

capitolo

11



FATTORI CLIMATICI

Il colle e il paese di Tenna e il lago di Caldonazzo

11. FATTORI CLIMATICI

11.1 Emissioni climalteranti e Protocollo di Kyoto.....	180
11.2 Le basi fisiche del cambiamento climatico globale e le dinamiche regionali.....	180
11.2.1 <i>La variazione delle precipitazioni</i>	182
11.3 Gli effetti ambientali del cambiamento climatico in Trentino.....	183
11.3.1 <i>Gli effetti sull'agricoltura</i>	183
11.3.2 <i>Gli effetti sul turismo</i>	184
11.3.3 <i>La disponibilità delle risorse idriche</i>	185

a cura di:**Silvia Scarian Monsorno***Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA***con la collaborazione di:**

Agenda 21 Consulting S.r.l.

Roberto Barbiero
*Ufficio previsioni e organizzazione PAT*Serenella Saibanti
*Ufficio previsioni e organizzazione PAT*Marco Niro
Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA (redazione)

La versione integrale del presente capitolo è consultabile sul sito dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente: www.appa.provincia.tn.it

I cambiamenti climatici rappresentano una delle maggiori sfide che l'umanità si trova oggi ad affrontare. Gli scienziati sono sostanzialmente d'accordo nel ritenere che all'origine di tali cambiamenti vi siano le emissioni di gas a effetto serra prodotte dall'attività umana.



Nel corso degli ultimi 150 anni, la temperatura media è aumentata di quasi 0,8°C a livello globale e di circa 1°C in Europa. Undici degli ultimi dodici anni (1995-2006) sono stati tra i più caldi dal 1850. Se non si intraprenderà un'azione globale per limitare le emissioni, l'IPCC¹ prevede nel suo IV rapporto di valutazione (2007), che le temperature globali potranno salire ulteriormente di 1,8°C - 4,0°C entro il 2100. Ciò significa che l'aumento della temperatura rispetto a prima della rivoluzione industriale supererebbe i 2 °C. Al di là di questa soglia diventa molto più probabile il verificarsi di cambiamenti irreversibili ed eventualmente catastrofici.

Per far fronte a tali cambiamenti, nel 1997 è stato definito il Protocollo di Kyoto, un trattato internazionale in materia ambientale riguardante il riscaldamento globale. Il Protocollo è stato sottoscritto da più di 160 Paesi in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche da parte della Russia, sancendo l'obbligo in capo ai paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni degli elementi climalteranti.

Più recentemente, basandosi anche sul IV rapporto di valutazione dell'IPCC, nel settembre del 2008 è uscito il secondo rapporto *"Impacts of Europe's changing climate"* (Impatti del cambiamento climatico Europeo) edito dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA), che evidenzia come l'Europa debba intensificare le azioni di adattamento agli impatti causati dai cambiamenti climatici: ogni Paese della UE, prendendo spunto da questi indicatori, può sviluppare e implementare strategie nazionali nei settori economici più vulnerabili quali energia, trasporti, silvicoltura, agricoltura e turismo.

In Trentino non è ancora presente un Piano che riguarda specificatamente il clima, ma negli obiettivi del Piano Energetico Provinciale, del Piano di Tutela delle Acque, del Piano di Tutela della qualità dell'Aria e del Piano di Gestione Forestale rientra ciò che il protocollo di Kyoto richiede e cioè la messa in atto di azioni volte a ridurre le emissioni antropiche di gas serra e a promuovere investimenti sulla ricerca di energie alternative.

Si è inoltre iniziato già nel 2007 ad istituire in Trentino un piano di lavoro "Trentino Progetto Clima" (vedi il capitolo "La Programmazione" del presente Rapporto) in cui si è dato avvio a sei gruppi di lavoro che affrontano altrettante tematiche relative all'evolversi del cambiamento climatico e allo stato dell'arte nella provincia di Trento.

