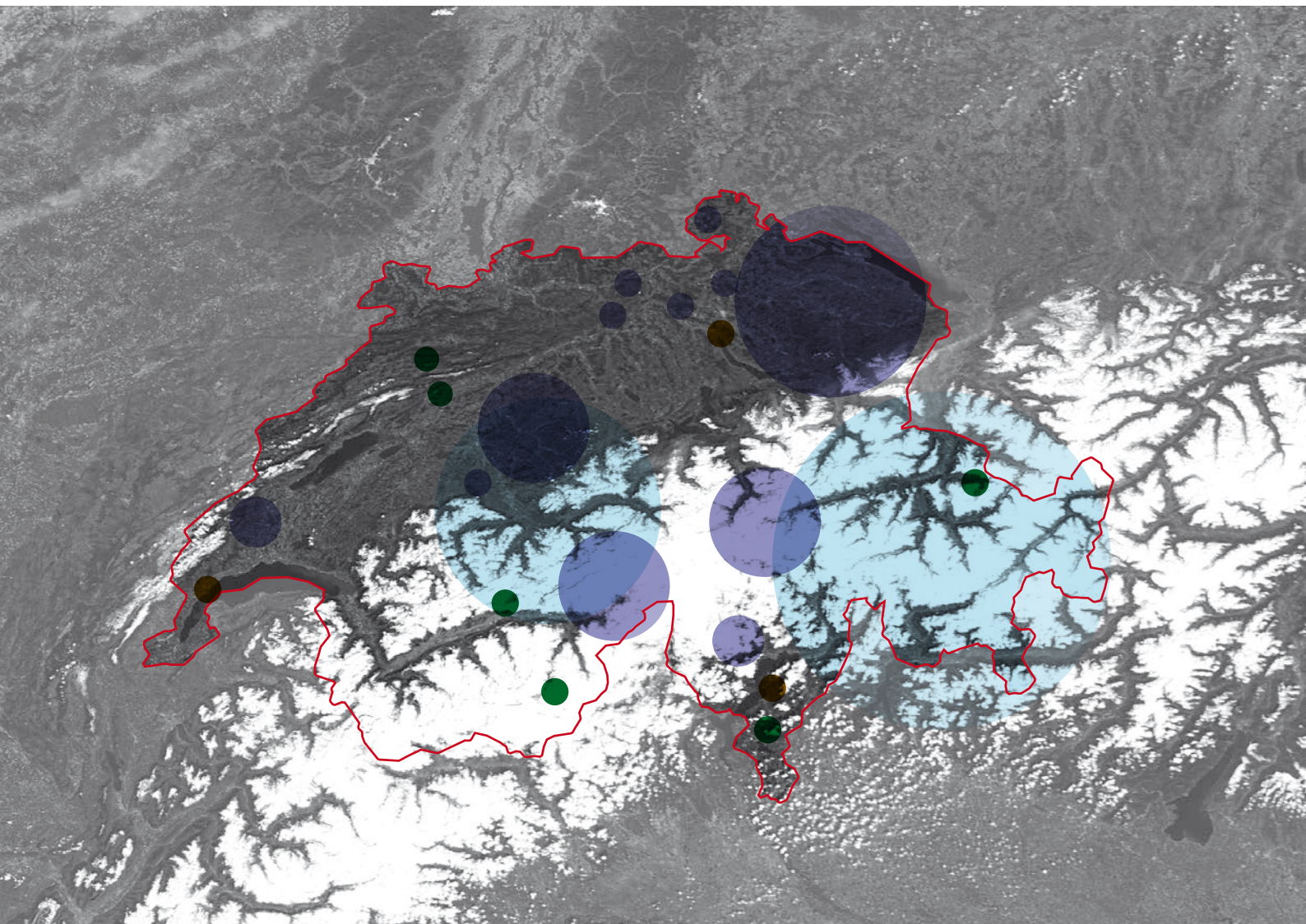


# CH2014 – IMPACTS

## PASSI AVANTI VERSO SCENARI QUANTITATIVI SULLE CONSEGUENZE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN SVIZZERA

### RIASSUNTO



**u<sup>b</sup>**  
UNIVERSITÄT  
BERN  
OESCHGER CENTRE  
CLIMATE CHANGE RESEARCH

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation  
Federal Office for the Environment FOEN

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation  
Federal Department of Home Affairs FDHA  
Federal Office of Meteorology and Climatology  
MeteoSwiss

**C2SM**  
Center for Climate  
Systems Modeling

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation  
Federal Department of Economic Affairs,  
Education and Research EAER  
Agroscope

