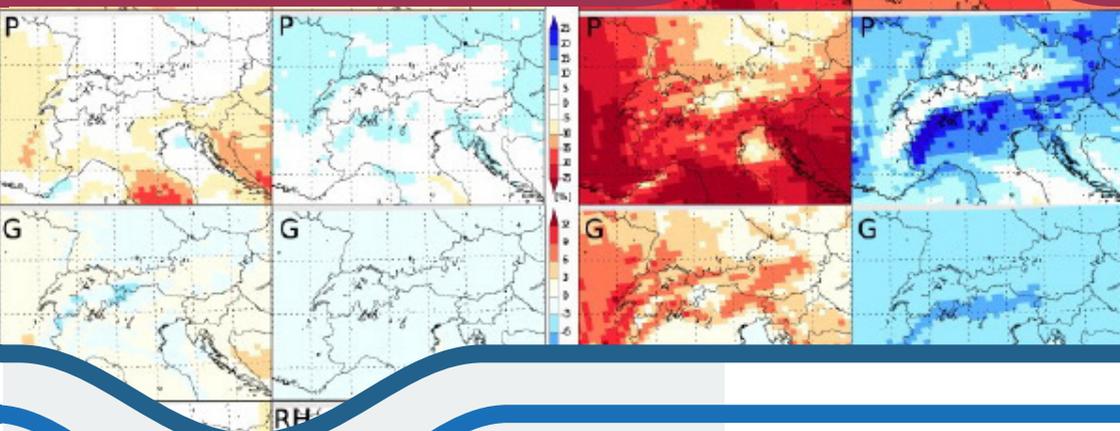


Stato dell'arte sugli impatti del cambiamento climatico, l'adattamento e la pianificazione territoriale



ARTACLIM, *Adattamento e Resilienza dei Territori Alpini di fronte ai Cambiamenti Climatici* www.artaclim.eu, è un progetto transfrontaliero di ricerca-azione il cui obiettivo principale è favorire l'introduzione di misure di adattamento al cambiamento climatico nell'ambito della programmazione e pianificazione territoriale delle amministrazioni locali. Ha una durata di 3 anni, da giugno 2017 a maggio 2020.

Booklet 1

Contenuti a cura di: Politecnico di Torino - DIST (coordinamento dell'attività), Università di Grenoble - Envirhonalp – PARN, SEAcoop, iiSBE Italia R&D.

Editing e layout grafico: iiSBE Italia R&D – ESDesigner

Pubblicato: luglio 2018

© 2017 Partenariato ARTACLIM. Tutti i diritti riservati. Il progetto ARTACLIM (nr. 1316) ha ricevuto un co-finanziamento FESR nell'ambito del Programma INTERREG ALCOTRA 2014-2020. Il documento riflette il punto di vista degli autori. Il Programma ALCOTRA non è responsabile dell'uso che può essere fatto delle informazioni in esso contenute.

Indice

Introduzione	7
1. Scenari di cambiamento climatico sulle Alpi	8
1.1 Definizioni	8
1.2 Gli scenari socio-economici dell'IPCC	9
1.3 Dal globale al regionale	10
1.4 Proiezioni future	14
2. Fattori di impatto del cambiamento climatico	17
3. Gli impatti sui rischi naturali	18
3.1 Impatti di cambiamento climatico	19
3.2 Obiettivi e strategie di adattamento	22
4. Gli impatti sull'agricoltura alpina	24
4.1 Fattori di impatto	24
4.2 Obiettivi e strategie di adattamento	27
5. Gli impatti sulla biodiversità	29
5.1 Obiettivi e strategie di adattamento	32
6. Gli impatti sulle foreste	36
6.1 Obiettivi e strategie di adattamento	40
7. Gli impatti sul sistema insediativo	42
7.1 Fattori di impatto	42
7.2 Obiettivi e strategie di adattamento	44
8. Gli impatti sul turismo	46
8.1 Obiettivi e strategie di adattamento	48
9. Gli impatti intersettoriali e i servizi ecosistemici	54
9.1 La matrice intersettoriale degli impatti	54
10. Gli impatti del cambiamento climatico nella Communauté de Communes du Haut Chablais	57
10.1 Metodologia	58
10.2 Gli effetti del cambiamento climatico sulla CCHC	59
10.2.1 Riscaldamento globale	59
10.2.2 Precipitazioni molto variabili	63
10.2.3 Riduzione dell'innevamento	65
10.2.4 Altri cambiamenti osservati sul territorio	68
10.3 Le sfide territoriali in rapporto al cambiamento climatico	70
10.3.1 L'acqua: soddisfare le esigenze e affrontare i rischi di inondazioni e smottamenti	71
10.3.2 Mantenimento e diversificazione delle attività economiche	73
10.3.3 Salvaguardia della biodiversità	76

10.3.4 Tutela della salute e della sicurezza	78
11. Gli impatti del cambiamento climatico nel Parco Naturale Regionale del Massiccio dei Bauges	80
11.1 I dati disponibili sugli impatti	80
11.1.1 Riscaldamento globale	80
11.1.2 La riduzione del numero di giorni di gelo	83
11.1.3 Precipitazioni molto variabili	83
11.1.4 Riduzione dell'innevamento	84
11.1.5 Minori portate d'acqua nel Chéran	88
11.1.6 I rischi naturali	89
11.2 Le percezioni degli attori del territorio sul cambiamento climatico	89
12. Gli impatti del cambiamento climatico nella Zona Omogena del Pinerolese	93
12.1 Aumento della temperatura	93
12.2 Precipitazioni	95
12.2.1 Indicatori di impatto	97
12.2.2 Valutazione dei servizi ecosistemici nell'area Pinerolese	100
12.3 La percezione degli impatti	101
12.3.1 I risultati dell'indagine	101
13. Pianificazione territoriale di adattamento climatico	106
13.1 L'adattamento a scala Europea	106
13.2 L'adattamento a scala transfrontaliera	107
13.3 Il caso francese	108
13.4 L'adattamento alla scala dei territori subnazionali	108
14. Documenti di pianificazione e di adattamento al cambiamento climatico nel territorio dello Chablais	112
14.1 Il Syndicat Intercommunal d'Amenagement du Chablais (SIAC)	112
15. Il caso del Parco Naturale Regionale del Massiccio dei Bauges	115
15.1 TEPOS: alla scala del PNR e delle agglomerazioni di Annency e Chambéry	115
15.2 Alla scala del PNR	117
16. Il caso Italiano	123
16.1 Il livello nazionale: la Strategia e il Piano nazionale di adattamento al cambiamento climatico	123
16.1.1 Struttura del PNACC	123
16.2 Gli approcci regionali	125

16.3 La situazione del Piemonte e della Zona Omogenea del Pinerolese	126
17.Riferimenti bibliografici	131

Introduzione

Il presente booklet è stato realizzato nell'ambito del progetto ARTACLIM al fine di diffondere la conoscenza in merito agli impatti del cambiamento climatico nei territori montani e all'integrazione di misure di adattamento a tali impatti negli strumenti di pianificazione del territorio.

L'obiettivo è da un lato, capire – e far conoscere – quali sono gli impatti specifici del cambiamento climatico che possono essere previsti sui diversi contesti territoriali presi in considerazione nel progetto in relazione ai settori individuati (rischi naturali, agricoltura, biodiversità, foreste, sistemi insediativi e turismo), e dall'altro lato aiutare gli amministratori locali a inserire più efficacemente misure di adattamento a tali impatti nelle prassi di pianificazione territoriale, cercando di non ripetere errori spesso commessi.

Il presente documento è articolato in due parti:

a) uno stato dell'arte in merito agli impatti del cambiamento climatico in riferimento ai settori di attività umana (rischi naturali, agricoltura, biodiversità, foreste, sistemi insediativi e turismo) e agli ambiti territoriali (periurbano, spazi agricoli, ambiti forestali, media montagna) e alle misure di adattamento che possono essere integrate negli strumenti di pianificazione;

b) l'analisi dei sistemi di pianificazione attualmente vigenti in Italia e Francia e un'analisi ex-novo delle barriere che finora hanno limitato una diffusa adozione di misure di adattamento al cambiamento climatico in questi strumenti. Oltre all'analisi dei sistemi di pianificazione di Italia e Francia è previsto un focus per le tre aree di studio del progetto ARTACLIM: la Communauté de Communes du Haut Chablais (FR), il Parco Naturale Regionale del Massiccio dei Bauges (FR) e la Zona Omogena del Pinerolese (IT).

1. Scenari di cambiamento climatico sulle Alpi

1.1 Definizioni

In primo luogo, è importante richiamare alcune nozioni essenziali relative al tema in oggetto.

Cosa intendiamo quando parliamo di sistema climatico?

Il Sistema Climatico corrisponde all'insieme Terra-Atmosfera. Evolve nel tempo sotto l'effetto di processi interni e vincoli esterni, di origine naturale o umana. Lo stato del sistema climatico è legato alle interazioni tra atmosfera, superfici continentali, idrosfera (oceani, fiumi, laghi, acque sotterranee), criosfera (calotte polari, ghiaccio marino, copertura nevosa) e biosfera (tutti gli organismi viventi – fauna e flora – sulla terraferma, negli oceani e nell'aria). Sono queste molteplici interazioni che spiegano la complessità del sistema.

A cosa ci riferiamo con cambiamento climatico e cambiamento globale?

Il cambiamento climatico corrisponde a un cambiamento duraturo (cioè superiore a 10 anni) nei parametri statistici del clima globale della Terra. Il cambiamento globale è un concetto più ampio che comprende il cambiamento climatico ma anche i cambiamenti ambientali indotti dagli usi antropogenici (urbanizzazione, deforestazione, ecc.) e dai cambiamenti socioeconomici. Spesso, per abuso di linguaggio, si usa il termine “cambiamento climatico” invece di “cambiamento globale”.

Cosa sono i modelli climatici?

Sono modelli matematici che risolvono equazioni fisiche. Integrano i diversi fattori necessari per rappresentare il clima e le retroazioni tra i diversi fattori del sistema climatico. Esistono due tipi di modelli:

- i modelli climatici globali (GCM - Global Circulation Model) forniscono informazioni sul clima globale con una risoluzione di circa 100 km;
- i modelli climatici regionali (RCM - Regional Climate Model) si concentrano su regioni specifiche (Alpi, Europa, Africa occidentale, ecc.) e forniscono

informazioni sul clima ad un più alta risoluzione (10-25 km).

1.2 Gli scenari socio-economici dell'IPCC

Al fine di valutare i cambiamenti futuri del sistema climatico e prevedere i possibili effetti di tali cambiamenti sugli ambienti terrestri e marini, vengono elaborati scenari, ossia modelli climatici globali che tengono in conto anche delle condizioni al contorno per rappresentare al meglio le emissioni di gas a effetto serra. Il metodo di elaborazione di questi scenari si è evoluto nel tempo. Comparsi nella terza relazione dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) nel 2001, gli scenari sono stati elaborati per la prima volta a partire da elementi di riflessione sui futuri possibili delle nostre società e dei nostri stili di vita. Essi si basavano sul cambiamento demografico, sullo sviluppo economico e sociale e sul ritmo e la direzione dell'innovazione tecnologica, descritti come driving force per le traiettorie evolutive di emissione dei gas a effetto serra. Schematicamente, gli scenari erano rappresentati in una tabella a due voci (Obiettivi economici - Obiettivi ambientali; Sviluppo globalizzato - Sviluppo regionalizzato) che ha permesso di identificare 4 grandi famiglie (tabella 1). Questo resta ad oggi il modello più utilizzato.

Globalizzazione (sviluppo mondiale equilibrato)	A1 Rapida crescita mondiale 1.4 - 6.4°C	B1 Sostenibilità ambientale globale 1.1 - 2.9°C
	<ul style="list-style-type: none"> · crescita economica molto rapida; · popolazione mondiale: massima a metà secolo e poi in declino; · introduzione di tecnologie nuove e più efficienti; · convergenza tra regioni, rafforzamento delle interazioni culturali e sociali, riduzione delle differenze di reddito tra le regioni; · evoluzione tecnologica del sistema energetico: <ol style="list-style-type: none"> 1. alta intensità di combustibili fossili (A1F) 2. fonti di energia non fossili (A1T) 3. equilibrio tra le fonti (A1B). 	<ul style="list-style-type: none"> · convergenza geopolitica globale; · popolazione mondiale: massima a metà secolo e poi in declino; · orientamento verso un'economia dei servizi e dell'informazione, con conseguente uso più efficiente dei materiali; · focus su soluzioni globali orientate alla sostenibilità economica, sociale e ambientale, compresa una maggiore equità ma senza ulteriori iniziative per gestire il problema del clima.

<p>Regionalizzazione (disparità regionali, governo mondiale poco integrato)</p>	<p>A2 Sviluppo economico 2.0 - 5,4°C</p> <ul style="list-style-type: none"> · mondo molto eterogeneo; · autosufficienza, salvaguardia delle identità locali; · crescita demografica contenuta; · sviluppo economico regionale. La crescita economica pro capite e gli sviluppi tecnologici sono più frammentati e lenti rispetto agli altri scenari. 	<p>B2 Sostenibilità ambientale locale 1.4 - 3,8°C</p> <ul style="list-style-type: none"> · focus su soluzioni locali per la sostenibilità economica, sociale e ambientale; · crescita demografica contenuta, ma meno forte che in A2; · sviluppi tecnologici più lenti e diversificati che in A1 e B1; · scenari orientati alla tutela dell'ambiente e all'equità sociale, ma concentrati sul livello locale e regionale.
--	---	--

Tabella 1. Descrizione dei quattro scenari socioeconomici dell'IPCC.

1.3 Dal globale al regionale

Data la particolare topografia delle Alpi, lo studio del sistema climatico e della sua evoluzione richiede l'utilizzo di modelli climatici regionali, la cui risoluzione è dell'ordine di 25 km. Questi modelli ricevono input dagli GCM, il che comporta la propagazione di incertezze ulteriori a quelle legate alla realizzazione di scenari futuri. Per inquadrare queste incertezze, la comunità internazionale si affida a simulazioni d'insieme. Invece di una singola simulazione climatica (regionale) del clima passato o probabile futuro, viene prodotta una serie di simulazioni. Questa serie mira a fornire un'indicazione della gamma più probabile di variabilità del clima. Questo approccio viene spesso proposto per tenere conto di due fonti di incertezza nelle previsioni: l'errore associato alla condizione iniziale imperfetta, che può essere amplificato dalla natura caotica del sistema climatico, e ii) l'errore associato alla natura stessa del modello, nella sua formulazione matematica e/o nelle condizioni future.

Evoluzione della temperatura

Si calcola che negli ambienti alpini l'aumento delle temperature è doppio rispetto alla media dell'emisfero nord e rappresenta una crescita media della temperatura annuale di circa 2°C (Auer et al. 2007). Questo aumento è relativamente omogeneo e dal 1980 presenta un tasso di riscaldamento

medio annuo di circa 0,5°C per decennio (EEA 2009), dovuto principalmente all'umidificazione dell'atmosfera (Philippona 2013). Nelle Alpi francesi, la temperatura annuale è aumentata di circa 1°C nel periodo 1958-2002, soprattutto negli anni '80 e '90 (Durand et al. 2009a). Questi dati sono dovuti principalmente all'aumento delle temperature minime giornaliere. Tuttavia, questa tendenza varia a seconda dell'altitudine, delle stagioni e delle regioni). I territori in maggior sofferenza sono quelli ad altitudini comprese tra 1500 e 2000 m (Durand et al. 2009a). I massicci più a nord sono soggetti ad un aumento di temperatura che varia da +1,5 a 2°C in qualsiasi stagione, mentre quelli più a sud sono soggetti ad un forte calo delle temperature all'inizio dell'inverno (-2°C).

Evoluzione delle precipitazioni solide e liquide

Il legame tra temperatura e regime delle precipitazioni – liquide (pioggia) o solide (neve) – non è diretto perché sono coinvolti altri processi su larga scala (ad esempio l'oscillazione Nord Atlantica) e su scala minore (ad esempio effetti topografici e processi di formazione delle precipitazioni). Per quanto riguarda le precipitazioni invernali sulle Alpi, gli studi mostrano una diminuzione della copertura nevosa nell'emisfero settentrionale (IPCC 2014) e in particolare sulle Alpi europee (Schöner et al. 2009). A partire dagli anni '80, una tendenza di diminuzione dell'altezza del manto nevoso (figura 1) e del numero di giorni in cui la neve è presente sul terreno è chiaramente identificata soprattutto a basse altitudini nelle Alpi francesi (Durand et al. 2009b). Queste tendenze a basse altitudini possono essere attribuite all'aumento della temperatura. Oltre i 1700-2000m, la dinamica è meno chiara anche se si osserva una diminuzione delle nevicate alla fine della stagione invernale. Sulla scala delle Alpi francesi, l'aumento più pronunciato delle temperature intorno ai 2000 m porta a una diminuzione significativa della copertura nevosa e più in particolare a fine inverno e inizio estate, quando gli aumenti sono più pronunciati.

Per quanto riguarda il periodo estivo, le osservazioni mostrano chiaramente l'effetto del riscaldamento globale sulla ricorrenza di valori di temperatura estremi aumentando così la vulnerabilità del territorio alpino alla siccità. Questa vulnerabilità è stata chiaramente rilevata nel 2003, durante l'ondata

di caldo che ha colpito gran parte dell'Europa nelle prime due settimane di agosto. Le precipitazioni estreme, come quelle ordinarie, non mostrano per ora tendenze univoche confermate ma potrebbero essere più frequenti in futuro.

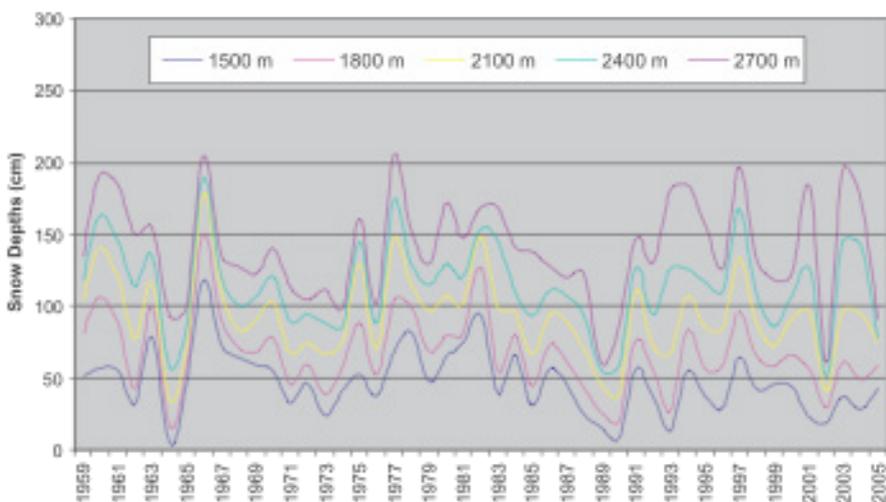


Figura 1. Media annua (dicembre-gennaio-febbraio) dell'altezza della neve a diverse altitudini sulle Alpi francesi. (Durand et al., 2009b)

In combinazione con l'aumento delle temperature, l'evoluzione delle precipitazioni porta ad una maggiore sensibilità della rete idrica agli estremi climatici (EEA 2017a). A partire dagli anni '90 si registrano pertanto carenze idriche sempre maggiori e siccità più gravi nel 2003, 2005, 2009, 2012, 2015 e nella primavera del 2004 e del 2011. La diminuzione dei bilanci idrici è particolarmente marcata in autunno e in inverno.

Evoluzione dei ghiacciai

In media, nel corso del XX secolo, si è osservata una diminuzione del bilancio di massa dei ghiacciai alpini. I ghiacciai delle Alpi francesi (massiccio della Vanoise, degli Ecrins, del Monte Bianco) coprivano 369 kmq nel periodo 1967-1971 e 275 kmq nel periodo 2006-2009. Quest'accelerazione nella perdita di superfici ghiacciate è molto irregolare lungo il Massiccio, ma il ritiro è dovuto principalmente proprio al riscaldamento globale, in quanto in questo periodo non si osserva alcuna tendenza significativa delle precipitazioni.

1.4 Proiezioni future

I cambiamenti già osservati non faranno che aumentare, almeno fino al 2030-2050, dopodiché tutto dipenderà dalle traiettorie di emissione dei gas a effetto serra alle quali le società mondiali saranno capaci di limitarsi. Il progetto ENSEMBLES ha fornito scenari per l'evoluzione delle principali variabili climatiche nella regione alpina con una risoluzione di 25 km.

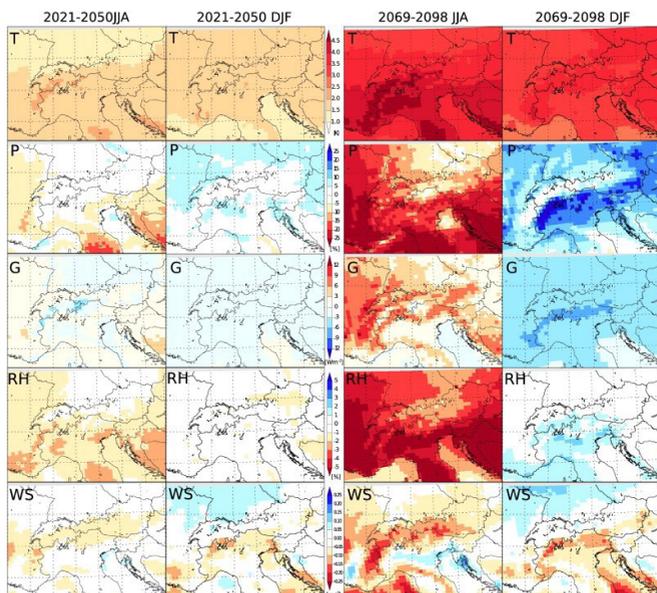


Figura 2. Distribuzione spaziale delle variazioni medie previste sulle Alpi rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 per l'estate (JJA) e l'inverno (DJF). A sinistra: 2021-2050; a destra: 2069-2098, scenario A1B. T: Temperatura; P: Precipitazione; G: Radiazione globale; RH: Umidità relativa; WS: Velocità del vento (Gobiet et al., 2014).

Evoluzione della temperatura

Come mostrato in figura 3, nello scenario A1B la regione alpina subirà un marcato riscaldamento (+2°C nel 2050, +4°C alla fine del secolo). È nella parte

occidentale delle Alpi che gli aumenti di temperatura simulati sono massimi (superiori a 4,5°C). Secondo i risultati dei modelli climatici regionali (RCM), le temperature medie nelle Alpi potrebbero aumentare al massimo da 3°C a 5°C in inverno e da 4°C a 6°C in estate entro la fine del 21° secolo, rispetto alle temperature medie del 20° secolo. Tale aumento è superiore a quello previsto per la Francia continentale. La media annua delle temperature massime giornaliere mostra una tendenza analoga.

Evoluzione delle precipitazioni solide e liquide

Il rapporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA, 2009), mostra che lo scenario A1B porta a tendenze delle precipitazioni totali annuali contrastanti sulle Alpi.

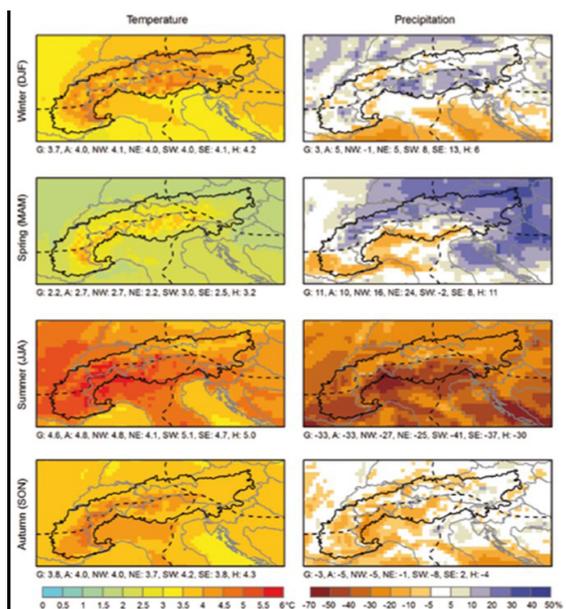
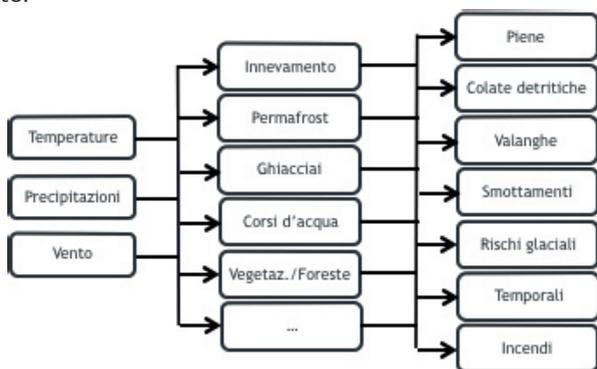


Figura 3. Evoluzione stagionale della temperatura e delle precipitazioni alla fine del 21° secolo per lo scenario A1B. (EEA (2009), inizialmente pubblicato in Lautenschlager et al. (2008))

Aumenti maggiori sarebbero presenti nella parte settentrionale delle Alpi, mentre la parte meridionale sarebbe soggetta a una riduzione delle precipitazioni. Complessivamente, su scala alpina, le simulazioni mostrano una diminuzione delle precipitazioni che va da -1% a -11% con una differenza stagionale marcata (l'estate è la stagione con il deficit di precipitazioni più marcato). In combinazione con l'aumento della temperatura, il deficit di precipitazioni invernali porta a stime di circa -36% di nevicate in inverno. Anche ad altitudini superiori ai 1500 m, i modelli prevedono una riduzione di circa il 20% della copertura nevosa entro la fine del 21° secolo. Simulazioni di Jacob et al. (2007) suggeriscono che sotto i 500 m la neve sarà completamente scomparsa (EEA 2009).

2. Fattori di impatto del cambiamento climatico

Come si è detto, dalla fine del XIX secolo, le Alpi hanno registrato un aumento significativo delle temperature, cui si aggiungono trasformazioni nel regime delle precipitazioni. Questo aumento si è verificato in due fasi, con un primo picco negli anni '50 e un secondo aumento a partire dagli anni '80. In questo periodo, la regione alpina ha registrato un aumento medio della temperatura doppio rispetto a quello registrato nell'emisfero settentrionale. In generale questi cambiamenti agiscono sui diversi ambienti fisici comportando rischi sempre più gravi per gli ecosistemi, la salute umana e l'economia. Gli impatti dei cambiamenti climatici rappresentano una minaccia per la biodiversità terrestre. Molte specie animali e vegetali stanno subendo variazioni del loro ciclo di vita mentre diverse specie invasive hanno ampliato le loro aree di influenza. Questi cambiamenti influenzano oltre agli ecosistemi anche settori economici quali l'agricoltura e la selvicoltura. Ad aumentare sono anche i problemi sulla salute legati a eventi climatici estremi. Cambia la distribuzione delle malattie, inondazioni e eventi franosi colpiscono milioni di persone in tutta Europa. I costi economici legati ai cambiamenti climatici possono essere molto elevati e in alcuni ambienti, come l'ambiente alpino, possono compromettere la permanenza dell'uomo e portare a nuovi fenomeni di spopolamento.



Temi relativi agli impatti dei cambiamenti climatici sull'ambiente nelle Alpi, analizzati a partire dalla base di conoscenze "Alpi-Clima-Rischi".

3. Gli impatti sui rischi naturali

I rischi naturali sono tra i principali fattori di rischio. I rischi in montagna derivano dalla presenza combinata di:

- numerosi, complessi, intensi e rapidi rischi idrogeologici (valanghe, piene e inondazioni torrentizie, frane, smottamenti e cadute di massi, sismi), in parte aggravati dai cambiamenti climatici, che comportano anche un'estensione o addirittura la comparsa di nuovi rischi, come quelli di origine glaciale e periglaciale o gli incendi boschivi;
- forme specifiche di vulnerabilità, sia dirette (materiali) che indirette (funzionali), legate ad un elevato livello di esposizione ai rischi di strutture e funzioni essenziali per il funzionamento del territorio, quali le reti di trasporto, energia e telecomunicazioni.

Nonostante gli sforzi e gli investimenti molto significativi fatti negli ultimi decenni per costruire strutture protettive e cercare di ridurre la vulnerabilità, si osserva un continuo incremento dei costi generati dall'aumento del numero e/o dell'entità dei rischi naturali nelle regioni alpine (PLANALP 2012). Sebbene l'influenza del clima sulla recrudescenza di eventi maggiori non possa essere stabilita con certezza, questo aumento dei danni e delle perdite si inserisce in un contesto di grandi cambiamenti climatici in montagna, che influenzano l'attività dei rischi naturali, in termini di intensità, frequenza, stagionalità o ubicazione (Prudent-Richard et al. 2008). Inoltre, è molto probabile che l'intensità e la frequenza degli eventi estremi e dei rischi gravi aumentino in futuro (IPCC 2014). La natura e la portata di questi impatti variano a seconda delle diverse regioni alpine e della particolare geografia dei territori considerati. Se in alta montagna il legame tra il riscaldamento e la recrudescenza di alcuni fenomeni è sempre più consolidato, nelle aree di media montagna e nelle aree metropolitane adiacenti appare meno evidente o più complesso da valutare.

3.1 Impatti di Cambiamento Climatico

Valanghe: nonostante l'attesa diminuzione del numero di valanghe spontanee, dovuta alla carenza complessiva di neve in montagna, ci si aspetta anche un cambiamento nella stagionalità delle tipologie di valanghe, sotto l'effetto del riscaldamento, che potrebbe portare ad una generalizzazione delle condizioni favorevoli al distacco spontaneo di neve bagnata, anche in pieno inverno. In termini di rischio, l'aumento dell'attività di valanghe di neve bagnata potrebbe compensare il "ritiro" complessivo delle altitudini raggiunte (le valanghe di neve bagnata possono percorrere distanze molto lunghe). Analogamente, tali valanghe sono in grado di generare pressioni d'impatto significativamente più elevate di quanto previsto per quelle di neve fredda e secca.

Piene e inondazioni: l'evoluzione delle piene seguirà quella delle precipitazioni. In alcune regioni alpine si registra già un aumento dell'intensità e della frequenza delle inondazioni. Si prevede in futuro un aumento delle piene invernali e di flussi estivi molto modesti. I fiumi, il cui regime dipende da neve e ghiaccio, subiranno un aumento dell'intensità e del volume delle piene e un'evoluzione della loro stagionalità, con un'onda di scioglimento più precoce e più lunga. In particolare, il tempestivo scioglimento delle nevi avrà un ruolo importante nella tempistica dei picchi di piena primaverili.

Colate detritiche e torrentizie: negli ultimi anni si è registrato un aumento dell'altitudine di distacco iniziale delle colate detritiche, mentre stanno diventando più rare in alcune zone di media quota. Il ritiro dei ghiacciai, con il conseguente rilascio di grandi riserve di sedimenti, associato allo sviluppo di precipitazioni intense, potrebbe portare ad un aumento del trasporto solido torrentizio nei bacini idrografici superiori. Al contrario, lo sviluppo della copertura forestale tende a limitare la presenza di materiale sedimentario e il trasporto solido. I rischi torrentizi sono in aumento soprattutto in due periodi: (a) primavera (maggio, giugno, luglio), durante brevi e intensi temporali localizzati che ricadono su versanti di bacini saturi per lo scioglimento di neve e ghiacciai; (b) in autunno (fine agosto settembre, ottobre) durante episodi più generalizzati e lunghi che cadono su terreni più secchi (Prudent-Richard 2008).

