesi dell'agenda setting, infatti, sostiene che la maggior copertura mediale di un problema è la principale fonte della

preoccupazione pubblica (McCombs e Shaw 1993). Il pubblico basa le proprie informazioni su quanto apprende dai media e quindi un alta copertura evidenzia la salienza di un problema; è quindi più probabile che eventi frequentemente trattati dai media vengano considerati dal pubblico più di eventi poco coperti. Tuttavia, le ricerche sui media mostrano che il tema del mutamento climatico e dell'innalzamento delle temperature terrestri è stato trattato molto più frequentemente dai media che non il tema del buco nell'ozono. Secondo Ungar (2000) il buco nell'ozono sarebbe più comprensibile perché identificabile grazie a metafore di uso quotidiano, le quali permettono di abbattere le barriere discorsive del discorso specialistico e danno al problema una rilevanza nella vita quotidiana. La metafora della penetrazione di raggi attraverso scudi protettivi sarebbe, infatti, compatibile con molta filmografia

fantascientifica popolare (i raggi che passano attraverso gli scudi protettivi in Star Trek e Guerre stellari). L'idea stessa del "buco" risulterebbe familiare e di carattere negativo (un buco in un vestito, un pneumatico forato), mentre parlare di effetto serra o riscaldamento globale risulta più ostico. Mancherebbero delle metafore della cultura popolare in grado di fornire una comprensione semplice e schematica del cambiamento climatico.

Riassumiamo allora ciò che emerge dalla letteratura sulla percezione pubblica del surriscaldamento globale. In generale è possibile affermare che sia maturata, anche a livello pubblico, una certa consapevolezza e preoccupazione per il problema. Tuttavia, questa preoccupazione è subordinata ad altre questioni che gli individui sentono come più vicine alla propria vita quotidiana. Possiamo dire che questa distanza del mutamento climatico è alla base della reticenza delle persone ad essere coinvolte. La distanza e la confusione alimentano la scarsa propensione ad adottare azioni che mitighino il mutamento climatico. Mancando una comprensione del legame tra azioni, cause, conseguenze e soluzioni, gli individui percepiscono le loro azioni come poco efficaci per la risoluzione del problema. A ciò va aggiunto che alcuni comportamenti, come l'impiego di autoveicoli, è così abituale da poter essere modificato. Inoltre, comportamenti virtuosi come il ricorso a pratiche di raccolta differenziata e di ri-

sparmio energetico, spesso dipendono dalla presenza di incentivi economici. In generale, dunque, il pubblico si aspetta che la soluzione arrivi dalla sfera politica sia perché vedono il proprio contributo come marginale, sia perché non hanno molto chiaro ciò che possono fare.

Da cosa dipende questa confusione che genera scarsa propensione al coinvolgimento? Secondo alcuni autori un fattore rilevante è legato dal fatto che la copertura mediale vincola la comunicazione dei cambiamenti climatici alla proprie regole di presentazione e copertura degli eventi e dei temi. Tali regole genererebbero di per sé confusione. Secondo altri è l'incertezza intrinseca del problema che paralizza la presa di posizione dei cittadini. Altri ancora ritengono che sia la difficoltà di ancorare il cambiamento climatico all'esperienza quotidiana a farlo sembrare un problema distante su cui non abbiamo potere. Infine, c'è chi ritiene che il semplice fatto che vi siano problemi più immediati (la sicurezza personale, il benessere economico) inibisce la disposizione al coinvolgimento.

L'insieme di questi elementi devono essere presi in considerazione se si vogliono adottare delle strategie informative e comunicative che facilitino il coinvolgimento dei cittadini. Prima di suggerire alcune linee guida, è opportuno ricordare l'importanza della dimensione locale. Come abbiamo visto l'ancoraggio locale consente sia di vedere il problema

come più palpabile, sia di ritenere che l'azione individuale sia più efficace. Consideriamo ora la situa-

zione del Trentino, e sulla base di questa potremmo formulare proposte.

## Gli attori della comunicazione dei cambiamenti climatici in Trentino

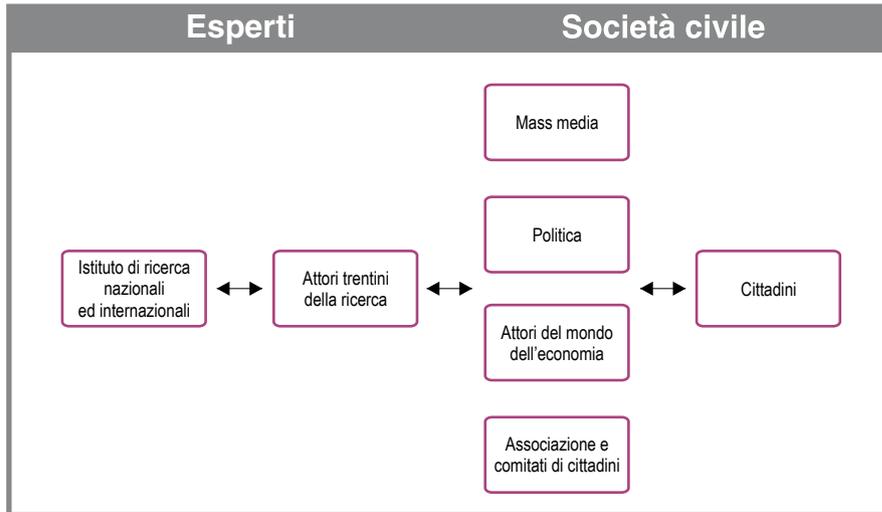
Pur senza voler approfondire argomenti che richiederebbero ben altro spazio, questa parte del lavoro intende fornire un primo panorama degli attori coinvolti nel processo della comunicazione dei cambiamenti climatici. L'elenco, forzatamente incompleto, vuole descrivere i principali soggetti, offrendo altresì alcuni spunti utili al dibattito su questo tema.

Dal punto di vista sociale, è possibile individuare una pluralità di attori la cui identificazione, può contribuire a chiarire la specificità del contesto trentino. Accanto agli attori istituzionali, legati per lo più al mondo della ricerca e della scienza ed agli attori del mondo dell'informazione, è utile ricordare il ruolo degli amministratori della Provincia e dei comuni, dei soggetti economici operanti sul territorio, degli altri gruppi ed associazioni di cittadini ed, infine, dei singoli cittadini. Nel complesso, il meccanismo della comunicazione comprende una fitta rete di relazioni fra questi attori sociali (fig. 3). Il flusso di informazioni è costantemente elaborato prima di

raggiungere l'opinione pubblica.