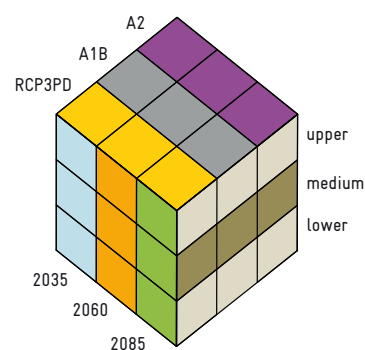
sc | nat  
Swiss Academy of Sciences  
Akademie der Naturwissenschaften  
Accademia di scienze naturali  
Académie des sciences naturelles



# Riassunto

L'iniziativa CH2014-Impacts è un progetto realizzato congiuntamente da Istituti di ricerca svizzeri con l'obiettivo di quantificare, tramite l'utilizzo di strumenti scientifici attuali, le possibili conseguenze dei cambiamenti climatici in Svizzera. L'iniziativa combina i nuovi «scenari dei cambiamenti climatici in Svizzera CH2011» con un numero sempre crescente di modelli di stima degli effetti dei cambiamenti climatici. L'uso di una base comune di dati climatici da parte di vari gruppi di ricerca garantisce un elevato grado di coerenza e comparabilità dei risultati. Gli studi sulle conseguenze climatiche considerano la variabilità dei cambiamenti climatici in termini di temperatura e precipitazioni nell'arco del XXI secolo, ed in conformità agli scenari CH2011. L'entità di tali cambiamenti dipende dalla futura concentrazione di gas serra, dall'orizzonte temporale considerato, dai modelli climatici impiegati e dalla situazione geografica entro i confini della Svizzera. Il punto di partenza sono tre varianti distinte (scenari) delle future emissioni di gas serra, il lasso di tempo considerato è suddiviso in tre periodi, inoltre tre stime distinte tengono conto dell'incertezza in relazione al clima (fig. 1). Le conseguenze climatiche descritte in CH2014-Impacts si riferiscono al periodo di riferimento 1980-2009 degli scenari CH2011. Queste conseguenze future vanno sommate agli effetti dei cambiamenti climatici già manifestatisi negli scorsi decenni.

Fig. 1: Il «cubo degli scenari» illustra gli scenari climatici CH2011. Gli scenari dei gas serra comprendono le seguenti varianti: A2 (emissioni elevate di gas serra e nessuna misura di riduzione dei cambiamenti climatici), A1B (emissioni medie di gas serra, ma nessuna misura di riduzione) e RCP3PD (emissioni basse di gas serra grazie a una politica climatica efficace; nel Quinto rapporto dell'Intergovernmental Panel on Climate Change questo scenario è denominato RCP2.6, qui per motivi di coerenza è utilizzata la designazione utilizzata da CH2011). I periodi rappresentano medie sull'arco di 30 anni, attorno agli anni 2035, 2060 e 2085. Le proiezioni climatiche della temperatura e delle precipitazioni sono raffigurate sotto forma di variazione rispetto al periodo di riferimento 1980-2009 e contengono una stima media («medium») e un intervallo d'incertezza con una stima superiore e una stima inferiore («upper» e «lower»). L'intervallo d'incertezza indica una probabilità di 2/3 di includere la variazione di temperatura effettiva, per le precipitazioni esso esprime una probabilità di 1/2.



< Le stazioni sciistiche dovranno far fronte a una stagione più breve; tale conseguenza climatica potrà essere mitigata mediante l'innevamento artificiale (pista di neve artificiale a Savognin al 9 gennaio 2011; foto: Keystone).

## PIÙ NOTTI TROPICALI E PERIODO VEGETATIVO PIÙ LUNGO

In primo luogo, nel rapporto CH2014-Impacts gli effetti dei cambiamenti climatici in Svizzera sono descritti in base a grandezze derivate (indici climatici) come le «notti tropicali» o la «durata del periodo vegetativo». Il rapporto mostra che senza misure incisive in materia di politica climatica (ossia con emissioni di gas serra in base agli scenari A1B e A2) entro il 2085 è previsto il duplicarsi del numero di «giornate estive» e l'aumento della frequenza di «notti tropicali» a bassa quota (fig. 2). Questa evoluzione potrebbe rappresentare un'opportunità per il turismo e l'industria del tempo libero, ma metterebbe in difficoltà i settori della salute, dell'agricoltura e della selvicoltura, come pure la biodiversità. Non sono escluse variazioni problematiche anche in montagna: negli stessi scenari le aree caratterizzate da frequenti «giorni di gelo» diminuiranno, aumentando il rischio di scioglimento del permafrost. I «giorni di ghiaccio» a bassa quota diverranno invece più rari, il che potrebbe ripercuotersi favorevolmente sulla sicurezza della circolazione e sulla salute. L'allungamento del periodo vegetativo associato all'aumento della temperatura potrebbe offrire delle opportunità all'agricoltura, ma cela rischi incerti per la biodiversità. La tendenza verso meno «gradi giorno di riscaldamento» e più «gradi giorno di raffreddamento» potrebbe inoltre rivoluzionare il fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffreddamento.