Frane e cadute di massi: esiste una notevole ma parziale influenza di fattori meteorologici sulla caduta di rocce, dovuti al coinvolgimento di cicli di gelo-disgelo e/o intense precipitazioni in molti casi. Si prevede che l'aumento delle precipitazioni e l'innalzamento della linea di innevamento provocheranno un aumento delle cadute di massi e frane a quote sempre più elevate. Un numero maggiore di cadute di massi è stato osservato ad alta quota già durante le ondate di calore estive del 2003 e del 2015. La destabilizzazione delle pareti e l'aumento delle cadute di massi in quota sono in parte legate alla degradazione del permafrost. A quote più basse i dati sono troppo disomogenei per rilevare tendenze, ad eccezione di alcune reti stradali dipartimentali, come in Savoia, dove si registra un aumento dell'incidenza dei rischi gravitazionali (cadute di massi, frane, smottamenti e colate di fango), particolarmente legati ad episodi di fusione più frequenti, anche a metà inverno.

Smottamenti di terreni superficiali: un aumento delle precipitazioni intense può causare una recrudescenza degli scivolamenti di terreno. Gli smottamenti superficiali possono anche essere causati dalla trasformazione di zone d'alta quota legate al ritiro glaciale e dalla destabilizzazione delle zone scoperte. D'altra parte, si osserva anche un innalzamento del limite superiore dei boschi accompagnato da una rivegetazione delle aree di alta quota, in particolare glaciali e periglaciali, con la conseguente stabilizzazione delle aree liberate dal ritiro della criosfera.

Smottamenti di terreni profondi: finora non è stata riscontrata alcuna tendenza per gli smottamenti profondi. Tuttavia, negli ultimi anni sono state osservate diverse riattivazioni di grandi movimenti gravitazionali alpini, in particolare gli smottamenti di terreno nel maggio 2015 in Val d'Arly e nel gennaio 2018, gli smottamenti al Mont Granier nel gennaio e nella primavera del 2016, la riattivazione della frana argillosa dell'Harmalière a Trièves dall'estate del 2016 e la frana del Pas de l'Ours a Queyras.

Incendi boschivi: con l'aumento della frequenza e dell'intensità delle ondate di calore e della siccità, la propensione agli incendi boschivi è aumentata in tutta

la regione alpina. D'altra parte, si notano cambiamenti molto contrastanti tra le Alpi del Nord e del Sud, con: i) un'evoluzione particolarmente importante dal 1959 nelle Alpi meridionali calde e secche, dove il rischio di incendi boschivi è maggiore, ii) un forte aumento nelle Alpi interne e nelle valli a bassa quota delle Alpi settentrionali, iii) una stagione favorevole agli incendi che si estende in primavera nelle Alpi settentrionali e quasi tutto l'anno nelle Alpi meridionali, e iv) valori estremi di rischio registrati ogni anno nel sud e ogni 3-4 anni nel nord.

È bene ricordare che non tutti questi impatti hanno gli stessi effetti a tutte le latitudini, ma le diverse aree (alta montagna, bassa montagna) sono molto collegate, sia in termini di reti di trasporto, sia in termini di attrattività turistica ed economica e di rischi naturali. Lo scioglimento dei ghiacciai e del permafrost in quota e la rimobilizzazione delle riserve sedimentarie liberate possono avere un ruolo sui rischi e sui pericoli in pianura e in media montagna attraverso i processi di cascata di sedimenti, o di apporto idrico durante i picchi di scioglimento.

Cambiamento dei rischi naturali	Livello di certezza nelle previsioni sui cambiamenti	Regioni maggiormente colpite	Importanza economica
Rischi legati al permafrost: aumento della frequenza delle frane e della massa delle colate detritiche	Molto elevato)	Alta montagna, zone turistiche	Debole
GLOF: maggiore incidenza delle inondazioni per svuotamento dei laghi glaciali	Molto elevato	Alta montagna, zone turistiche	Debole
Altri rischi glaciali: più frequenti e più significativi	Elevato	Alta montagna, zone turistiche	Debole
Piene in inverno: aumento in intensità e frequenza	Medio	Bassa montagna, zone densamente popolate	Molto elevato

Temporalì e tempeste: aumento in intensità e frequenza	Medio	Arco alpino, zone densamente popolate	Molto elevato
Caduta di rocce: più frequente	Medio	Bassa e media montagna	Medio
Incendi boschivi: più numerosi sulle Alpi meridionali	Medio	Bassa montagna nelle Alpi meridionali	Medio
Smottamenti di terreno e colate detritiche: più frequenti e significativi	Medio/debole	Bassa e media montagna	Medio
Valanghe: più frequenti e significative ad alte quote	Debole	Alta montagna, zone turistiche	Medio

Tabella 2. Incidenza dei cambiamenti climatici sui rischi naturali nell'arco alpino (OECD 2007)

3.2 Obiettivi e strategie di adattamento

L'obiettivo generale dell'adattamento ai cambiamenti climatici nel settore dei pericoli naturali è raggiungere livelli appropriati di sicurezza in relazione ai pericoli naturali nel rispetto del principio di sostenibilità. Un gran numero di progetti transfrontalieri e transnazionali, passati e in corso, sono dedicati ai temi della prevenzione dei rischi naturali e dell'adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici nello Spazio Alpino. Il progetto AdaptALp ha individuato 10 orientamenti principali per l'adattamento della gestione del rischio (AdaptAlp 2011; Tab. 3). È necessario ricordare che trarre conclusioni su eventi di scarsa o nessuna rilevanza può trasformare le misure di adattamento in un disadattamento. È pertanto necessario un lavoro a monte prima dell'attuazione pratica. Ciò si riflette in un importante sviluppo delle relazioni tra gli attori del rischio e della ricerca. Da un lato, bisogna migliorare la base di conoscenze e le banche dati sui rischi di inondazione e di movimento al suolo. D'altra parte, è necessaria l'attuazione di misure di assistenza per la gestione

dei rischi, accompagnate dallo sviluppo della formazione per i comuni, le autorità e le forze di intervento

<ul style="list-style-type: none">• Migliorare il livello di preparazione e di responsabilità personale del pubblico, incoraggiando la partecipazione ai piani di emergenza;• integrazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici nella pianificazione territoriale• Coinvolgere gli stakeholder locali• Incoraggiare la creazione di una rete transfrontaliera per la gestione integrata dei rischi.• incoraggiare un "linguaggio comune" e procedure armonizzate per l'elaborazione e l'uso di mappe dei rischi	<ul style="list-style-type: none">• Aumentare le dimensioni di pianure, condotte e bacini alluvionali.• Pensare alla gestione del rischio di inondazione in termini di bacini idrografici e non di strutture organizzative, al fine di trovare soluzioni sostenibili.• Considerare tutti i rischi di calamità naturali nella pianificazione di una determinata area (approccio multirischio).• Utilizzare gli strumenti di gestione del rischio per analizzare le conseguenze sociali ed economiche delle varie misure di adattamento.• Sostenere la raccolta e l'interpretazione dei dati locali sui cambiamenti climatici.
--	--

Tabella 3. linee guida per l'adattamento della gestione del rischio ai cambiamenti climatici (AdaptAlp, 2011).

4. Gli impatti sull'agricoltura alpina

Nella macroregione alpina circa il 18% della superficie è destinata a coltivazioni mentre la copertura di un ulteriore 18% della superficie è costituita da formazioni erbacee naturali o seminaturali spesso sfruttate con la pratica del pascolo. In totale circa il 31,4% delle Alpi, per una superficie di 190.600 km², è ancora utilizzata con finalità di produzione agricola (Flury et al., 2013). L'agricoltura alpina manifesta una notevole eterogeneità in relazione a:

- ordinamenti colturali (si va dalla frutticoltura e viticoltura delle zone asciutte interne, all'orticoltura e cerealicoltura delle aree di fondovalle, alla praticoltura e alla gestione dei pascoli per l'allevamento da carne e da latte);
- tecniche colturali e loro grado di intensività;
- entità dei processi di marginalizzazione socio-economica e dei fenomeni di abbandono del territorio.

Tutti i diversi modelli di agricoltura che emergono da queste differenziazioni giocano un ruolo essenziale per il mantenimento delle economie legate alla montagna e dei paesaggi culturali alpini, ma allo stesso tempo si trovano da lungo tempo a fronteggiare problematiche legate a scarsa produttività ed elevati costi di produzione, derivanti da peculiarità topografiche, edafiche e climatiche. La vulnerabilità ai cambiamenti climatici dell'agricoltura delle terre alte è pertanto particolarmente consistente perché si sovrappone a condizioni diffuse di grande fragilità strutturale.

4.1 Fattori di impatto

Evoluzione delle temperature: il trend di incremento delle temperature determina l'allungamento del periodo vegetativo per un gran numero di colture con un'anticipazione del ciclo colturale in primavera e la posticipazione nel corso della stagione autunnale. Il prolungamento della fase vegetativa si traduce, quando non compaiono altri fattori limitanti, in incrementi delle rese

produttive. Inoltre questo stesso fenomeno permette l'introduzione di colture sensibili alle basse temperature (ad es. la vite) a quote più elevate rispetto a quelle tradizionalmente consentite. Tuttavia il ridotto periodo di innevamento può far venir meno la funzione protettiva che la neve svolge sulla vegetazione e sul suolo sottostante. Le colture possono pertanto essere danneggiate da gelate primaverili e autunnali. Inoltre per le formazioni seminaturali (prati permanenti e pascoli) le migrazioni verso quote più elevate delle specie sensibili all'innalzamento delle temperature determineranno la modificazione della composizione specifica, con effetti non ancora ben quantificabili, ma significativi, sia in termini di produttività che di qualità del foraggio. La presenza di condizioni termiche più calde può accelerare la decomposizione naturale della sostanza organica che è di cruciale importanza sotto il profilo agronomico in quanto la stessa assolve funzioni determinanti sotto il profilo fisico-chimico (miglioramento della struttura; attenuazione dei difetti derivanti da una tessitura non equilibrata; regolazione della disponibilità e l'assorbimento degli elementi nutritivi).

Modificazione regimi pluviometrici: gli effetti attesi sono relativi a quantità e qualità delle produzioni delle colture. Per le colture in asciutta, la carenza idrica durante determinate fasi di sviluppo (fioritura, impollinazione, riempimento del frutto) può provocare una drastica riduzione dei livelli di produttività, soprattutto per le colture estive (es. il mais). Per le colture irrigue invece l'aumento di traspirazione dalle piante e di evaporazione dal terreno potranno aggravare la carenza idrica, con la conseguente necessità di somministrare maggiori quantità d'acqua con l'irrigazione o di introdurre varietà più tolleranti allo stress idrico. Nella cintura alpina meridionale, è probabile che anche le aziende prive di infrastrutture irrigue dovranno quindi dotarsi di sistemi artificiali per fornire un'adeguata quantità d'acqua alle colture. L'aumento della domanda di acqua per irrigazione, almeno in determinati periodi dell'anno, potrà inoltre, determinare l'acuirsi della competizione con altri settori (es. uso idropotabile e industriale); mentre l'abbassamento delle falde, e il conseguente aumento dell'energia necessaria per l'emungimento, renderanno la pratica dell'irrigazione più costosa e inquinante da un punto di vista energetico. La scarsità idrica non affliggerà solo le comunità vegetali,

ma avrà ripercussioni anche sulla disponibilità di acqua per gli animali, per i pastori e per tutte le strutture di trasformazione dei prodotti in quota.

Eventi estremi: L'aumento della frequenza di questi eventi durante le fasi critiche dello sviluppo delle colture potrà ulteriormente accentuare gli impatti determinati dalle variazioni medie del clima. L'intensificarsi dei fenomeni precipitatori ed il relativo aumento del rischio idrogeologico può infatti, mettere in pericolo determinate coltivazioni collocate in aree instabili e/o esposte. Inoltre l'incremento di eventi piovosi più intensi possono provocare l'erosione degli strati fertili superficiali, che crescerà al crescere della pendenza dei terreni, impoverendoli di nutrienti. I medesimi eventi potranno inoltre indurre periodici fenomeni di saturazione d'acqua nei suoli che possono danneggiare le colture per riduzione della presenza di ossigeno, aumentarne la vulnerabilità a malattie e rendere difficoltose o impossibili le normali operazioni di coltivazione con rilevanti perdite economiche. L'intensificazione della ventosità, in concomitanza con la riduzione delle precipitazioni, aumenterà inoltre i rischi di erosione eolica e l'allettamento di colture sensibili (ad es. il frumento tenero). È importante sottolineare poi che gli eventi climatici estremi rischiano di danneggiare le comunità vegetali dei pascoli in modo irreversibile. Le condizioni edafiche e climatiche alpine limitano infatti la capacità rigenerativa di questi ambienti, che risultano pertanto alquanto fragili e vulnerabili.

Per quanto concerne gli effetti sull'allevamento si deve ricordare che, in linea generale, i bovini godono di buone capacità di adattamento delle loro funzioni basali per fronteggiare i cambiamenti termici, ma per stress troppo prolungati o di grande entità, queste capacità vengono meno. Diretta conseguenza di questi fattori è la grave compromissione delle performance di crescita e dunque dell'efficienza produttiva. Per le produzioni da carne, l'insieme dei fenomeni descritti, si traduce in un declino della qualità organolettica del prodotto, mentre il valore di pH più elevato compromette anche conservabilità, capacità di ritenzione idrica alla cottura, gusto ed aroma.

Aumento delle fitopatologie: attualmente si stima che malattie e insetti infestanti siano responsabili di circa il 50% delle perdite delle otto colture più

importanti a livello alimentare ed economico in tutto il mondo ed esistono prove del fatto che i cambiamenti climatici possono influenzare significativamente gli effetti di malattie e attacchi di insetti sulla produttività agricola. Questo fenomeno può verificarsi ad esempio attraverso un'alterazione della diffusione di alcune specie oppure con l'introduzione di nuovi patogeni e vettori e la conseguente affermazione di dinamiche epidemiologiche sconosciute. Le modificazioni climatiche ed ambientali dovute ai cambiamenti climatici potranno anche influenzare le interazioni coltura-parassita. Inverni più miti ridurranno la mortalità dei parassiti e possono anche influenzare la riproduzione sessuale dei patogeni, allungando il periodo idoneo e aumentando il potenziale evolutivo delle popolazioni. L'effetto dei cambiamenti climatici provocherà inoltre un più rapido sviluppo della resistenza agli agrofarmaci da parte di patogeni e insetti infestanti. Per contrastare i futuri problemi legati all'insieme di queste complesse dinamiche, gli agricoltori saranno indotti ad utilizzare più principi attivi o più alti dosaggi, aumentando di conseguenza il costo di produzione, l'inquinamento di suolo e acque, il prezzo per i consumatori e la probabilità che le piante così protette sviluppino nel tempo meccanismi di resistenza agli antiparassitari.

Altri impatti: oltre agli aspetti fin qui citati, esistono una serie di altri possibili impatti, meno diretti o di natura ancora più complessa. Tra questi, ad esempio, l'evoluzione del comportamento alimentare degli animali, ripercussioni di dinamica di popolazione per animali selvatici che interagiscono con agricoltura e allevamento e il peggioramento delle condizioni di lavoro dei malgari.

4.2 Obiettivi e strategie di adattamento

I processi di adattamento ai cambiamenti climatici in agricoltura comprendono attività piuttosto articolate e complesse che possono trovare concreta progettazione e corretto dimensionamento soltanto a livello locale tenendo conto delle situazioni sito-specifiche. Le proposte di interventi di adattamento più ricorrenti riguardano:

- il cambiamento degli ordinamenti colturali: inserimento di specie vegetali che potranno meglio adattarsi alle condizioni future. Di particolare

interesse le specie con apparato radicale profondo per la migliore capacità di approvvigionamento idrico e di aerazione del suolo nonché le colture intercalari o gli inerbimenti con consociazioni specifiche a basso fabbisogno idrico;

- a rilocalizzazione di alcune colture: a titolo di esempio, localizzare di vite a maggior altitudini;
- il cambiamento delle tecniche colturali: analizzare le possibilità e i limiti per migliorare l'infiltrazione e la capacità di ritenuta idrica dei suoli; progettare e testare sistemi di coltivazione integrati che combinino gli avvicendamenti delle colture, l'adozione di tecniche di "agricoltura conservativa" attraverso la gestione delle lavorazioni, gestione dei residui colturali, le rotazioni, l'impiego di "cover crop" intercalari; modificare i metodi di irrigazione;
- la ricerca genetica: costituire varietà più resistenti agli effetti dei cambiamenti climatici e/o recuperare varietà e specie con patrimoni genetici adeguati;
- adeguamento e/o nuova costruzione di ricoveri zootecnici i tenendo conto dell'orientamento degli edifici; della coibentazione di copertura per le pareti dei ricoveri; degli impianti di raffrescamento.

Sul fronte dell'adozione delle buone pratiche si riscontra ancora una non adeguata sensibilità degli imprenditori agricoli, in parte a causa della scarsa redditività e volatilità del settore, che limitano la realizzazione di miglioramenti aziendali, in parte a causa della senilizzazione dei conduttori che rappresenta un vero e proprio ostacolo all'introduzione di innovazioni nelle tecniche e nella gestione dell'attività.

5. Gli impatti sulla biodiversità

La biodiversità è definita come la varietà e la variabilità degli organismi viventi e dei sistemi ecologici in cui essi vivono e comprende la diversità a livello genetico (differenze del patrimonio genetico di una specie), a livello specifico (numero di specie e loro abbondanza relativa in una determinata area o ecosistema) e a livello ecosistemico (varietà di ecosistemi presenti su un determinato territorio e interrelazioni con le specie che li abitano). La regione alpina, grazie alla varietà di condizioni ecologiche originate dai gradienti altitudinali, di temperatura e di precipitazioni che la caratterizzano, è una delle aree più ricche d'Europa. Ne costituisce conferma il fatto che nelle Alpi si trovano 870 siti di importanza comunitaria e 19 aree protette in Svizzera, che ospitano specie vegetali, specie animali e habitat di grande interesse naturalistico. Il verificarsi di significativi periodi di riscaldamento o raffreddamento globale ha sempre comportato la messa a punto di strategie adattative da parte delle specie; ma l'attuale intensità e rapidità dei cambiamenti in corso sembra rendere inefficaci i normali processi evolutivi per molte di queste. Le principali ripercussioni sugli organismi e sulle comunità biotiche si possono sintetizzare in:

- variazioni delle funzioni fisiologiche e dei tassi metabolici, fino all'instaurarsi di possibili effetti sulle dinamiche di popolazione;
- modificazioni della durata delle fasi di crescita, sfasamento dei cicli vitali di predatore e preda, parassita e ospite, con una propagazione degli effetti nell'intera rete alimentare;
- cambiamenti della fenologia quali variazioni nei periodi di fioritura di specie vegetali alpine, anticipazione o ritardo nelle migrazioni;
- spostamenti altitudinali e latitudinali delle specie, che salgono in quota o verso nord per inseguire le condizioni ecologiche e climatiche adatte alla loro sopravvivenza e raggiungere habitat alternativi idonei. Estinzioni locali o definitive di specie impossibilitate a raggiungere in tempo habitat idonei o a spostarsi ulteriormente quando le quote più elevate saranno

raggiunte. Questi processi sono aggravati dalle scarse capacità dispersive di molte specie alpine, associate a frequenti situazioni di frammentazione degli habitat, con conseguente riduzione della variabilità genetica dovuta ad una drastica riduzione della popolazione. Questi cambiamenti implicano modifiche della struttura e delle funzioni ecologiche degli habitat, oltre che effetti sulle altre specie presenti;

- interferenza con i fenomeni di competizione interspecifica, in quanto vengono favorite le specie tolleranti a scapito delle specie stenoterme;
- nuove invasioni biologiche o diffusione di specie aliene invasive già presenti.

I sistemi acquatici

L'aumento della temperatura atmosferica fa registrare evidenti incrementi di temperatura anche delle acque particolarmente marcati quelli attesi per i fiumi alpini, a causa del ridursi della copertura nevosa e dei ghiacciai. In riferimento alle componenti biotiche, a causa dei cambiamenti climatici, entro il 2050 si prevede una diminuzione dell'idoneità degli habitat per la maggior parte delle specie (piante, pesci, molluschi, anfibi, rettili, odonati, crostacei), combinata ad uno shift delle distribuzioni verso nord-est. Oltre agli effetti diretti vanno considerate anche numerose conseguenze indirette; ad esempio, è stata evidenziata l'influenza delle variazioni di temperatura sul prolungamento della stagione produttiva, con implicazioni sulle fioriture algali che tenderebbero a verificarsi in anticipo in primavera e a terminare più tardi in autunno. Tra gli ecosistemi più studiati, a causa della loro maggiore vulnerabilità, si annoverano le acque lentiche di piccole dimensioni e scarsa profondità, compresi i laghi d'alta quota. In particolare i bacini lacustri situati oltre il limite della vegetazione arborea ospitano un numero elevato di specie particolarmente sensibili anche a piccole variazioni della temperatura e della durata della copertura ghiacciata. Il riscaldamento globale può causare variazioni nella composizione in specie delle comunità, perdita di specie poco tolleranti e colonizzazione da parte di specie normalmente adattate a vivere a quote più basse. In anni particolarmente secchi, i bacini meno profondi possono

andare incontro a completo prosciugamento, con una conseguente perdita delle specie in grado di sopravvivere esclusivamente in laghi permanenti. Particolarmente importante, ma altrettanto difficoltosa, è la stima degli effetti a cascata sul complesso di parametri che determinano la qualità ecologica (fisico-chimica e biologica) dei corpi idrici. Le variazioni climatiche possano modificare le “condizioni di riferimento” che, in ottemperanza alla Direttiva Quadro sulle Acque, devono essere fissate per tutti i corpi idrici (Kernan et al. 2011).

Comunità e specie animali

Particolarmente sensibili alle variazioni di temperatura risultano gli animali ectotermi, come anfibi, rettili, pesci. La temperatura ambientale influenza tutti gli aspetti vitali dell'erpeto fauna (anfibi e rettili), come i periodi di attività, il tasso metabolico, la funzionalità del sistema immunitario, la suscettibilità alle malattie, la crescita e lo sviluppo, la riproduzione, la distribuzione geografica e la scelta degli habitat. Inverni troppo caldi potrebbero esaurire le risorse energetiche di specie in ibernazione, mentre alcuni individui potrebbero essere uccisi da gelate tardive. Sia i rettili che gli anfibi presentano capacità dispersive troppo limitate per rispondere a cambiamenti rapidi.

Allo stesso modo, i tassi metabolici e molte delle funzioni fisiologiche dei pesci di acqua dolce sono influenzate dalla temperatura. La risposta della fauna ittica al riscaldamento globale può manifestarsi con lo spostamento verso aree a temperatura e condizioni ambientali ottimali sia nello stesso corpo idrico che a più ampia scala spaziale, oppure con risposte fisiologiche ed ecologiche, quali i tassi di crescita e le modalità riproduttive (Lappalainen et al. 2007).

Per quanto riguarda le comunità ornitiche, i dati mostrano come stiano cercando di adattarsi ai cambiamenti in atto, benché i fattori in gioco siano molteplici e lo siano anche le risposte delle singole specie. Diversi studi hanno dimostrato ad esempio che gli uccelli migratori stanno modificando periodi e rotte migratorie. Le specie tipicamente alpine risultano particolarmente adatte a registrare gli effetti delle variazioni climatiche. Ad esempio, gli uccelli che abitano in ambienti aperti di alta montagna, oltre il limite degli alberi,

possono risentire della salita in quota delle foreste.

I cambiamenti climatici possono avere effetti anche su erbivori più grandi, come lo Stambecco (*Capra ibex*), che non tollera bene il caldo. Si evidenziano diminuzioni del tempo dedicato al foraggiamento di maschi adulti all'aumentare della temperatura e dell'irraggiamento, o variazioni del comportamento spaziale stagionale in relazione ai fattori climatici (copertura nevosa in inverno e temperature in estate).

Vegetazione

Per quanto riguarda la vegetazione il fenomeno più rilevante sotto il profilo fisionomico-strutturale correlabile ai cambiamenti climatici consiste nella migrazione delle formazioni boschive verso quote più elevate. È tuttavia spesso difficile discriminare il ruolo assunto dal riscaldamento globale rispetto a quello dell'abbandono delle pratiche pastorali.

5.1 Obiettivi e strategie di adattamento

In termini di adattamento, sono cinque i principi fondamentali per la conservazione della biodiversità in un periodo di rapidi cambiamenti: mantenimento e incremento della resilienza ecologica, adattamento al cambiamento, sviluppo di conoscenze e pianificazione strategica, integrazione tra settori e messa in atto di azioni pratiche nell'immediato.

Tra le azioni di pianificazione della conservazione volte all'adattamento ai cambiamenti climatici vi sono quelle che riguardano lo sviluppo di reti di conservazione, in particolar modo di aree protette. Non è comunque sufficiente pensare di poter raggiungere un sistema di protezione adeguato e rappresentativo basandosi solo sulle distribuzioni e le condizioni attuali di habitat e specie. Pertanto, bisogna espandere la superficie delle aree protette per mantenere vitali le popolazioni e accrescerne la capacità di adattamento e incorporare nuove zone di rifugio, dare priorità alla protezione di paesaggi ancora intatti e assicurare la connettività tra aree protette, poiché è probabile che gli effetti dei cambiamenti climatici pregiudicheranno la capacità dell'attuale network di fornire adeguata protezione (Lawler, 2009).

Al giorno d'oggi, inoltre, molte sono le barriere realizzate dall'uomo che possono essere d'ostacolo al naturale spostamento delle specie verso nuove aree con condizioni ambientali e climatiche più idonee. L'incremento della connettività tra habitat si può attuare attraverso una varietà di operazioni, quali:

- la creazione di corridoi ecologici per animali e per vegetali;
- la protezione di piccole aree localizzate tra aree protette più estese (stepping-stone areas, letteralmente "pietre da guado"), che possano coadiuvare il transito delle specie;
- la gestione mirata delle acque e dei terreni situati tra aree protette;
- il restauro delle reti ecologiche in territori a prevalente indirizzo agricolo e selvicolturale;
- realizzazione di passaggi per la fauna in corrispondenza di infrastrutture viarie;
- attività di riforestazione;
- miglioramento degli habitat e della connettività per specie target;
- rivitalizzazione e studio sulla connettività di corsi d'acqua;
- regolamentazione dei flussi turistici;
- scambi transfrontalieri di esempi di buone pratiche;
- formazione, comunicazione e sensibilizzazione su temi specifici.

Oltre alla necessità di proteggere ed implementare la connettività tra habitat, sono necessarie anche altre azioni di:

- integrazione del tema dei cambiamenti climatici e "connettività ecologica" all'interno del processo di pianificazione;
- mitigazione delle minacce concorrenti (specie invasive, frammentazione, inquinamento...), al fine di favorire la resilienza dei sistemi. La riduzione di minacce e di stress non direttamente legati a fattori climatici può infatti apportare benefici alle popolazioni naturali, che saranno maggiormente in grado di assorbire le perturbazioni;
- eventuale traslocazione delle specie per prevenirne l'estinzione, soprattutto in casi di limitata capacità di dispersione o range distributivi

molto limitati.

Per quanto riguarda specificatamente gli ecosistemi montani e subartici, si ritiene che saranno particolarmente influenzati dai cambiamenti climatici in Europa, data la forte correlazione tra clima e distribuzione delle specie, associata ad un relativo scarso impatto dei fattori non climatici. Le principali azioni di adattamento che si possono realizzare sono:

- Protezione di potenziali aree di microrifugio e di nicchie per la persistenza delle specie in situ;
- Mantenimento della copertura vegetazionale, finalizzato alla regolazione climatica a livello di microhabitat (riduzione dell'esposizione al calore e alle tempeste);
- Facilitazione del movimento delle specie e promozione della connettività tra patches;
- Gestione delle interazioni tra specie (controllo del rapporto predatori/erbivori, anche tramite la gestione del pascolamento per assicurare un appropriato numero di erbivori nell'ecosistema; massimizzazione della qualità e varietà di habitat per ridurre i rischi associati alla competizione; controllo delle malattie; riduzione del disturbo per rendere gli habitat meno permeabili alle specie invasive);
- Valutazione e riduzione degli impatti antropici, derivanti, ad esempio, dal turismo;
- Traslocazione di specie quale ultima risorsa in caso di capacità di dispersione molto limitate o isolamento di aree particolari (cime delle montagne, aree riparate dal freddo).

Per quanto riguarda le praterie, queste hanno subito rilevanti processi di abbandono che hanno innescato l'evoluzione delle successioni vegetazionali e la perdita di specie. Per favorire l'adattamento delle praterie, risultano importanti:

- la realizzazione di schemi agro-ambientali
- la riduzione degli incentivi alle coltivazioni finalizzate alla produzione di

“bio-energia”

Nell'ottica di creare una sinergia tra adattamento e conservazione della biodiversità, è inoltre necessario:

- evitare la conversione delle praterie in campi coltivati, specialmente per quanto riguarda le praterie ad alto valore naturale
- riconvertire campi o praterie su suoli altamente organici gestite intensivamente in praterie a conduzione estensiva per promuovere lo stoccaggio del carbonio, evitarne il dilavamento e restaurare habitat idonei per le specie
- individuare usi sostenibili per le praterie su suoli ricchi di materia organica

6. Gli impatti sulle foreste

I cambiamenti climatici esercitano un impatto significativo sugli ecosistemi forestali e i vari fattori di impatto determinano effetti diversi sulle diverse formazioni. Ciascun fattore va considerato sia singolarmente che nel contesto complessivo dei mutamenti climatici. I principali fattori di impatto con influenza diretta e indiretta sulle formazioni forestali, sono:

- aumento della CO₂ atmosferica;
- aumento della temperatura;
- variazioni del regime delle precipitazioni;
- disturbi di carattere abiotico (dissesti, siccità, incendi, tempeste di vento);
- disturbi di carattere biotico (insetti e altri fitopatogeni).

Aumento della quantità di CO₂

La quantità di CO₂ nell'atmosfera assume sempre più importanza come fattore di impatto sugli ecosistemi in virtù delle sue concentrazioni effettive. Nel 1960 a livello mondiale venivano emesse 9.413 MtCO₂, nel 2016 si è arrivati a 36.183 MtCO₂. Il trend è in ulteriore crescita (Global Carbon Atlas, 2017), tanto che la concentrazione atmosferica di CO₂ è aumentata a un ritmo record nel 2016, sia a causa delle attività umane che del potente fenomeno de "El Niño" (WMO - World Meteorological Organization, 2017). L'aumento di concentrazione di CO₂ determina diverse ricadute sulle cenosi forestali e non tutte necessariamente negative. Ad esempio intensifica il processo di fotosintesi; ma l'incremento della fotosintesi aumenta l'intensità di tutti i processi fisiologici della pianta che, di conseguenza, richiede più acqua e richiama maggiori quantità di nutrienti dal suolo, in particolare di azoto (N). Allo stesso tempo, l'accrescimento delle piante non avviene in modo proporzionale all'aumento di CO₂. È stato inoltre rilevato che l'aumento di CO₂ determina una parziale chiusura degli stomi, riducendo la perdita di acqua per traspirazione e rendendo più difficoltoso il controllo della temperatura fogliare. Complessivamente la singola pianta si trova quindi a fronteggiare una situazione di squilibrio fisiologico.