La fonte più autorevole è costituita, in primo luogo, dagli "esperti", ossia dal mondo scientifico trentino che è a sua volta connesso con i grandi centri di ricerca nazionali ed internazionali. Dopo aver ricordato l'Università di Trento, è possibile comprendere in questo gruppo sia i centri che producono le informazioni sui cambiamenti, sia le istituzioni in cui tali informazioni sono organizzate in modo da raggiungere nella forma più comprensibile possibile il pubblico, sia i centri che possiedono le competenze per valutare la portata delle conoscenze dei cittadini e gli effetti della trasmissione delle informazioni scientifiche. Poiché si parla in ogni caso di scenari di previsione, il ruolo della credibilità degli esperti assume un valore particolarmente significativo.

Secondo tale schema interpretativo, oltre agli attori internazionali, fra cui un posto di rilievo è stato occupato recentemente dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), nella realtà lo-



**Fig. 3** Gli attori della comunicazione dei cambiamenti climatici in Trentino.

cale è possibile citare alcune fonti particolarmente importanti. Vi sono, infatti, alcuni dati che possono fornire un primo "metro" di ciò che sta succedendo al pianeta e che sono in genere comprensibili alla grande maggioranza del pubblico. Fra questi, è utile ricordare quelli meteorologici con particolare riferimento alla disponibilità di serie storiche sulle temperature, quelli sul ritiro dei ghiacciai e le informazioni sulla qualità dell'aria. Tali informazioni assumono un notevole valore in una Provincia, come la nostra, nella quale il contributo del turismo all'economia è notevole.

Basti pensare alla discussione sulle implicazioni delle elevate temperature dell'inverno 2006 sui flussi turistici invernali.

I risultati scientifici si collegano alle decisioni di policy a vari livelli. Da un lato, poiché forniscono l'evidenza del cambiamento in atto servono per giustificare le misure che tentano di porre rimedio agli effetti del riscaldamento globale. Dall'altro lato, costituiscono la base per monitorare la situazione e, allo stesso tempo, progettare interventi futuri. La limitazione della circolazione dei veicoli più inquinanti non potrebbe essere giustificata se non in stretta relazione fra le sostanze prodotte da tali veicoli e le conseguenze per la salute e l'ambiente. Allo stesso modo, le misure sono legittimate anche dall'elevato numero di decessi (anche nel nostro Paese) imputabili all'innalzamento delle temperature medie. Inoltre, le informazioni sugli effetti del



*L'educazione ambientale inizia  
fin dai primi anni di scuola.*

cambiamento giustificano il finanziamento delle ricerche volte a studiare il fenomeno e la ricerca di soluzioni. Infine, i dati sulla qualità dell'aria forniscono una prima prova dell'adeguatezza delle misure adottate.

In tale contesto, l'efficacia dipende anche dalla possibilità di coinvolgere una base ampia di soggetti. Coloro che sono toccati da misure che sono

estese a tutti e non solo a specifiche fasce di popolazione, non si percepiscono come "vittime" di limitazioni, ma come i partecipanti di un progetto generale più ampio.

La costante valutazione degli effetti dei provvedimenti volti a stimolare la tenuta di "comportamenti virtuosi" include inoltre sia gli effetti sulla qualità dell'aria, sia la rilevazione dell'efficacia delle poli-

tiche. In questo senso, è utile la realizzazione di opportune indagini per individuare i segmenti della popolazione su cui è necessario tarare interventi mirati.

In tal senso, i processi di comunicazione possono servire ad accrescere la consapevolezza dei cambiamenti in atto. Fra gli attori più coinvolti in questa fase vi sono le scuole, che possono essere raggiunte con programmi specifici di educazione ambientale, oppure il pubblico “at large” che può essere raggiunto anche dalle riviste e dalle altre pubblicazioni dell’Ufficio Stampa della Provincia (ad esempio, “Il Trentino” o la trasmissione televisiva “PAT Informa”) o dai suoi enti ed agenzie specifiche come l’APPA (l’Agenzia Provinciale per la Protezione dell’Ambiente, che è particolarmente impegnata nell’opera di sensibilizzazione della popolazione con mostre e corsi di educazione ambientale rivolti ai ragazzi delle scuole primarie del Trentino). Un ruolo importante è ricoperto dai musei, come il Museo Tridentino di Scienze Naturali e dai Parchi. Fra le varie iniziative, è possibile citare l’organizzazione di convegni ed eventi.

Un attore certamente non marginale della comunicazione dei cambiamenti è costituito dalle realtà economiche operanti sul territorio. L’attenzione alle tematiche legate alla qualità del pianeta ha, infatti, aperto da tempo spazi per nuove attività economiche e figure professionali. Si pensi, a solo titolo di

esempio, alle opportunità offerte dalla raccolta differenziata dei rifiuti. In questo ambito ricade non solo la raccolta dei materiali, ma pure la produzione di nuovi beni utilizzando il materiale riciclato. A livello nazionale, molto importante è da ricordare il contributo dato dall’industria automobilistica alla ricerca di motori meno inquinanti, che ha offerto anche all’industria automobilistica italiana indubbi vantaggi, in termini di competitività, rispetto all’industria americana. Pure la realizzazione di infrastrutture legate alla mobilità (trasporti pubblici, trasporti alternativi, piste ciclabili) ha visto crescenti investimenti ed opportunità. Per quel che concerne l’agricoltura, che da sempre è una realtà importante dell’economia Trentina, è necessario ricordare il ruolo dell’Istituto Agrario di San Michele all’Adige nella formazione degli agricoltori e nella diffusione di pratiche ecologiche e rispettose dell’equilibrio del territorio.