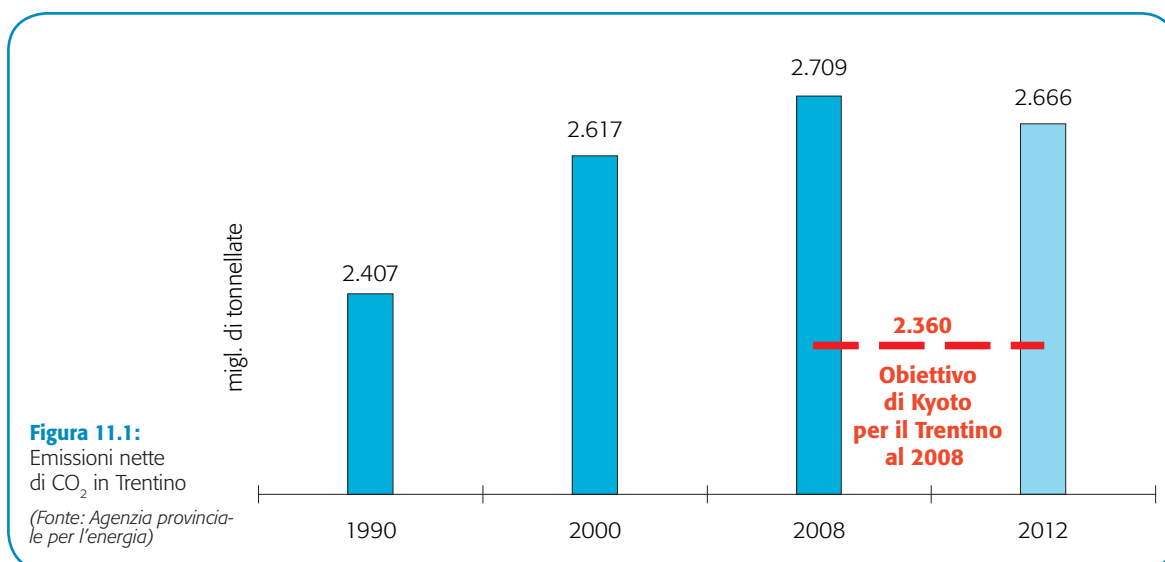
¹ L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) è un organismo delle Nazioni Unite, istituito nel 1988 dall'Organizzazione Mondiale per la Meteorologia (World Meteorological Organization, WMO) e dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UN Environment Programme, UNEP), allo scopo di fornire ai politici una valutazione obiettiva e corretta della letteratura tecnico-scientifica e socio-economica disponibile in materia di cambiamenti climatici, impatti, adattamento e mitigazione. L'attività principale dell'IPCC è quella di realizzare ogni sei anni dei "Rapporti di Valutazione" scientifica sullo stato delle conoscenze nel campo dei cambiamenti climatici.

11.1 Emissioni climalteranti e Protocollo di Kyoto

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

Tuttavia, l'Italia, al 2006, non aveva affatto diminuito le sue emissioni, ma le aveva addirittura incrementate del 10%, rispetto all'anno di riferimento del 1990, dimostrando di essere molto al di sopra dell'obiettivo di Kyoto del -6,5% per il periodo 2008-2012.

Per il raggiungimento dell'obiettivo di Kyoto in ambito provinciale, il Piano energetico provinciale stabilisce la riduzione delle emissioni di CO₂ 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 CO₂: infatti, come si vede nel grafico in figura 11.1, al 2008 il valore di CO₂ è esattamente 348.800 t in più rispetto all'obiettivo e al 2012, se si ipotizza un valore di CO₂ di 2.666.000 t, sarà superiore di 306.100 t.



11.2 Le basi fisiche del cambiamento climatico globale e le dinamiche regionali

All'interno del citato IV rapporto di valutazione dell'IPCC, approvato nel febbraio 2007, il Working Group I descrive nel "Climate Change 2007" i progressi raggiunti nella comprensione dell'apporto antropico e naturale al cambiamento climatico, dei cambiamenti climatici osservati, dei processi climatici e delle loro relazioni di causa-effetto, della valutazione delle proiezioni dei cambiamenti climatici futuri. Il Rapporto, sulla base dell'osservazione diretta dei cambiamenti climatici recenti conclude che "il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come è ora evidente dalle osservazioni dell'incremento diffuso di neve e ghiaccio, e dell'innalzamento globale del livello del mare" e che "la maggior parte degli aumenti nella media delle temperature globali dalla metà del XX secolo, è - molto probabilmente - dovuta all'aumento osservato della concentrazione di gas ad effetto serra causato dall'attività umana".