Aumento della temperatura

Anche in questo caso si possono manifestare effetti positivi. Ad esempio, aumenta la lunghezza della stagione vegetativa ma, in queste condizioni il fattore limitante diventa la disponibilità acqua. La variazione della lunghezza della stagione vegetativa consente inoltre alle specie normalmente situate a quote inferiori e limitate dall'asprezza del clima, di poter salire di quota entrando in competizione con le specie più specializzate o più resistenti ai climi rigidi minacciandone la loro esistenza. Relativamente al limite superiore della quota attuale di insediamento della vegetazione arborea, il discorso è più complesso poiché, se da un lato è evidente che il bosco sta invadendo ampie aree prative, risulta difficile distinguere le evoluzioni di copertura forestale dovute ai mutamenti climatici rispetto a quelle originate dai mutamenti di natura socio-economica del territorio montano. Nella maggior parte dei casi si può affermare che tale processo di colonizzazione sia dovuto principalmente all'abbandono della pratica del pascolo piuttosto che da fenomeni correlabili i cambiamenti climatici.

Variazione delle precipitazioni

La disponibilità di acqua nel suolo, abbinata ad altri fattori d'impatto, costituisce un fattore limitante per lo sviluppo del bosco. Il consumo di acqua è direttamente correlato alla fotosintesi e di conseguenza alla concentrazione di CO₂ nell'aria. Allo stesso modo, l'aumento delle temperature, in assenza una adeguata disponibilità di acqua nel suolo, può portare a condizioni di siccità con effetti evidenti. In condizioni di siccità aumenta l'evapotraspirazione delle piante per mantenere una adeguata temperatura delle lamine fogliari mentre, contestualmente, l'acqua nel suolo viene persa per evaporazione. Lo squilibrio che ne consegue genera stress. Alcune specie, tra le quali il faggio (di particolare importanza sotto il profilo selvicolturale), sono a questo riguardo particolarmente sensibili. L'accrescimento del faggio diminuisce sensibilmente in presenza di temperature elevate e in assenza di precipitazioni. Ci si aspetta quindi una riduzione del suo areale di diffusione nelle aree meridionali del continente europeo e alle quote inferiori dove la pianta è minacciata dalle specie più xerofile, mentre a quote superiori entra come rinnovazione nei boschi di conifere. Per quanto concerne le conifere, studi effettuati sugli

accrescimenti radiali di alcune specie forestali durante le stagioni siccitose del 1976 e del 2003, hanno appurato una maggiore resistenza ai fenomeni siccitosi da parte dell'abete bianco rispetto all'abete rosso che ha manifestato una significativa riduzione della sua crescita radiale (Vitali et al. 2017). È evidente quindi che la diversa reazione delle specie agli stress idrici comporta anche un'alterazione delle capacità competitive reciproche e di conseguenza una variazione delle composizioni forestali. Le precipitazioni hanno inoltre una grande influenza sulle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche dei suoli forestali. L'aumento delle temperature accompagnato da adeguata disponibilità di acqua determina un aumento della decomposizione delle lettiere, mentre il solo aumento di temperatura, in assenza di precipitazioni, potrebbe favorirne l'aumento. Esiste infine una correlazione diretta tra umidità della frazione organica del suolo e incendi.

Disturbi di carattere abiotico

I cambiamenti climatici, quando si manifestano in forma sinergica, determinano numerosi impatti di carattere abiotico a carico delle aree forestali quali incendi, dissesti idrogeologici, tempeste di vento. Tali fenomeni, oltre che interferire direttamente con struttura, composizione specifica e funzioni del bosco causando la morte delle piante, spesso determinano condizioni di alterazione anche a carico del suolo. Si tratta inoltre di tipologie di impatto che hanno una diretta relazione con i temi di protezione civile e che di conseguenza dovranno sempre più essere tenuti in considerazione. Anche la pianificazione del territorio dovrà sempre più tenere in considerazione l'interazione tra aree urbane e aree forestali dal momento che si tratta di modelli di uso del suolo che, nelle situazioni di interfaccia e in presenza dei cambiamenti dei parametri climatici, generano reciprocamente rischi ambientali. Gli incendi, oltre a danneggiare direttamente il soprassuolo arboreo e arbustivo, distruggono la materia organica presente al suolo con una notevole perdita di carbonio stoccato, rendono inoltre il suolo molto vulnerabile rispetto ad altri fattori quali l'acqua di ruscellamento e il vento che possono dilavare e asportare la parte superficiale di suolo, non più protetta. Negli ultimi anni, in tutto l'arco delle Alpi, si sono osservati, in termini qualitativi, un numero crescente di incendi divampa in aree normalmente non coinvolte e un allungamento dei

periodi di rischio incendio con avvio precoce in primavera e prolungamento in autunno. Le foreste svolgono anche un cruciale ruolo nella protezione dal dissesto idrogeologico. Negli ecosistemi forestali il bilancio idrico è caratterizzato da una fase di input, dovuta alle precipitazioni e all'infiltrazione, e di output dovuta alla traspirazione e all'evapotraspirazione. Si registra uno squilibrio dovuto a una riduzione del deflusso superficiale, un aumento dei tempi di corrivazione e, quindi, della capacità di laminazione dei bacini. Lo squilibrio originato dai cambiamenti climatici, ed in particolare i fenomeni di concentrazione delle precipitazioni, possono dare origine a superamenti della capacità di regimazione delle formazioni forestali. In tali situazioni gli eventi di dissesto, dall'erosione superficiale e sotto-superficiale alle frane e alle alluvioni, possono coinvolgere direttamente le coperture forestali. Per quanto riguarda le tempeste di vento, queste sono un fenomeno tipico delle zone forestali nord-europee, ma sempre più frequentemente si riscontrano schianti da vento anche nelle aree alpine e mediterranee. Questi possono produrre effetti non solo in termini di riduzione della produzione legnosa, ma anche di perdita della capacità di fornire fondamentali utilità ecosistemiche. Gli effetti del vento possono influenzare direttamente la stabilità ecologica del soprassuolo. Le nuove aperture create dal vento, inoltre, alterano il microclima forestale, aumentano l'illuminazione del suolo e influiscono direttamente sulla rinnovazione del soprassuolo forestale interferito. Uno studio specifico ha evidenziato una correlazione tra la siccità e gli schianti da vento. La siccità indebolisce fisiologicamente le piante rendendole più suscettibili a rottura per il carico a cui sono sottoposte durante le tempeste di vento. Anche le piogge abbondanti, imbibendo il suolo, rendono le piante più suscettibili al ribaltamento durante le tempeste di vento.

Disturbi di carattere biotico

Tra gli organismi potenzialmente nocivi per il bosco figurano: insetti, nematodi, fitoplasmi, batteri, funghi, virus e viroidi. Il ciclo biologico di tutti questi organismi è direttamente influenzato da parametri climatici, con conseguenze sugli attuali equilibri tra ospiti e parassiti. Potrà variare non solo la tipologia di parassiti presenti, ma anche (a lungo termine) la distribuzione delle specie di alberi ospitanti che saranno quindi a contatto con nuovi patogeni. Si potrà

verificare la diffusione improvvisa di agenti patogeni che possono avere una maggiore invasività.

Ulteriori impatti su aspetti di fisiologia delle piante

Negli ultimi anni sono sempre più frequenti gelate e nevicate tardive. Si tratta di eventi non ancora sufficientemente indagati, che tuttavia hanno determinato impatti evidenti sulle coperture forestali. Le piante già in vegetazione che subiscono gelate tardive devono ricacciare le gemme e rivegetare con conseguente stress fisiologico. Le gelate, le nevicate, o le piogge abbondanti sulle fioriture possono determinare ricadute negative indirette anche sulla produzione di miele.

Allo stesso modo, vanno considerate le conseguenze sulle attività antropiche. Il prolungamento della stagione calda prolunga la stagione lavorativa in bosco. Ad esempio si è verificato che la quasi totale assenza di neve in alcune aree alpine nell'inverno 2015/2016 ha consentito alle imprese forestali di lavorare in bosco continuativamente. Le ripercussioni non sono ancora state valutate in modo approfondito, ma si è riscontrato che il tempo necessario all'utilizzazione dei lotti si è ridotto ed è aumentata consistentemente la disponibilità di legna da ardere e il mercato si è conseguentemente saturato. La ricaduta sul bosco si è avvertita nell'anno successivo con il mancato taglio di numerosi lotti boschivi maturi e il disallineamento delle pratiche selvicolturali rispetto alle previsioni dei piani forestali. L'innalzamento delle temperature negli ultimi inverni ha inoltre influito significativamente sulle dinamiche del mercato del legno da ardere: se da un lato si è ridotta il fabbisogno complessivo, dall'altro è comunque aumentata la richiesta di legna da ardere poiché molto spesso nelle aree rurali il riscaldamento centralizzato, è integrato dal riscaldamento con stufe a legna e le temperature elevate hanno reso sufficiente il solo utilizzo delle stufe a discapito degli impianti di riscaldamento centralizzati.

6.1 Obiettivi e strategie di adattamento

Gli obiettivi di adattamento relativi alla gestione forestale dovrebbero mirare alla "gestione sostenibile" di un ecosistema forestale, ossia una gestione che mira a salvaguardare tutte le funzioni ecosistemiche del bosco, enfatizzando

quelle più importanti in ciascuna compartimentazione forestale, senza però trascurare le altre. In particolare vanno integrate misure materiali e immateriali, quali:

- promozione di filiere forestali certificate finalizzate a garantire la sostenibilità degli interventi selvicolturali e loro tracciabilità;
- gestione, conservazione e valorizzazione degli habitat forestali e delle aree forestali attraverso la redazione di piani di gestione, elaborazione piani rischio incendi;
- sviluppo di servizi al settore forestale finalizzati alla valorizzazione, tutela e promozione economica, culturale, turistica e ricreativa della risorsa forestale, del territorio e dell'ambiente locale;
- raccolta, monitoraggio e controllo di dati ecologici, degli impatti sugli ecosistemi e dei popolamenti forestali contro i rischi naturali di origine biotica;
- tutela della biodiversità garantendo aree forestali di elevato valore naturalistico, lasciandole alla libera evoluzione e rinunciando ai prelievi legnosi;
- azioni di adeguamento e miglioramento di impianti e infrastrutture: rinnovamento del parco macchine; utilizzo di tecniche per ridurre l'impatto su suolo e rinnovazione;
- gestione, miglioramento e diversificazione specifica e strutturale (tramite diradamento, sfoltimento e potature) dei soprassuoli forestali per aumentare la prevenzione del rischio incendio e altri pericoli naturali;
- creazione/ripristino/adeguamento di infrastrutture di protezione e supporto per l'antincendio boschivo;
- prevenzione e lotta della diffusione di fitopatie e fitofagi attraverso l'introduzione di antagonisti e la lotta biologica;
- realizzazione di interventi di imboschimento o rimboschimento su aree a rischio erosione, desertificazione, dissesto e/o contaminazione da agenti inquinanti, pertinenze idrauliche per il consolidamento dei versanti e delle sponde, miglioramento qualitativo e funzionale del corpo idrico e fitodepurazione.

7. Gli impatti sul sistema insediativo

La maggior parte degli studi che mettono in relazione il cambiamento climatico ai sistemi insediativi prende in considerazione soprattutto gli impatti di grandi agglomerati urbani, soprattutto in termini di produzione di CO₂; sono invece poco considerati i centri abitati minori, (tipici dell'arco alpino). Tuttavia, molti degli elementi che riguardano gli impatti del CC sui sistemi insediativi possono essere ritrovati in altri filoni della letteratura sul cambiamento climatico, quali: (a) gli impatti diretti e indiretti sul carico antropico (disponibilità di risorse, aumento del fabbisogno energetico, impatti sull'agricoltura e crescente vulnerabilità delle infrastrutture) e (b) gli impatti alla scala di edificio.

7.1 Fattori di impatto

Il rischio idrogeologico che in Italia, in particolare nella valle del Po, e in Francia nelle aree di confine sud-orientale è già notevole – non potrà che aumentare a causa del cambiamento climatico, esercitando maggiore stress sulle strutture abitative, sulle infrastrutture turistiche e di trasporto e incrementando i costi, non solo in termini economici, ma anche umani per le comunità residenti. Ad esempio, negli ultimi anni, si osserva un apparente aumento dei fenomeni erosivi, con episodi di ruscellamento che provocano una significativa erosione delle sezioni stradali. Eventi di questo tipo, una volta considerati eccezionali, stanno diventando comuni. Ne sono un esempio le violente inondazioni in Valdaine (Isère) del giugno 2002 e la crisi seguita alla chiusura per diversi anni della strada Grenoble-Briançon in seguito al danneggiamento del tunnel del Chambon. L'aumento dell'attività di movimento del terreno e il suo impatto sulle reti di trasporto potrà, alla lunga, incrementare il rischio di isolamento delle valli alpine con un impatto considerevole sulla vita socioeconomica delle zone colpite (isolamento, interruzione delle attività, perdita di immagine e di attrattività). Questa questione è al centro delle preoccupazioni locali degli amministratori e dei tecnici nelle valli più esposte (PARN, 2018). Oltre ai danni alle infrastrutture per la mobilità va anche tenuto conto di quelli alle infrastrutture di erogazione dell'acqua, della corrente elettrica e alle

infrastrutture telefoniche, già oggi in ritardo di sviluppo nelle aree montane più remote.

L'aumento del rischio frane, valanghe e alluvioni incide anche sui costi di manutenzione e di spese per le attività di prevenzione e protezione per le strutture e gli impianti di risalita legate al settore turistico. Questi costi, in aggiunta a quelli dovuti alle pratiche di innevamento artificiale, possono portare a costi economici alla lunga insostenibili per il turismo invernale.

Per quanto riguarda il turismo estivo, grazie al prolungamento della stagione estiva, gli impatti sono apparentemente positivi. L'aumento dei flussi turistici può, però, rappresentare anche una minaccia. Le maggiori pressioni antropiche possono infatti deteriorare l'ambiente naturale, con effetti negativi sulla disponibilità di risorse idriche, consumi elettrici e consumo di suolo. Bisogna considerare che, oltre alla variazione della domanda è ipotizzabile che si registrerà anche una variabilità delle fonti. Ad oggi, infatti, la fonte di energia rinnovabile più rilevante nelle Alpi è l'idroelettrico, che si prevede subirà un calo di produzione a causa della riduzione della portata dei fiumi. Il rischio è una competizione nell'uso delle risorse tra settori (agricoltura, produzione idroelettrica, fornitura acqua potabile e turismo). Per quanto riguarda la risorsa idrica queste problematiche possono generare conflitti, non solo tra gli utenti della regione alpina, ma anche tra questi e gli utenti al di fuori delle Alpi dove si prevede che i fenomeni di siccità saranno sempre più frequenti. Le maggiori permanenze dei turisti o l'arrivo di nuovi abitanti stagionali in fuga dalle ondate di calore della pianura potrebbe anche comportare nuovo consumo di suolo, dovuto al fenomeno delle seconde case, specialmente nelle aree montane più vicine ai grandi centri città, dove già tra anni '80 e '90 si è assistito alla nascita di aree residenziali destinate all'uso temporaneo e vacanziero del turismo invernale. L'eventuale ampliamento dell'abitato può generare isole di calore e impatti sul consumo di elettricità per la maggior domanda necessaria al raffrescamento degli edifici in estate. Il settore delle costruzioni dovrà raggiungere obiettivi sempre più alti di efficienza energetica. Sarà infatti richiesto un cambiamento al comportamento termico degli edifici con maggiore attenzione agli sbalzi di temperatura (eventi estremi)

e al raffrescamento nella stagione estiva. In ultimo, l'incremento del rischio incendi potrà comportare una minaccia sempre maggiore per i centri abitati, come già registrato sul versante italiano occidentale nell'ottobre del 2017 (Val di Susa, Valle Orco, Val Noce, Val Chisone e Val Germanasca le aree più colpite). Oggi, la scarsa attenzione alla prevenzione attraverso la realizzazione e manutenzione di fasce tagliafuoco, la pulizia dei sottoboschi, delle fasce laterali delle strade e delle linee di comunicazione aumenta l'esposizione di questi territori agli incendi boschivi. Infine, i cambiamenti climatici possono avere un impatto sulla formazione e sul trasporto di inquinanti atmosferici. In particolare, alcune condizioni meteorologiche come l'inversione termica e i sistemi ventosi locali tipici della regione alpina possono ostacolare la diluizione e il trasporto degli inquinanti, aumentando l'esposizione delle comunità. Anche l'atteso aumento del rischio di incendi può ulteriormente contribuire a un deterioramento della qualità dell'aria.

7.2 Obiettivi e strategie di adattamento

Nelle misure di adattamento per i sistemi insediativi, l'approccio settoriale tende ad essere prevalente. Inoltre, mentre in ambito urbano esistono già molte sperimentazioni, in ambito montano sono ancora poco diffuse. Di seguito si riportano alcuni esempi di misure strategiche e tecniche che possono essere messe in campo anche in ambiente alpino:

- limitazione dei consumi e efficienza energetica: incentivazione dell'uso di fonti rinnovabili; promozione di interventi di isolamento termico (cappotti termici, installazione di protezioni solari, ecc.); promozione tra progettisti e artigiani di confronto sul tema;
- preservare livelli appropriati di sicurezza in relazione ai pericoli naturali nel rispetto del principio di sostenibilità: soluzioni di protezione e ingegneria idraulica e naturalistica compatibili con la natura dinamica del territorio; opportuna localizzazione di eventuali nuove infrastrutture e/o rilocalizzazione di attività e infrastrutture oggi in aree a rischio; aumento del livello di consapevolezza delle comunità locali nella gestione di eventi estremi e sulla precauzione individuale; rafforzamento del legame tra piani di emergenza locali, piani regolatori e sistemi di allerta precoce.
- preservare la risorsa idrica: educazione dei cittadini alla sobrietà nei

consumi idrici; ricalcolo del valore storico del fabbisogno di acqua e delle sovvenzioni; limitazione all'utilizzo di acqua potabile per attività non indispensabili (es. il lavaggio delle automobili, l'irrigazione di orti e giardini); adozione di tecnologie all'avanguardia per l'irrigazione; rafforzamento dei serbatoi idrici dedicati alla produzione di neve artificiale e delle cisterne domestiche per la raccolta di acque piovane; piani di protezione della qualità delle acque e di procedure per l'equa distribuzione delle risorse idriche.

- limitare la produzione di CO2: rafforzare le misure tecniche e gestionali per ridurre le emissioni di particolato sottile dalla combustione di biomassa (censimento degli impianti di riscaldamento comprese le stufe a legna e a pellet, controllo delle canne fumarie dei fumi e educazione alla corretta combustione della legna); misure preventive contro gli incendi boschivi e dei sistemi di early warning.

8. Gli impatti sul turismo

Il turismo costituisce una delle attività più rilevanti per le comunità alpine. Le Alpi sono visitate ogni anno da 60-80 milioni di turisti, per un valore pari a 4 - 6 volte la popolazione locale con un fatturato di circa 50 miliardi di euro/anno e un'incidenza del 10-12% sull'occupazione. Le Alpi rappresentano la destinazione montana prevalente in Italia e Francia. In Italia vi si concentra oltre il 90% delle presenze turistiche in aree montane. La stagione invernale (dicembre-marzo) pesa per circa il 40% sul totale delle presenze turistiche nelle aree alpine. Anche in Francia le Alpi sono la prima destinazione montana per il turismo invernale. In Francia, vi si concentra il 77,5% delle presenze turistiche del Paese nella stagione invernale; di queste, il 37% in Savoia e il 32% in Alta Savoia (Abegg et al. 2007). Pertanto, il turismo sulle Alpi è fortemente dipendente dalle condizioni climatiche e dalle risorse naturali, sia nel periodo invernale che in quello estivo. Per quanto riguarda il turismo invernale, il fattore chiave è rappresentato dalla neve, che costituisce il principale elemento di attrazione. Già alla fine degli anni '80, un calo delle nevicate (in particolare nelle stagioni dal 1987-88 al 1989-90) aveva fatto emergere la forte dipendenza dell'industria turistica invernale dalla neve. L'aumento delle temperature medie, sia nel periodo estivo che in quello invernale, e maggiori precipitazioni nevose ad alta quota e piovose a bassa quota faranno registrare una riduzione complessiva dello strato nevoso e una sua minore durata complessiva per l'arrivo più tardivo delle nevicate e la loro fine anticipata. La "regola dei cento giorni"¹, per stabilire l'affidabilità delle stazioni sciistiche, sarà rispettata sempre meno. Attualmente, questa regola è rispettata ad altezze diverse nelle varie regioni alpine. Su tutte le Alpi italiane, è riscontrabile solo oltre i 1.500 metri, mentre in Francia è rispettata oltre i 1.200 metri in alcune regioni (come Savoia e Alta Savoia) e oltre i 1.500 metri in altre (come Alpi dell'Alta Provenza e Marittime). Si stima che ogni aumento di 1°C della temperatura media annuale comporterà un innalzamento di 150 metri della linea oltre cui la regola dei 100 giorni è rispettata. Di conseguenza, diminuiranno le stazioni sciistiche che potranno

1. La regola, introdotta da Witmer (1984), definisce come "affidabile" un'area per sciatori che abbia una copertura nevosa di almeno 30-50 cm (a seconda della pendenza) per almeno 100 giorni in 7 inverni su 10 nel periodo che intercorre dal 1° dicembre al 15 aprile.

essere considerata “affidabili” in termini di presenza di neve. Nel caso della Francia, l’impatto sarà più elevato che quello medio sull’arco alpino, con una riduzione delle 143 stazioni sciistiche attualmente affidabili del 14% per 1°C, del 33% per 2°C e del 62% per 4°C. L’Italia si trova invece in condizioni leggermente migliori della media, almeno per i decenni più prossimi, con una riduzione prevista di aree sciistiche affidabili pari al 12% delle 81 attuali per 1°C, del 27% per 2°C e del 74% per 4°C. In questo contesto nazionale, il Piemonte subirebbe impatti più limitati: -11% per 1°C, -17% per 2°C, -72% per 4°C. Il risultato di questo scenario potrebbe essere una selezione tra “vincitori e vinti”, con una concentrazione dei turisti invernali sulle stazioni sciistiche poste alle quote più elevate e dotate degli impianti di dimensioni maggiori, ossia quelle in grado di assicurare una maggiore affidabilità di presenza di neve e di sostenere gli investimenti necessari per favorire tale affidabilità. Rischierebbero invece di risultare finanziariamente non più sostenibili le stazioni poste a bassa quota o quelle, pur poste a quote medio-alte, che per le loro dimensioni limitate non sono in grado di sostenere gli investimenti necessari per mettere in campo misure di adattamento climatico. Inoltre, sul lungo periodo, anche per i “vincitori” potrebbero registrarsi impatti negativi: le stazioni a bassa quota sono infatti frequentate soprattutto da sciatori principianti o occasionali, e una loro chiusura rischia di determinare il mancato avvio alla pratica sciistica di nuove leve di sciatori.

Per quanto riguarda il turismo estivo, l’impatto del cambiamento climatico potrebbe essere per certi versi vantaggioso per i territori alpini, perché potrebbe accrescerne l’attrattività in termini relativi: l’innalzamento delle temperature nelle aree di pianura, legato soprattutto all’effetto “isola di calore”, potrebbe favorire un maggiore afflusso di persone dalle aree urbane nei mesi estivi. Il surriscaldamento delle aree urbane a più bassa quota potrebbe incrementare il numero di turisti che in estate “fuggono” dalle città nel fine settimana per cercare refrigerio. Ad essere favorite saranno soprattutto le aree di mezza montagna, ancor più che quelle di alta montagna. Per altri versi, il cambiamento climatico potrebbe agire negativamente sull’attrattività delle aree alpine, per la minore disponibilità di risorse idrica e per la maggiore frequenza ed entità di calamità naturali. Attività come rafting, kayaking,

canyoning dipendono molto dal regime idrico dei torrenti alpini, che potrebbe in futuro ridursi significativamente a causa delle minori precipitazioni. Inoltre, un incremento del numero di presenze turistiche nella stagione estiva potrebbe accrescere la pressione in termini di domanda di acqua potabile, andando ad incidere ancora più negativamente sulle risorse disponibili. Anche altre attività legate alla fruizione delle risorse naturali e del paesaggio come il trekking, l'arrampicata, mountain biking potrebbero essere messe a repentaglio a causa dall'aumento di rischi naturali, quali cadute di massi e ghiaccio, smottamenti e colate di fango. Tali rischi possono inoltre incidere sulla fruibilità delle infrastrutture che garantiscono l'accessibilità alle aree montane per i turisti. Nel complesso, comunque, la possibile crescita del turismo estivo difficilmente sarà in grado di compensare la probabile diminuzione delle presenze invernali legate agli sport invernali.

8.1 Obiettivi e strategie di adattamento

Il turismo è uno tra i settori più interessati dagli effetti del cambiamento climatico. Si tratta, inoltre, di un settore fortemente sovvenzionato da fondi pubblici, in ragione della sua importanza per il sistema socioeconomico locale e territoriale. Di conseguenza, l'adozione di strategie di adattamento e mitigazione deve essere una priorità per le amministrazioni pubbliche, locali e sovralocali, per favorire la sostenibilità dello sviluppo territoriale. È bene sottolineare che in questo settore c'è molta confusione tra strategie di adattamento e di mitigazione. Molte misure, nascono infatti in risposta a dinamiche del fenomeno turistico ma sono determinate da più fattori e non solo il cambiamento climatico. Un esempio è la diminuzione dei flussi turistici: essa è provocata solo in parte dal cambiamento climatico; altri fattori possono essere, ad esempio, di natura economica e/o legati al cambiamento delle abitudini e delle aspettative del turista. Misure di contrasto a questi fenomeni non sempre vanno nella direzione di un adattamento al cambiamento climatico, ma anzi, possono finire per esasperare gli impatti. Pertanto, non tutte le misure possono essere considerate di per sé come buone pratiche tout court. Le misure di adattamento possono essere suddivise in due principali insiemi: misure tecniche e misure non tecniche.

Misure tecniche:

- innevamento artificiale: è, senza dubbio, la più diffusa. Negli ultimi 20 anni sono state investite su questo fronte ingenti risorse, buona parte delle quali pubbliche. Oggi quasi metà delle piste dell'arco alpino vengono innevate artificialmente e in alcune aree l'innevamento può essere assicurato sul 100% delle piste. L'innevamento artificiale è volto, essenzialmente, a garantire l'esercizio sciistico per un periodo di tempo più lungo possibile, mantenendo la durata e la consistenza della stagione. Tuttavia, questa misura implica criticità, di natura fisica, economica e ambientale. L'incremento dei costi va valutato anche in termini di insostenibilità dei consumi energetici e idrici.



Figura 4. Innevamento artificiale a Plan de Corones. Foto: Dislivelli

- snow farming: Questa pratica consiste nell'accumulo di neve in punti e zone idonee (es. alle quote più elevate, in prossimità delle piste e in luoghi esposti a nord). La neve accumulata viene ricoperta con uno strato di segatura e con uno speciale telo geotermico che riflette i raggi solari. In questo modo, a seconda dell'altitudine e del tipo di copertura, parte della neve accumulata a fine stagione può effettivamente essere utilizzata all'inizio di quella successiva. Pur risultando sensibilmente meno impattante e dispendiosa rispetto all'innevamento artificiale, anche questa misura non è esente da criticità, non solo dal punto di vista della fattibilità tecnica (non tutte le aree sono idonee allo stoccaggio) ma anche per quanto riguarda gli impatti che questi grandi cumuli ricoperti con teli bianchi generano sul paesaggio montano.



Figura 5. Snow farming in Val Martello



Figura 6. Snow farming in Val Martello

- interventi di modellazione del terreno: misura volta a ridurre lo spessore minimo del manto nevoso necessario per garantire la sciabilità. Comprende l'eliminazione di ostacoli quali pietre e arbusti, la livellazione di superfici disomogenee, la creazione di zone d'ombra e il prosciugamento di zone umide. Implica impatti significativi, non solo sul paesaggio, ma anche sulla biodiversità (depauperando la vegetazione) e sull'assetto idrogeologico, in ragione del sensibile incremento dei danni da erosione.



Figura 7. Modellazione del terreno per la preparazione delle piste in Val di Fassa

- concentrazione delle piste in zone particolarmente idonee: sviluppo di piste in aree orientate a nord, dove il manto nevoso permane più a lungo; dismissione delle piste alle quote più basse e l'intensificazione dei versanti già infrastrutturati ma non ancora pienamente sfruttati; creazione di nuovi domini sciabili alle quote più elevate.

Misure non tecniche

A differenza delle misure tecniche di adattamento, soltanto una delle misure non tecniche è orientata all'offerta sciistica, mentre le restanti tre si muovono nella direzione di individuare, sviluppare e promuovere sistemi di offerta alternativi. Tra le misure non tecniche si segnalano:

- sostegno finanziario all'offerta sciistica: sovvenzioni all'esercizio sciistico

con fondi pubblici (finanziamenti in conto esercizio, finanziamenti bancari a tasso agevolato, partecipazione diretta di enti pubblici);

- diversificazione dell'offerta turistica invernale: finalizzata a ridurre la dipendenza dei sistemi socioeconomici locali dal turismo sciistico ampliando il bacino d'utenza soddisfacendo più tipologie di utenti nello stesso momento. Le alternative comprendono sia proposte comunque legate alla neve (escursioni con racchette da neve e parchi divertimento), sia proposte complementari, come centri benessere, iniziative culturali, etc.
- pluristagionalità dell'offerta turistica: utilizzo degli impianti di risalita per escursionisti e/o in mountain bike rafforzando il sistema socioeconomico locale, riducendo la stagionalità del periodo lavorativo.
- sostenibilità del modello turistico: costruzione di modelli di offerta sostenibili per l'ambiente e per il clima, rispettose delle tradizioni e delle economie locali (consorzi comunali innovativi, conservazione del paesaggio culturale, promozione dei prodotti locali, mobilità dolce e bioenergetica).

9. Gli impatti intersettoriali e i servizi ecosistemici

9.1 La matrice intersettoriale degli impianti

Una parte degli impatti che il cambiamento climatico ha sui vari settori non restano limitati a tali settori, ma finiscono per propagarsi da un settore all'altro, generando impatti "intersettoriali". Un ruolo importante in questa intersettorialità è giocato in particolare dai rischi naturali, che impattano tanto sull'ambiente naturale che su quello antropico, e finiscono per coinvolgere tutti i settori. Stessa cosa vale per la risorsa acqua: molte dinamiche di cambiamento climatico possono comportare da un lato una riduzione delle risorse idriche disponibili, dall'altro un incremento del loro consumo. Questo meccanismo può determinare forme di conflittualità e concorrenza tra i vari settori nell'accesso alla risorsa e nel suo utilizzo. Di seguito, gli impatti intersettoriali vengono sintetizzati in una matrice quadrata a due entrate: sulle righe sono riportati i settori che ricevono impatti dai settori in colonna. Ogni casella riassume dunque i principali impatti del CC che dal settore in colonna vanno a riverberarsi sul settore in riga.