Fra gli attori della società civile trentina un posto importante, anche per l’interesse che tale associazione ha da sempre rivolto alla natura, è rivestito dalla SAT. Quest’associazione raccoglie una quota significativa della popolazione trentina e, essendo anche coinvolta nel progetto di monitoraggio dei ghiacciai trentini, si colloca in una posizione di osservatore privilegiato dei cambiamenti. Inoltre, la particolare vocazione alla formazione ne fanno un attore rilevante dell’educazione e della comunicazione ambientale fra sezioni eterogenee della

popolazione. Fra le altre associazioni che possono ricoprire un ruolo di primo piano nella comunicazione dei cambiamenti climatici vi sono, infine, le numerose associazioni per la difesa della natura operanti sul territorio locale. Tali organizzazioni e comitati affrontano, da prospettive e con riferimenti a volte notevolmente diversi fra loro, la questione ambientale. Questi gruppi si distinguono per la capacità di “fare rete” con altre associazioni in

modo da favorire lo scambio di risorse ed ottenere maggior peso nelle campagne proposte. Una differenziazione utile riguarda le posizioni più o meno radicali che possono frenarne le capacità di dialogo. È utile ricordare che queste associazioni hanno ormai da decenni maturato un livello di expertise che è possibile valorizzare sia nella comunicazione dei cambiamenti climatici sia, soprattutto, nella proposta di soluzioni al problema.

## Il processo della comunicazione dei cambiamenti climatici in Trentino

Dopo aver delineato gli attori sociali della comunicazione del cambiamento del clima in Trentino, è utile dare uno sguardo ai possibili scenari futuri. Progettare scenari per l'informazione vuole dire indicarne per prima cosa i requisiti perché possa ottenere risultati efficaci.

È possibile individuare almeno quattro requisiti che vincolano in modo forte l'efficacia della comunicazione:

- 1) il coordinamento e, se possibile, la concertazione fra gli attori coinvolti;
- 2) la massimizzazione della consapevolezza, in modo da aumentare la base della legittimazione delle misure;

3) il monitoraggio degli effetti delle campagne informative;

4) la riflessività, ossia la “ri-taratura” delle campagne sulla base della rilevazione dei risultati ottenuti.

Per quel che riguarda il coordinamento, è importante che la comunicazione avvenga contestualizzando il più possibile i dati alla realtà locale. È, ad esempio, di notevole significato il fatto che il film “An uncomfortable truth” del premio nobel per la pace 2007 Al Gore citi, come avvenimento segnalatore del riscaldamento del globo, il ritiro del ghiacciaio dell'Adamello. Le informazioni e i provvedimenti possono avere efficacia soltanto se

sono universalmente dispiegati ed hanno valenza generale. Quando si limitano a particolari fasce o categorie economiche della popolazione sono invece percepiti come ingiusti e possono innescare le proteste ed il meccanismo del free-riding, ossia la mancata collaborazione, in quanto vi è l'attesa che sia il comportamento di altri – e non il proprio – a risolvere il problema.

Il secondo requisito riguarda la consapevolezza. Si tratta forse dell'aspetto più delicato, in quanto non è pensabile di conseguire alcun traguardo senza che la popolazione non ne percepisca l'utilità e l'urgenza.

Per raggiungere tale scopo la comunicazione e la trasmissione dei dati scientifici sui cambiamenti climatici deve avvenire in modo chiaro, mettendo altresì in luce la stretta connessione fra l'ambiente locale e quello del pianeta. Come anticipato, la consapevolezza è legata all'elaborazione, a livello cognitivo individuale, della gravità del problema e dell'urgenza di intervenire. La condivisione degli orientamenti per combattere il riscaldamento globale è in stretta connessione con la legittimazione e l'approvazione dei provvedimenti stessi. Poiché i

provvedimenti richiedono anche cambiamenti negli stili di vita individuali, l'informazione deve essere differenziata secondo le fasce di età e la posizione dei soggetti coinvolti.

Il terzo requisito della comunicazione è il monitoraggio della ricaduta delle politiche adottate. Questo accorgimento, se adottato durante la messa a punto della comunicazione, consente di tarare nel migliore dei modi le misure, evitando di dispendere risorse ingenti nelle fasi iniziali della comunicazione. Nelle fasi successive, inoltre, permette di valutare l'efficacia della trasmissione delle informazioni e di redigere un bilancio dei risultati ottenuti.

Il quarto suggerimento, la riflessività, permette di ripensare i provvedimenti in modo da massimizzarne gli effetti. In questo senso, gli attori della comunicazione si pongono in maniera dinamica di fronte al problema.

La comunicazione del cambiamento del clima richiede che la comunicazione sia costantemente aggiornata seguendo i dati prodotti dagli scienziati e ciò dipende, ovviamente, dalla capacità degli enti coinvolti nella trasmissione di riflettere e di modificare in maniera opportuna i provvedimenti.

## La specificità del Trentino

La morfologia del territorio e le caratteristiche socio-culturali della popolazione trentina fanno sì che la nostra provincia possieda peculiarità specifiche che è necessario valutare attentamente nella gestione delle comunicazioni.

Un primo argomento, in questo senso, riguarda il livello di informazione posseduto dai cittadini sui cambiamenti climatici e sulle conseguenze che essi possono avere: sugli effetti sulla salute, sulle risorse, sui rischi di estinzione di molte specie di animali, sull'innalzamento delle coste.

Chi sono coloro che ne sanno di più su questo fenomeno? Esistono gruppi di persone particolarmente informate? Come si collocano gli abitanti delle vallate, della periferia della provincia, rispetto al capoluogo? Le conoscenze sono equamente ripartite fra le varie classi sociali, fasce di età e grado di istruzione, oppure alcune persone ne sanno davvero poco sui cambiamenti in atto? Ancora, come si collocano i trentini rispetto agli abitanti delle altre province italiane e del resto d'Europa? Esiste una consapevolezza dei problemi che possono insorgere a livello locale?

L'insieme di queste informazioni costituisce un prezioso bagaglio di esperienze su cui costruire un modo più efficace le politiche volte a migliorare le

conoscenze.

Strettamente connesso con questo argomento vi è la rilevazione della conoscenza delle opportunità e delle facilitazioni offerte dalla pubblica amministrazione per incentivare i comportamenti virtuosi per l'ambiente. Si può ricordare, fra l'altro, la possibilità di ottenere contributi per l'installazione di impianti per contenere il consumo energetico (pannelli solari, caldaie ad alto rendimento, insolazioni, ecc.). Tale informazione assume un valore particolarmente elevato poiché una recente indagine ha mostrato che ben il 91% dei trentini valuta in modo positivo l'impatto dell'energia solare (Beltrame e Bucchi 2007: 40).