- 
- Giornate estive
- Notti tropicali
- Giorni di gelo/ghiaccio
- Durata del periodo vegetativo
- Gradi giorno di riscaldamento/raffreddamento
- 
- 

4

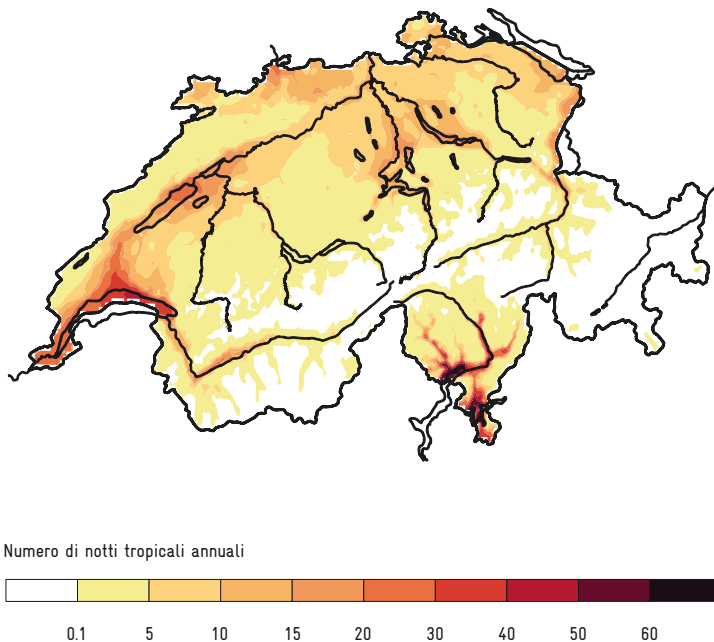


Fig. 2: Numero di notti tropicali annuali previste per la fine del XXI secolo (periodo 2085, stima media), secondo lo scenario climatico A1B senza misure incisive in materia di politica climatica.

Il quadro, tracciato finora a grandi linee, è completato dagli studi dettagliati dell'iniziativa CH2014-Impacts, che analizzano conseguenze climatiche specifiche dal profilo quantitativo. Tali studi presentano risultati nei settori della criosfera, dell'idrosfera, della biodiversità, della selvicoltura, dell'agricoltura, dell'energia e della salute, esaminando le distinte regioni climatiche della Svizzera con una combinazione di studi di casi locali e regionali, nonché analisi su scala nazionale (fig. 3).

### I GHIACCIAI SCOMPAIONO E IL REGIME DEI FIUMI CAMBIA

Alla fine del XXI secolo, in base agli scenari generati sull'assenza di misure incisive in materia di politica climatica (A1B e A2, stima «medium»), nell'Altipiano svizzero sarà raro osservare una copertura nevosa su più giorni (fig. 3). In tutti gli scenari e i periodi considerati le stazioni sciistiche dovranno far fronte a una stagione più breve; tale conseguenza climatica potrà essere mitigata mediante l'innevamento artificiale. L'innevamento potrebbe consentire alle stazioni sciistiche ad alta quota di rafforzare la loro competitività, con un successo duraturo in uno scenario con misure rafforzate di protezione del clima (RCP3PD) o temporaneo, fino alla metà del secolo, negli scenari senza misure incisive in materia di politica climatica (A1B e A2), a condizione di poter contare sulle necessarie risorse finanziarie e naturali come pure del consenso pubblico. La simulazione di una selezione rappresentativa di 50 ghiacciai in Svizzera evidenzia inoltre che, in base allo scenario A1B, entro la fine del secolo la massa dei ghiacciai scomparirà quasi integralmente (fig. 3).

Nei bacini fluviali poco influenzati dallo scioglimento dei ghiacciai, in futuro si verificherà uno spostamento del regime di deflusso. Questi bacini saranno influenzati meno dalla neve e più dalla pioggia. Come risultato si registrerà una variazione della stagionalità: in estate la portata diminuirà e in inverno aumenterà (fig. 3). Il volume totale sull'arco dell'anno non subirà invece variazioni sensibili. Misure rafforzate di protezione del clima (RCP3PD) produrranno effetti pari a solo circa la metà rispetto agli scenari senza misure incisive in materia di politica climatica (A1B e A2). Una diminuzione della portata estiva potrebbe rendere sempre più necessario un coordinamento tra le esigenze di utilizzazione in concorrenza.