	Rischi naturali	Biodiversità	Foreste	Agricoltura	Turismo	Sistema insediativo
Rischi naturali		Scomparsa specie più sensibili.	Maggiore mortalità forestale causa eventi estremi.	Maggiori danni alle culture.	Aumento danni agli impianti. Maggiore vulnerabilità dei fruitori	Aumento dei danni a cose e persone. Aumento dei costi di manutenzione. Diminuzione accessibilità.
Biodiversità			Danni alle foreste per aumento fitopatologie	Aumento fitopatologie. Aumento popolazione di animali selvatici in interazione con agricoltura e allevamento. Peggioramento condizioni di lavoro dei margari	Aumento parassiti e possibilità di trasmissione di malattie	Maggiore presenza di animali selvatici nei centri abitati

Foreste	Instabilità dei terreni. Riduzione deflusso superficiale. Aumento tempi di corrivazione.	L'aumento degli incendi può minacciare alcune specie animali e vegetali		Allargamento dei boschi di invasione a scapito dei terreni agricoli (soprattutto a bassa redditività).	Minaccia agli impianti. Maggiore vulnerabilità dei fruitori	Aumento rischio incendi per centri e abitazioni sparse. Aumento vulnerabilità infrastrutture. Peggioramento qualità dell'aria per aumento incendi (aumento CO2).
Agricoltura	Abbandono terreni a bassa produttività	Nuove coltivazioni di specie alloctone resistenti alle nuove condizioni climatiche a danno di quelle autoctone.			Minore disponibilità di produzioni locali.	Minore disponibilità di produzioni locali. Perdita redditività e posti di lavoro.
Turismo	La modifica dei pendii per carenza neve aumenta il rischio di dissesto.	Asfissia dei manti vegetali dei terreni soggetti a innevamento artificiale e conseguente ritardo dell'attività vegetativa.		La diminuzione del turismo invernale fa diminuire la domanda di alcune produzioni locali. All'aumento del turismo estivo può non corrispondere una capacità dei produttori locali di fornire beni.		Aumento abitanti stagionali con conseguente consumo di suolo (a causa del possibile aumento delle seconde case) e aumento dei consumi idrici e elettrici
Sistema insediativo	Abbandono dei territori montani.	Aumento di opere di ingegneria idraulica a scapito degli ambienti naturali.	Il minore bisogno di riscaldamento può comportare perdita di redditività per l'economia forestale.	In bassa e media valle le condizioni climatiche più miti possono incentivare l'allargamento dei sistemi insediativi a scapito dei terreni agricoli.		

Tabella 4. Impatti intersettoriali dei settori presi in esame (propria elaborazione)

Un altro modo per stimare gli effetti intersettoriali dei cambiamenti climatici è la valutazione economica dei servizi ecosistemici (SE) poiché permette da un lato di prendere contemporaneamente in considerazione le interferenze esercitate dai cambiamenti climatici su tutti i settori di attività e le componenti

ambientali assunti come recettori di impatto (turismo, ambiente costruito, rischi naturali, biodiversità, agricoltura, foreste); dall'altro, esprime in valori monetari (euro) il valore attuale dei SE (baseline) e quello che potrebbe venirsi a determinare a seguito dell'affermarsi dei cambiamenti climatici nei diversi scenari rendendo in tal modo più agevoli le attività di comunicazione e divulgazione.

10. Gli Impatti del cambiamento climatico nella Communauté de Communes du Haut Chablais

Nella Communauté de Communes du Haut Chablais (CCHC) registra già effetti di cambiamento climatico. Una riflessione, condotta dalla CCHC e dal RhôneAlp Energie Environnement (RAEE) nel 2015 sulla catena degli impatti associati ai cambiamenti climatici sul territorio (figura 8) ne è la testimonianza. Questo primo approccio permette di evidenziare: 1) quali sono gli effetti dei cambiamenti climatici che appaiono significativi per il territorio, 2) quali sono i possibili impatti sulle risorse, 3) quali sono gli impatti sulle persone e sulle loro attività e infine 4) come tutto ciò intervenga nel particolare contesto territoriale della CCHC.

Gli effetti più temuti sono, da un lato, l'aumento delle temperature e le sue possibili ripercussioni sulle condizioni estive e sull'innevamento e, dall'altro, la modifica del regime delle precipitazioni che si traduce in inondazioni o siccità (e potenzialmente in incendi). Essi operano su un territorio caratterizzato dall'invecchiamento della popolazione, da una forma di abbandono rurale a favore delle aree urbane, da una forte dipendenza dai combustibili fossili e dall'aumento dei prezzi dell'energia, ma anche dallo sviluppo delle energie rinnovabili e dalla rilocalizzazione e diversificazione delle attività economiche. Gli impatti sulle risorse riguardano principalmente l'acqua (approvvigionamento per alcuni comuni e gestione della risorsa più in generale) e la biodiversità (modifica e diminuzione potenziale). Gli effetti sulle persone e sulle loro attività riguardano la salute (diffusione di virus, qualità dell'aria), la pianificazione e la gestione dei sistemi insediativi (impatto sulle strade, sui vecchi edifici), il turismo (cambiamenti di attività dovuti a cambiamenti nell'innevamento, problemi di sicurezza, cambiamenti nei periodi turistici), l'agricoltura e l'allevamento (sviluppo di parassiti e malattie, cambiamenti nella biodiversità e effetti indotti sulla produzione soggetta a marchio), l'industria forestale (cambiamenti nella qualità).

Il presente capitolo propone una ricostruzione dello stato attuale affrontando 1) gli effetti più precisi del cambiamento climatico sul territorio, 2) le sfide per il territorio su questa questione e 3) gli strumenti di pianificazione esistenti e la loro adattabilità al problema del cambiamento climatico.

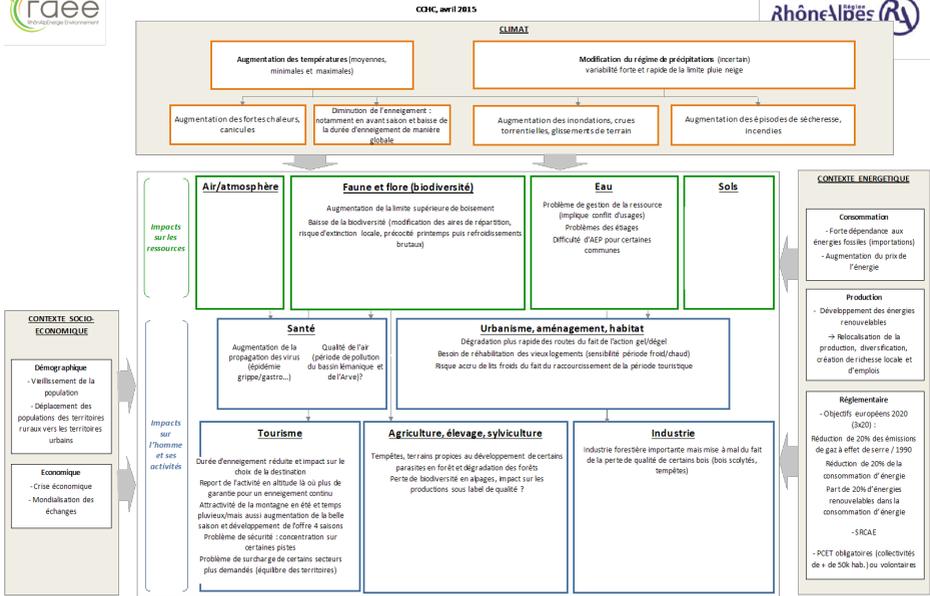


Figura 8. Sintesi dello studio CCHC – RAEE sulla catena di impatti associati al cambiamento climatico sul territorio della CCHC (RAEE & CCHC, 2015)

10.1 Metodologia

Per realizzare questa ricognizione, si sono incrociate letteratura scientifica, letteratura grigia e percezioni degli attori del territorio. L'analisi della letteratura è stata condotta concentrandosi su studi e articoli relativi al territorio dell'Haut Chablais e sulle zone limitrofe o comparabili. Per quanto riguarda le percezioni degli attori, nell'inverno 2017-2018 sono state organizzate una quindicina di interviste semi-strutturate a persone con diverse competenze. La struttura dell'intervista si basava sui seguenti elementi:

- il cambiamento climatico oggi: percezioni e impatti

- l'adattamento: quali azioni sono già state attuate oggi?
- la percezione dell'evoluzione del cambiamento climatico domani?
- i determinanti / le forze sul territorio
- le aspettative rispetto agli strumenti

Gli esiti delle interviste sono stati integrati con quelli di tre riunioni con gli amministratori della CCHC: due con l'ufficio di presidenza (8 dicembre 2017 e 9 febbraio 2018) e una con il consiglio dei sindaci.

10.2 Gli effetti del cambiamento climatico sulla CCHC

Già nello studio preliminare condotto dalla CCHC e dal RAEE, si affermava che gli effetti dei cambiamenti climatici sono già percepiti sul territorio. Per completare questa prima analisi, si è deciso di incrociare le percezioni degli attori incontrati con i dati disponibili. Per quanto riguarda le osservazioni climatiche, non si è a conoscenza di dati specifici alla scala della CCHC, per cui saranno utilizzati i dati del lavoro dell'Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC) sul territorio della Communauté d'Agglomération de Thonon e della Communauté de Communes Pays d'Evian - Vallée d'Abondance (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018a, 2018b). Purtroppo, i dati della stazione di Gets (altitudine 1.100 m, esposizione nord-ovest), la cui storia risale al 1988, non sono sufficienti per effettuare un'analisi dell'andamento climatico (è necessario confrontare due periodi di 30 anni) (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2017). Per quanto riguarda le proiezioni, ci si baserà sul lavoro svolto dal Centre d'Étude de la Neige nell'ambito del progetto Adamont sull'innevamento a media quota (1500 m). Questi sono stati prodotti a partire da analisi e osservazioni condotte tra il 1958 e il 2016 e utilizzando scenari sviluppati dall'IPCC (Verfaillie et al., 2017).

10.2.1 Riscaldamento globale

Uno dei principali effetti del cambiamento climatico è l'aumento globale delle temperature. Come illustrato in figura 9, si osserva un aumento delle temperature medie annue di +1,4°C a Thonon INRA tra il 1951 e il 2016 (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018a).

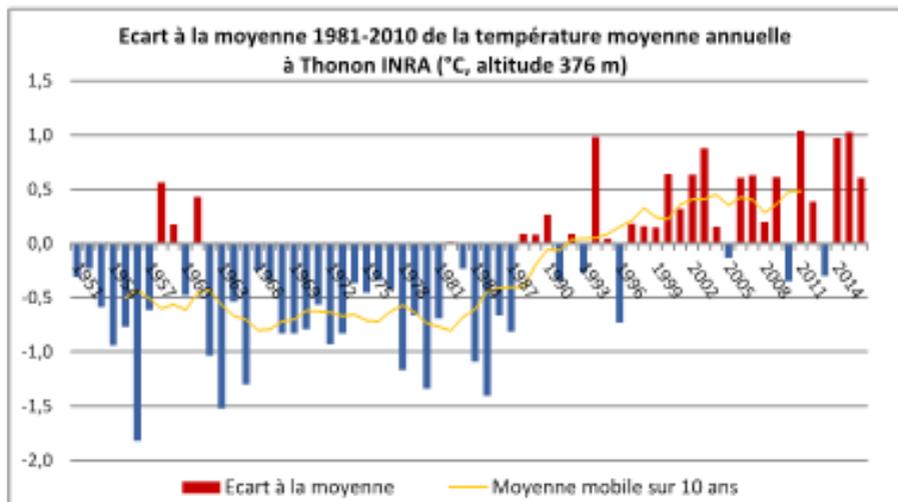


Figura 9. Scarto rispetto alla media 1981-2010 della temperatura media annuale a Thonon INRA (°C, altitudine 376 m)

Le variazioni di temperatura tra un anno e l'altro sono significative e lo rimarranno anche nei prossimi decenni. Tuttavia, le proiezioni a lungo termine in Auvergne-Rhône-Alpes indicano una continuazione della tendenza al riscaldamento già osservata fino al 2050, indipendentemente dallo scenario utilizzato. Nella seconda metà del XXI secolo, l'evoluzione della temperatura media annua varia a seconda dello scenario di evoluzione delle emissioni di gas a effetto serra considerato. L'unico che stabilizza l'aumento di temperatura è lo scenario RCP2.6 (scenario con politica climatica per ridurre le concentrazioni di CO₂). Secondo lo scenario RCP8.5 (scenario senza politica climatica), il riscaldamento globale potrebbe superare i +4°C entro il 2071-2100 (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018a). In base ai rilievi di temperatura effettuati a Thonon (tabella 5), l'aumento di temperatura è maggiore in inverno (+1,9°C) e in estate (+1,7°C)

Inverno	+1,9°C
Primavera	+1,5°C
Estate	+1,7°C
Autunno	+1,0°C
Media annuale	+1,4°C

Tabella 5. Evoluzione delle temperature medie a Thonon Inra (Orecc Auvergne-Rhone-Alpes, 2018a)

Per l'estate, la Figura 10 mostra un aumento del numero di giorni di calore elevato². Secondo le proiezioni, questo riscaldamento delle temperature in inverno aumenterà nella CCHC, qualunque sia l'altitudine: da +1 a +5°C secondo gli scenari.

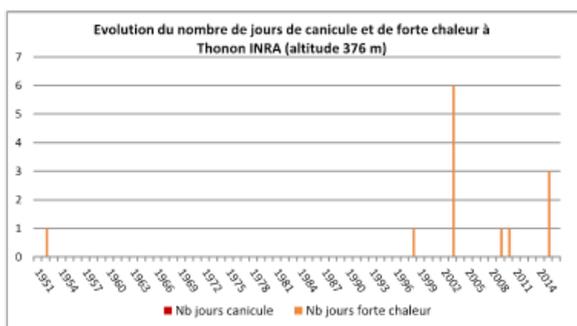


Figura 10. Evoluzione del numero di giorni caldi e di calore elevato a Thonon Inra (1951-2016 – altitudine 376 m)

2. La nozione di calore elevato è definita a partire da soglie minime e massime di temperatura, raggiunte o superate simultaneamente in un dato giorno. Un'ondata di calore corrisponde ad una successione di almeno 3 giorni consecutivi di calore intenso. Il terzo giorno è quindi conteggiato come il primo giorno dell'ondata di caldo. Le soglie di temperatura utilizzate per definire le alte temperature e le ondate di calore sono state scelte sulla base di una collaborazione tra Météo France e l'Institut National de Veille Sanitaire, basata su criteri di salute pubblica. Esse corrispondono alle soglie alle quali la mortalità giornaliera in eccesso è risultata superiore del 50-100% alla mortalità media su tre anni nello stesso giorno per 14 agglomerazioni francesi. Per l'Alta Savoia si utilizzano i seguenti valori: temperatura minima di 19°, temperatura massima di 34° (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018a).

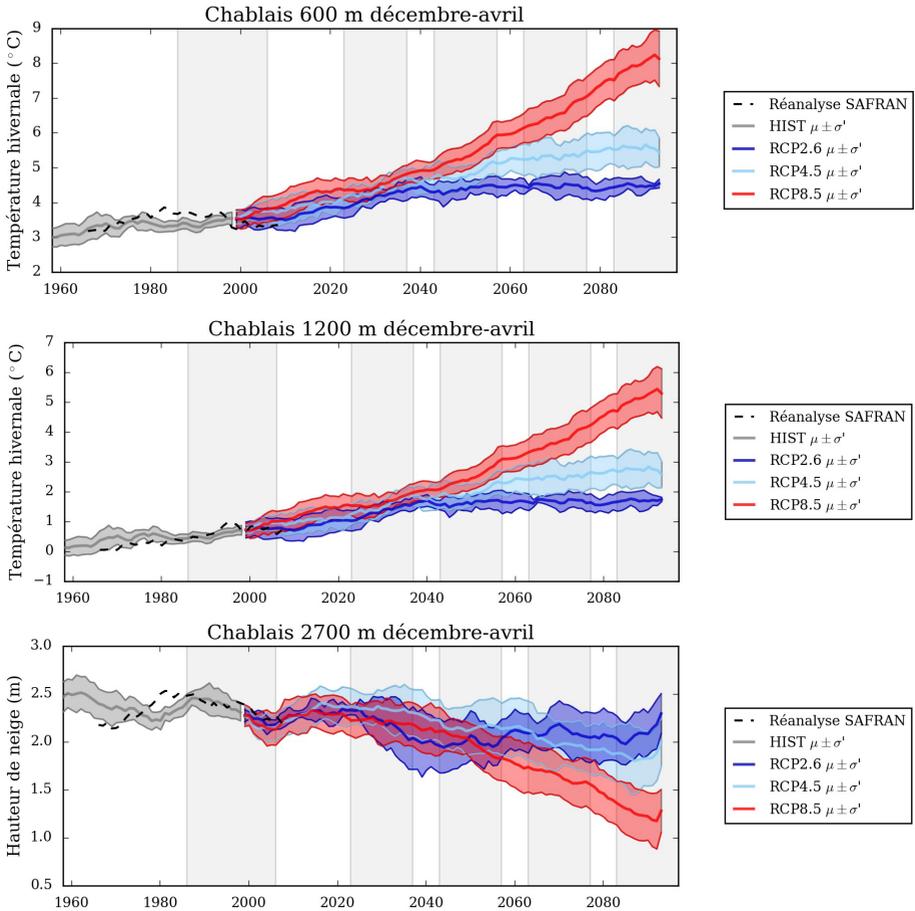


Figura 11. Proiezione dell'evoluzione delle temperature invernali tra dicembre ed aprile nella CCHC (a 900, 1200 e 2700m)

Sebbene il numero di giorni di gelo vari notevolmente da un anno all'altro, si è comunque registrato un calo di 14,2 giorni dal 1957. All'altitudine di Thonon

(376 m), l'evoluzione del numero di giorni di gelate stagionali mostra l'impatto particolarmente marcato di questa evoluzione sul periodo invernale, con una diminuzione di circa dieci giorni nei 65 anni di osservazione. Tuttavia i dati attualmente disponibili non permettono di identificare una soglia altimetrica a partire dalla quale la variabilità è meno marcata.

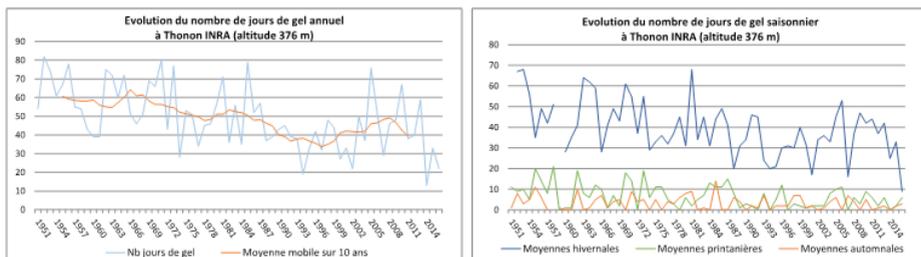


Figura 12. Evoluzione del numero di giorni di gelo per anno a Thonon Inra (1951-2016 - altitudine 376 m) (Orecc Auvergne-Rhone-Alpes, 2018a)

10.2.2 Precipitazioni molto variabili

Il regime delle precipitazioni registrate alla stazione di Thonon (figura 13) mostra una grande variabilità da un anno all'altro, creando enormi effetti a dente di sega sulle precipitazioni.

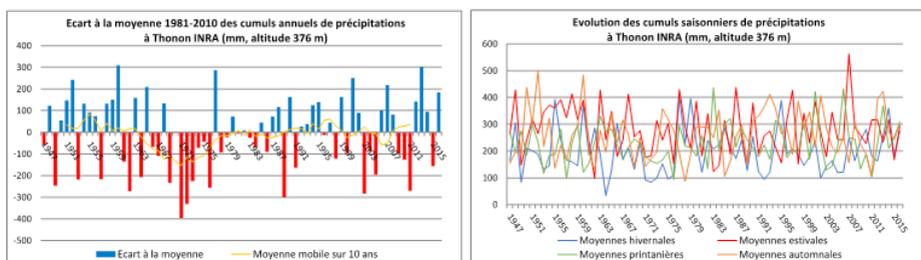


Figura 13. Evoluzione dei valori annuali e stagionali di precipitazioni a Thonon Inra (1947-2016 – altitudine 376 m) (Orecc Auvergne-Rhone-Alpes, 2018a)

Tuttavia, dall'inizio delle osservazioni non è stato per ora osservato alcun cambiamento significativo nell'andamento delle precipitazioni. Per quanto

riguarda più specificamente le precipitazioni invernali, le proiezioni per la CCHC non consentono di definire delle tendenze principali per la fine del secolo, come più in generale avviene per tutte le zone di montagna (figura 14).

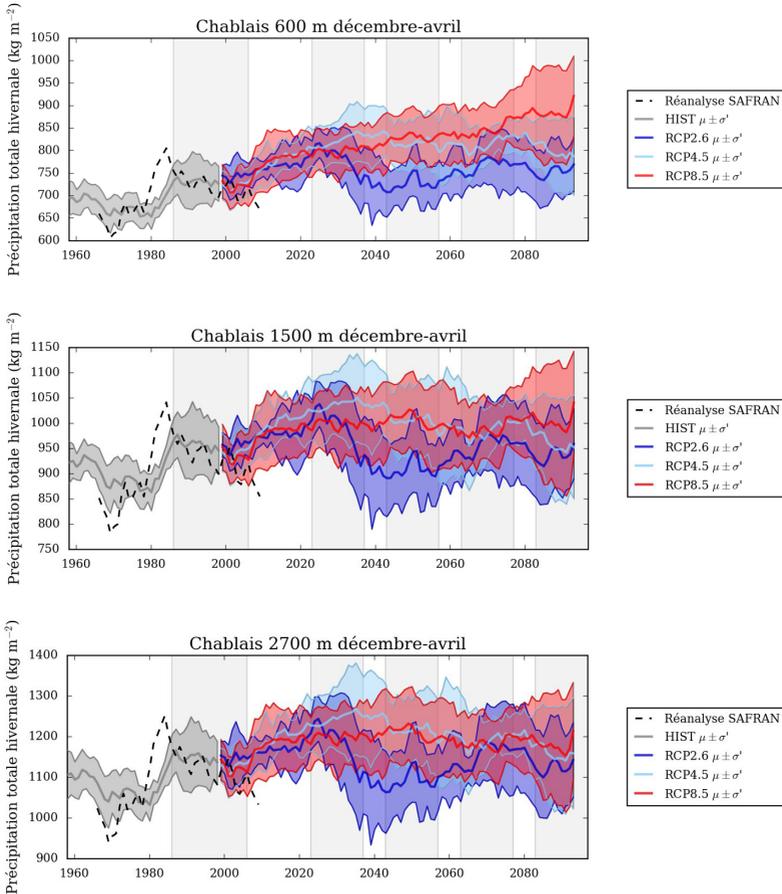


Figura 14. Proiezioni delle precipitazioni totali invernali nella CCHC a 600, 1500 e 2700m

Sebbene le proiezioni rimangano molto incerte per quanto riguarda le precipitazioni stagionali, alcuni degli attori incontrati segnalano un aumento della siccità in estate. Un agricoltore menziona in particolare il fatto di dover portare acqua alle sue pecore nei prati a 600 m di altitudine, mentre prima la rugiada mattutina nell'erba era sufficiente. Tuttavia, le osservazioni e le conoscenze attuali non consentono di fornire tendenze molto chiare su questo punto.

10.2.3 Riduzione dell'innevamento

Particolare attenzione viene posta sul territorio alle precipitazioni nevose per la grande importanza dell'attività di turismo invernale. Sebbene, le proiezioni climatiche non consentano di concludere che vi sia una chiara tendenza verso una diminuzione delle precipitazioni nevose in inverno, la maggior parte delle persone incontrate durante le interviste ha menzionato una diminuzione dell'innevamento (a parte, naturalmente, l'inverno 2017-2018, che è stato il settimo più nevoso dal 1959 nelle Alpi).

Per un maestro di sci, il punto di svolta è stato osservato nell'inverno 89/90: quell'inverno, le stazioni sono state in grado di aprire solo per pochi giorni. Questa osservazione è in effetti confermata dalla figura 15 che mostra, a partire dalla fine degli anni '80, l'inizio di una serie di inverni con deficit di neve a Chamonix.

Pur non essendoci alcun cambiamento nel regime delle precipitazioni, l'aumento delle temperature genera un graduale innalzamento del limite pioggia/neve. Anche nell'inverno estremamente nevoso 2017-2018, a forti nevicate sono spesso seguiti episodi di pioggia, che hanno portato ad una costante lisciviazione del manto nevoso e a fenomeni di dilavamento insoliti (valanghe di neve bagnata in particolare).

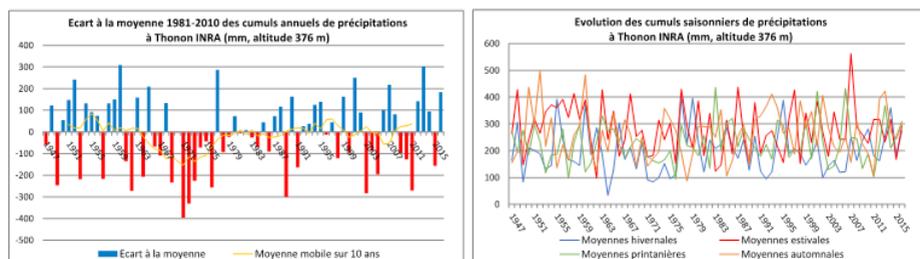


Figura 15. Evoluzione dell'altezza media della neve a Chamonix (1959-2017 - altitudine 1.042m) (Orecc Auvergne-Rhone-Alpes, 2018a)

Non si dispone di dati locali provenienti da rilevazioni precise per verificare queste percezioni (le rilevazioni del Gets hanno una storia troppo breve per consentirci di tracciare delle tendenze climatiche). Tuttavia, le rilevazioni di Chamonix (1.042 m s.l.m.) mostrano un calo del 48,8% dell'altezza della neve (-22,2 cm) tra il periodo recente (1988-2017) e quello precedente (1959-1988). Questo calo è particolarmente marcato a fine stagione (-52%) (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018a).

Début de saison (20 déc. – 10 janv.)	-13 cm	-40%
Milieu de saison (11 jan – 10 fév.)	-23 cm	-45%
Fin de saison (11 fév. – 20 mars)	-25 cm	-52%

Tabella 6. Evoluzione dell'altezza media della neve a inizio, metà e fine stagione a Chamonix (1959-2017, altitudine 1.042 m)

Questa tendenza di riduzione osservata a partire dagli anni '60 è inclusa nella proiezione volta a simulare le tendenze dell'innevamento sulla CCHC fino alla fine del secolo. Nella peggiore delle ipotesi, essa scompare quasi fino a 1 500 m e ha un impatto minore a 2 700 m (scenario RCP8.5) (figura 16). Questi risultati rispecchiano le preoccupazioni già espresse nello studio condotto dalla CCHC

e dal RAEE sull'attività turistica invernale. Essi devono indurre l'intero territorio ad una riflessione sulla posta in gioco in termini di attività economica per i decenni a venire in questa prospettiva di profondo e continuo mutamento delle condizioni di innevamento.

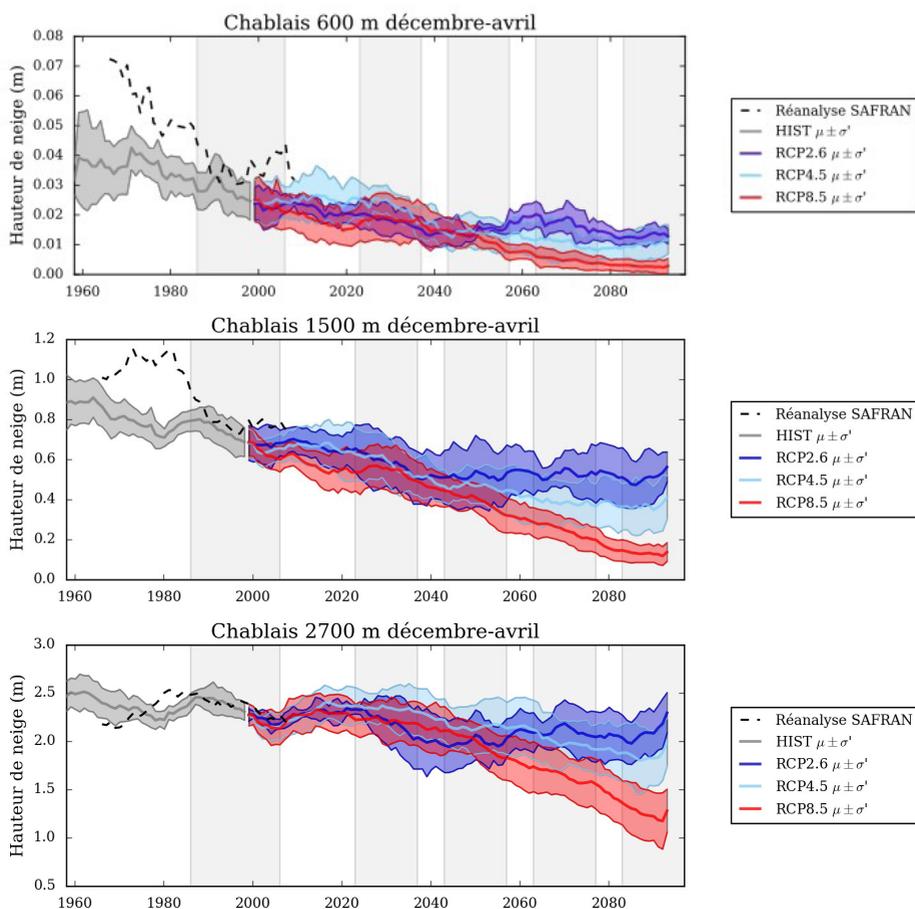


Figura 16. Proiezioni dell'altezza della neve nella CCHC a 600, 1500 e 2700 m

10.2.4 Altri cambiamenti osservati sul territorio

« Ciò che osserviamo soprattutto, più che l'innalzamento delle temperature, sono grandi variazioni di temperatura all'interno della stagione, questo è ciò che è più difficile da gestire » (un responsabile degli impianti di risalita).

Al di là del riscaldamento globale, gli intervistati notano una variazione significativa delle condizioni meteorologiche, in particolare delle temperature, con episodi alternati di neve e pioggia, come se ci fossero “quindici stagioni in una”.

« In inverno, si passa da -10°C a +10°C. » (Un agricoltore).

Il risultato è che le stagioni sono meno marcate, il che comporta un necessario adattamento delle pratiche sia nel settore degli sport invernali che in quello agricolo o forestale. Questa variabilità genera forti incertezze e mette in discussione le conoscenze acquisite sul clima: sembra difficile dire che agosto sia ad esempio il mese dei temporali, che possono verificarsi anche in primavera o all'inizio dell'estate. Associati allo scioglimento delle nevi, possono causare nuovi rischi, costringendo a mettere in discussione i metodi di gestione.

Alcune persone che abbiamo incontrato parlano anche di sfasamento delle stagioni sia vegetative (fogliazione precoce) che di riproduzione. Un agricoltore dice di lasciare le pecore all'aperto più a lungo in autunno e di portarle all'aperto prima in primavera, cambiando la gestione del gregge e dell'alimentazione. Infine, molti degli intervistati hanno parlato di un aumento della frequenza delle tempeste e degli eventi ventosi. Secondo un tecnico dell'ONF, questo aumento è confermato dalle banche dati del servizio di Restauration des Terrains en Montagne (RTM).