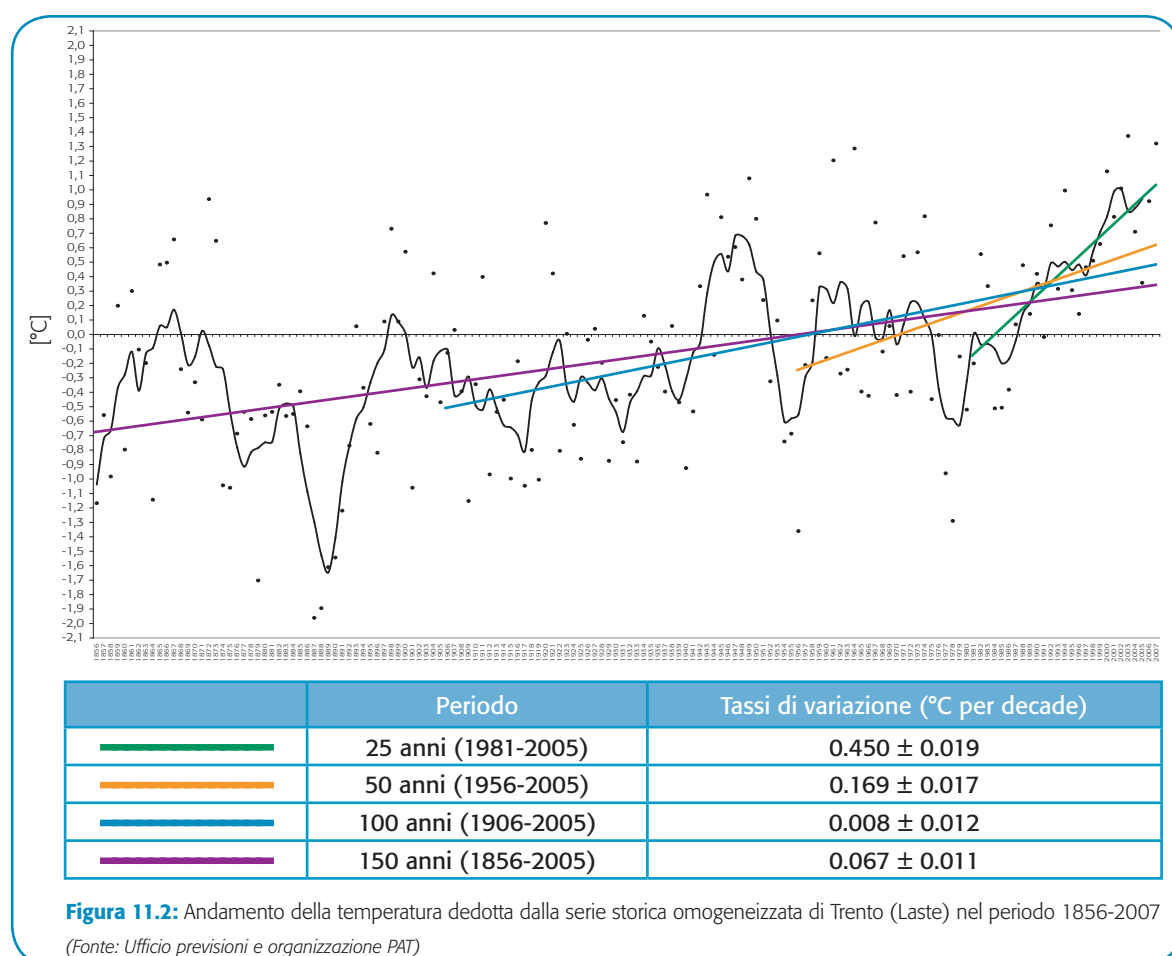
L'andamento delle temperature viene monitorato e studiato dall'Ufficio previsioni e organizzazione della Provincia autonoma di Trento, che analizza i dati provenienti dalle stazioni di rilevamento, ne controlla la qualità, l'andamento e effettua studi e analisi statistiche.

I punti di rilevamento delle temperature sul nostro territorio sono costituiti da circa 70 stazioni attive; alcune di esse sono centenarie e forniscono serie storiche fin dall'Ottocento: Trento Laste, 1816; Rovereto, 1882; Predazzo 1926; San Martino di Castrozza, 1926; Passo della Mendola, 1926, Passo Rolle, 1929 e Pejo, 1926.