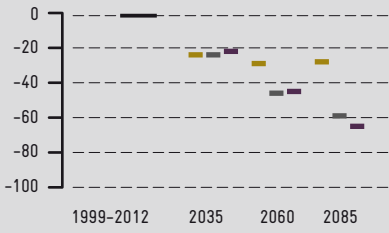
Con l'evoluzione climatica prevista, la temperatura delle acque sotterranee aumenterà, in particolare per gli acquiferi alimentati da fiumi (fig. 3). Tale riscaldamento potrebbe tradursi in un impoverimento della qualità delle acque sotterranee. Con il massimo riscaldamento considerato (scenario A2 attorno al 2085) l'intervallo di temperatura delle acque sotterranee resterà ampio e va da un leggero raffreddamento a un riscaldamento fino a 7°C. Questo ampio intervallo è soprattutto dovuto a incertezze nella modellazione delle conseguenze legate ai cambiamenti climatici.

- 
- 
- 
- Copertura nevosa
- Turismo invernale
- Ghiacciai
- Permafrost
- 

- 
- Regime di deflusso dei fiumi
- Temperatura delle acque sotterranee
- 
- 
-

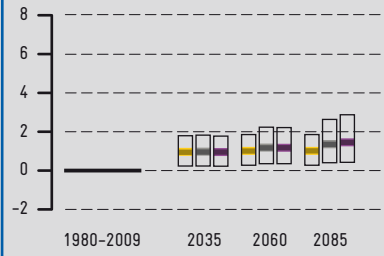
### Variazione dello spessore della neve (%)

Spessore annuo medio della neve (regione dell'Aar)

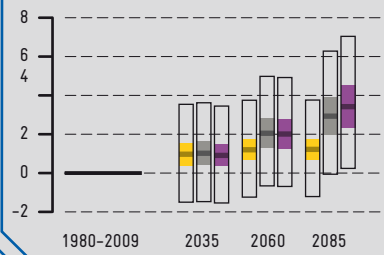


### Variazione della temperatura delle acque sotterranee (°C)

Käferberg (falda alimentata dalle precipitazioni)

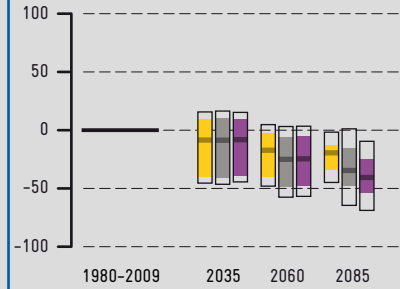


Seewerben (falda alimentata dal fiume)

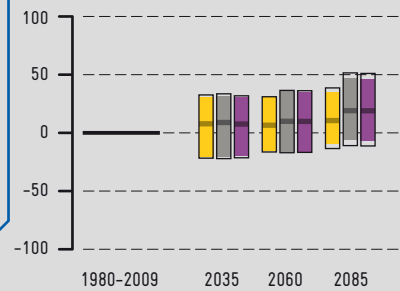


### Variazione stagionale della portata (%)

Thur, estate



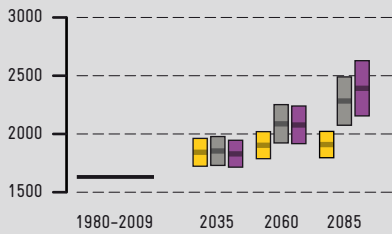
Thur, inverno



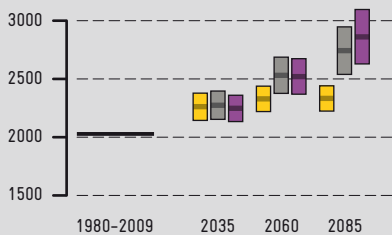
6

### Idoneità per la viticoltura (indice di Huglin)

Changins

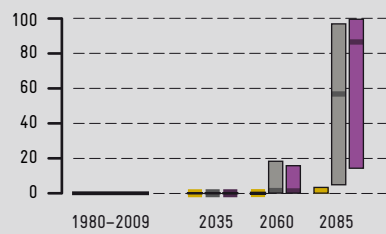


Magadino

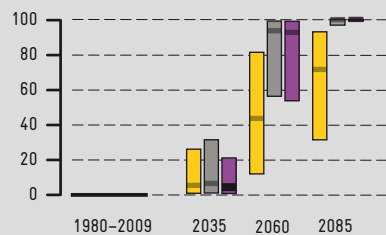


### Rischio di una terza generazione della carpocapsa delle mele (%)

Changins

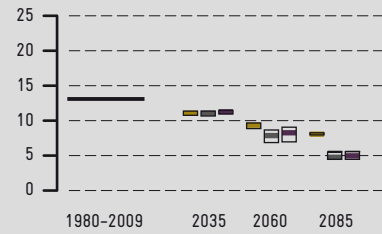


Magadino

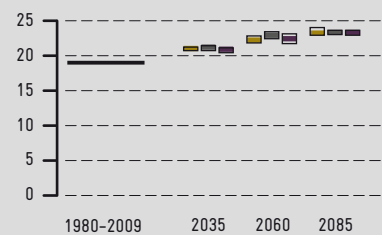


### Protezione contro la caduta di massi e le valanghe (area basale, m²/ha)

Valle di Saas a 1000 m.s.m.