La Tabella 7 presenta alcuni elementi di sintesi su diversi parametri climatici per i due casi studio francesi del progetto ARTACLIM.

	Bauges	Chablais
Spessore massimo del manto nevoso invernale sul periodo novembre-aprile 1959-2005 (cm)	117 (1200m) 212 (1800m)	92 (1200m) 189 (1800m) 280 (2700m)
Numero medio di giorni con neve al suolo sul periodo 1959-2005	158 (1200m) 214 (1800m)	154 (1200m) 214 (1800m)
Data di inizio dell'innevamento continuo. Media sul periodo 1959-2005	8 Dec (1200m) 18 Nov (1800m)	8 Dec (1200m) 18 Nov (1800m)
Data di fine dell'innevamento continuo. Media sul periodo 1959-2005	7 Mai (1200m) 6 Juin (1800m)	7 Mai (1200m) 27 Mai (1800m)

Tabella 7. Informazioni climatiche sui territori dei Bauges e dello Chablais. (Durand et al (2009a))

La tabella 7 presenta alcuni indici di regionalizzazione climatica per le Alpi tratte dal progetto SCAMPEI. Il range di variabilità degli indici estratti per i due casi studio francesi del progetto ARTACLIM è legato ai diversi modelli utilizzati nel progetto e ai diversi scenari esplorati (A1b, A2, B1). Il periodo di riferimento è il 1961-1990.

	Bauges	Chablais
futuro prossimo: 2030		
Evoluzione dell'altezza della neve	-40% ; -55% (1200m) -20% ; -41% (1800m)	-35% ; -57% (1200m) -19% ; -36% (1800m) -3% ; -26% (2400m)
Evoluzione della durata annuale dell'innevamento	-20% ; -29% (1200m) -9% ; -16% (1800m)	-17% ; -29% (1200m) -10% ; -14% (1800m) -7% ; -10% (2400m)

futuro lontano: 2080		
Evoluzione dell'altezza della neve	-67% ; -86% (1200m) -38% ; -72% (1800m)	-60% ; -86% (1200m) -35% ; -70% (1800m) -15% ; -43% (2400m)
Evoluzione della durata annuale dell'innevamento	-36% ; -63% (1200m) -16% ; -42% (1800m)	-31% ; -63% (1200m) -16% ; -40% (1800m) -13% ; -21% (2400m)

Tabella 7. Indici di regionalizzazione del clima sui territori dei Bauges e del Chablais.
Fonte: <http://www.umr-cnrm.fr/scampe/cen/index.php>

10.3 Le sfide territoriali in rapporto al cambiamento climatico

Sono state identificate otto questioni principali (l'ordine di presentazione non corrisponde a un ordine di importanza):

- L'acqua: soddisfare le esigenze e affrontare i rischi di inondazioni e smottamenti
- Il mantenimento e la diversificazione delle attività economiche
- La conservazione della biodiversità
- La salvaguardia dei paesaggi
- La tutela della salute e della sicurezza
- L'equilibrio nel territorio
- La governance: costruzione collettiva del territorio
- La produzione e il consumo di energia

Emerge chiaramente che il cambiamento climatico non creerà di per sé nuove sfide. Nella maggior parte dei casi è percepito come impattante sul territorio al pari di altri elementi, ma può fungere da acceleratore o indicatore di determinate priorità.

10.3.1 L'acqua: soddisfare le esigenze e affrontare i rischi di inondazioni e smottamenti

L'acqua è una delle poste in gioco chiave, se non critica, per il territorio, sia in termini di disponibilità della risorsa che per i rischi di alluvione. Il cambiamento climatico appare come un'ulteriore pressione.

Pressioni sulla disponibilità di acqua

L'evoluzione del regime pluviometrico e nevoso delle Dranses (la principale rete idrografica dell'Haut Chablais, collegata al lago Léman), associato alle falde acquifere carsiche che complicano lo stoccaggio dell'acqua e al consumo significativo in certi periodi a causa dell'economia turistica, generano tensioni in termini di disponibilità della risorsa sul territorio, che sono destinate ad aumentare sotto l'effetto dei cambiamenti climatici. La diagnosi condotta per il contratto di fiume mostra deficit idrologici stagionali (durante i periodi di magra estivi o invernali) con riduzioni di portata dell'ordine del 5-15% per la Dranse de Morzine. È probabile che i cambiamenti climatici accentuino ulteriormente queste pressioni (dal 5 al 10% in più), mentre la domanda rimane forte nei periodi di magra in questa zona particolarmente caratterizzata dall'attività turistica (SIAC, 2017c). Sempre nel contratto di fiume emerge che il consumo principale è per l'acqua potabile (80%) (SIAC, 2017c). MA uno dei problemi del territorio è l'aumento significativo del consumo invernale dovuto all'attività turistica, poiché coincide con il periodo invernale di magra quando la risorsa è minore. La questione non è nuova, già dagli anni '80 la stazione dei Gets si trova ad affrontare problemi di approvvigionamento di acqua potabile a causa di una subcalibrazione della rete idrica in relazione al numero di posti letto. Un altro elemento spesso evidenziato dagli attori incontrati è la diffusione di cannoni per la neve e lo sviluppo di bacini di raccolta dell'acqua in collina. Per alcuni, questi contribuiscono alle pressioni quantitative sulle risorse idriche. Per altri, i cannoni possono eventualmente rappresentare una soluzione, consentendo di avere una risorsa idrica quando è necessario. Le pressioni sulla risorsa sono in aumento anche per il costante incremento di posti letto turistici nelle località. Queste pressioni supplementari devono mettere in discussione la risorsa rimanente per l'ambiente e il flusso necessario per la buona salute degli ecosistemi ma anche per la continuità di altre attività

umane: dighe elettriche, uso ricreativo (kayak, pesca in particolare).

Rischi di inondazioni, slittamenti di terreno ed erosione

Il fenomeno delle alluvioni non è nuovo per il territorio, come dimostra la grande alluvione del 1968³. Ciò che è diverso sono le inondazioni in inverno, nel periodo di magra. Il territorio ha subito nel 2015 alluvioni significative e devastanti a causa di precipitazioni record (le osservazioni non vanno oltre il 1970). Alcuni tratti di strada sono stati danneggiati e un piccolo episodio di alluvione è stato osservato anche nell'inverno 2018. Secondo gli intervistati questa sequenza di due eventi rilevanti in sequenza era piuttosto rara in precedenza. Ad aggravare la situazione contribuisce la conformazione della valle di Morzine, definita un "grande lavatoio": l'acqua scorre velocemente e quindi facilita i fenomeni alluvionali. Inoltre, la realizzazione di argini sulla Dranse, per la costruzione della strada, ha reso il corso d'acqua rettilineo accelerando ulteriormente il deflusso. Ad esempio, la zona di distacco dello slittamento di Reyvroz (1 milione di m³) si è riattivata nel marzo 2017 a seguito di forti precipitazioni (secondo un tecnico del RTM).

L'erosione del suolo può essere favorita anche dalle forti precipitazioni. Tuttavia, lo Chablais beneficia ancora di suoli sufficientemente coperti di vegetazione, che lo proteggono da questo pericolo. Il rischio esiste però sulle piste da sci terrazzate, dove il terreno è lasciato a nudo. L'aumento delle forti precipitazioni in inverno, quando la vegetazione è poco sviluppata, aumenta la pressione sul suolo. La gestione del rischio è quindi messa in discussione dalle manifestazioni visibili del cambiamento climatico. Oltre ai servizi direttamente coinvolti (in particolare il servizio RTM), la questione riguarda il territorio nel suo complesso, a causa delle perturbazioni che inondazioni e frane possono provocare, in particolare in termini sulla mobilità e sull'accessibilità, nei periodi critici per l'attività turistica (periodo invernale).

3. La violentissima tempesta che colpì lo Chablais il 21 settembre 1968 provocò un'importante alluvione della Dranse; la portata del fiume fu moltiplicata per 20 nello spazio di un giorno (portata di 42,2 m³/s a Reyvroz a fronte di una portata mensile media di 13,3) (DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, 2018). "Oltre al crollo in diversi punti della strada che attraversa questa valle, le spalle del ponte di Vongy sono state abbattute". (Hubert, Marin, Meybeck, Olive, & Siwertz, 1969).

10.3.2 Mantenimento e diversificazione delle attività economiche

Turismo invernale

Secondo uno studio dell'Agenzia economica dell'Haut Chablais (Chablais Léman Développement) del 2014, "l'economia locale si basa soprattutto sul turismo (20% del lavoro dipendente, vale a dire il doppio di quello dell'Alta Savoia) e sulle attività destinate a soddisfare le esigenze della popolazione locale (commercio, servizi alla persona ecc.)". L'attività è concentrata principalmente nel comprensorio sciistico delle Portes du Soleil⁴, dove rappresenta il 54% dei posti di lavoro del settore privato (principalmente negli impianti di risalita, nelle strutture commerciali e nella ristorazione). Nella CCHC, quest'attività turistica rappresenta il 18% dell'occupazione totale, contro il 7% alla scala del Rhône Alpes (EPODE et al., 2017). Come mostra la figura 17, questa attività dominante si concentra non solo nello spazio, ma anche nelle stagioni, poiché la maggior parte dei pernottamenti riguarda il periodo invernale.

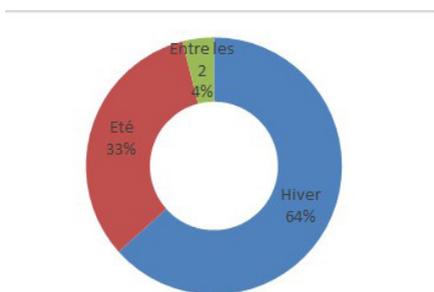


Figura 17. Ripartizione annuale delle presenze turistiche nell'Haut Chablais (Epoque et al., 2017)

Per quanto riguarda la riduzione di precipitazioni nevose, un rappresentante della CCHC ha menzionato il fatto che il territorio è già colpito dal cambiamento climatico con un calo del 20% del fatturato. Inoltre, il fenomeno ha influenzato la chiusura della stazione del colle di Corbier. Tuttavia, gli effetti

4. Les Portes du Soleil è un comprensorio sciistico franco-svizzero che comprende 12 stazioni nel massiccio dello Chablais (tra cui Abondance, Avoriaz, La Chapelle d'Abondance, Châtel, Les Gets, Montriond, Morzine, Saint Jean d'Aulps). Con 650 km di piste e 200 impianti di risalita, si presenta come uno dei grandi comprensori sciistici del mondo (<http://www.portesdusoleil.com>)

non sono omogenei su tutto il territorio. Le stazioni di media montagna sono più vulnerabili alla mancanza di neve. Avoriaz vede invece un'opportunità, considerata come una delle tre riserve innevate dell'Alta Savoia (con Chamonix e il Grand Massif), o anche come una "buca della neve" (una delle località più innevate per questa altitudine a causa della presenza del lago Léman). La mancanza di neve nelle stazioni a quote più basse provoca uno spostamento di turisti verso Avoriaz che beneficia così della sua eccezionale copertura nevosa. Che si tratti di una riduzione delle precipitazioni nevose o di un cambiamento delle dinamiche turistiche, la questione dell'adattamento delle stazioni sciistiche ai cambiamenti non è nuova. Tuttavia, l'adattamento dipende in gran parte da forti investimenti nella gestione delle aree sciistiche: rimodellamento delle piste, miglioramento e sviluppo degli innevatori sul territorio a partire dall'inverno 89/90. Questi permettono di mantenere gli sciatori nelle stazioni di Haut-Chablais. Un'altra forma di adattamento è quella di ridurre gli investimenti in attrezzature, come l'acquisto da parte del comune di Bellevaux di impianti di risalita usati e non nuovi per ridurre i costi e i tempi di ammortamento. D'altra parte, anche i turisti sembrano adattarsi, e secondo un istruttore di sci, le loro aspettative sono inferiori per quanto riguarda la qualità della neve. Tuttavia, alcuni attori mettono in dubbio la sostenibilità di questo approccio a lungo termine.

Il responsabile di un'associazione ambientalista si interroga sugli impatti e i costi:

"L'adattamento è a brevissimo termine: vengono installati cannoni da neve. Ci rendiamo conto che alla fin fine tutto ciò non funziona, fa troppo caldo, quindi abbiamo creato fabbriche di neve. Si migliora il trattamento delle piste da neve per essere in grado di sciare su meno neve, acquistiamo macchine più potenti per battere 30 cm. Ma se non si dice quanto costa davvero, nessuno se ne rende conto. Dovrebbe essere condotto uno studio sui costi complessivi. Anche la diversificazione e lo sviluppo delle "quattro stagioni" sono stati ripetutamente menzionati dagli attori locali. In questo senso, il forte sviluppo della mountain bike è spesso citato nel territorio, con una stagione che inizia ai primi di maggio e termina a fine settembre. Tanto che Morzine sarebbe diventato "uno dei luoghi principali della bicicletta nel mondo", secondo un

commerciante. L'acquisto di biciclette a ruote grandi, biciclette elettriche, l'installazione di impianti di risalita, la realizzazione di percorsi di discesa più facili rispetto a quelli per le mountain bike, l'installazione di colonnine di ricarica elettrica in cima ai passi, servizi di sostituzione delle batterie, sono tutti investimenti fatti per facilitare lo sviluppo di questa attività. Altre attività sono proposte per ampliare l'offerta esistente:

- Preparazione per l'ultratrail
- Sviluppo di bacini collinari per l'estate
- Sviluppo di strumenti per comprendere meglio le pratiche e le esigenze dei clienti
- Organizzazione di eventi

Tuttavia, queste nuove attività non sono prive di impatto sull'ambiente naturale e pongono problemi di compatibilità con altre attività. Alcune guide di media montagna stanno quindi modificando i loro percorsi escursionistici, oggi troppo frequentati dalle biciclette. Inoltre, è l'attività invernale resta più remunerativa:

"Il fatturato totale estivo è equivalente a una settimana in febbraio (o anche a un lungo fine settimana di febbraio). Tutti sanno che questa situazione è destinata ad esaurirsi, ma per 30 anni è sopportabile" (un rappresentante eletto).

Il turismo sembra quindi essere una delle prime vittime del cambiamento climatico e gli attori sembrano averne una chiara consapevolezza. Tuttavia, le opinioni divergono su come adattarsi a questa situazione. Per alcuni, la soluzione è continuare a investire il più possibile per mantenere l'attuale sistema per tutto il tempo possibile nelle zone più adatte. Per altri, trovare altre forme di turismo, diversificare, aprirsi ad altre attività è un imperativo e allo stesso tempo un'opportunità di rinnovamento economico per il territorio.

Agricoltura

Per quanto riguarda l'agricoltura, il cambiamento climatico non è considerato un problema reale dagli agricoltori. Essi rilevano tuttavia effetti positivi, come il fatto che l'erba cresce di più e ciò consente due falciature all'anno, o la possibilità di lasciare gli animali all'aperto più a lungo (in autunno come in primavera). Tuttavia, si osserva anche un aumento dell'essiccazione dei pascoli

sui pendii. Le praterie naturali delle zone umide dell'Haut Chablais, che finora hanno sofferto poco di siccità, sembrano infatti più degradate che altrove dalle invasioni di arvicole. A prima vista, quindi, la questione del cambiamento climatico non sembra essere un problema grave per gli agricoltori. In alcuni casi può anche essere messo in discussione, in quanto il cambiamento climatico è considerato un fenomeno normale e di lunga data. Tuttavia, alcuni dei problemi inizialmente sollevati come i più preoccupanti possono essere direttamente collegati al cambiamento climatico. È il caso, ad esempio, dello sviluppo di alcune malattie o parassiti che possono colpire sia gli animali che le piante. Lo stesso vale per il conflitto d'uso con la pratica della mountain bike, che può essere considerata come una possibile risposta alla diminuzione della copertura nevosa osservata negli ultimi decenni.

10.3.3 Salvaguardia della biodiversità

Il cambiamento climatico ha e avrà un impatto sulla biodiversità dell'Haut-Chablais. Più che una rivoluzione o un'estinzione di massa, si tratta di un'evoluzione lenta e progressiva che avanza con piccoli passi.

Risalita in latitudine delle specie

Le osservazioni alla scala dell'Haute-Savoie mostrano che alcune specie vegetali risalgono dal sud; gli elementi più sorprendenti sono: una specie di orchidea, la barli robertiana (che si trovava sulla costa mediterranea 40/50 anni fa), l'orchis spitzelii (osservata nei Bauges 15 anni fa, l'anno scorso alla Chapelle d'Abondance), la dittrichia viscosa (trovata tre anni fa ai piedi del Saleve), le asteraceae a fiore giallo (che esplodono un po' in tutto il territorio). Mentre, per quanto riguarda la fauna, quest'inverno è stato osservato il primo sciacallo dorato nello Chablais.

Risalita delle specie in altitudine

A causa delle temperature più elevate, le specie stanno gradualmente risalendo anche in altitudine. A questo proposito, una posta in gioco importante per il territorio è la risalita della foresta a scapito degli alpeggi, e ciò in termini paesaggistici, economici (aree sciistica), ma anche di biotopi. Questa risalita è riscontrata da un gran numero di operatori. Per il momento, tuttavia, non si tratta di una risalita complessiva, ma piuttosto dell'intrusione di alcune specie per punti. Ciò non è dovuto solo al cambiamento climatico, ma anche al graduale abbandono dei pascoli da parte degli agricoltori.

Ad oggi, un bilancio positivo?

Oggi non si osservano ancora realmente perdite di vegetazione: “Per il momento, stiamo guadagnando più specie di quante ne stiamo perdendo” (un botanico). Il cambiamento climatico può anche essere visto come un’opportunità per gli uccelli migratori, che ora trovano cibo tutto l’anno e non devono più necessariamente andarsene. Infine, le perdite osservate oggi sono più legate alle attività umane dirette (edilizia, l’uso di pesticidi in agricoltura) che ai cambiamenti climatici. Di conseguenza, si osserva la scomparsa dei biotopi, ma non necessariamente di specie. Sul lungo termine possono registrarsi effetti negativi: ad esempio il graduale riscaldamento delle temperature porterà alcune specie a non poter più risalire in quota. Per quanto riguarda la flora, si tratta in particolare delle specie che crescono al freddo nelle torbiere.

Lo sviluppo di piante invasive

Un’altra sfida per la biodiversità legata al cambiamento climatico è il possibile sviluppo di piante invasive. Possiamo già osservare specie che progrediscono sempre di più, ma per le quali è difficile parlare di piante invasive, come l’Inula graveaolens che si può osservare lungo le autostrade, ma che non è di origine esotica (mediterranea). Anche il Senecione sudafricano sta crescendo rapidamente, ma è difficile stabilire un legame diretto con il cambiamento climatico.

La gestione delle foreste

Una delle principali sfide legate al cambiamento climatico, è la gestione delle foreste, a causa della fragilità delle essenze e della difficoltà di sapere quali specie piantare oggi. I forestali stanno osservando a livello globale un aumento delle malattie che indeboliscono le specie. Gli alberi di abete rosso, d’altra parte, sono pesantemente colpiti da ripetuti attacchi di coleotteri della corteccia. Prima, gli attacchi tornavano ogni 10 anni. Oggi, la frequenza è aumentata e questo è dovuto a due fattori: 1) gli insetti non scompaiono più a causa dell’assenza di periodi freddi e 2) gli alberi sono più fragili a causa della siccità. Un altro problema è la previsione della specie da piantare: “concretamente, quando un bosco si rigenera, l’abete raggiungerà la maturità? “Inoltre, “abbiamo specie più marittime che potrebbero essere meglio adattate in 100 anni ma che oggi non lo sono” (un funzionario del NFB). Il faggio e l’abete sostituiscono gradualmente l’abete rosso, ma la trasformazione di queste

specie è meno controllata a livello locale. Il faggio in montagna ha troppa tensione interna per produrre legname e viene utilizzato più come legna da ardere o pallet. Oggi, la risposta del NFB in termini di gestione è duplice: 1) diversità genotipica e di specie e 2) rigenerazione naturale.

10.3.4 Tutela della salute e della sicurezza

L'impatto dei cambiamenti climatici sulla salute e la sicurezza si manifesta sotto varie forme: l'arrivo di nuovi agenti patogeni, l'evoluzione dei rischi naturali e il possibile deterioramento della qualità dell'aria.

Nuovi agenti patogeni

Nell'inverno 2018, il territorio è stato colpito dalla febbre catarrale bovina (legata ad un insetto che non era presente prima). Si osservano anche patologie legate alle zecche: una specie come il camoscio che non aveva problemi di zecche ne è oggi vittima, con conseguenze come lo sviluppo di ehrlichiosi che possono causare morte, aborti e potenzialmente una zoonosi (trasmissibile all'uomo o alle mucche). Questa proliferazione di zecche fino a 1.300 m pone problemi anche per gli esseri umani, in particolare che sono particolarmente esposti al rischio. Tecnici ambientali che abbiamo incontrato anche menzionato la comparsa di patologie provenienti dall'Africa: febbre del Nilo, chikungunya.

L'evoluzione del rischio valanghe

In una situazione variabile e non univoca per quanto riguarda l'esposizione del territorio ai rischi naturali, la questione dell'evoluzione dei rischi naturali associati ai cambiamenti climatici non appare agli attori dell'Haut-Chablais così rilevante come potrebbe essere per altri settori o tematiche. Tuttavia, a causa della sua condizione di territorio di media montagna, la questione dei rischi naturali è destinata ad evolversi nei prossimi anni. In particolare, per quanto riguarda il rischio legato all'evoluzione del regime delle valanghe, emergono due punti: (1) a causa della risalita del limite di innevamento, ci si può aspettare una diminuzione del numero di valanghe a bassa quota; (2) a causa del cambiamento nella stagionalità, che comporta variazioni di temperatura molto elevate nella stessa stagione, ci si può aspettare un aumento delle valanghe di neve bagnata, che possono presentare volumi molto estesi nello spazio e generare pressioni maggiori rispetto alle valanghe fredde e secche. Inoltre, il cambiamento nella stagionalità può anche essere all'origine di una nuova tipologia di rischio caratterizzata da un fenomeno di "pioggia sulla neve" che si traduce in flussi potenzialmente significativi di acqua sulla neve.

Questi fenomeni sono stati molto osservati all'inizio del 2018 nel contesto di un mese di gennaio particolarmente caldo, inframmezzato in un inverno freddo e caratterizzato da un importante innevamento.

Gli incendi

Come per le valanghe, l'aumento del rischio di incendi, anche se non particolarmente significativo nell'Haut-Chablais, è legato, come in tutte le Alpi settentrionali, ad un cambiamento nella stagionalità. Ciò si traduce in un prolungamento della stagione degli incendi boschivi in primavera.

Qualità dell'aria

A causa della vicinanza della valle dell'Arve, la questione della qualità dell'aria è spesso sollevata dagli stakeholder dell'area. Tuttavia, è difficile fare un bilancio dello stato dell'aria, in quanto il territorio non dispone di centraline di rilevazione. Le poste in gioco legate al cambiamento climatico sono di due ordini:

- Il riscaldamento delle temperature in inverno potrebbe aumentare l'altitudine delle inversioni di temperatura, un fenomeno che non permette la dispersione degli inquinanti mantenendoli al contrario nella valle
- Il riscaldamento delle temperature in estate favorirà episodi di inquinamento da ozono che saliranno ad altitudini più elevate.

11. Gli Impatti del cambiamento climatico nel Parco Naturale Regionale del Massiccio dei Bauges

11.1 I dati disponibili sugli impatti

In termini di osservazioni climatiche, non si è a conoscenza di dati specifici sulla scala dei Bauges, quindi verranno utilizzati i dati della scheda tematica ORECC sulla Communauté d'agglomération di Chambéry e la Communauté des communes du Cœur des Bauges (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018). Per quanto riguarda le proiezioni, ci si basa su uno studio condotto dal Centre national de recherches météorologiques (CNRM, Météo-France/CNRS associato all'Università di Tolosa e all'Università Grenoble Alpes per il Centre d'études de la neige) e dall'équipe ETNA dell'Irstea a Grenoble. L'obiettivo di questo studio è fornire nuove proiezioni sulla neve a media quota nel massiccio alpino settentrionale. I ricercatori si sono affidati alle proiezioni di ultima generazione sul clima globale (CMIP5) che hanno alimentato una serie di modelli climatici regionali nell'ambito del programma EUROCORDEX. Questa serie di proiezioni climatiche è stata adattata per essere utilizzata per le montagne francesi con il metodo ADAMONT sviluppato presso il CNRM, poi ha alimentato il modello Crocus di evoluzione del manto nevoso (Verfaillie et al., 2017).

11.1.1 Riscaldamento globale

Nella scheda elaborata dall'ORECC per i Bauges, la stazione meteo di riferimento per le temperature è Cran-Gevrier, situata a 426 m di altitudine e rappresentativa del clima del territorio. Le misurazioni condotte dal 1945 mostrano un riscaldamento medio di 1,7° (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018). Come mostrato in figura 18, l'inizio del fenomeno del riscaldamento è osservabile dal 1988: da allora la maggior parte degli anni ha registrato temperature superiori alla media e ogni record di calore è stato via via superato.

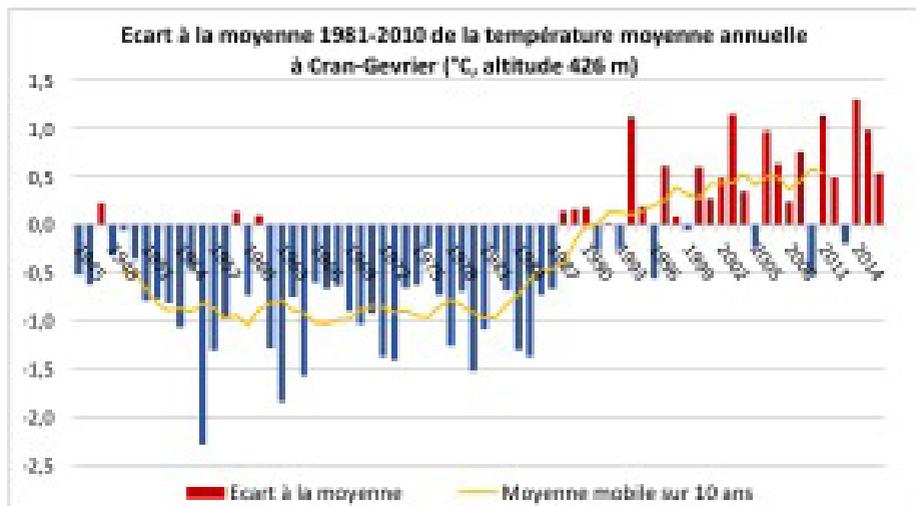


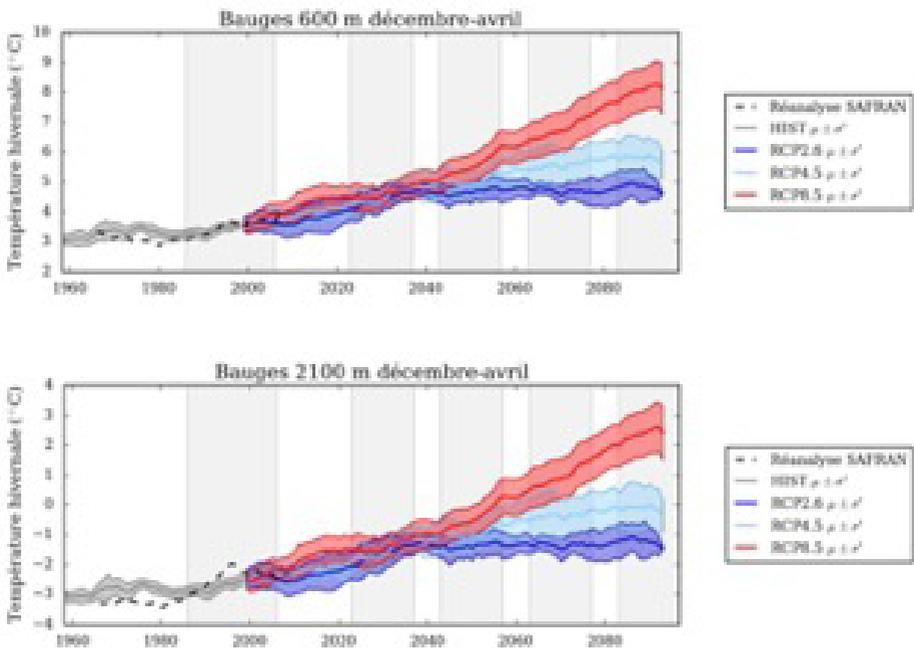
Figura 18. Proiezione dell'evoluzione della temperatura invernale tra dicembre e aprile nei Bauges (a 600, 1200 e 2100 m). (ORECC Auvergne-Rhone-Alpes (2018)).

Il riscaldamento estivo è più marcato (+2,4°) rispetto alle altre stagioni, come mostrato in tabella 8.

Inverno	+1,6°C
Primavera	+1,6°C
Estate	+2,4°C
Autunno	+1,2°C
Media annuale	+1,7°C

Tabella 8. Evoluzione delle temperature medie a Cran-Gevrier tra il 1945 e il 2016 (426m). (ORECC Auvergne-Rhone-Alpes (2018))

Le variazioni di temperatura interannuali sono significative e lo rimarranno anche nei prossimi decenni. Tuttavia, le proiezioni a lungo termine in Auvergne-Rhône-Alpes indicano una continuazione della tendenza al riscaldamento già osservata fino al 2050, indipendentemente dallo scenario. Nella seconda metà del XXI secolo, l'evoluzione della temperatura media annua varia a seconda dello scenario di evoluzione delle emissioni di gas a effetto serra considerato. Secondo le proiezioni (figura 19), il riscaldamento delle temperature in inverno aumenterà nei Bauges, qualunque sia l'altitudine (600, 1200 o 2100m): da +1 a +6°C secondo gli scenari considerati.



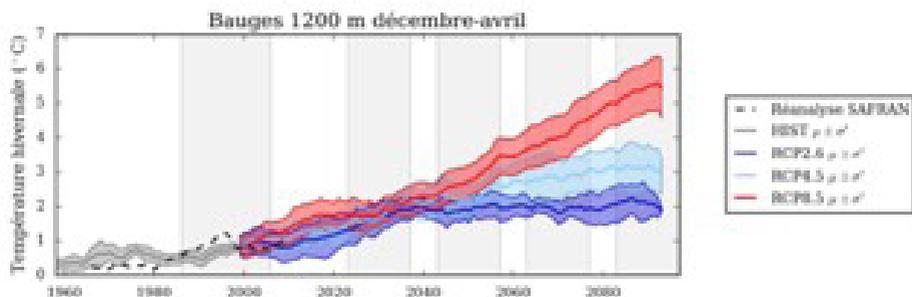


Figura 19. Proiezione della temperatura invernale media nei Bauges a 600, 1200 e 2100m. (Verfaillie et al. (2017))

11.1.2 La riduzione del numero di giorni di gelo

Nel suo profilo climatico territoriale, l'ORECC (2018) utilizza la stazione di misurazione di Thônes (630 m) come riferimento per il numero di giorni di gelo. Le misurazioni mostrano una diminuzione di 20,1 giorni tra il 1957-86 e il 1987-2016. Il calo maggiore nei giorni di gelo si verifica in primavera (Tabella 9)

Inverno	-8,1
Primavera	-9,4
Estate	+0,0
Autunno	-4,1
Media annuale	-20,1

Tabella 9. Evoluzione del numero di giorni di gelo stagionali a Thones (altitudine 630 m) per stagione tra il 1957-86 e il 1987-2016. (ORECC Auvergne-Rhone-Alpes (2018))

11.1.3 Precipitazioni molto variabili

Per le precipitazioni, l'ORECC si basa sui dati raccolti presso la stazione

meteorologica di Challes-les-Eaux. La figura 20 mostra un'ampia variabilità da un anno all'altro che rende difficile individuare una chiara tendenza nell'evoluzione delle precipitazioni a partire dal 1950. Sussistono forti incertezze circa la futura evoluzione di queste precipitazioni (ORECC Auvergne-Rhône-Alpes, 2018). Se si prendono in considerazione più specificamente le precipitazioni invernali, le proiezioni per i Bauges non permettono di definire tendenze evidenti per la fine del secolo.