Un ulteriore aspetto attraverso cui passa la comunicazione riguarda la posizione dei trentini di fronte a numerose questioni che "toccano" i comportamenti virtuosi per l'ambiente. Un primo tema, in questo senso, è la mobilità. Poiché una quota consistente delle emissioni nocive provengono dai veicoli, è importante sondare la disponibilità e le resistenze ad utilizzare i mezzi di trasporto pubblici. Quali sono le condizioni che i trentini accetterebbero più volentieri per ridurre l'uso dell'automobile? Come promuovere la sostenibilità del trasporto? Come aumentare la sensibilità in modo da convincere i più restii?



*Fabbriche e inquinamento.*

È sufficiente fare leva sui vantaggi per l'ambiente, oppure è necessario garantire l'efficienza e la comodità negli orari delle corse? Il successo delle misure per favorire l'utilizzo di mezzi di trasporto più ecologici è direttamente proporzionale alle motivazioni dei soggetti coinvolti, alla disponibilità di alternative valide ed alla positiva analisi dei costi-benefici da parte dei cittadini, dato che l'utilizzo dei mezzi pubblici dovrebbe essere più economico e più sicuro rispetto ai mezzi privati. Strettamente connesso con questo tema vi è quello di favorire l'uso della bicicletta, come avviene già in molti altri paesi, attraverso la predisposizione di percorsi protetti nelle principali cittadine e fra il centro e la

periferia. Una questione ulteriore, su cui è da anni aperto un dibattito molto vivace, è il potenziamento della raccolta differenziata.

Poiché lo smaltimento dei rifiuti è economicamente molto oneroso e potenzialmente pericoloso per la salute, qualsiasi tentativo di soluzione non può che prendere avvio dal miglioramento dell'efficienza della raccolta. Nei comuni trentini tale pratica virtuosa ha avuto inizio da tempo, anche se solo negli ultimi anni sta raggiungendo quote significative. Inoltre, la differenziazione è più elevata in alcuni comuni, mentre lo è meno in altri, per cui è utile cercare di incrementarne il livello generale. Per raggiungere tale scopo è necessario interveni-

re in modo da informare e motivare la popolazione. È importante individuare chi sono i cittadini meno disposti a collaborare ed attivare campagne informative mirate verso questi soggetti.

In stretta connessione con questi comportamenti ecologici, vi è la disponibilità ad attivare nella vita quotidiana altri “micro comportamenti” che possano favorire il risparmio di risorse e la qualità dell’ambiente. A tal proposito, anche nella rivista della PAT (Il Trentino n. 280/2007) è stata inserita una scheda informativa comprendente alcuni consigli pratici da applicare a casa, al lavoro, a scuola, a tavola, durante gli acquisti, nel tempo libero.

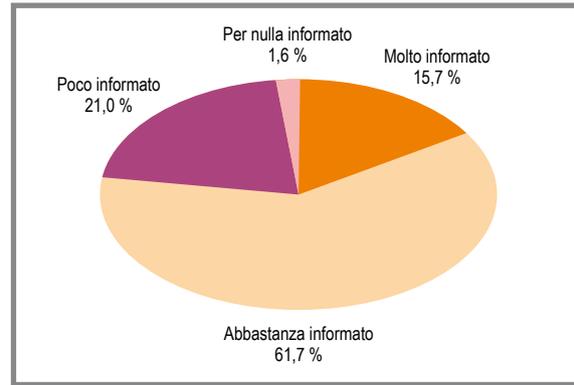
Fra questi, è da ricordare l’utilizzo più oculato dei piccoli elettrodomestici, il risparmio dell’acqua, l’uso avveduto degli impianti di riscaldamento e la preferenza, durante l’acquisto, di automobili con emissioni più basse.

Fra i temi su cui è importante accrescere la consapevolezza vi è il mantenimento del patrimonio naturale trentino. Il patrimonio di montagne, boschi, laghi e fiumi è fonte di reddito per l’industria del turismo (e non solo) e costituisce una risorsa preziosa per l’economia provinciale. Un effetto dell’innalzamento della temperatura terrestre è l’erosione dei ghiacciai e la difficoltà di mantenere innevate le piste da sci esposte a sud o situate alle quote più basse. Vi è però anche il rischio dell’estinzione di molte specie animali e del mutamento della vege-

tazione con la diffusione di piante (o animali) più resistenti alle temperature elevate.

Questo aspetto del riscaldamento globale chiama in causa la necessità di conciliare il turismo di massa con la tutela dell’ambiente trentino. Ad esempio, la realizzazione di nuove strade, oppure di impianti sciistici, dovrebbe trovare l’accordo della popolazione locale ed essere realizzata con criteri di sostenibilità. In conclusione, la comunicazione dei cambiamenti climatici può essere una grande opportunità per coinvolgere maggiormente la popolazione trentina nella gestione attiva del suo territorio.

Poiché le ricerche più recenti hanno dimostrato che il riscaldamento globale è un problema in cui le cause antropiche occupano un posto di grande rilievo, è utile che anche le soluzioni trovino il loro ambito di applicazione nel mondo sociale. La comunicazione può avere per questo luogo in modo più efficace se è accompagnata dall’individuazione dei “profili” dei cittadini da coinvolgere: in tal modo è possibile prevedere l’invio di informazioni mirate. I “consigli” per i comportamenti virtuosi per l’ambiente sono, infatti, molto più efficaci, se inquadrati nel contesto sociale in cui vivono i soggetti poiché riguardano il mondo “più vicino” ed immediato in cui essi agiscono e percepiscono di avere la capacità di influire. Alle differenze, più ovvie, fra i messaggi da far pervenire alle casalinghe, oppure agli studenti oppure, ancora, agli agricoltori, vi è quindi la ricerca di fasce



**Fig. 4** Autopercezione del livello di informazione dei Trentini sui mutamenti del clima  
Fonte: Beltrame e Bucchi (2007).

più ristrette. L'individuazione delle caratteristiche socio-demografiche delle persone meno disponibili a contribuire alla soluzione del problema permette, in sintesi, di ampliare la portata degli interventi realizzando un'informazione specifica secondo la specificità dei soggetti da coinvolgere.

Un'indagine preliminare è già stata svolta dall'Università di Trento che nel corso del 2007 ha intervistato un campione rappresentativo di 806 trentini (Beltrame e Bucchi 2007).