Nell'area alpina gli anni 1994, 2000, 2002 e 2003 sono stati i più caldi negli ultimi 500 anni. Questo a conferma che anche sulle Alpi la gran parte dell'incremento di temperatura si è verificato negli ultimi 20-30 anni con un tasso ben superiore a quello dell'ultimo secolo. Tale evidenza è stata imputata in gran parte all'effetto dei gas serra antropici.

Le analisi delle serie storiche strumentali di stazioni centenarie indicano che nell'ultimo secolo in Trentino la temperatura media è aumentata di 0,6°C - 0,16°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.

La figura 11.2 riporta per Trento Laste l'andamento della temperatura dal 1856 al 2007 espressa in anomalie rispetto al valore di riferimento di 12.1 °C calcolato per il periodo 1961-1990; le linee rette colorate indicano il trend di temperatura riscontrato considerando periodi diversi e cioè 25, 50, 100 e 150 anni. Come si può constatare dalla legenda, se si considera un periodo di tempo più lungo, la variazione di temperatura risulta meno marcata. Questi diversi tassi di variazione della temperatura per decennio mostrano come il riscaldamento osservato nell'ultimo secolo sia stato più intenso negli ultimi 25 anni.



Indicatore	Tematica	Tipol.	Disponib.	Situazione	Trend	Disponibilità spaziale	Disponibilità temporale
1. Andamento delle temperature	Fattori climatici	S	D	☹️	↘	P	1948-2007

11.2.1 La variazione delle precipitazioni

Per la misurazione delle precipitazioni al 2008 risultano attive, sul territorio trentino, più di 90 stazioni automatiche di rilevamento pluviometrico. La stazione più bassa si trova a Riva del Garda ad 82 metri sul livello del mare (s.l.m.), la più alta è localizzata sulla diga Careser a 2.600 metri s.l.m. Tutte queste stazioni sono monitorate dall'Ufficio previsioni e organizzazione della Provincia autonoma di Trento.

L'andamento pluviometrico in provincia di Trento evidenzia una certa variabilità nel corso degli anni con un trend in leggero calo: -115 mm/secolo che corrisponde a circa il 10% della media nel periodo 1921-2000. Si nota tuttavia, nell'ultimo decennio un'estremizzazione degli eventi ed anche un aumento nella frequenza rispetto a quelli ordinari.

Nel grafico in Figura 11.3, che mostra le anomalie di precipitazione totale annua rispetto alla media di riferimento pari a 931 mm calcolata nel periodo 1961-1990, la variabilità degli ultimi 20 anni risulta leggermente più negativa che positiva, a comprova di una lieve diminuzione nel corso degli anni.