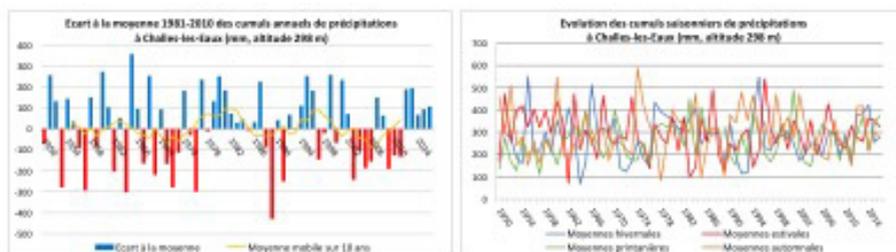


Figura 20. Evoluzione degli accumuli annuali e stagionali di precipitazioni à Challes-les-Eaux (1950-2016 - altitudine 298 m). (ORECC Auvergne-Rhone-Alpes (2018))

11.1.4 Riduzione dell'innevamento

La tabella 10 presenta alcuni elementi di sintesi sull'innevamento nell'area dei Bauges riferiti alla seconda metà del Novecento e all'inizio degli anni Duemila.

Spessore massimo del manto nevoso invernale sul periodo novembre-aprile 1959-2005 (cm)	117 (1200m) 212 (1800m)
Numero medio di giorni con neve al suolo sul periodo 1959-2005	158 (1200m) 214 (1800m)
Data di inizio dell'innevamento continuo. Media sul periodo 1959-2005	8 Dic (1200m) 18 Nov (1800m)
Data di fine dell'innevamento continuo. Media sul periodo 1959-2005	7 Mag (1200m) 6 Giu (1800m)

Tabella 10. Informazioni sull'innevamento nel territorio dei Bauges. (Durand et al. (2009a))

La diminuzione dell'innevamento, rilevata a livello globale a partire dagli anni '60, è integrata nella proiezione che simula le tendenze dell'innevamento sui Bauges fino alla fine del secolo. Nello scenario peggiore (RCP8.5), esso scompare quasi fino a 1200 m (figura 21).

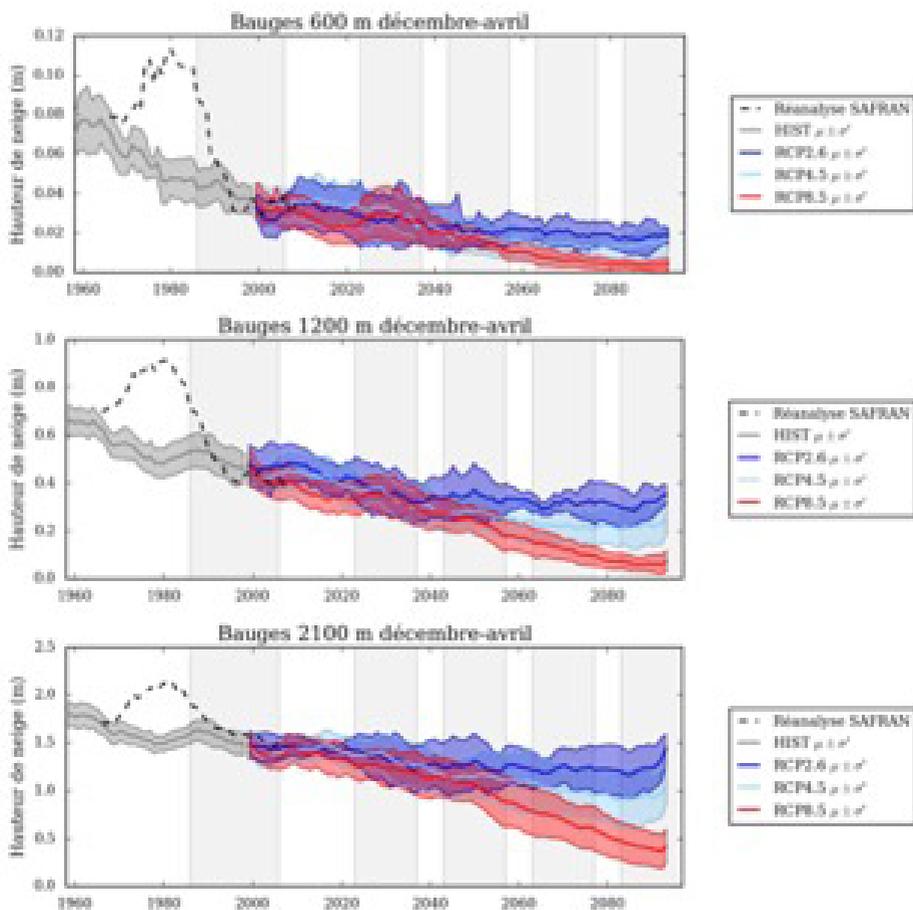
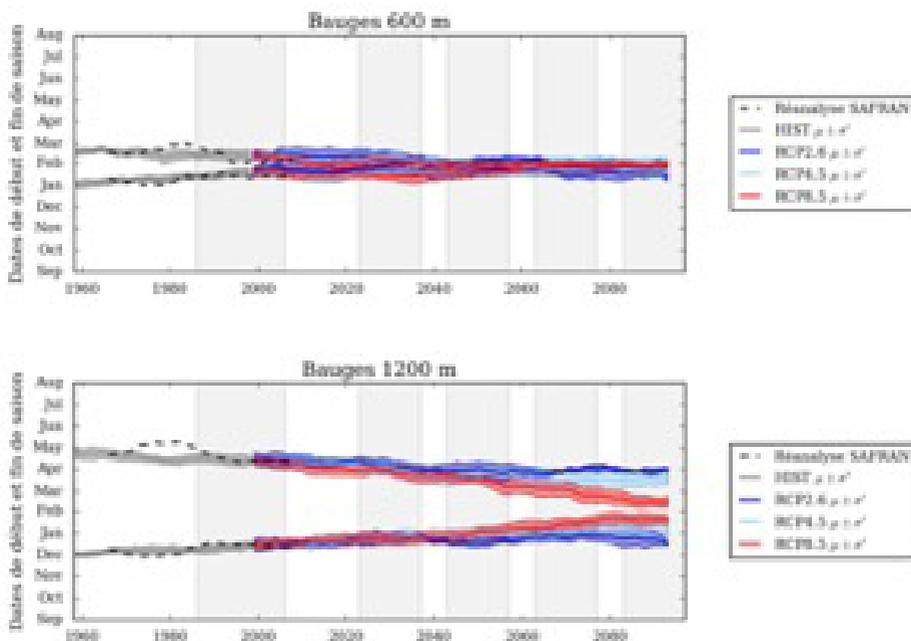


Figura 21. Proiezioni dell'altezza della neve nei Bauges a 600, 1200 e 2100m

Questa proiezione è confermata da quelle sulle date di inizio e fine della stagione dell'innevamento che mostrano un netto accorciamento di tale stagione (figura 22). Tuttavia, vi sono differenze a seconda dell'altitudine: se a 600 metri le proiezioni presentano una stagione ristretta in febbraio per il 2080, l'impatto è più moderato a 2100 metri (a seconda degli scenari: da dicembre a giugno per quello più ottimista, da gennaio ad aprile per quello RCP8,5).



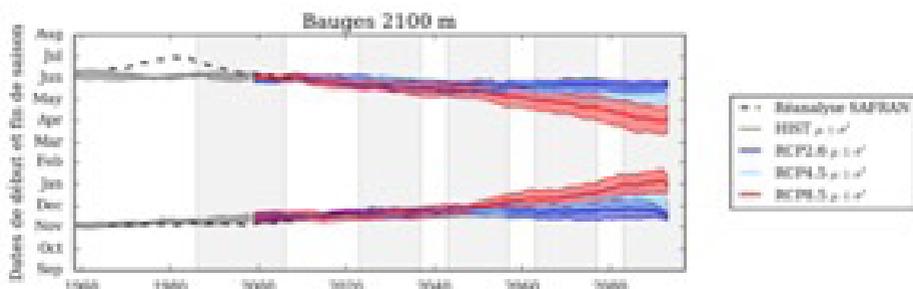


Figura 22. Proiezioni dell'inizio e della fine dell'innevamento nei Bauges a 600, 1200 e 2100 m

La tabella 11 presenta alcune proiezioni tratte dal progetto SCAMPEI. Il range di variabilità degli indici estratti è legato ai diversi modelli utilizzati nel progetto e ai diversi scenari esplorati (A1b, A2, B1). Il periodo di riferimento è il 1961-1990.

futuro prossimo: 2030	
Evoluzione dell'altezza della neve	-40% ; -55% (1200m) -20% ; -41% (1800m)
Evoluzione della durata annuale dell'innevamento	-20% ; -29% (1200m) -9% ; -16% (1800m)
futuro lontano 2080	
Evoluzione dell'altezza della neve	-67% ; -86% (1200m) -38% ; -72% (1800m)
Evoluzione della durata annuale dell'innevamento	-36% ; -63% (1200m) -16% ; -42% (1800m)

Tabella 11. Proiezioni sull'innevamento nell'area dei Bauges. Fonte: <http://www.umr-cnrm.fr/scampe/cen/index.php>

11.1.5 Minori portate d'acqua nel Chéran

Le portate medie sono diminuite del 13% e quelle primaverili del 25% tra prima e dopo il 1988 (figura 23), a causa di diversi fattori: l'aumento delle temperature e dell'evapotraspirazione, lo scioglimento sempre più rapido di una coltre nevosa sempre meno consistente (che provoca inoltre un anticipo del picco di piena da aprile a marzo), il tutto insieme all'avvio anticipato della fase vegetativa (Chaix, 2018).

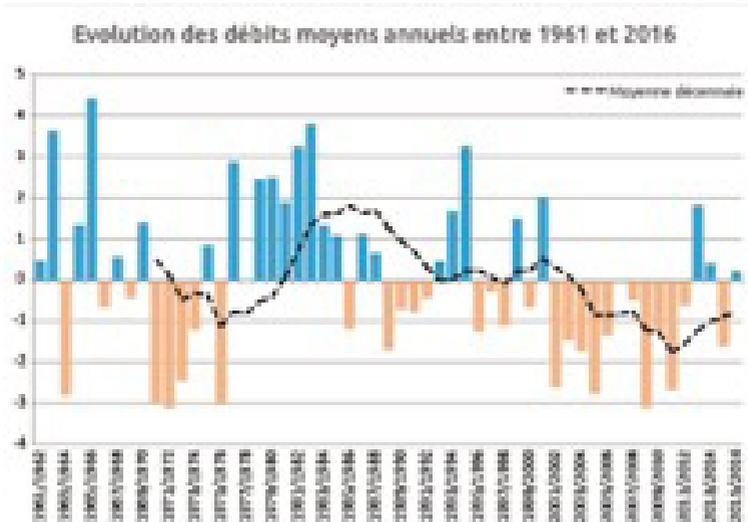


Figura 23. Scostamenti delle portate medie annue (sett. - ott.) del Chéran in m³/s dalla media 1961-2016. (Chaix (2018))

11.1.6 I rischi naturali

Il territorio del massiccio dei Bauges, pur rimanendo moderatamente esposto, è comunque regolarmente colpito da calamità naturali. L'analisi mostra che l'estate e l'inverno sono le due stagioni con il maggior numero di eventi meteorologici che provocano danni. La loro distribuzione sul territorio è omogenea, con una leggera prevalenza per i comuni situati lungo il lago di Annecy (PNR du Massif des Bauges, 2014). Sebbene attualmente sotto controllo, la frana di Châtelard, attivatasi per la prima volta nel 1931 e una delle più importanti nella storia delle Alpi, è ancora sotto sorveglianza (con una riattivazione di 200.000 m³ nel 2015), a dimostrazione che, anche se il problema dei rischi naturali non è attualmente il più importante per gli attori del territorio, può evolversi rapidamente e richiede un monitoraggio permanente.

11.2 Le percezioni degli attori del territorio sul cambiamento climatico

Le percezioni del cambiamento climatico sono state valutate attraverso un workshop organizzato dal Parco il 24 gennaio 2018, in cui sono stati riuniti attori del territorio e responsabili del Parco divisi in 5 sottogruppi: 1) agricoltura, 2) foresta, 3) turismo, 4) biodiversità / risorse naturali / rischi.

Rischi e vulnerabilità

Il RTM osserva che le valanghe sono più frequenti e scendono sempre più in basso nella valle, anche per gli attori presenti al workshop questo fenomeno è preoccupante, anche se ben noto e monitorato. È stato anche menzionato un aumento degli incendi boschivi identificandolo come un tema emergente. Allo stesso modo, la diminuzione della portata del Chéran è un fattore di preoccupazione per gli attori presenti così come il periodo di bassa si sta allungando (125 giorni all'anno al di sotto del livello di bassa). Le idee forti emerse dal workshop sono le seguenti:

- comprendere meglio i fenomeni, con uno sguardo globale ma anche locale perché i Bauges presentano specificità territoriali. Si tratterebbe di istituire meccanismi di monitoraggio locale sull'esempio del Syndicat Mixte Interdépartemental d'Aménagement du Chéran;

- raccogliere, analizzare e discutere collettivamente dati;
- condurre azioni di sensibilizzazione, condivisione delle informazioni, trasversalità, nonché studi sociologici per conoscere le percezioni del grande pubblico su questi fenomeni;
- riconsiderare la visione conservatrice della biodiversità alla luce del cambiamento climatico, ridefinire le sfide e adeguare le politiche pubbliche. La strategia per la biodiversità del Parco, nella sua revisione, deve essere parte di questa visione evolutiva della biodiversità;
- deve essere messa in discussione la capacità di adattamento dell'area;
- vi sono incertezze sulle scelte da compiere in questo periodo di transizione. È necessario fare delle prove, il territorio del Parco è certamente adattato per svolgere questi test.

Agricoltura

Gli effetti del cambiamento climatico sull'agricoltura emersi dal workshop sono i seguenti:

	Effetti sui ritmi	Effetti sullo spazio
positivi	Precocità della vegetazione: permette più raccolti. Resilienza: allevamento estensivo. Effetto limitato dei cambiamenti di ritmo Viticoltura: quantità e qualità del vino	Zone umide diventano accessibili perché si seccano naturalmente
negativi	Aumento dei costi di produzione Gelo tardivo, grandine Parassiti Ciclo vegetativo più breve Rapidi cambi di qualità Pressione sulle attività Maggiore richiesta di soluzioni tecniche	Concorrenza nel settore del legno - altri usi Risalita del bosco: qualità del paesaggio Accesso all'acqua e conflitti d'uso Concorrenza con lo sviluppo insediativo Adattamento, pratiche di gestione del foraggio

Tabella 12 Effetti positivi e negativi sui ritmi e sullo spazio nell'agricoltura emersi nel workshop 28 Gennaio 2018

Da queste constatazioni le proposte di azioni da mettere in opera:

- pianificazione: tutelare i terreni agricoli; limitare l'espansione urbana; consorzicare i terreni per un migliore sfruttamento; promuovere il cambiamento delle pratiche per un migliore adattamento ai cambiamenti climatici.
- valutazione di fattibilità: sostegno finanziario; cambiamento della cultura di trasmissione del patrimonio (vendita di terreni agricoli).
- accompagnare la transizione: sviluppo di filiere corte; decisioni locali (mense ecc.); far conoscere le associazioni e le iniziative che vanno in questa direzione; incentivi per sviluppare la ricettività nelle fattorie (nuove competenze e nuovi posti di lavoro).
- formazione: scuole agrarie; maisons familiales ma anche ; sensibilizzazione nelle scuole, nei collegi, nei licei.
- utilizzo di energie rinnovabili e gestione e condivisione delle risorse idriche.

Foreste

Gli attori del workshop sulle foreste segnalano una risalita delle essenze: l'abete rosso risale oltre i 900 m e viene gradualmente sostituito dalla latifoglia. Peraltro, le scelte di piantumazione effettuate alcuni anni fa non sembrano molto adatte al cambiamento climatico. Si assiste quindi all'abbattimento di alberi da parte del vento che destabilizza il suolo e un aumento delle zone aperte che favorisce l'aumento dei fenomeni erosivi. Viene sottolineata la maggiore vulnerabilità del bosco dovuta allo sviluppo di malattie e agenti patogeni. Un effetto positivo dei significativi cambiamenti climatici è legato alla minor rigidità degli inverni, che consente una stagione di raccolto più lunga e quindi un aumento della produzione.

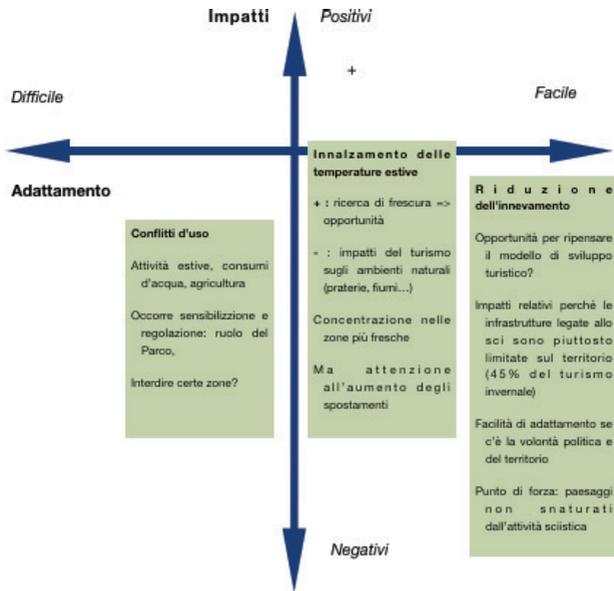
Turismo:

Per quanto riguarda il turismo invernale, gli attori segnalano effetti già osservabili: la diminuzione del giro d'affari degli impianti di risalita e delle settimane bianche per i bambini. La stazione di Aillon le Jeune è già in procedura di salvaguardia. Per quanto riguarda il turismo estivo, si osserva un aumento della domanda turistica alla ricerca di maggiore frescura (altitudine e laghi). Più in generale, le prenotazioni negli esercizi ricettivi sono sempre più

dipendenti dalle condizioni meteorologiche: le prenotazioni e le cancellazioni sono effettuate all'ultimo minuto. Le soluzioni di adattamento messe in pratica ad oggi sono:

- innevatori artificiali (tranne a Margeriaz), con costi di investimento e di gestione elevati e utilizzo limitato dalla temperatura che aumenta in inverno;
- formazione degli operatori della ricettività turistica su temi del cambiamento climatico;
- diversificazione: pratiche per tutte e quattro le stagioni; geoparco; attenzione ai costi legati alla diversificazione delle attività sportive (ad es. cani da slitta) non sono accessibili a tutti; strutture ricettive: organizzazione di seminari... (meno dipendenza dalle condizioni meteorologiche);

Gerarchizzazione degli effetti



Schema 2 Gerarchizzazione degli effetti

12. Gli Impatti del cambiamento climatico nella Zona Omogenea del Pinerolese

L'analisi degli impatti del cambiamento climatico nel Pinerolese è stata condotta attraverso un duplice approccio. Da un lato, sono stati passati in rassegna gli studi e le ricerche esistenti che hanno indagato e monitorato il cambiamento climatico, riferiti al territorio pinerolese e – in seconda battuta – ad una scala più ampia (provinciale e regionale). Dall'altro lato, è stato somministrato un questionario agli amministratori e tecnici comunali della Città Metropolitana di Torino, con l'obiettivo di far emergere la percezione del cambiamento climatico, le pratiche di adattamento e gli ostacoli nella pianificazione territoriale dell'area di studio. La combinazione di questi due approcci ha consentito di ottenere un quadro quali-quantitativo. I paragrafi che seguono riassumono sinteticamente i risultati dell'analisi, dapprima secondo quanto emerge dagli studi e dalle ricerche esistenti e in seguito presentando il punto di vista di tecnici e amministratori locali.

12.1 Aumento della temperatura

Per quanto riguarda la temperatura la tendenza al riscaldamento è in corso già dalla fine dell'Ottocento, a partire dalla fine degli anni '80 il tasso di crescita delle temperature medie annuali e stagionali è sensibilmente aumentato. Per la città di Torino, risulta un aumento dell'ordine dei 2°C della temperatura media annuale nel corso di un secolo (Arpa Piemonte, 2007). Le tendenze medie regionali indicano, invece, un aumento di 1,1°C delle temperature medie annue e identificano l'autunno come la stagione che presenta gli incrementi minori (Società Meteorologica Subalpina e Regione Piemonte, 2008). Per verificare l'allineamento del clima del Pinerolese con le tendenze regionali, è stata analizzata la serie storica delle temperature registrate nella stazione meteorologica di Luserna San Giovanni, posta a 475 m s.l.m. e attiva dal 1988. I dati sono stati ottenuti tramite la banca dati dell'Arpa Piemonte e la stazione è stata scelta in quanto, tra quelle situate nell'area in analisi, è quella che presenta la serie più lunga e completa. I dati della temperatura media annuale sono stati analizzati tramite una regressione lineare (figura 24), che ha evidenziato un

incremento annuale intorno a $0,08^{\circ}\text{C}$. Tale dato sorprendentemente elevato deve, tuttavia, essere letto con la consapevolezza che il periodo di tempo preso in considerazione (1989-2017) è soggetto ad importanti oscillazioni annuali, nonché relativamente breve e limitato agli ultimi trenta anni, ovvero quelli interessati dalla maggior variazione della temperatura anche a livello globale. Gli anni 1997, 1999, 2001 e 2004 non sono stati inclusi nell'analisi a causa della mancanza di un numero di dati sufficiente.

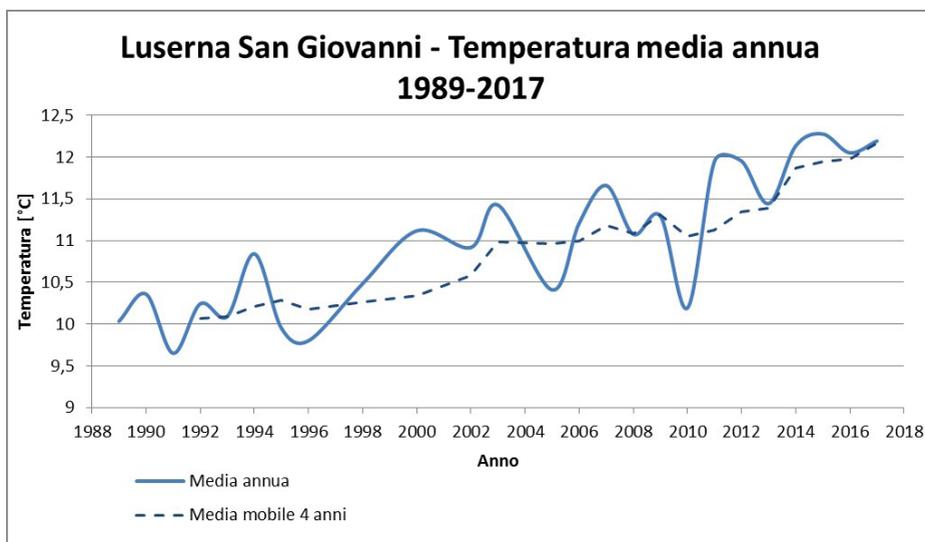


Figura 24. Andamento della temperatura media annuale nella stazione di Luserna San Giovanni tra il 1989 e il 2017.

Per quanto riguarda le aree montane, a subire le maggiori variazioni sono le temperature minime: ciò è dovuto dalla minor frequenza dei forti geli e dal ritardo nell'avvio dei geli autunnali, nonché da un anticipo nella fine dei geli primaverili. Questo andamento influenza notevolmente la quantità media di neve fresca, che è diminuita in modo evidente, in particolare al di sotto dei 1000-1500 m di altitudine. Ancora più drastica è la riduzione degli spessori

medi della neve al suolo, a causa dello scioglimento dovuto alle temperature invernali e primaverili maggiori. Lo spessore del manto nevoso tra gli anni 1990 e 2007 è circa dimezzato, su quasi tutte le aree montane della provincia (mancano dati specifici sull'area del Pinerolese), rispetto al periodo 1961-1989 (Arpa Piemonte, 2008).

12.2 Precipitazioni

Le precipitazioni, diversamente dalle temperature, non mostrano al momento particolari cambiamenti a livello regionale, a parte una leggera tendenza alla diminuzione degli apporti annuali (Arpa Piemonte, 2017). Gli scenari futuri elaborati dal progetto "Prudence" per la Svizzera meridionale, tuttavia, evidenziano come a Sud delle Alpi le precipitazioni potranno in parte aumentare soltanto in inverno, per una probabile accentuazione dei regimi di venti tra Sud-Ovest e Ovest, cui corrisponderebbe una diminuzione nelle altre stagioni. Questa prospettiva potrebbe però non coinvolgere le valli del Torinese, lasciate in «ombra pluviometrica»⁵. In ogni caso, si osserverà probabilmente un'accelerazione dei deflussi invernali, causati da una fusione più rapida della neve per temperature più elevate e dalla più alta probabilità di avere precipitazioni sotto forma liquida anziché solida, e una diminuzione di quelli estivi. A tal proposito, sono stati analizzati i valori di portata giornaliera rilevati tra il 2003 e il 2016 dalla stazione idrologica di San Martino Chisone, posta sul torrente Chisone nel comune di Pinerolo (figura 25).

⁵.Zone a scarse precipitazioni a causa della conformazione orografica. La presenza di versanti montani o di altri ostacoli geografici opposti ai venti prevalenti ostruiscono il passaggio dei sistemi nuvolosi impendendo che queste si verifichino.

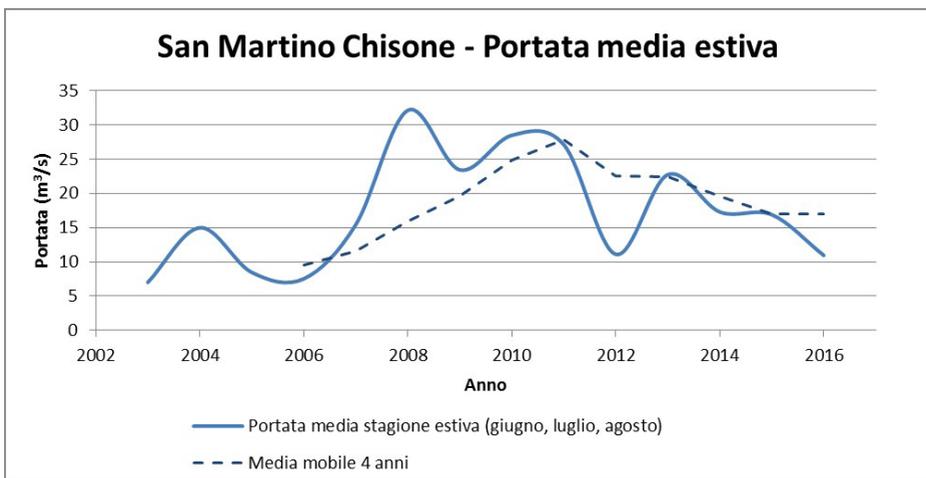
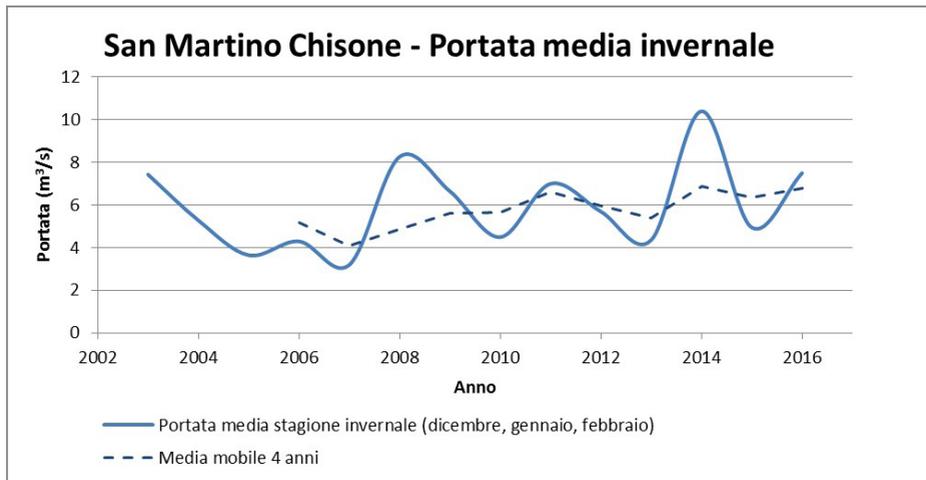


Figura 25. Andamento della portata media invernale e estiva nella stazione di San Martino Chisone tra il 2003 e il 2016.

Come si evince dai grafici riportati, se per le portate medie invernali è intuibile un andamento in leggera crescita, per quelle estive non è possibile definire un trend. In entrambi i casi, tuttavia, l'esiguo numero di anni di registrazioni e l'elevata variabilità dei valori non permettono ancora di definire con chiarezza un trend. Sarà fondamentale, quindi, per il monitoraggio degli effetti del cambiamento climatico nella zona, analizzare periodicamente i dati della portata per confermare o meno le previsioni. Anche l'aumento delle precipitazioni intense, come effetto dell'intensificazione del ciclo dell'acqua documentato per alcune regioni europee a Nord delle Alpi, non è al momento ancora evidente sul versante italiano della catena montuosa. Si deve tener presente, invece, che la combinazione della riduzione della piovosità con l'aumento delle temperature, soprattutto per la stagione estiva, può portare alla maggior frequenza e durata delle condizioni siccitose. Ad aggravare questa situazione potrà essere la maggior richiesta di acqua in territorio montano in periodo estivo, dovuta ai probabili aumenti dei flussi turistici nella stagione calda, nonché il grande utilizzo di questa risorsa durante l'inverno per la produzione di neve artificiale.

12.2.1 Indicatori di impatto

Come si è visto nei precedenti paragrafi, il cambiamento climatico ha un impatto sull'ambiente naturale e, di conseguenza, su differenti settori dell'attività umana. La biodiversità e la salute degli ecosistemi sono messi a repentaglio, specialmente nelle aree montane, che presentano gli equilibri più delicati. L'aumento delle temperature, in particolare, può causare l'elevazione della linea del limite del bosco e la migrazione generale verso l'alto delle specie. Ciò mette a rischio soprattutto le specie che occupano i territori più elevati. A causa della differente sensibilità delle diverse specie, possono avvenire anche grandi cambiamenti nella composizione e nella varietà delle comunità viventi, vegetali e animali, esacerbati dall'arrivo di specie vegetali aliene.