Nonostante la ricerca riguardi le conoscenze scientifiche più generali e non soltanto la questione dei cambiamenti climatici, alcuni risultati possono essere molto utili per inquadrare la situazione locale. Per quel che riguarda i mutamenti del clima, i trentini risultano mediamente abbastanza informati su questo argomento, sebbene poco meno di uno su quattro (il 21.0% si dichiara poco informato e

l'1.6% per nulla) ritengano di avere informazioni insufficienti (fig. 4). È facile ipotizzare che un tale risultato sia collegato alla salienza crescente che queste tematiche hanno avuto nei media e nell'opinione pubblica negli ultimi anni. Va tuttavia notato che esiste una quota non indifferente di trentini che scontano un elevato grado di "analfabetizzazione" scientifica. Gli stessi autori del rapporto fanno osservare che sono oltre quattro su dieci coloro che non sono in grado di dire se l'affermazione "Il sole è un pianeta" sia corretta.

L'indagine riscontra altresì due aspetti rilevanti ai fini dei mutamenti del clima. In primo luogo, nella "scala" dei settori di ricerca scientifica che la Provincia di Trento dovrebbe promuovere maggiormente, emerge chiaramente la richiesta di investire energie per combattere il riscaldamento globale. Infatti, il primo posto è occupato dalle energie rinnovabili

(che sono scelte dalla grande maggioranza: 57.5% dei rispondenti) ed il secondo dalle ricerche sui cambiamenti climatici (13.1%), mentre altri settori come le biotecnologie, l'informatica e le telecomunicazioni, le neuroscienze, ed il nucleare ricevono una percentuale trascurabile di preferenze.

In secondo luogo, l'ordine delle priorità, che mette al primo posto la ricerca sulle nuove energie, indica la tendenza a riporre una grande speranza nella

ricerca di soluzioni alternative e pulite al problema dell'energia. Tale atteggiamento riflette in parte la tendenza diffusa nell'opinione pubblica che la soluzione dipenda da "altri" (ossia dalla capacità degli scienziati di trovare valide alternative al petrolio) e chiama quindi ancora in causa la necessità di provvedere a responsabilizzare e rendere consapevole ogni singolo cittadino del contributo concreto che può dare per ridurre l'effetto serra.

## Suggerimenti per ulteriori ricerche, formulazione di campagne informative e proposte politiche

La rassegna fin qui svolta suggerisce alcuni elementi centrali per quanto riguarda il tema dei cambiamenti climatici. La possibilità di una soluzione non può prescindere da un ampio coinvolgimento della società. I cittadini devono essere coinvolti e per ottenere questo risultato si devono predisporre delle strategie comunicative efficaci. Inoltre, la comunicazione dovrebbe anche predisporre le persone a mettere in atto comportamenti virtuosi.

Affinché la comunicazione sia efficace è necessario conoscere la percezione del problema dei cittadini trentini. Se, infatti, la comunicazione non è in grado di entrare in sintonia con il modo in cui i tren-

tini percepiscono il problema essa sarà sterile o, addirittura, potrebbe generare ulteriore confusione. I dati della recente ricerca su "Scienza tecnologia e opinione pubblica in Trentino" (Beltrame e Bucchi 2007) hanno mostrato una forte sensibilità di principio dei trentini per i problemi ambientali. Sarebbero tuttavia necessari dati più dettagliati sul livello di comprensione dei cambiamenti climatici da parte dei cittadini. In questo modo si potrebbe partire da tale livello di comprensione e, contestualmente, ottenere informazioni sulle predisposizioni al coinvolgimento e sulle eventuali barriere a tale coinvolgimento. Inoltre, visto il ruolo dei media nella for-

mazione delle percezioni, sarebbe utile un'analisi della copertura mediale del tema a livello locale.

A ciò si dovrebbero aggiungere delle conoscenze sulle abitudini legate ai cambiamenti climatici, come i tipi di impiego di autoveicoli, le pratiche di raccolta differenziata e di risparmio energetico.

Queste conoscenze permetterebbero di predisporre campagne informative efficaci perché calibrabili sulle specificità locali. Tali campagne, potrebbero inoltre favorire un maggior coinvolgimento dei cittadini. Tale coinvolgimento potrebbe infatti produrre sia comportamenti virtuosi, sia facilitare la loro partecipazione ai processi decisionali per mettere in atto misure di mitigazione degli effetti del cambiamento climatico.

Una possibile agenda di ricerca nell'ambito delle scienze sociali su questi temi potrebbe dunque prevedere, tra l'altro:

- Strumenti di monitoraggio periodico dell'opinione pubblica sui temi del mutamento climatico e delle tematiche collegate (ambiente, energia,

mobilità ...), con un'attenzione privilegiata ad ottenere dati comparabili con rilevazioni nazionali e internazionali (es. Observa, Eurobarometro);

- Strumenti di monitoraggio periodico della copertura mediale su questi stessi temi (se possibile in chiave comparativa locale-nazionale);
- Analisi di benchmarking e di buone pratiche a livello internazionale, sul tema della comunicazione e delle campagne informative su questi temi, nonché dei loro strumenti di monitoraggio e valutazione;
- Sviluppo di accurati strumenti di monitoraggio e verifica dell'impatto di campagne e iniziative di comunicazione, suscettibili di essere utilizzati per migliorarle e svilupparle in itinere.

L'insieme di queste pratiche dovrebbe fornire informazioni utili alla definizione di politiche e campagne informative efficaci, attente al coinvolgimento dei cittadini nella mitigazione del problema dei cambiamenti climatici.