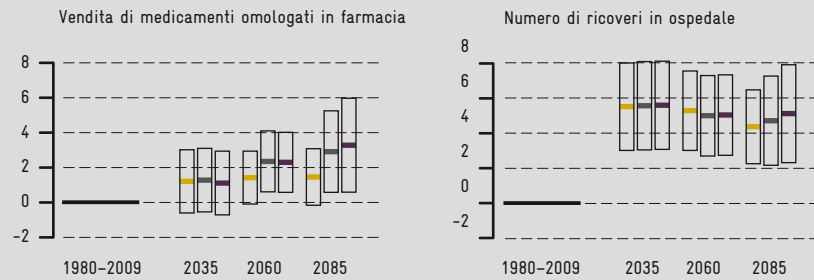


Valle della Dischma a 2200 m.s.m.

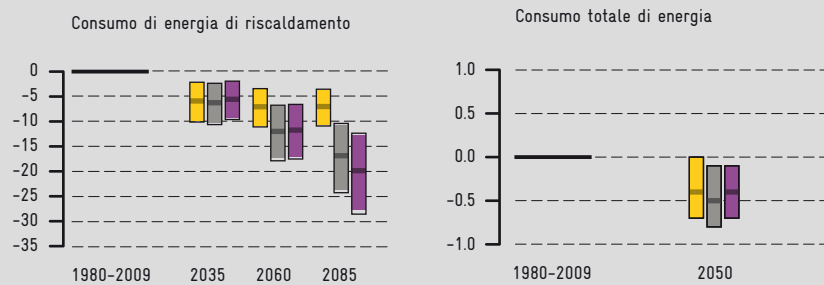




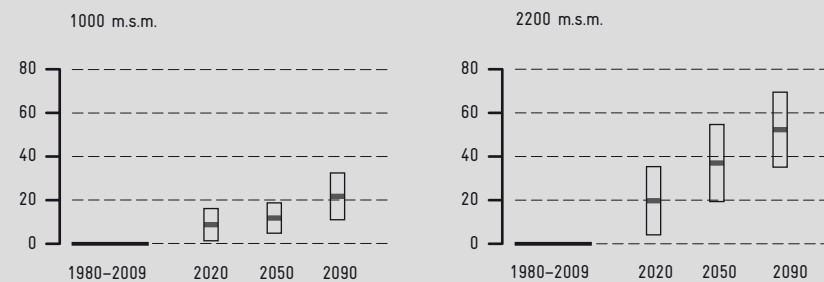
### ● Variazione degli indicatori nel settore sanitario (%)



### ● Conseguenze del fabbisogno mutato per riscaldare e raffreddare (%)



### ● „Turnover” delle specie di uccelli (%)



### ● Scioglimento dei ghiacciai (%)

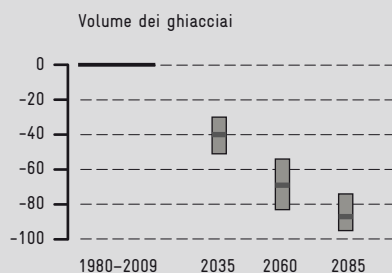


Fig. 3: Conseguenze climatiche selezionate in vari settori. Gli scenari dei gas serra sono raffigurati in giallo (RCP3PD), grigio (A1B) e viola (A2). Le linee in grassetto indicano la stima «medium» e la barra colorata l'intervallo d'incertezza («upper» e «lower»), se stimato. Il bordo nero delle barre include l'incertezza (due deviazioni standard per le stime statistiche), che risulta dalla modellazione delle conseguenze climatiche, se quantificate. I periodi per la stima del «turnover delle specie» si discostano leggermente dalla definizione standard e solo le medie sull'arco di 20 anni sono raffigurate. Anche per gli effetti nell'ambito del consumo energetico è stato adottato un periodo leggermente diverso (2050).