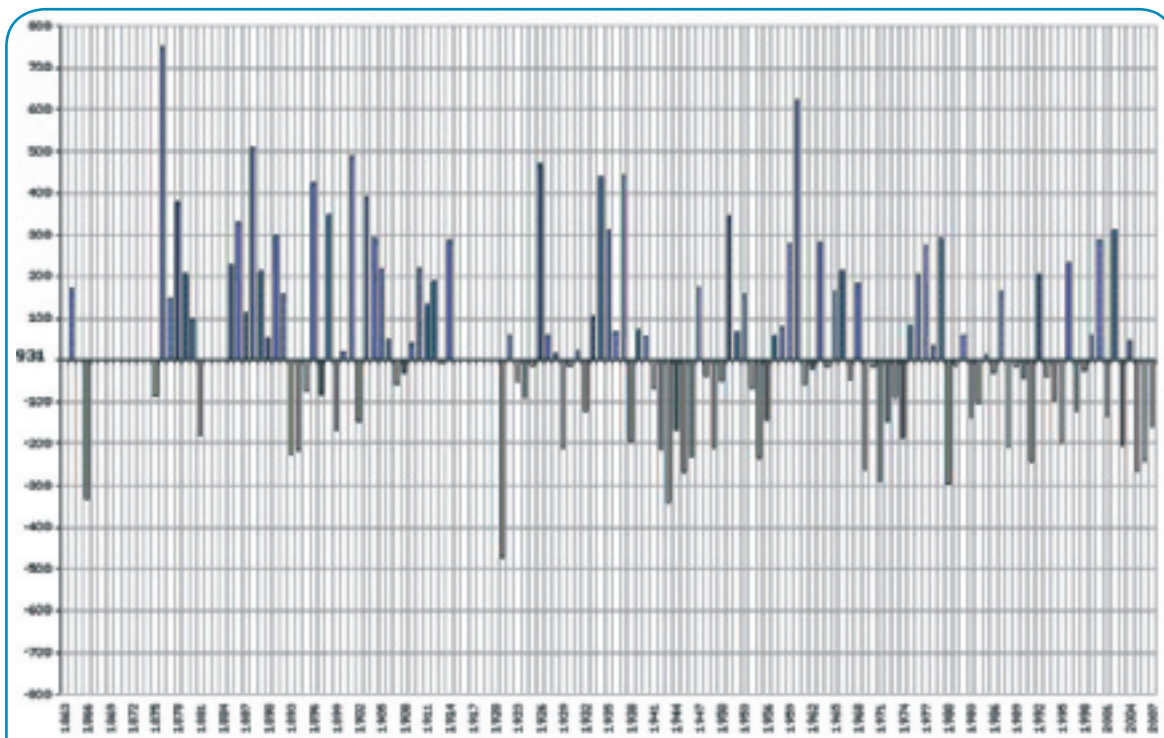




Figura 11.3: Andamento delle anomalie di precipitazione annuale a Trento (Laste) nel periodo 1863-2007 rispetto al periodo 1961-90

(Fonte: Ufficio previsioni e organizzazione PAT)

Indicatore	Tematica	Tipol.	Disponib.	Situazione	Trend	Disponibilità spaziale	Disponibilità temporale
2. Andamento delle precipitazioni	Fattori climatici	S	D			P	1948-2007

Ventisette stazioni di rilevamento nivo-meteorologico, distribuite uniformemente sul territorio trentino, misurano l'andamento della neve caduta per ciascuna stagione invernale, cioè da novembre a maggio. Le postazioni di rilevamento sono posizionate preferibilmente ove è possibile accedere in maniera agevole per consentire i rilievi e privilegiando zone di interesse quali: siti valanghivi, località turistiche o stazioni sciistiche. Queste stazioni sono costantemente monitorate dall'Ufficio Previsioni e Organizzazione, che analizza i dati e li pubblica ogni due stagioni nei "Quaderni di Nivologia". Anche per quanto concerne l'andamento delle precipitazioni nevose si nota un andamento irregolare, che comunque indica una tendenza ad un lieve calo. Rapportato al periodo 1981-2006, il decremento della nevosità è stato del 1-2%.

11.3 Gli effetti ambientali del cambiamento climatico in Trentino

L'ambiente alpino e montano sembra essere molto sensibile ai cambiamenti climatici, con importanti conseguenze fisiche 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.

11.3.1 Gli effetti sull'agricoltura

Tra le maggiori conseguenze dei cambiamenti climatici ci sono i mutamenti della vegetazione e delle produzioni agricole tipiche. L'agricoltura è un sistema produttivo complesso e gli aspetti quali-quantitativi della produzione agricola risultano fortemente influenzati dalle condizioni che caratterizzano l'agroecosistema. L'andamento meteoclimatico e la fertilità del suolo rappresentano la componente incerta delle produzioni agricole.

I fattori meteoclimatici di interesse per l'agricoltura sono costituiti dalla radiazione solare, dalle precipitazioni meteoriche e dal ricambio di aria del suolo. La combinazione dell'aumento di temperatura con la diminuzione delle precipitazioni favorisce una progressiva diminuzione delle zone umide con conseguente aumento di aree siccitose, a rischio di desertificazione, e impoverimento di alcuni terreni. Il risultato in campo agricolo vede uno spostamento di specie vegetali tipiche del paesaggio italiano verso latitudini più elevate.

Ad incidere negativamente sarà poi senza dubbio la disponibilità idrica, la quantità annua e la distribuzione delle precipitazioni piovose.

La concentrazione di anidride carbonica (CO₂) in atmosfera ha invece riflessi sulla fertilità del suolo e sull'erosione.

Temperature elevate possono determinare un aumento delle velocità di decomposizione microbica della materia organica, con negativa influenza sulla fertilità nel lungo periodo. Anche se si verificano alcuni benefici (l'aumento della temperatura accelera il ciclo dei nutrienti nel suolo, e la formazione più rapida delle radici può promuovere una maggiore fissazione dell'azoto), si tratta comunque di fattori di secondaria importanza, dal momento che ben più determinante risulta l'effetto deleterio della variazione pluviometrica.