## BIBLIOGRAFIA

- Alerby E. - 2000 *A Way of Visualising Children's and Young People's Thoughts about the Environment: a Study of Drawings*, in "Environmental Education Research", 6, pp. 205-222.
- Beck U. - 1986 *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt, Suhrkamp, trad. it., *La società del rischio*, Roma, Carocci, 2000.
- Beltrame L., Bucchi M. - 2007 *Scienza, tecnologia e opinione pubblica in Trentino, rapporto disponibile anche on-line all'indirizzo: [http://www.soc.unitn.it/sus/attivita\\_del\\_dipartimento/ststn/pdf/Scienza%20tecnologiae%20opinione%20pubblica%20in%20Trentino.pdf](http://www.soc.unitn.it/sus/attivita_del_dipartimento/ststn/pdf/Scienza%20tecnologiae%20opinione%20pubblica%20in%20Trentino.pdf)*
- Berk R.A., Fovell, R.G. - 1999 *Public Perceptions of Climate Change: A 'Willingness to Pay' Assessment*, in «Climatic Change», 41, pp. 413-446.
- Bickerstaff K., Walker G. - 2001 *Public Understandings of Air Pollution: the 'Localisation' of Environmental Risk*, in «Global Environmental Change», 11, pp. 133-45.
- Blake D.E. - 2001 *Contextual Effects on Environmental Attitudes and Behaviour*, in "Environment and Behaviour", 33, pp. 708-725.
- Bord R.J., Fischer, A., O'Connor, R.E. - 1998 *Public Perceptions of Global Warming: United States and International Perspectives*, in «Climate Research», 11, pp. 75-84.
- Bostrom A., Granger-Morgan M., Fischhoff B., Read D. - 1994 *What Do People Know about Climate Change? Part 1: Mental Models*, in "Risk Analysis", 14, pp. 959-970.
- Bucchi M. - 2006 *Scegliere il mondo che vogliamo. Cittadini, politica, tecnoscienza*, Bologna, Il Mulino.
- Darier E., Schule R. - 1999 *'Think globally, act locally'? Climate change and public participation in Manchester and Frankfurt*. In "Local Environment", 4, pp. 317-329.
- Douglas M. - 1991 *Come percepiamo il pericolo. Antropologia del rischio*, Feltrinelli, Milano, ed. or., *Risk Acceptability According to the Social Sciences*, Russel Sage Foundation.
- Dunlap R.E., Scarce R. - 1991 *The Polls-Poll Trends: Environment Problems and Protection*, in "Public Opinion Quarterly", 55, pp. 651-672.
- Dunlap R.E., Van Liere K.D. - 1978 *The 'New Environmental Paradigm'*, in "Journal of Environmental Education", 9, pp. 10-19.
- Grundmann R. - 2001 *Transnational Environmental Policy*, London, Routledge.
- Hinchliffe S. - 1996 *Helping the earth begins at home: the social construction of socio-environmental responsibilities*, in "Global Environmental Change", 6, pp. 53-62.
- Kempton W. - 1991 *Lay Perspectives on Global Climate Change*, in "Global Environmental Change", 1, pp. 183-208.
- Kempton W., Boster J.S., Hartley J.A. - 1995 *Environmental Values in American Culture*. Boston, MA: MIT Press.
- Layton D., Jenkins E., Macgill S., Davey A. - 1993 *Inarticulate Science? Driffield, Yorks*, Studies in Education Ltd.
- Lorenzoni I. - 2003 *Present Choices, Future Climates: A Cross-cultural Study of Perceptions in Italy and in the UK*, Doctoral Thesis, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, UK.
- Lorenzoni I., Nicholson-Cole S., Whitmarsh L. - 2007 *Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications*, in "Global Climate Change", 17, pp. 445-459.
- Lowe T. et al. - 2006 *Does tomorrow ever come? Disaster narrative and public perceptions of climate*

- change, in *"Public Understanding of Science"*, 15, pp. 435-457.
- Luhmann N., - 1996 *Sociologia del rischio*, Milano, Bruno Mondadori, ed. or., *Soziologie des Risikos*, Berlin, Walter de Gruyter, Berlin, 1991.
- Lupton D. - 2003 *Il rischio. Percezione, simboli, culture*, Bologna, Il Mulino, ed. or., *Risk*, London, Taylor & Francis Book - Routledge, 1999.
- McCombs M., Shaw D. - 1993 *The Evolution of Agenda-Setting Research: Twenty-Five Years in the Marketplace of Ideas*, in *"Journal of Communication"*, 43, pp. 58-67.
- Moser S.C., Dilling L. - 2004 *Making Climate Hot: Communicating the Urgency and Challenge of Global Climate Change*, in *"Environment"*, 46, pp. 32-46.
- Nelkin D. - 1987 *Selling Science: How the Press Covers Science and Technology*, New York: W.H. Freeman.
- Norton A., Leaman J. - 2004 *The Day After Tomorrow: Public Opinion on Climate Change*. London: MORI.
- O'Connor R.E., Bord R.J., Fisher A. - 1999 *Risk Perceptions, General Environmental Beliefs, and Willingness to Address Climate Change*, in *"Risk Analysis"*, 19, pp. 461-471.
- Poortinga W., Pidgeon N. - 2003 *Public Perceptions of Risk, Science and Governance: Main Findings of a British Survey of Five Risk Cases*. Norwich: University of East Anglia and MORI.
- Read D., Bostrom A., Morgan M.G., Fischhoff B., Smuts T. - 1994 *What Do People Know about Global Climate Change? Part 2: Survey Studies of Educated Laypeople*, in *"Risk Analysis"*, 14, pp. 971-982.
- Simon R.A. - 1971 *Public attitudes toward population and pollution*, in *"Public Opinion Quarterly"*, 35, pp. 95-102.
- Seacrest S., Kuzelka R., Leonard R. - 2000 *Global Climate Change and Public Perception: Translation*, in *"Journal of the American Water Resources Association"*, 36, pp. 253-63.
- Stamm K.R., Clark F., Reynolds Eblacas P. - 2000 *Mass communication and public understanding of environmental problems: the case of global warming*, in *"Public Understanding of Science"*, 9, pp. 219-237.
- Steg, L., Vlek C., Slotegraaf G. - 2001 *Instrumental-reasoned and symbolic-affective motives for using a motor car*. *Transportation Research Part F: Traffic*, in *"Psychology and Behaviour"*, 4, pp. 151-169.
- Stoll-Kleemann S., O'Riordan T., Jaeger C.J. - 2001 *The Psychology of Denial Concerning Climate Mitigation Measures: Evidence from Swiss Focus Groups*, in *"Global Environmental Change"*, 11, pp. 107-117.
- Ungar S. - 2000 *Knowledge, ignorance and the popular culture: climate change versus the ozone hole*, in *"Public Understanding of Science"*, 9, pp. 297-312.
- Weingart P., Engels A., Pansegrau P. - 2000 *Risks of communication: discourses on climate change in science, politics, and the mass media*, in *"Public Understanding of Science"*, 9, pp. 261-283.