## EFFETTI ETEROGENEI SULLA DIVERSITÀ DELLE SPECIE, SUI BOSCHI E SULL'AGRICOLTURA

Basandosi sullo scenario A1B (senza l'attuazione di misure incisive in materia di politica climatica) in tutta la Svizzera la diversità delle specie diffuse di uccelli e di piante cambierà. Nell'Altipiano svizzero, relativamente pianeggiante, specie a tutt'oggi molto diffuse diminuiranno, mentre a media altitudine il numero di specie aumenterà. Entrambe queste tendenze contribuiscono a una variazione del cosiddetto «turnover» delle specie, dato che cambia la composizione delle biocenosi (fig. 3). In altre parole, risulterà fondamentale promuovere e rafforzare la biodiversità – e con essa i servizi ecosistemici da lei forniti.

Come conseguenza delle evoluzioni prevedibili, in futuro molte specie di alberi comunemente diffuse in Svizzera saranno sottoposte a stress da siccità. In caso di avanzamento indisturbato dei cambiamenti climatici (scenario A1B) l'Altipiano svizzero potrebbe risultare inadatto quale habitat per l'abete rosso e il faggio, oggi molto diffusi. Un riscaldamento moderato (come attorno al 2035 o nello scenario RCP3PD entro il 2085) potrà favorire la crescita della biomassa in regioni in cui attualmente la crescita degli alberi è limitata dalle basse temperature e in cui si registrano precipitazioni sufficienti per soddisfare il maggior fabbisogno di acqua a causa di più alte temperature.

- 
- Specie di uccelli e di piante
- 
- 

- 
- Specie di alberi
- Caratteristiche dei boschi
- Servizi ecosistemici
- 

8

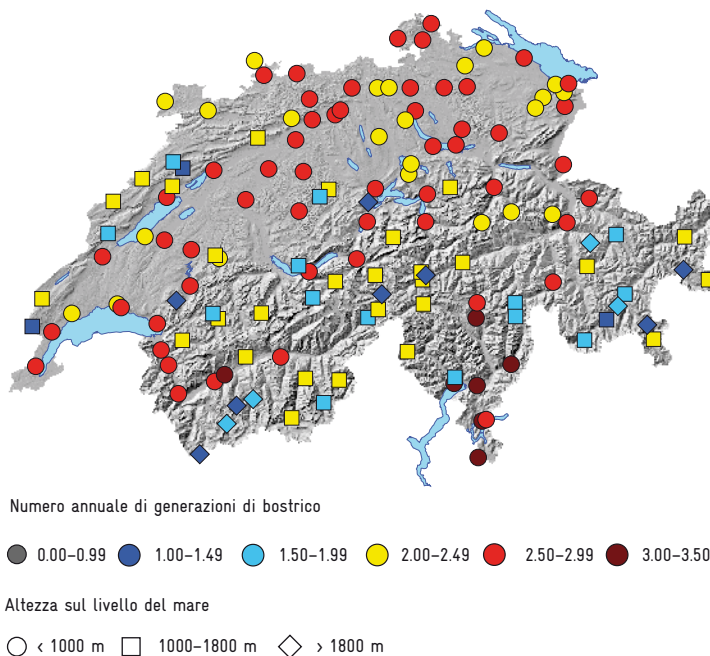


Fig. 4: Generazioni potenziali annuali di bostrico tipografo previste per la fine del XXI secolo (periodo 2085), secondo lo scenario climatico A1B senza misure incisive in materia di politica climatica.



Per i boschi di alta quota (Valle della Dischma) si stima una diversità delle specie di alberi da stabile a crescente e una crescita della biomassa in tutti gli scenari ed in tutti i periodi. I boschi a bassa quota nelle valli secche interne delle Alpi (p. es. Valle di Saas) reagiscono invece in modo sensibile e si deteriorano già a seguito di un riscaldamento moderato. I cosiddetti servizi ecosistemici dei boschi, come la produzione di legno, il sequestro del carbonio e la protezione contro la caduta di massi e le valanghe, reagiscono in modo eterogeneo ai cambiamenti climatici. Tendenzialmente, a bassa quota i servizi ecosistemici peggiorano e ad alta quota migliorano (fig. 3). I cambiamenti climatici influenzano il bosco anche indirettamente, a causa del rischio di aumento delle infestazioni da bostrico (p. es. dalle attuali al massimo due a tre generazioni potenziali all'anno attorno al 2085 nello scenario A1B; fig. 4).