L'agricoltura, direttamente legata agli equilibri ecosistemici, è uno dei settori economici le cui sorti sono più fortemente legate all'andamento climatico. Ciò è particolarmente rilevante per il territorio del Pinerolese, nel quale, secondo il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Torino (2011), si riscontra un certo fermento innovativo legato al settore vitivinicolo,

alle attività agrituristiche e all'agricoltura biologica. Tuttavia, è al momento difficile stabilire se il clima futuro potrà rappresentare complessivamente un beneficio oppure un danno per la produzione agricola delle Alpi piemontesi. I fattori da tenere in considerazione, infatti, sono molteplici. Il prolungamento della stagione vegetativa insieme alla maggior disponibilità di CO₂ potrebbe generare un aumento della produzione e sarà possibile coltivare a quote più basse. I danni da gelo primaverile, se il periodo di semina non verrà modificato, potranno diminuire. La minor umidità del suolo, inoltre, potrebbe ridurre l'insorgenza di attacchi da parte di organismi fungini. D'altra parte, l'arrivo di specie fitopatologiche legate a temperature più elevate e la scarsità idrica porranno significative criticità e sfide gestionali.

Altro settore economico di fondamentale importanza per il territorio pinerolese è quello turistico. Il turismo, sia estivo sia invernale, è un elemento strutturale del sistema socio-economico. I flussi turistici nel periodo primaverile ed estivo sono legati alla fruizione del paesaggio naturale, grazie anche alla presenza di itinerari cicloturistici e alle aree protette. A tal proposito, se da un lato l'aumento delle temperature può allungare la stagione turistica estiva e dirottare i flussi dalle mete con temperature più elevate a quelle montane, la compromissione degli ecosistemi, in particolare forestali, e la perdita di biodiversità possono avere un'influenza negativa. Il turismo invernale è invece legato prevalentemente alle stazioni sciistiche presenti nell'area. In seguito allo sviluppo delle strutture di ricettività e dei flussi impresso dalle Olimpiadi Invernali del 2006, il turismo invernale è oggi un elemento in grado di contribuire concretamente allo sviluppo socio-economico locale delle valli pedemontane della Città Metropolitana. Tuttavia, la carenza frequente e prolungata di innevamento sui comprensori sciistici, a causa delle nevicate più rare e della fusione più rapida del manto, mettono in difficoltà questo settore. A titolo di esempio, il numero di giorni con altezza della neve al suolo superiore a 40 cm presso la stazione meteorologica del lago Rochemolles, nella vicina Valle di Susa, è diminuito del 25% dal periodo 1961-1989 al periodo 1990-2007 (SMS e Arpa Piemonte, 2008). La produzione di neve programmata, inoltre, dipende da fattori climatici vincolanti: la temperatura e l'umidità determinano la resa, mentre il vento determina la capacità di trasporto. In particolare, tanto più è umida l'aria, tanto più bassa deve essere la temperatura perché si possano

formare i cristalli di neve dalle sottili goccioline d'acqua. Nel periodo dal 1996-97 al 2007-08, nella stazione sciistica di Sestriere Principi, si è registrata tra dicembre e marzo una frequenza media del 28% di discrete condizioni per produrre neve, sebbene la frequenza delle condizioni migliori scenda al 15% (SMS e Arpa Piemonte, 2008). A questo si aggiunge l'alterazione e la scomparsa del permafrost che genera problemi di stabilità per le infrastrutture turistiche in alta quota e rende pericolose le attività alpinistiche a causa di potenziali crolli di rocce o valanghe.

Anche il settore della produzione di energia idroelettrica potrà risentire del cambiamento climatico. Nell'area sono presenti tre impianti di produzione idroelettrica, situati in comuni della fascia montana: Inverso Pinasca, Perrero e San Germano Chisone. Ad influire di più saranno le alterazioni nei regimi dei deflussi dalle alte quote, dovuti principalmente alle siccità estive più frequenti. In linea generale questo andamento potrà essere compensato dalla maggiore fusione glaciale durante estati calde, ma solo nel breve periodo, a causa della progressiva riduzione dei ghiacciai stessi. Nell'area, inoltre, non sono più presenti ghiacciai responsabili diretti dell'afflusso ai corsi d'acqua. L'unico della zona, il ghiacciaio del Boucher nella vicina Valle di Susa, infatti, è segnalato come "estinto" già dal 1930 (CGI-CNR, 1961).

Il cambiamento climatico avrà un impatto diretto anche sulla salute umana, sia per quanto riguarda le possibili ondate di calore e la diffusione di nuovi parassiti e malattie, sia relativamente ai rischi naturali ad esso connessi. Gli incrementi di temperatura rappresentano un potente fattore di rischio per la salute soprattutto per i soggetti fragili e si evidenzia nell'incremento dei decessi nelle fasce di età over 65 anni (ARPA, 2017). Il fenomeno, tuttavia, è limitato alle aree di pianura del Pinerolese. La diffusione di nuove malattie e parassiti, invece, interessa anche le aree montane. Ne sono un esempio i flebotomi vettori della leishmaniosi del cane, trasmissibili anche all'uomo ed endemici delle regioni mediterranee, che dal 2003 si sono diffusi anche nelle vallate alpine (Arpa Piemonte, 2008). L'allungamento della stagione di produzione dei pollini, inoltre, avrà un'influenza sull'insorgenza di allergie.

Per quanto riguarda gli eventi alluvionali e i dissesti, al momento, non vi sono evidenze di una maggior frequenza rispetto al passato per quanto riguarda l'area alpina piemontese. L'intensità dei picchi di piena non sempre è legata

direttamente alla quantità di precipitazione, poiché intervengono anche altri fattori, come la fusione nivale e la saturazione dei suoli all'arrivo delle piogge, rendendo complessa una previsione del trend di tali fenomeni. Sarebbe opportuno approfondire il tema per il territorio del Pinerolese, analizzando la ricorrenza di eventi naturali catastrofici nel corso degli anni. I dati riguardanti le alluvioni finora disponibili presso il Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche presentano una problematica legata alla diversa quantità e qualità dell'informazione nella registrazione degli eventi nel tempo. L'Archivio Piene del Progetto AVI indica undici piene censite nel territorio del comune di Pinerolo, di cui la più vecchia risale al 1629. Risulta evidente come non sia possibile imputare l'esiguo numero di eventi censiti per Pinerolo prima del XX secolo solamente ad un mutamento delle condizioni ambientali. Stesse problematiche presentano i dati relativi alle frane, per cui le informazioni risultano anche lacunose.

12.2.2 Valutazione dei Servizi Ecosistemici nell'area Pinerolese

Per poter valutare gli effetti intersettoriali degli impatti generati dai cambiamenti climatici, è stata replicata sul territorio dell'Area omogenea Pinerolese la metodologia di uno studio pubblicato nel 2012 e che giungeva a formulare una stima del valore economico dei SE prodotti a livello provinciale (Scolozzi et al., 2012). In questo modo è stato possibile esprimere una valutazione economica sia dei servizi ecosistemici allo stato attuale sia della loro variazione a seguito degli impatti generati dai CC.

Per la metodologia applicata, la valutazione della baseline dei SE, i SE rilevanti per l'area, i valori monetari e il potenziale di un determinato LC di offrire uno specifico SE si consulti il documento 3.1. a

Il valore complessivo dei SE forniti dalla Provincia di Torino nel 2000 risulta collocarsi tra i 1.500 M€ e i 2.000 M€, mentre la Zona omogenea del Pinerolese raggiunge un valore complessivo dei SE pari a circa 350 M€ nello stesso anno rappresentano dunque tra il 17,5% e il 23,3% del valore dell'intera provincia. In termini di territorio, la Zona omogenea del Pinerolese (130.223 ha) rappresenta circa il 19% dell'intera provincia (682.700 ha), pertanto si può affermare che il territorio del pinerolese fornisce SE in modo proporzionale all'estensione del

suo territorio.

12.3 La percezione degli impatti

Al fine di ottenere un quadro più completo e rappresentativo degli impatti del cambiamento climatico nella Zona Omogenea del Pinerolese è stata condotta un'indagine della percezione dei cambiamenti climatici e delle azioni di governo del territorio predisposte per affrontarne gli impatti. In particolare, l'analisi è stata rivolta a tecnici e amministratori degli enti locali della Città Metropolitana di Torino, di cui la Zona Omogenea del Pinerolese fa parte. La rilevazione, in questa prima fase, ha previsto un questionario a risposte chiuse rivolto ai Comuni della Città Metropolitana di Torino. Le domande a risposte aperte sono state limitate ad approfondimenti o chiarimenti da parte dei rispondenti. Il questionario è strutturato in cinque sezioni tematiche:

1. Il contesto territoriale (Comune di lavoro e dimensione, ruolo rivestito dal rispondente all'interno dell'Ente);
2. La percezione degli impatti del cambiamento climatico;
3. Le pratiche di governo del territorio connesse al cambiamento climatico;
4. La formazione sul tema;
5. Le barriere riscontrate nell'applicazione di misure di adattamento al cambiamento climatico.

Il periodo di distribuzione e somministrazione del questionario è stato compreso tra il 1 dicembre 2017 e il 28 febbraio 2018.

12.3.1 I risultati dell'indagine

I comuni che hanno risposto al questionario sono distribuiti in modo omogeneo (figura 26), sia sul territorio, sia per fasce altimetriche e tipologie di comuni (pianura, collina, montagna). I comuni della Zona Omogenea del Pinerolese sono rappresentati nella misura del 58%; quelli complessivi della Città metropolitana nella misura del 25%.

Tra gli intervistati, gli effetti del cambiamento climatico risultano ampiamente percepiti: l'85% dei rispondenti dichiara che gli effetti siano già riscontrabili, e la maggioranza di essi dichiara che siano percepiti da più di 5 anni.

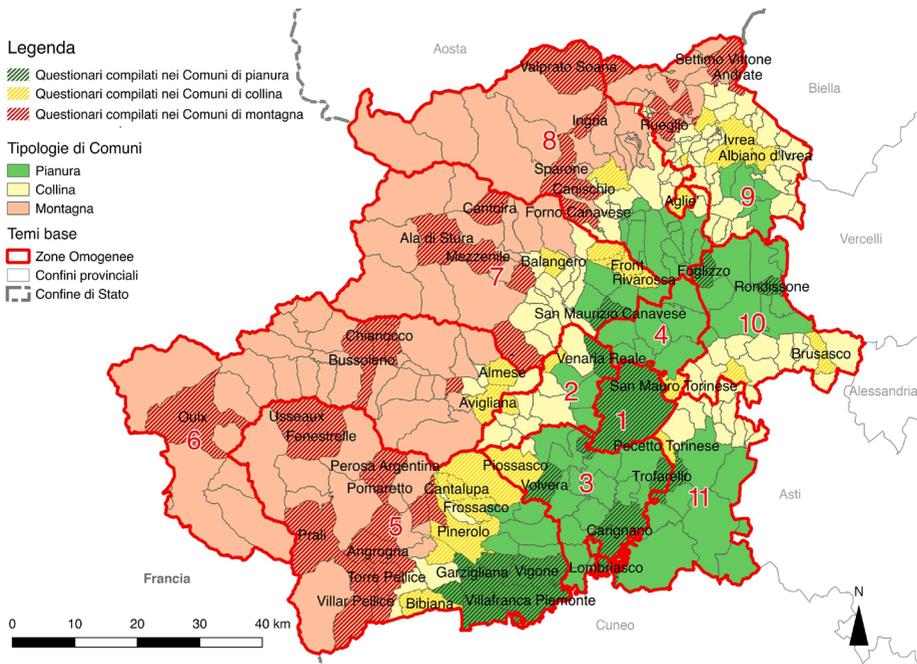


Figura 26. Mappa del territorio oggetto di analisi tramite questionari

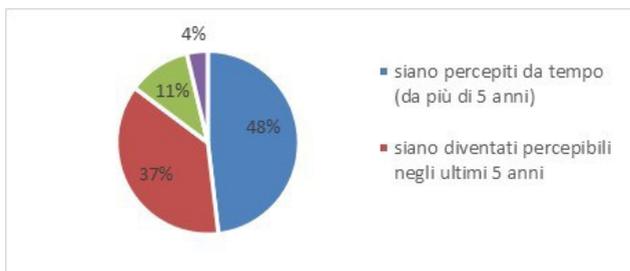


Figura 27. Risposte al quesito: "In quanto tecnico coinvolto nella pianificazione territoriale locale, ritiene che gli impatti del cambiamento climatico nel territorio del suo comune..." (valori percentuali)

Se in alcuni settori, come quelli dell'edilizia e dell'approvvigionamento energetico, gli impatti sono ritenuti prevalentemente neutri o positivi, in altri, come quelli dei rischi naturali, della biodiversità, dell'agricoltura e di boschi e foreste, prevalgono nettamente gli impatti negativi. Nel caso del turismo, la percezione degli impatti è sostanzialmente neutra: gran parte dei rispondenti ha dichiarato che gli impatti del cambiamento climatico su questo settore non risultano ad oggi percepibili.

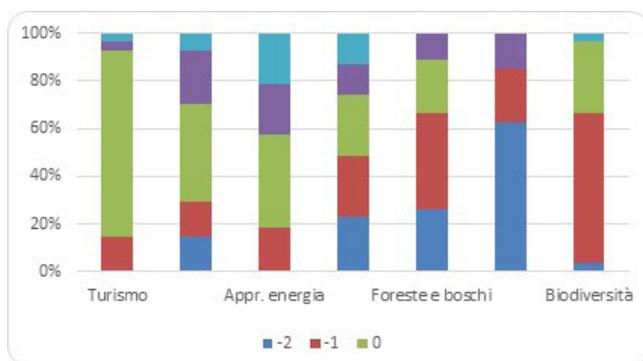


Figura 28. Risposte al quesito: "In quali dei seguenti ambiti settoriali ritiene che gli impatti del cambiamento climatico siano già oggi percepibili nel territorio del suo comune? sono positivi o negativi?"

Confrontando le risposte riferite allo stato attuale con quelle riguardo allo scenario tra 15 anni, la percezione degli impatti positivi è in aumento in tutti i settori, e in particolare nei settori dell'edilizia e dell'energia, i cui impatti percepiti risultavano già complessivamente positivi nello scenario attuale. Anche gli impatti negativi sono stimati in crescita, pur con margini di incremento più moderati rispetto a quelli positivi. In calo sensibile è la quota di coloro che ritengono che gli impatti del cambiamento climatico non siano percepibili: anche tra chi attualmente dichiara impatti neutri, vi è complessivamente la percezione che entro 15 anni il cambiamento climatico si farà sentire, nel bene e nel male, in tutti i settori.

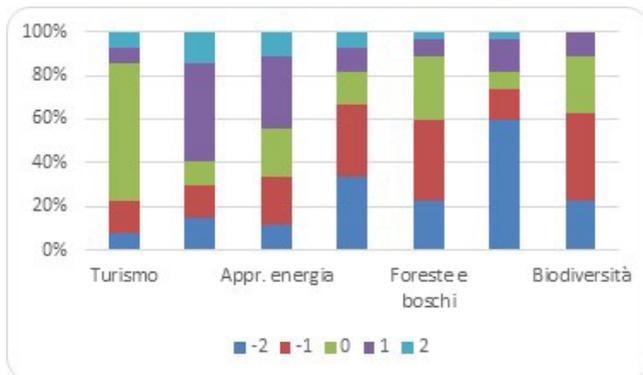


Figura 29. Risposte al quesito: “Ritiene che tali impatti nei diversi ambiti settoriali saranno percepibili nel territorio del suo comune fra 15 anni? Se sì, saranno positivi o negativi?”

Al di là del valore positivo o negativo associato al cambiamento climatico, l'importanza ad esso attribuita è elevata: in una scala da 1 a 5, il 59% dei rispondenti ritiene il cambiamento climatico molto importante (valori 4 o 5), mentre solo il 22% ritiene il cambiamento poco importante (valori 1 o 2).

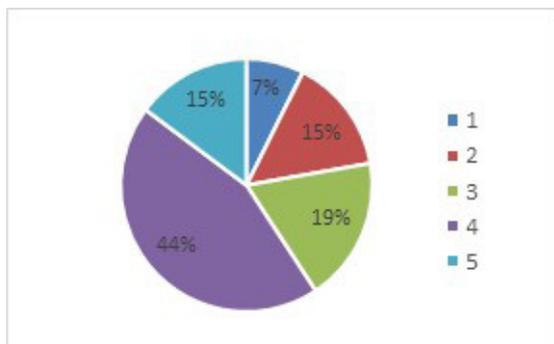


Figura 30. Risposte al quesito: “Guardando alla situazione attuale, come tecnico della pianificazione territoriale locale, quanto giudica il cambiamento climatico come un fenomeno importante sul suo territorio? Indichi la risposta su una scala da 0 (per niente importante) a 5 (estremamente importante)”

In generale, si ritiene che la percezione del cambiamento climatico sia aumentata negli ultimi anni e ciò è avvenuto a seguito di eventi naturali che hanno reso evidenti gli impatti e posto al centro del dibattito i processi di cambiamento in atto da tempo. Il questionario chiedeva espressamente di indicare se negli ultimi due o tre anni la percezione del cambiamento climatico fosse aumentata a seguito di eventi naturali (come alluvioni, siccità e incendi), invitando a specificare la natura di tali eventi. I principali eventi che hanno contribuito ad aumentare la percezione sul territorio sono di due tipi: (1) piogge molto intense e alluvioni, indicate dal 78% dei rispondenti; direttamente correlati alle piogge sono anche i dissesti idrogeologici e i temporali particolarmente intensi; (2) siccità, indicata dal 33% dei rispondenti, a cui si associano incendi e carenza di risorse idriche. Oltre agli eventi connessi alla risorsa idrica sono stati segnalati l'aumento delle temperature, sia in inverno che in estate, e i fenomeni metereologici inconsueti per le rispettive stagioni (es: nevicate in primavera, grandinate e temporali in inverno).

13. Pianificazione territoriale di adattamento climatico

13.1 L'adattamento a scala Europea

Nel 2007 la Commissione ha pubblicato un Libro verde contenente una serie di questioni sottoposte a consultazione pubblica; successivamente nel 2009 il Libro bianco L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo ha segnato il primo passo per una strategia dell'Unione europea e dei suoi Stati membri agli effetti di preparazione al cambiamento climatico. Nell'aprile 2013 la strategia europea, per il periodo 2013-2017, è entrata in vigore. Il suo obiettivo principale è sostenere lo sviluppo di politiche di adattamento coerenti all'interno dell'Unione, a tutti i livelli e per tutti i settori. Tale strategia è stata sottoposta a revisione nel 2017 sulla base delle raccomandazioni del progetto di ricerca europeo BASE (Bottom-up Adaptation Strategies for Sustainable Europe) 2012-2016. Le raccomandazioni, oltre a ribadire l'importanza e il ruolo dell'Unione Europea nella promozione di misure di adattamento, sono soprattutto uno stimolo affinché le autorità nazionali e locali assumano nelle loro attività e nelle politiche settoriali sempre più responsabilità nel tema dell'adattamento al cambiamento climatico

In generale, a livello internazionale il dibattito si sta concentrando soprattutto sull'introduzione di strumenti ex-novo come i piani di protezione del clima e i piani per l'energia sostenibile. Per quanto riguarda la prima categoria, alcuni contesti territoriali stanno testando veri e propri piani del clima, che si inseriscono nel quadro di molteplici iniziative legate al tema della sostenibilità ambientale ed energetica dei territori. La famiglia dei Climate Action Plan può avere denominazioni diverse a seconda dei contesti: Climate Plan, Climate Action Plan, Climate Protection Plan. Questi piani possono essere sia piani di mitigazione che piani di adattamento e solitamente si compongono di un documento strategico e/o di un piano di azione in base alla scala di applicazione. Fanno parte di questa famiglia le iniziative internazionali quali il Protocollo di Kyoto o l'European Climate Change Programme, i piani di azione nazionali dei singoli governi come il Plan national d'adaptation au

changement climatique in Francia, e i piani adottati dalle singole città (Musco & Fregolent, 2014). Questi ultimi si declinano in genere attraverso una serie di indicazioni e soluzioni edilizie e urbanistiche di adattamento, ma anche di progettazione ambientale. In generale, alla fine del 2017, 25 Stati membri disponevano di una strategia di adattamento e 15 di un piano d'azione nazionale di adattamento. Per quanto riguarda i piani per l'energia sostenibile, attraverso l'iniziativa "Patto dei sindaci per il clima e l'energia", la Commissione Europea è in prima persona promotrice incoraggiando le città ad impegnarsi ad agire per adattarsi ai cambiamenti climatici. Nel 2018 sul sito web erano registrati 1.743 territori, di cui solo 106 in via di adattamento. Ci sono differenze significative tra la Francia e l'Italia. Mentre l'Italia ha registrato 867 firmatari (di cui 26 per gli impegni in materia di adattamento); solo 11 comuni francesi hanno firmato l'accordo, 2 dei quali riguardanti l'adattamento. Infine, l'UE finanzia l'adattamento attraverso vari strumenti, quali i fondi strutturali e di investimento europei (tra cui il Fondo europeo di sviluppo regionale - FESR, il Fondo sociale europeo - FSE, il Fondo di coesione, il Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale - FEASR), lo strumento LIFE e il Fondo di solidarietà dell'UE per le calamità naturali.

13.2 L'adattamento a scala Transfrontaliera: la convenzione delle Alpi

Come altre aree interregionali come quelle del Mar Baltico e del Danubio, le Alpi si sono interessate al tema dell'adattamento (Bertrand, 2017). La Convenzione delle Alpi si è impegnata, prima con l'adozione della Dichiarazione ministeriale di Alpbach sui cambiamenti climatici (2006) e poi con l'adozione di un piano d'azione concreto, approvato in occasione della 10a Conferenza delle Alpi nel marzo 2009 alla messa in pratica di misure per l'adattamento climatico. Sono state inoltre prodotte linee guida per aiutare i territori alpini ad affrontare l'adattamento. Il documento ricorda le sfide e propone soluzioni di adattamento settoriali: foreste, acqua, energia, qualità dell'aria e salute umana, agricoltura e allevamento, trasporti, eventi estremi e gestione dei rischi naturali, turismo, biodiversità ed ecosistemi e pianificazione. Nel 2017 è stata costituita la Rete di Consulenza sul Clima delle Alpi per riunire importanti attività in materia di cambiamenti climatici nell'ambito della Convenzione delle Alpi.

13.3 Il caso francese

In Francia, a livello nazionale, nel 2001 è stato fondato l'ONERC (Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique). Questa struttura pubblica ha due obiettivi: raccogliere e diffondere informazioni sui rischi legati ai cambiamenti climatici e formulare raccomandazioni sulle azioni da intraprendere per limitarne gli impatti. Nel 2006 l'Osservatorio ha sviluppato una Strategia nazionale per l'adattamento ai cambiamenti climatici (SNACC), successivamente tradotta in un Piano nazionale per l'adattamento ai cambiamenti climatici (PNACC) avviato nel 2011 e aggiornato nel 2017. Nel piano viene sottolineato l'importanza della pianificazione territoriale nell'adattamento. Tuttavia, è a livello regionale e locale che si stanno delineando e attuando le principali azioni di adattamento. Il rapporto di valutazione del Piano Nazionale di Adattamento 2011-2015 ha chiaramente raccomandato un futuro piano nazionale di adattamento più relazionato con i piani territoriali. Si raccomanda inoltre la creazione di comitati regionali di adattamento a livello regionale al fine di promuovere la coerenza delle varie politiche.

13.4 L'adattamento alla scala dei territori subnazionali

I principali obblighi normativi sono stati introdotti a partire dagli anni 2000; tra questi ci sono:

- a) Il Piano Nazionale per il Clima (2004): introduce il principio secondo cui le politiche locali debbano dedicarsi alla "questione climatica"
- b) La legge Grenelle (2009): il testo rivede l'articolo L.110 del codice di urbanistica. Da allora le autorità locali si sono prefisse i seguenti obiettivi: ridurre le emissioni di gas serra, ridurre il consumo energetico, risparmiare risorse fossili. Successivamente è stata approvata anche una legge Grenelle 2 nel 2010 che ha tradotto questi obiettivi in Piani di Pianificazione Urbana Locale (PLU) e Piani di Coerenza Territoriale (SCOT), documenti che devono tenere conto dei Piani Energetici Clima Aria Regionali (SRCAE) e dei Piani Energia-Clima Territoriali (PCET) (questi ultimi ormai obbligatori per gli EPCI⁶ con più di 50 000 abitanti). L'inclusione dell'adattamento nei documenti di pianificazione territoriale è accompagnata da principi ricorrenti: favorire le strategie "senza rimpianti"; pensare in termini di resilienza; evitare gli effetti

6. Etablissement public de coopération intercommunale

perversi del “maladattamento”; favorire un approccio anticipatore piuttosto che reattivo; evidenziare i benefici, anche a breve termine, delle misure che affrontano l’incertezza a lungo termine.

c) Legge ALUR/2014 (loi pour l’accès au logement et à un urbanisme rénové): promuove la densificazione e la lotta al consumo di suolo, in particolare limitando le possibilità di urbanizzazione nel PLU, incoraggiando l’implementazione del PLUi e facendo dello SCOT un documento centrale nella pianificazione territoriale

d) La legge dice NOTRe⁷ (2016): apporta modifiche ai programmi di pianificazione regionale, sviluppo sostenibile e uguaglianza territoriale (SRADDET). Dovrà infatti sostituire diversi sistemi esistenti, in termini di clima ed energia, intermodalità, rifiuti e biodiversità. Il progetto intende riunire gli schemi esistenti (tra cui i Piani Regionali per l’Energia Aria-Climatica, gli SRCAE e i Piani Regionali per la Coerenza Ecologica, gli SRCE), dando alla Regione un ruolo chiave nella riflessione sullo spazio, le risorse e la loro gestione.

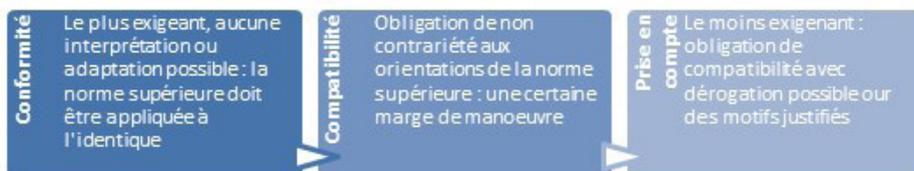


Figura 31. I diversi livelli di applicazione in Francia (Izard, 2016)

La responsabilità delle politiche di adattamento in Francia è quindi distribuita a vari livelli, dallo Stato ai comuni. Il legislatore ha affidato questo ruolo al documento quadro di pianificazione regionale, lo Schéma régional climat air énergie (SRCAE). Tuttavia, se esiste un rapporto di compatibilità tra PCET e SRCAE, non esiste un legame giuridico diretto tra SRCAE e Schéma de coeherence territoriale (SCOT), documento per la coerenza delle politiche pubbliche di pianificazione territoriale sostenibile: quest’ultimo deve solo “prendere in considerazione” gli orientamenti fondamentali del PCET; lo

7. Legge 2015-991 del 7 agosto 2015 Nouvelle Organisation Territoriale de la République, detta « NOTRe ».

stesso vale per il PLU

Strumenti chiave di pianificazione per l'adattamento ai cambiamenti climatici

a) Il Piano Energetico Territoriale per il Clima (PCAET) è un progetto di sviluppo territoriale sostenibile che mira a contrastare il cambiamento climatico. È stato sostituito dal Piano Nazionale per il Clima e ripreso dalle leggi Grenelle e dalla legge di transizione energetica per la crescita verde. Ha due obiettivi: (1) mitigazione (riduzione delle emissioni di gas serra); (2) adattamento (ridurre la vulnerabilità del territorio). Negli anni, le norme sui PCAET da volontarie sono diventate obbligatorie.

b) Lo SCOT: è destinato a servire come quadro di riferimento per le varie politiche settoriali, in particolare quelle che si concentrano sulle questioni di organizzazione del territorio e pianificazione urbana, la residenza, la mobilità, lo sviluppo commerciale, l'ambiente. Dal 2009, l'articolo L101-2 del Code de l'Urbanisme, introduce l'adattamento come obiettivo che le autorità locali devono rispettare nei loro documenti urbanistici. Le questioni climatiche possono quindi essere integrate nelle tre componenti dello SCOT: il rapporto di presentazione, il progetto di pianificazione e sviluppo sostenibile (PADD) e il documento di orientamento e obiettivi (DOO). Inoltre, integrando lo SRCAE, lo SRADDET rende gli obiettivi di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici che contiene opponibili al PLU e allo SCOT.

c) Piani Urbani Locali (PLU) e Piani Urbani Intercomunali Locali (PLUi): documento urbanistico che, su scala di un gruppo di comuni (PLUi) o di un comune (PLU), stabilisce un progetto globale di pianificazione e sviluppo urbano e di conseguenza stabilisce le regole generali per l'uso del suolo sul territorio in questione. Il PLUi trascrive in modo operativo gli orientamenti del SCOT, con cui è compatibile, e tiene conto del PCAET e dello schema regionale.

d) Piani di prevenzione dei rischi naturali (PPR). Analogamente, la direttiva alluvioni del 2007 stabilisce che l'adattamento ai cambiamenti climatici deve essere preso in considerazione.

Gli esperti e i tecnici delle autorità locali concordano sul fatto che il tema del cambiamento climatico e, ancor più, quello dell'adattamento, sono praticamente assenti nei progetti del territorio. Esso rientra piuttosto nel quadro delle politiche climatiche che si occupano di mitigazione e di energia. Quando il tema dell'adattamento viene affrontato nei piani climatici, ad

esempio, appare attraverso un inventario delle azioni già realizzate sul territorio in termini di prevenzione e gestione dei rischi naturali, miglioramento termico degli edifici, rinverdimento, lotta all'inquinamento energetico o all'isolamento degli anziani, manutenzione delle reti di approvvigionamento di acqua potabile e drenaggio delle acque reflue. Così, l'adattamento, come si può osservare nella pratica, è: "opportunistico", fatto essenzialmente di "piccoli gesti" e orientato alle ricadute locali e immediate. Queste azioni sono state addirittura ribattezzate misure "senza rimpianti": rispondono cioè ad altre questioni e, se non si verificheranno cambiamenti climatici, avranno comunque effetti positivi.

14. Documenti di pianificazione e di adattamento al cambiamento climatico nel territorio dello Chablais

14.1 Il Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Chablais (SIAC)

L'idea di un progetto comune nello Chablais è nata nel 2000, al fine di definire un contratto di sviluppo assieme alla regione Rodano-Alpi, per poter beneficiare di fondi e sovvenzioni. Il Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Chablais (SIAC) riunisce 3 enti territoriali, tra cui il CC du Haut Chablais, ossia 62 comuni per un totale di oltre 143.000 abitanti nel 2016.