## Cambiamenti climatici: un problema e un'opportunità

*Ad un anno circa dalla presentazione a Trento del IV rapporto della IPCC, la Commissione delle Nazioni Unite incaricata di studiare il cambiamento del clima in corso nel mondo, che ha sancito il raggiungimento di una posizione quasi unanime nella comunità scientifica sia riguardo all'effettiva esistenza del fenomeno sia riguardo all'importanza dei fattori umani nel determinarlo, siamo a presentare i risultati delle analisi svolte dai gruppi di lavoro istituiti in quell'occasione dalla Provincia autonoma di Trento. L'impegno che ci eravamo assunti può dirsi quindi rispettato; ma naturalmente quanto contenuto in questo volume rappresenta solo un punto di partenza ed apre la strada a nuove prospettive di azione concreta sia sul versante della mitigazione dei problemi generati dal cambiamento climatico sia sul versante dell'adattamento.*

*Nel frattempo il Trentino ha anche partecipato, nel settembre del 2007, alla Conferenza nazionale sul clima tenutasi a Roma presso la sede della FAO, nel corso della quale le amministrazioni regionali hanno avuto modo di confrontarsi con le autorità di Governo e con numerosi esperti della comunità scientifica. In quella sede l'Italia si è detta pronta all'assunzione di nuovi e più stringenti impegni per contrastare l'effetto serra e ha in sostanza riconosciuto anche il suo ritardo nell'assunzione delle decisioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati nel 1997 dal Protocollo di Kyoto.*

*È bene riconoscere peraltro che, su questo terreno, l'Italia non è certo sola. Inoltre, com'è noto, alcuni dei principali Paesi responsabili delle emissioni di gas serra nell'atmosfera non si sono mai sentiti vincolati a quel Protocollo (gli Usa per la mancata ratifica, la Cina perché considerato un paese in via*

*di sviluppo), anche se il più recente vertice di Bali ha in parte corretto queste anomalie, evidenziando quantomeno una volontà più unitaria, a livello mondiale, di lottare contro gli effetti negativi dei cambiamenti climatici.*

*In questo scenario il Trentino – anche questo va detto – non si è mai sentito “spaesato”. La nostra natura di territorio alpino, dagli equilibri ambientali particolarmente fragili, ha fatto sì che la sensibilità nei confronti delle problematiche generate dall’inquinamento fosse penetrata nelle nostre coscienze già prima che la questione dei cambiamenti climatici si fosse palesata in maniera così forte. Lo diciamo senza alcun desiderio di apparire “primi della classe”: le iniziative assunte fin dagli anni ’80 ad esempio per incentivare l’utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, lo sviluppo di forme via via sempre più sofisticate di monitoraggio ambientale, la progressiva crescita di competenze scientifiche sul territorio – che va saldandosi con il mondo produttivo, ad esempio nell’ambito del Distretto Energia-ambiente – sono tutte testimonianze di un impegno concreto, che è andato maturando nel corso del tempo.*

*L’ultimo rapporto dell’IPCC non ci ha quindi colti impreparati. Tuttavia, i suoi contenuti erano tali da sollecitare un approccio più organico ed onnicomprensivo, che investisse tutte le competenze riconosciute dallo Statuto di Autonomia alla Provincia autonoma di Trento, in campi che vanno dall’analisi e dal monitoraggio del clima alla gestione delle risorse idriche, dal turismo ai settori dell’energia e dell’industria, dalla pianificazione ambientale alla comunicazione pubblica.*

*L’istituzione dei relativi gruppi di lavoro, coordinati da Claudio Bortolotti e Alberto Faustini, nei quali sono confluite competenze sia interne che esterne all’amministrazione provinciale, ci ha consentito da un lato di fare il punto sul cosiddetto “stato dell’arte” in tutti questi campi. Ma ci ha consentito anche di individuare alcune “piste” da percorrere nel prossimo futuro, ed alcune tematiche di particolare sensibilità sulle quali è necessario rafforzare il nostro impegno.*

*I documenti in questione evidenzino due priorità:*

- a) ricerca e monitoraggio;*
- b) comunicazione e sensibilizzazione.*

*Sul primo versante le competenze diffuse sul territorio sono molteplici, investono realtà sia interne che esterne all'Amministrazione, e stanno producendo continui aggiornamenti: basti pensare alla ricerca della Fondazione Mach – i cui risultati sono stati resi noti mentre stampavamo queste pagine – relative all'allargamento verso Nord e verso le zone più fredde del nostro territorio dell'area di diffusione del cipresso. Molto importante in questi anni è stato inoltre, com'è noto, il monitoraggio relativo all'inquinamento dell'aria (con particolare riguardo, attualmente, alle polveri sottili), dell'acqua e dei terreni. Infine, la ricerca ha investito i campi dell'energia, delle tecnologie "verdi" e dell'abitare, generando un interesse crescente anche sul piano imprenditoriale: da tempo sono gli stessi ambientalisti a sostenere come la diffusione di comportamenti e stili di vita "sostenibili" sarà tanto più veloce e profonda quanto più si sposterà con le esigenze dell'economia. Sono certo che fare incontrare il mondo produttivo e quello universitario e scientifico, nel quale si depositano le competenze e le conoscenze più avanzate, sia una priorità a cui non possiamo sottrarci. L'impegno che ci assumiamo per il futuro è dunque di rafforzare ulteriormente la nostra azione in questi campi – in maniera sempre più sinergica e coordinata – convinti come siamo che disporre di dati e conoscenze aggiornate sia alla base di qualsiasi decisione ponderata possa prendere un amministratore, ma anche di qualsiasi scelta ragionevole possano fare oggi i cittadini e le stesse imprese.*

*Passando al versante della comunicazione e della sensibilizzazione, ci spostiamo su un altro terreno che mi sta molto a cuore, e che va ben al di là delle problematiche riguardanti il rapporto fra l'amministrazione provinciale e i mass media o fra questi ultimi e mondo scientifico. La vera posta in gioco, il vero obiettivo di qualsivoglia azione – compreso questo volume, compresa*

*l'iniziativa pubblica all'interno della quale esso viene presentato, ribattezzata "Trentino clima 2008" – è la partecipazione. Senza un'ampia partecipazione dei cittadini, senza la condivisione delle scelte e degli obiettivi, ogni azione, sia di adattamento sia di mitigazione, avrà un'efficacia ridotta. Pensiamo alla questione fondamentale del risparmio energetico o dell'acqua (in tutte le loro forme, compreso il riciclaggio dei rifiuti): se da un lato possiamo prevedere che l'evoluzione tecnologica proporrà delle soluzioni interessanti, in campi che vanno dall'eliminazione delle borse di plastica all'uso più intensivo e capillare delle energie rinnovabili e a basso impatto ambientale per il riscaldamento degli ambienti o per far marciare le nostre automobili, sembra d'altro canto inevitabile immaginare un futuro in cui saranno gli stessi comportamenti dei cittadini a dover mutare, almeno in parte. Riduzione del traffico privato, temperature più basse negli ambienti domestici e di lavoro, uso più parsimonioso delle risorse idriche per gli usi domestici o per l'irrigazione: l'elenco degli obiettivi è lungo e implica, certo azioni vigorose sul piano degli investimenti pubblici (pensiamo al solo settore dei trasporti) ma anche una convinta adesione dei cittadini alle campagne che si stanno facendo e che si faranno sempre di più in futuro.*