Nell'agricoltura non sono escluse evoluzioni sfavorevoli legati alla temperatura (p. es. stress termico nei bovini o l'incidenza di parassiti). In caso di avanzamento indisturbato dei cambiamenti climatici (scenari A1B e A2) alla fine del secolo attuale il rischio di una terza generazione della carpocapsa del melo sarà, sull'Altipiano svizzero, presumibilmente elevato; in Ticino, ciò potrebbe avverarsi già a medio termine, indipendentemente dallo scenario di gas serra considerato (fig. 3). Una conseguenza positiva per l'agricoltura è il crescente potenziale climatico per la viticoltura, che è favorito da temperature più alte. Questo risultato si allinea a stime precedenti, secondo cui per la prima metà del XXI secolo gli effetti positivi dei cambiamenti climatici sull'agricoltura potrebbero prevalere su quelli negativi date le variazioni modeste previste dagli scenari. A lungo termine, tuttavia, senza l'adozione di misure rafforzate per la protezione del clima (scenario RCP3PD) l'incidenza degli effetti negativi sarà probabilmente dominante.

#### **MINORE ENERGIA PER IL RISCALDAMENTO, MAGGIORE PER IL RAFFREDDAMENTO**

La diminuzione dei gradi giorno di riscaldamento e l'aumento dei gradi giorno di raffreddamento comporteranno, da un lato, possibilità di risparmio nell'ambito dell'energia di riscaldamento e dall'altro, un crescente fabbisogno energetico per il raffreddamento (fig. 3). Tra il 2000 e il 2010, il consumo di energia per il riscaldamento delle economie domestiche private ha tuttavia rispecchiato solo il 50 per cento della variazione dei gradi giorno di riscaldamento («effetto rebound» diretto). Applicato al futuro, ciò indica che solo la metà del potenziale di risparmio teorico sarà realizzato. Un'indagine intersettoriale con cosiddetti modelli di equilibrio generale indica che il restante 50 per cento di energia di riscaldamento risparmiata è quasi interamente compensato dal consumo di altri beni («effetto rebound» indiretto). Nel complesso, a metà del secolo la flessione del consumo totale di energia (scenario senza misure incisive in materia di politica climatica) sarà esigua (<1 %) e anche il corrispondente incremento del benessere sarà contenuto (<0,25 % del PIL). Inoltre, benché il crescente fabbisogno di energia per raffreddare sia sfavorevole dal punto di vista

- 
- Stress termico nei bovini
- Parassiti
- Produzione vinicola
- 

- 
- Consumo energetico per il riscaldamento/raffreddamento
- Effetto sul consumo totale di energia e sul PIL
- 
- 
-

economico, l'energia supplementare così consumata non raggiunge quella risparmiata per il riscaldamento. Nel complesso risulta pertanto un effetto di risparmio.

Un'altra indagine statistica nell'ambito di CH2014-Impacts mostra che vi è una correlazione tra le grandezze meteorologiche osservate e indicatori della salute, come il consumo di medicinali e i ricoveri in ospedale. Nell'ipotesi che queste correlazioni statistiche conservino la loro validità anche per i cambiamenti climatici a lungo termine e che gli eventuali cambiamenti di comportamento o adattamenti fisiologici o di altra natura dell'uomo al clima mutato siano trascurabili, è possibile stimare le conseguenze climatiche massime per questi indicatori (fig. 3). Con il riscaldamento da ora alla fine del secolo, le vendite di preparati omologati in farmacia aumenteranno al massimo del 3 per cento (scenari A1B e A2 senza misure incisive in materia di politica climatica). Il numero di ricoveri in ospedale presenta una correlazione complessa con i cambiamenti climatici: indipendentemente dallo scenario dei gas serra considerato e dal periodo, per il futuro è atteso un incremento del 4 per cento circa.

- 
- 
- 
- Indicatori della salute
- 

#### **IMPORTANZA DELLA GESTIONE DELLE CONSEGUENZE CLIMATICHE PER LA SVIZZERA**

In sintesi, l'iniziativa CH2014-Impacts traccia un quadro per la Svizzera in cui prevalgono le conseguenze sfavorevoli dei cambiamenti climatici. Vi sono però anche effetti negativi che, con una gestione adeguata, possono essere mitigati o trasformati in vantaggi. Ciò evidenzia l'importanza della prevenzione e della gestione delle conseguenze climatiche per la Svizzera. Alcuni degli effetti positivi si delineano quasi esclusivamente in caso di cambiamenti climatici moderati. Ciò sottolinea la necessità di ridurre le emissioni di gas serra. Nel futuro prossimo (attorno al 2035) le conseguenze climatiche sfavorevoli sembrano contenute rispetto al periodo di riferimento 1980–2009. Esse si sommano però agli effetti già tangibili dei cambiamenti climatici osservati negli scorsi decenni.