Oltre che dalle variazioni di temperatura e delle precipitazioni, un grosso rischio è rappresentato dalla frequenza degli eventi climatici estremi. I livelli di rischio associati a gelate, siccità, grandinate sono alterati significativamente da variazioni apparentemente minime dei valori medi delle variabili climatiche. L'impatto dei cambiamenti climatici sull'agricoltura potrebbe derivare in gran parte dagli effetti degli eventi meteorologici estremi.

11.3.2 Gli effetti sul turismo



In Trentino esistono tre tipologie di turismo: la montagna invernale, la montagna estiva e i laghi (più altri prodotti minori e più spesso complementari come la "cultura"). Conseguentemente, sono diverse anche le tipologie di ospiti: i frequentatori del Trentino in estate non sono di solito gli stessi che lo frequentano in inverno.

L'estate è la stagione che presenta maggiori criticità, infatti la proposta turistica è meno definita, dato che il pubblico si suddivide principalmente tra due interessi principali contrapposti: il desiderio di riposo e la vacanza attiva.

L'inverno, invece, rappresenta la stagione centrale nell'offerta turistica trentina ed ha come principale motivazione l'attività sciistica.

Per quanto riguarda i laghi, essi rappresentano il "primo meridione" d'Europa per chi scende da nord, ed ha una clientela prevalentemente straniera che soggiorna a lungo.

Per la montagna invernale appare chiaramente come decisivo 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.

Considerando la montagna estiva, l'estate si propone con una lettura meno univoca rispetto all'inverno. Il cambiamento climatico si riflette, in termini di incontro di domanda offerta, in connotazioni diverse a seconda delle caratteristiche delle località, ma anche delle tipologie della clientela attualmente ospitata.

Il lago, come proposta di "stile di vacanza", con un clima più caldo potrebbe risultare maggiormente proponibile sul mercato turistico: le acque risulterebbero balneabili per un periodo di tempo più lungo.

Il cambiamento climatico può determinare una modifica nel portafoglio delle risorse spendibili sul mercato turistico. Questa prospettiva richiede grande attenzione da parte di chi detta le linee strategiche di sviluppo e quindi può favorire la diversificazione delle proposte all'interno delle destinazioni trentine.

Importante è "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.

11.3.3 La disponibilità delle risorse idriche

Le variabili ambientali da tenere in considerazione in relazione alla qualità dell'acqua con riguardo all'evolversi della mutazione climatica sono essenzialmente due: la temperatura e la concentrazione dei nutrienti provenienti da attività antropica. Queste due variabili, analizzate nella tabella 11.1, sono inoltre strettamente connesse con le variazioni di quantità della risorsa acqua.

CONSIDERARE	TENERE CONTROLLATA
Temperatura	Concentrazione dei nutrienti provenienti dall'attività antropica
<p>Essa regola i processi biologici di autodepurazione andando ad incidere su flora e fauna dei corpi lacustri.</p> <p>Varia in relazione alla situazione atmosferica, alla quantità d'acqua corrente ed allo "spessore" del corpo idrico.</p> <p>Più complesse le relazioni tra temperatura e bacini lacustri, i cui cicli stagionali variano anche in funzione delle caratteristiche morfologiche degli stessi.</p>	<p>In relazione a fenomeni di siccità, i nutrienti provenienti da agricoltura, fognature, industrie vanno a concentrarsi nei corpi idrici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rendono più difficoltoso il mantenimento ed il raggiungimento degli obiettivi di qualità; • causano, nelle situazioni più critiche, l'inutilizzabilità dell'acqua a scopo potabile e/o per la balneazione; • possono portare ad alterazioni delle comunità acquatiche con sviluppo di forme di adattamento alla nuova situazione le cui conseguenze non sono valutabili.

Tabella 11.1: Variabili da considerare e tenere controllate in base alla disponibilità della quantità d'acqua.

(Fonte: Trentino Progetto Clima 2008)

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.

Mancano poi valutazioni sul possibile impatto delle variazioni climatiche sul ciclo idrologico ed emerge l'importanza di approfondire la conoscenza delle conseguenze climatiche sul suolo, a fronte di una grande carenza di informazione, che riguardano i diversi aspetti ad esso legati (permafrost, bilanci idrici, stima bilanci di CO₂, ecc.).