*Sono convinto che fra non molto questi comportamenti risulteranno pressoché "naturali"; in molte famiglie lo sono già, ma certo sappiamo di avere di fronte ancora una lunga strada. Del resto, sappiamo anche che i comportamenti sociali possono mutare, in meglio, in un lasso di tempo relativamente breve: in Trentino siamo passati in pochi anni da una raccolta differenziata molto bassa ad una percentuale di circa il 58%, con la prospettiva di arrivare al 65% entro il 2012. Risultati ottenuti in gran parte grazie a corrette campagne di informazione e di sensibilizzazione, che si sono saldate com'è ovvio con le azioni concrete prodotte dalla Provincia autonoma, dai Comuni, nonché dal mondo delle associazioni e da quello economico in generale.*

*In questo volume si possono trovare molte altre indicazioni concrete relativamente alle cose da fare in materia di cambiamenti climatici. Esse sono destinate ad alimentare il dibattito pubblico, nei prossimi mesi, e probabilmente anche a generare altre ipotesi, altre idee, altre possibili soluzioni. La materia di cui stiamo dibattendo è a tutt'oggi fluida e in continuo movimento: dobbiamo attenderci una crescita esponenziale sia dell'interesse dei media sia anche delle domande che la società civile indirizzerà, con sempre maggiore insistenza, al mondo scientifico e a quello politico. Mi piace pensare che questa situazione possa generare non solo problemi ma anche opportunità. Che essa possa consentirci di approfondire la conoscenza del nostro territorio e delle nostre dinamiche ambientali, dall'aria alle acque, dai boschi ai ghiacciai, dalla pioggia alle nevi. Che essa infine possa aiutarci a prefigurare nuove modalità per fare ciò che abbiamo sempre fatto, cioè muoverci, scaldarci, produrre e consumare dei beni e così via. Nuove modalità che siano utili e vantaggiose per noi che iniziamo ad implementarle: ma soprattutto per le nuove generazioni, perché saranno loro a dover affrontare gli effetti peggiori dei cambiamenti climatici – siccità e precipitazioni estreme, scioglimento dei ghiacciai e mancanza d'acqua, diffusione di nuove malattie e scomparsa di specie vegetali e animali “tradizionali” – se non faremo nulla per impedirlo. Le proiezioni in questo senso sono preoccupanti: si prevede infatti una crescita delle temperature medie, per la fine del secolo, oscillante fra i 2 e i 5-6 gradi.*

*La conoscenza del fenomeno in tutte le sue varianti e la sensibilizzazione dell'opinione pubblica continueranno dunque ad essere le priorità, ma che esse dovranno accompagnarsi a scelte coraggiose e talvolta forse impopolari. La sfida, dunque, è solo all'inizio. È una sfida che porterà necessariamente ad una più stretta alleanza fra le regioni alpine, ed in questo senso il Trentino è già oggi avvantaggiato, considerata la sua esperienza nel campo delle relazioni interregionali e transfrontaliere. È una sfida che assorbirà inol-*

*tre molte risorse, pur generando al tempo stesso nuove opportunità economiche. Infine è una sfida che metterà alla prova la nostra coesione sociale e la nostra capacità di essere solidali con chi è più svantaggiato o più esposto. Mi conforta sapere che ad affrontarla ci saranno persone come quelle che hanno contribuito alla realizzazione di questi primi rapporti, che ringrazio per la serietà e la serenità con cui hanno affrontato l'incarico loro affidato.*

Lorenzo Dellai

*Presidente della Provincia autonoma di Trento*

## GLI AUTORI

- › Provincia autonoma di Trento
- › Università degli studi di Trento
- › Museo tridentino di scienze naturali
- › Fondazione Edmund Mach - Istituto Agrario di San Michele all'Adige
- › Fondazione Bruno Kessler
- › Trentino S.p.A.
- › Museo Civico di Rovereto
- › Appa - Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
- › Parco naturale Adamello-Brenta
- › Parco naturale Paneveggio-Pale di San Martino

Giancarlo Anderle, Roberto Barbiero, Alberto Bellin, Lorenzo Beltrame, Fabio Berlanda, Mauro Bernabei, Roberto Bertoldi, Gianfranco Betta, Andrea Borsato, Claudio Bortolotti, Laura Boschini, Alessio Bozzo, Maria Giulia Cantiani, Luca Carlini, Marco Ciolli, Saverio Cocco, Mauro Confalonieri, Marco Costantini, Fabiana Cristofolini, Vittorio Cristofori, Fabrizio d'Adda, Chiara Defrancesco, Mario Diani, Emanuele Eccel, Alberto Faustini, Franco Finotti, Giuseppe Folloni, Marco Franceschini, Mariangela Franch, Silvia Frisia, Cesare Furlanello, Mauro Gaddo, Cristina Gandolfo, Damiano Gianelle, Filippo Giorgi, Vincenza Gorgone, Elena Gottardini, Michele Lanzigher, Nicola La Porta, Enzo Loner, Bruno Lorengo, Roberto Lunardelli, Antonio Manica, Fausto Maroni, Umberto Martini, Paolo Mazzalai, Stefano Merler, Renza Miorandi, Paolo Nardelli, Paolo Nascivera, Markus Neteler, Paolo Nicoletti, Guido Orsingher, Nicola Paoli, Paolo Pedrini, Andrea Piazza, Marco Pontoni, Filippo Prosser, Riccardo Rigon, Annapaola Rizzoli, Maurizio Rossini, Serenella Saibanti, Fabio Scalet, Roberto Seppi, Romano Stanchina, Monica Tamanini, Gianni Toller, Veronica Tomazzolli, Sergio Tonolli, Alberta Voltolini, Alessandro Wolynski, Dino Zardi.

Finito di stampare nel mese di febbraio 2008



PROVINCIA AUTONOMA  
DI TRENTO

PROGETTO CLIMA 2008

**PREVISIONI E CONSEGUENZE  
DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI  
IN TRENTO**