Gli effetti di forti cambiamenti climatici si faranno sentire soprattutto alla fine del secolo negli scenari con emissioni non ridotte di gas serra (A1B e A2). Un inasprimento delle conseguenze climatiche nel XXII secolo sembra inevitabile in entrambi gli scenari senza misure incisive in materia di politica climatica, poiché sia il sistema socioeconomico sia il sistema fisico reagiscono con lentezza. In particolar modo, siccome il CO<sub>2</sub> può essere assorbito solo parzialmente dagli oceani e da altri pozzi naturali di CO<sub>2</sub>, per secoli nell'atmosfera si misureranno concentrazioni di CO<sub>2</sub> accresciute. In altre parole, nel XXII secolo le conseguenze climatiche a lungo termine risulteranno potenziate, a meno che non si trovi una possibilità per eliminare una parte consistente del CO<sub>2</sub> emesso dall'atmosfera mediante mezzi tecnici.

In alcuni settori, gli studi sulle conseguenze climatiche presentati nel rapporto CH2014-Impacts si sovrappongono. Ad esempio lo scioglimento dei ghiacciai influenza il comportamento di deflusso dei fiumi, il turnover delle specie è legato alla composizione dei boschi e le variazioni della temperatura delle acque sotterranee sono importanti per la salute. Benché le singole tematiche siano trattate separatamente, nel complesso i risultati coincidono. Tale compenetrazione è tuttavia importante. Per gli studi futuri è pertanto auspicabile integrare maggiormente i singoli modelli delle conseguenze climatiche.

### UN PRIMO PASSO VERSO SCENARI COMPLETI DELLE CONSEGUENZE CLIMATICHE

Il presente rapporto mostra risultati quantitativi che riguardano sia l'ambiente fisico sia lo spazio umano. La portata degli studi è tuttavia circoscritta, a causa del calendario serrato e delle risorse disponibili limitate, nonché dell'obiettivo di fornire risultati quantitativi. Le conseguenze climatiche, i vari scenari e la stima delle incertezze non sono quindi ancora descritti in modo completo o rappresentativo. Altre limitazioni emergono dagli scenari climatici CH2011: il rapporto si concentra infatti sugli effetti che possono essere derivati dalle variazioni medie della temperatura e delle precipitazioni di questi scenari climatici. Le conseguenze climatiche che risultano da altre grandezze o da eventi estremi e non sono contemplate da CH2011 non sono considerate nel rapporto CH2014-Impacts.

L'iniziativa CH2014-Impacts mira a mettere a disposizione un rapporto pilota, che quantifichi le conseguenze climatiche tenendo conto dell'intera concatenazione dei cambiamenti climatici in Svizzera – dall'ambiente fisico agli effetti socioeconomici, passando per la reazione degli ecosistemi – e al tempo stesso si fondi su di una base di dati unitaria e generalmente disponibile. Benché ancora incompleta, questa raccolta di studi mira ad avviare un processo destinato a sfociare nel consolidamento dei risultati sotto forma di cosiddetti scenari delle conseguenze climatiche, che descriveranno i possibili effetti dei cambiamenti climatici in Svizzera in modo interdisciplinare, globale e completo. Questi scenari delle conseguenze climatiche potranno essere utilizzati dagli stakeholder e aiuteranno i politici e i responsabili decisionali a elaborare strategie efficaci di riduzione dei gas serra e di adattamento per la Svizzera. Il presente rapporto costituisce solo un passo avanti verso tale obiettivo. Restano quindi necessari continui miglioramenti e progressi nel settore degli studi sulle conseguenze climatiche come pure a livello dei dati climatici di base.

- 
- INDICI
- CRIOSFERA
- IDROLOGIA
- BIODIVERSITÀ
- BOSCHI
- AGRICOLTURA
- CONSUMO ENERGETICO
- SALUTE
-

**Download da [www.ch2014-impacts.ch](http://www.ch2014-impacts.ch)**

Rapporto completo (in inglese),  
Riassunto (in inglese, tedesco, francese ed italiano),  
Dati

**Contatto**

[ch2014@oeschger.unibe.ch](mailto:ch2014@oeschger.unibe.ch)

**Editore**

OCCR, FOEN, MeteoSwiss, C2SM, Agroscope e ProClim

**Indirizzi**

Oeschger Centre for Climate Change Research  
Zähringerstr. 25  
CH-3012 Bern

Federal Office for the Environment FOEN/BAFU  
Papiermühlestr. 172  
CH-3063 Ittigen

Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss  
Krähbühlstr. 58  
CH-8044 Zürich

Center for Climate Systems Modeling C2SM  
ETH Zürich  
Universitätsstr. 16  
CH-8092 Zürich

Agroscope, Institute for Sustainability Sciences ISS  
Reckenholzstr. 191  
CH-8046 Zürich 81

ProClim-  
Forum for Climate and Global Change  
Swiss Academy of Sciences (SCNAT)  
Schwarztorstr. 9  
CH-3007 Bern