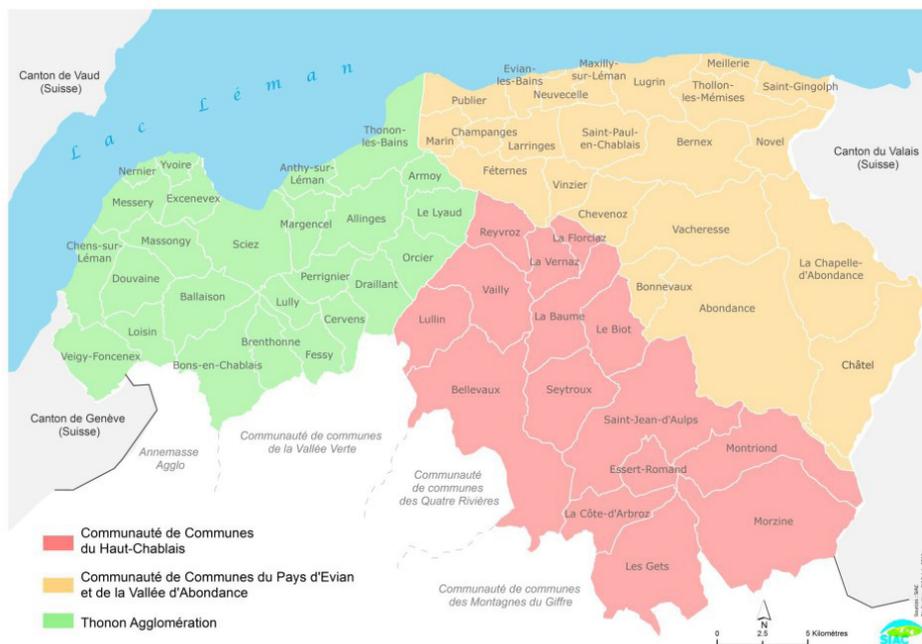


Figura 32. Enti membri SIAC al 01/01/2017 (SIAC, 2016b)

Il Syndicat ha competenza per i documenti di pianificazione: SCOT, Leader, Piani agro-ambientali e climatici Contratti di Fiume des Dranses et de l'Est lémanique.

Lo SCOT dello Chablais (2012-2027): nella diagnosi i cambiamenti climatici non vengono quasi affrontati, ad eccezione dell'evoluzione della copertura nevosa per le stazioni e degli effetti sui rischi naturali.

Il PADD (Plan d'Aménagement et de Développement Durable): l'adattamento al CC non è tra gli obiettivi e o è affrontato con un approccio di mitigazione (energie pulite e rinnovabili da sviluppare nei settori dell'edilizia e dei trasporti). Da segnalare che il termine "clima" ricorre tre volte in totale in tutto il documento. Nella revisione del piano sono stati inseriti i temi dell'adattamento delle stazioni sciistiche attraverso la diversificazione dell'offerta turistica e l'impatto sulle risorse idriche.

LEADER (2014-2020) foreste (Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale). il tema climatico è affrontato sia come minaccia (per il turismo) che come opportunità (un nuovo modello di sviluppo per il territorio). Il tema forestale in relazione al CC appare negli indirizzi nell'ambito della mitigazione. Sono indicate 5 azioni (Groupe d'Action Locale du Chablais, 2015): FA1 - Costruire una filiera locale legno-energia a partire dalla risorsa forestale; FA2 - Rafforzare la funzione ricreativa delle foreste e delle aree naturali interessate; FA3- Attuazione di una gestione sostenibile e condivisa delle foreste; FA4: Sviluppare nuovi partenariati; FA5: Animazione e funzionamento del GAL.

Progetto agro-ambientale e climatico dello Chablais (PAEC): scopo dell'PAEC è mantenere le pratiche agricole adeguate o incoraggiare i cambiamenti delle pratiche necessari per rispondere alle questioni agroambientali individuate sul territorio, secondo gli orientamenti della strategia regionale (qualità delle acque, biodiversità, mantenimento dei pascoli permanenti). Il progetto riguarda tre temi: mantenimento dei sistemi di pascolo (in pianura e in montagna) e della biodiversità; miglioramento della qualità dell'acqua e

conservazione delle zone umide e degli ambienti umidi. Anche se questi temi sono direttamente collegati al tema del cambiamento climatico, il legame con esso non è direttamente specificato in nessun modo all'interno del progetto.

I contratti di fiume del Dranse e della sponda este del lago Lemano (2017-2022): La questione del cambiamento climatico è menzionata due volte nella diagnosi del contratto di fiume. In particolare, si pone il problema dei “rischi di peggioramento dei deficit idrologici durante il periodo invernale di secca all'orizzonte 2025”. Un obiettivo è interamente dedicato al cambiamento climatico e ai suoi effetti sulla distribuzione quantitativa della risorsa acqua.

15. Il caso del Parco naturale regionale del Massiccio dei Bauges

Il Parco è un territorio dotato di una grande capacità di accompagnamento e beneficia quindi di numerosi progetti territoriali ambiziosi e innovativi. Sebbene il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici non sia affrontato nella Carta del PNR 2007, documento che struttura l'azione del Parco nel suo insieme, lo è in altri documenti che mettono in evidenza due settori chiave interessati dai cambiamenti climatici: le foreste (attraverso la Carta Forestale nel 2009) e il turismo (attraverso il Programma Espace Valléen nel 2014). A questi due temi prioritari, il Plan Climat (2014) ne aggiunge altri due: le risorse naturali e l'agricoltura. In generale si nota un'evoluzione nel tempo nel prendere in considerazione l'adattamento nei documenti di pianificazione. Il Plan Climat consente di fissare tappe importanti in questa direzione, anche se la scelta delle azioni in esso contenute rivela una mancanza di maturità di riflessione (le azioni sono essenzialmente volte ad accrescere la conoscenza o a elaborare piani). Il Parco si trova ora in una fase importante di riflessione attraverso la riscrittura della sua Carta. I documenti elaborati negli ultimi anni forniranno una base per progredire verso una maggiore operazionalizzazione della questione dell'adattamento.

15.1 TEPOS: alla scala del PNR e delle agglomerazioni di Annecy e Chambéry

I Territori a energia positiva (TEPOS) sono progetti finalizzati a ridurre il consumo energetico dei territori e a sviluppare le energie rinnovabili per coprire il fabbisogno e raggiungere così un equilibrio tra fabbisogno energetico e approvvigionamento nel 2050. L'approccio TEPOS non è né normativo né normato. Tuttavia, è oggetto di un riconoscimento, facile da ottenere a livello nazionale. Nessuno strumento metodologico è specificamente associato all'approccio TEPOS. Il programma realizzato dalle due agglomerazioni e dal PNR nel 2016 mira principalmente alla mitigazione dei cambiamenti climatici, mentre non si fa alcun riferimento all'adattamento (Chambéry métropole - mission développement durable, 2016)⁸.

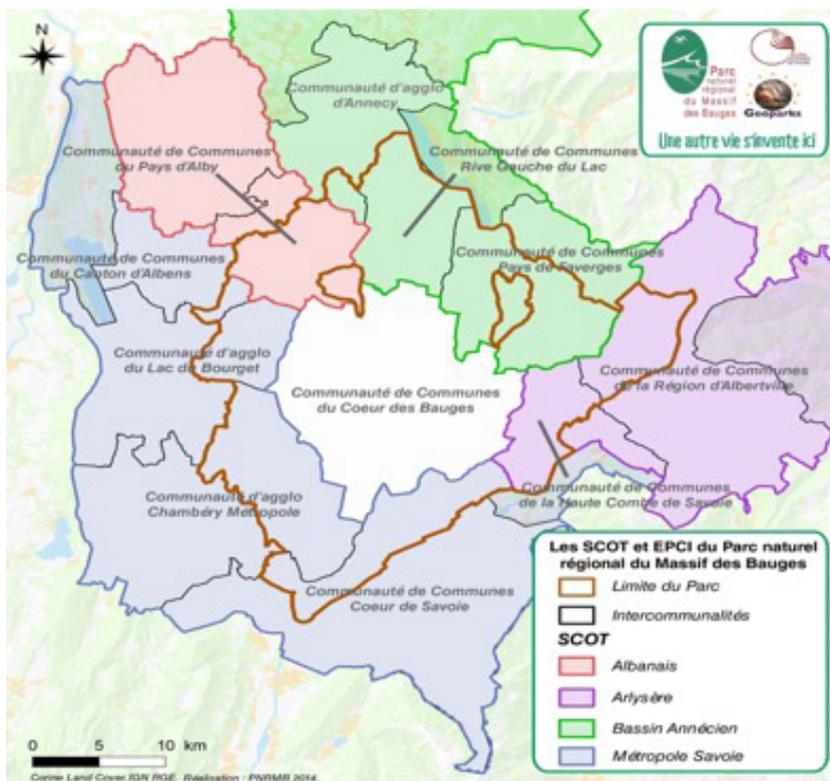


Figura 33. Gli SCOT e gli EPCI del PNR del Massiccio dei Bauges (PNR du Massif des Bauges, 2014).

8. Occorre evidenziare che la Communauté de Communes Cœur de Savoie ha a sua volta un TEPOS, uno dei cui componenti è l'adattamento con le seguenti quattro azioni: 1) fare dell'adattamento un punto di partenza per sensibilizzare sulle sfide energetiche, 2) integrare il tema dell'adattamento in tutte le politiche pubbliche, 3) rafforzare la resilienza del territorio (promuovere le reti verdi e idriche per mitigare gli effetti del cambiamento climatico), 4) garantire la presenza e la prossimità alla produzione di risorse naturali e alimentari (Communauté de communes Cœur de Savoie, 2016).

15.2 Alla scala del PNR

I progetti di territorio sono qui presentati in ordine cronologico, permettendo così di apprezzare meglio come è stato preso in considerazione il tema dell'adattamento climatico nel tempo.

La carta del PNR (2007-2019): Il Parco naturale del Massiccio dei Bauges ha ottenuto la qualificazione di “parco” nel dicembre 1995. La Carta è un progetto territoriale concertato di sviluppo sostenibile, basato sulla tutela e la valorizzazione del patrimonio del territorio evolto a guidare l'azione complessiva del Parco. Il cambiamento climatico, in generale, non è menzionato nella Carta. Va notato che i documenti sono stati redatti nel 2006 e che la questione climatica era ancora piuttosto assente nell'agenda politica, a differenza dello sviluppo sostenibile (41 ricorrenze del termine sostenibile nella relazione di orientamento strategico e 69 nella relazione di orientamento operativo rispetto a una sola occorrenza per il clima, peraltro in senso meteorologico) (PNR du Massif des Bauges, 2006a, 2006b).

La carta forestale (2009-2013): La Carta forestale del territorio (CFT) è uno strumento di gestione e sviluppo sostenibile del territorio che consente di integrare le foreste nel loro ambiente economico, ecologico, sociale e culturale. Il PNR del Massiccio dei Bauges è inserito in una Carta forestale dal 2001 (per il periodo 2001-2005), la prima riconosciuta a livello nazionale. Una seconda Carta è stata elaborata per il periodo 2009-2013. Aveva 22 obiettivi operativi, ripartiti su 10 obiettivi strategici, a loro volta organizzati in 4 sfide. L'adattamento era l'oggetto del primo obiettivo operativo (figura 34).

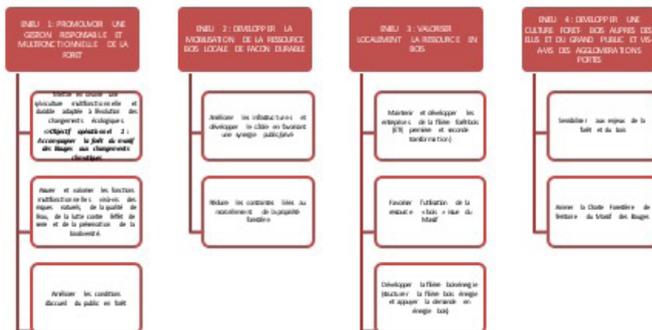


Figura 34. Sfide e obiettivi operativi della Carta forestale del PNR del Massiccio dei Bauges 2009-2013

Le azioni previste nell'ambito dell'obiettivo operativo 1 "Accompagnare la foresta nei cambiamenti climatici" erano volte a: 1) rafforzare le conoscenze e la sperimentazione sugli effetti dei cambiamenti climatici, 2) contrastare le malattie e i parassiti e 3) sviluppare la silvicoltura delle latifoglie. Ecco in dettaglio:

- oltre alla guida silvicolturale, creare una guida per la scelta delle essenze, delle provenienze e dei percorsi silvicolturali adatti al Massiccio dei Bauges;
- nel caso di aree forestali devastate da tempeste o parassiti, istituire, dopo 5 anni di attesa e nel caso di necessità comprovata, un sistema di aiuto al reimpianto sulla base delle prescrizioni della guida delle essenze e della mappatura delle stazioni forestali;
- creare una rete di attori locali formati a monitorare lo stato di salute delle foreste (declino dell'abete rosso, scoltide dell'abete rosso, vischio..);
- creare un sistema di sfruttamento ed evacuazione dei boschi danneggiati (scoltidi, tempeste, ecc.) rapido ed efficiente, trovando una sinergia a monte (proprietari) e a valle (segherie);

- partecipare a programmi di studio in corso sugli impatti del riscaldamento globale sulle foreste, adattarli localmente e farli conoscere;
- sperimentare l'impianto di nuove essenze forestali;
- sviluppare la silvicoltura delle latifoglie per la produzione di legname e di energia (tronchi, trucioli ecc.).

Espace Valléen (2014-2020): Gli Espaces Valléens corrispondono al sostegno delle regioni PACA e AuRA, attraverso il programma operativo interregionale FESR del Massiccio delle Alpi (POIA), ai territori di progetto che raggruppano gli aspetti alpini della diversificazione turistica attraverso la promozione della scoperta del patrimonio naturale e culturale di montagna. La missione degli Espaces Valléens è quella di indirizzare e coordinare l'implementazione di un'ingegneria e una governance che promuova complementarità e cooperazione tra gli attori locali (autorità pubbliche, professionisti, enti turistici, associazioni, ecc.). L'obiettivo è l'emergere di un'offerta innovativa e diversificata di turismo sostenibile in montagna, a partire da un territorio di progetto. Dopo il periodo 2007/2014 che ha permesso in particolare di avviare lo sviluppo di un turismo "4 stagioni" nelle località turistiche, il PNR ha lanciato un nuovo programma per il periodo 2014-2020. Come illustrato nella figura 35, si tratta di 10 obiettivi ripartiti in quattro assi principali. Il problema del clima appare più chiaramente nell'asse 2 sulle località turistiche. L'obiettivo è rafforzare l'azione già svolta nel quadro del programma precedente e «accompagnare il riposizionamento delle località per far fronte ai cambiamenti climatici, alle aspettative dei clienti e alla differenziazione rispetto ai territori limitrofi» (PNR du Massif des Bauges, 2015). L'idea è quindi quella di rendere le quattro stazioni del territorio poli per tutte le stagioni attraverso la diversificazione delle attività e una delle azioni comuni di comunicazione.

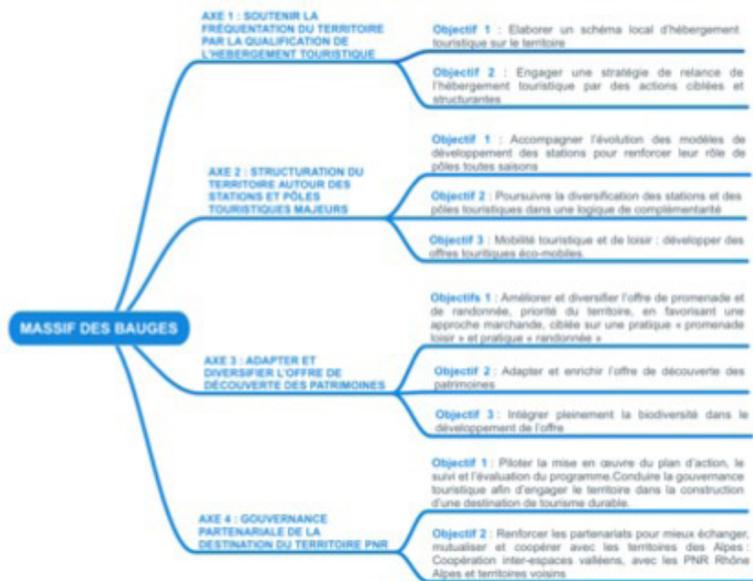


Figura 35. La strategia del programma Espace Valléen 2014-2020 (PNR du Massif des Bauges, 2015)

Leader (2014-2020): Il programma LEADER del PNR del Massiccio dei Bauges è istituito per il periodo 2014-2020 e fa seguito al programma 2007-2013. Il programma è organizzato intorno alla seguente priorità strategica: "Territorializzazione delle economie rurali" per realizzare azioni volte a qualificare e strutturare l'offerta turistica del Massiccio. L'analisi SWOT del programma Leader presenta il problema climatico come una minaccia per il PNR, «ponendo incertezze per l'economia del territorio: foreste, agricoltura, turismo invernale e tutte le attività indotte». Gli orientamenti strategici scelti

nel programma Leader non mostrano chiaramente un posizionamento del territorio sul tema del cambiamento climatico, in quanto la questione non compare nella strategia.

Plan Climat (2014): Come tutti i PCET, il programma sviluppato dal PNR del Massiccio dei Bauges nel 2014 ha un duplice obiettivo (PNR del Massif des Bauges, 2014b): (1) Mitigazione delle emissioni di gas serra: bilancio del consumo energetico e delle emissioni di gas serra; (2) L'adattamento del territorio agli effetti dei cambiamenti climatici: studio di vulnerabilità. La diagnosi fornisce un'analisi della vulnerabilità del territorio ai cambiamenti climatici attraverso l'analisi di 4 settori considerati chiave per il Massiccio: agricoltura, foresta, risorse naturali, turismo. Questi settori devono poi far fronte a 7 rischi climatici: aumento delle temperature medie; diminuzione delle precipitazioni estive; siccità; diminuzione del livello delle acque basse e delle risorse idriche; diminuzione del manto nevoso; precipitazioni estreme; diminuzione del gelo. Il piano d'azione si articola in 33 obiettivi suddivisi in 9 temi. Poco meno di un quinto degli obiettivi riguarda l'adattamento (6). Le azioni selezionate per raggiungere questi obiettivi evidenziano la mancanza di maturità del tema per il Parco. In effetti, gran parte delle azioni mira a 1) migliorare le conoscenze mediante azioni di studio o 2) formalizzare piani/strategie sulla base di queste nuove conoscenze. L'obiettivo "Ridurre la vulnerabilità della biodiversità agli effetti del cambiamento climatico" è, a questo proposito, piuttosto emblematico con le sue due azioni: (a) studiare su funzionalità dei corridoi e delle riserve biologiche nella dinamica del cambiamento climatico; (b) attuare una strategia di conservazione che tenga conto delle dinamiche legati al cambiamento climatico.

Progetto agro-ambientale e climatico (PAEC): Il Parco ha sul suo territorio un Projet agro-environnemental et climatique (PAEC). Tale PAEC, avviato nel 2015, consente l'attuazione di diverse misure che si prefiggono (PNR du Massif des Bauges, s. d.): il sostegno degli 8 consorzi pastorali che gestiscono e sviluppano collettivamente gli alpeggi; gestire i pascoli Natura 2000 mettendo in coerenza le questioni pastorali (gestione delle greggi, sviluppo dei pascoli, ecc.) e ambientali (biodiversità, fauna, flora, habitat naturali, ecc.). Un piano di

gestione pastorale viene elaborato in collaborazione con gli alpeggi, il PNR e le Società di economia alpina; sostenere la gestione agricola dei pascoli secchi del Massiccio meridionale (altopiano della Leysse e Combe de Savoye), ambienti con una notevole biodiversità che possono essere preservati grazie al pascolo; la gestione ecologica delle zone umide della palude di Gémilly e del bacino del lago d'Annecy. Nessuna azione sembra essere dedicata all'adattamento ai cambiamenti climatici.

16. Il caso Italiano

16.1 Il livello nazionale: la Strategia e il Piano nazionale di adattamento al cambiamento climatico

Con la Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC), (decreto direttoriale n.86/2015), l'Italia ha elaborato una visione nazionale su come affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici, comprese le variazioni climatiche e gli eventi meteo-climatici estremi, individuando un set di azioni e indirizzi per farvi fronte, affinché attraverso l'attuazione di tali azioni/indirizzi (o parte di essi) sia possibile ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici. Ai fini dell'attuazione della SNAC, a partire dal 2016 è stata avviata dal Ministero dell'Ambiente l'elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Nel 2017 è stata pubblicata in consultazione pubblica una prima versione del PNACC, che offre una consistente base di analisi climatiche e territoriali, di impatti e rischi attesi per i settori chiave identificati nella Strategia Nazionale di Adattamento, e in risposta a questi impatti propone azioni di adattamento giudicate preferibili. Per ogni azione individuata, il Piano evidenzia gli enti di riferimento, le tempistiche per l'implementazione e gli indicatori per il monitoraggio dell'avanzamento e per la valutazione dell'efficacia. Il PNACC è quindi uno strumento di supporto alle istituzioni nazionali, regionali e locali per individuare e selezionare le azioni di adattamento più efficaci nelle diverse aree climatiche stabilite, in relazione alle criticità che maggiormente le connotano. Ciò al fine di integrare i criteri di adattamento nelle procedure e negli strumenti di pianificazione e gestione già esistenti.

16.1.1 Struttura del PNACC

Macroregioni climatiche omogenee e aree climatiche omogenee

L'analisi delle condizioni climatiche del territorio nazionale, effettuata attraverso la metodologia della cluster analysis applicata ad un set di indicatori climatici, ha consentito la zonazione del territorio nazionale in macroregioni climatiche omogenee, ovvero porzioni di territorio aventi condizioni climatiche simili nell'arco di osservazione 1981-2010: 6 per le aree terrestri e 2 per le aree marine. Una successiva applicazione della cluster analysis ha permesso di definire la

zonazione delle anomalie per le proiezioni climatiche future, ottenute come differenza tra i valori medi degli indicatori nel periodo futuro 2021-2050 e quello di riferimento 1981-2010. La zonazione climatica delle anomalie ha individuato 5 cluster di anomalie per le aree terrestri e 3 per le aree marine. Dall'intersezione delle macroregioni climatiche omogenee identificate con l'analisi del clima attuale e i cluster delle anomalie sono state definite le aree climatiche omogenee: aree del territorio nazionale con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura.

Propensione al rischio e impatti e vulnerabilità settoriali

La valutazione della propensione al rischio associata al cambiamento climatico è stata effettuata nel PNACC a livello provinciale, attraverso la combinazione delle tre componenti fondamentali (pericolosità, esposizione e vulnerabilità), con la capacità adattiva. L'indice di rischio calcolato considera: la pericolosità, l'esposizione e la sensibilità e la capacità di adattamento. In questo schema, la vulnerabilità è determinata:

- dagli indicatori territoriali (spazialmente distribuiti) che rilevano oltre all'esposizione anche la maggiore o minore propensione al danno e quindi la sensibilità (es. caratteristiche fisiche, geologiche e di uso del suolo);
- dalla capacità di adattamento, misurata dagli indicatori su scala provinciale, riguardo la maggiore o minore capacità del territorio di fronteggiare il cambiamento climatico.

La valutazione delle componenti della propensione al rischio climatico è stata successivamente declinata nei singoli settori socio-economici e ambientali individuati, al fine di evidenziare i possibili impatti positivi e negativi attesi per ciascun settore nelle diverse macroregioni.

Azioni di adattamento

Le valutazioni degli impatti potenziali per settore e della propensione al rischio hanno fornito la base per l'individuazione di 356 azioni di adattamento. Di queste azioni, il PNACC propone diverse scale di preferibilità: quelle a preferibilità alta e medio-alta sono da un lato azioni di tipo soft, cioè propedeutiche all'adattamento, che hanno una valenza che trascende la scala geografica di applicazione, dall'altro azioni di tipo infrastrutturale (grey) ed

ecosistemico (green) che assumono delle specificità più territoriali. Il Piano evidenzia come la scelta delle azioni a scala locale, seppur coerente con le analisi e le valutazioni fatte all'interno del Piano Nazionale, dovrà essere il frutto di valutazioni politiche e strategiche basate sugli obiettivi di sviluppo del territorio stesso.

16.2 Gli approcci regionali

A un anno dall'approvazione e adozione della SNAC, alcune Regioni sembrano già aver acquisito consapevolezza della problematica avviando in molti casi iniziative per la predisposizione di piani e strategie. Tuttavia, come si può evincere dalla Figura 36, la situazione resta eterogenea a causa delle autonomie regionali che caratterizzano il sistema istituzionale italiano (ISPRA, 2017).

STRATEGIE E PIANI DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

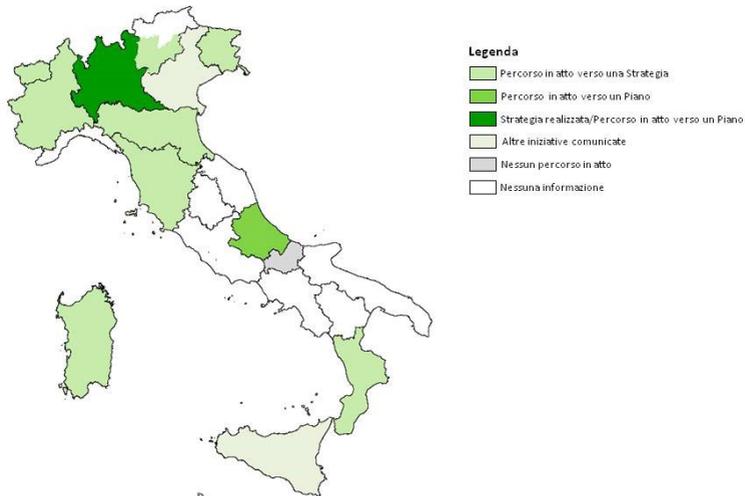


Figura 36. Quadro a livello regionale delle strategie e piani di adattamento ai cambiamenti climatici in Italia (Ispra, 2017)

La Regione Lombardia è certamente l'amministrazione italiana pioniera sul tema dell'adattamento; ha già approvato la propria Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici nel 2014 e avviato il processo per la predisposizione di un piano di azione regionale. Nella maggior parte delle regioni, invece, il percorso per l'approvazione di una Strategia regionale è ancora in atto, come nel caso del Piemonte.

16.3 La situazione del Piemonte e della Zona Omogenea del Pinerolese

Con D.g.r. n. 24-5295/2017, la Regione Piemonte ha indicato il percorso attraverso cui predisporre e realizzare la sua Strategia Regionale sui Cambiamenti Climatici, con il fine di orientare le diverse politiche di Piani e Programmi di settore ad obiettivi strategici ad incidere sia sulle cause sia sugli effetti del cambiamento climatico. Il lavoro di stesura della SRACC si sta concretizzando attraverso la costituzione di una Cabina di Regia/gruppo di lavoro interdirezionale con il compito di raccordo interno per la stesura del documento, ma anche in grado di avviare un percorso di coinvolgimento dei portatori di interesse nella condivisione e attuazione della Strategia stessa. Le prime ipotesi di lavoro non prevedono la stesura di un Piano di Adattamento specifico, ma piuttosto la predisposizione di un documento di Strategia che contenga elementi in grado di orientare le azioni di adattamento all'interno delle pianificazioni settoriali. L'idea è quella di intraprendere attraverso la SRACC un'azione di aggiornamento della pianificazione regionale settoriale con misure specifiche di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico. Questa impostazione potrebbe, da un lato, agevolare e snellire le procedure per la messa in campo delle azioni, dall'altro rafforzare gli strumenti di pianificazione già vigenti che in molti casi già concorrono, senza esplicitarlo, a iniziative di adattamento al cambiamento climatico. In questo paragrafo vengono allora prese in considerazione la pianificazione territoriale e urbanistica e la pianificazione settoriale in Piemonte, al fine di andare a individuare gli strumenti di pianificazione vigenti che possono far parte di questo processo di rafforzamento della SRACC. Per i diversi livelli istituzionali, sono analizzati gli obiettivi generali e le eventuali specifiche degli strumenti di pianificazione che collaborano, o possono collaborare, alle politiche di

adattamento climatico. Sono presi in considerazione i piani sia previsti per legge che di natura volontaristica che ricadono sul territorio del Pinerolese.

In Piemonte, il sistema di riferimento normativo e gli strumenti di pianificazione di livello regionale sono stati recentemente oggetto di importanti mutamenti nella L.R. n.3/2013 “Modifiche alla legge regionale 5 dicembre 1977, n. 56 (Tutela ed uso del suolo) e ad altre disposizioni regionali in materia di urbanistica ed edilizia”. La legge ridefinisce il sistema di riferimento per il processo di pianificazione ai vari livelli amministrativi, raccordando le diverse discipline di settore. In primis, in base alla normativa nazionale, sono individuati come soggetti della pianificazione territoriale: la Regione; le province e, ove istituita, la città metropolitana, per quanto attribuito dalle disposizioni in materia di enti locali; i comuni o le forme associative che svolgono la funzione di pianificazione urbanistica. Per quanto riguarda gli strumenti di indirizzo della pianificazione per l'organizzazione e la disciplina d'uso del territorio, l'art. 3 della L.R. 3/2013 prevede:

a) a livello regionale: il principale è il piano territoriale regionale (PTR) che considera il territorio regionale, anche per parti, e ne definisce le strategie e gli obiettivi di sviluppo regionale. Il secondo è il piano paesaggistico regionale (PPR) con specifica considerazione dei valori paesaggistici. All'interno dei due piani alcune misure, anche se non esplicitamente riferite come tali, possono già essere considerate misure di adattamento climatico. In particolare, in entrambi i piani la Regione si impegna a limitare il consumo della risorsa suolo, riconosciuta la sua valenza strategica quale bene finito e non rinnovabile. Allo stesso modo, entrambi i piani sono improntati ai principi di sviluppo sostenibile. Infine, nel PTR l'intera strategia 2 è volta all'efficientamento sull'utilizzo delle risorse naturali.

b) a livello di area metropolitana: il piano territoriale di coordinamento della città metropolitana (PTGM) delinea l'assetto strutturale del territorio e fissa i criteri per la disciplina delle trasformazioni, in conformità agli indirizzi di pianificazione regionale. Poiché la Città Metropolitana è stata istituita solo di recente (L.56/2014), attualmente al PTGM di Torino è assegnata l'efficacia, a tutti gli effetti, del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della ex Provincia di Torino (PTCP2) del 2011. Anche in questo piano, l'adattamento non è trattato esplicitamente ma viene affrontato in termini di sostenibilità e di

consumo di suolo.

c) a livello comunale: il Piano Regolatore Generale (PRG) definisce l'uso dei suoli e l'attività edificatoria del territorio del singolo comune, o del territorio di più comuni se riuniti in forme associate. Al piano è inoltre assegnata la definizione e applicazione degli standard di qualità urbana e territoriale e la programmazione dei servizi locali.

Guardando alla pianificazione settoriale è bene ricordare come, spesso, i piani settoriali hanno tra i loro obiettivi la prevenzione e la gestione delle conseguenze di eventi estremi di diversa natura. In questo contesto gli scenari di cambiamento climatico possono comportare un aggravio degli impatti e necessiteranno pertanto, sempre più, di una maggiore attenzione alle misure di prevenzione e adattamento al cambiamento climatico. Il piano settoriale di maggiore rilevanza per la stabilità dei territori è il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Il PAI disciplina le azioni riguardanti la difesa idrogeologica del territorio e della rete idrografica, attraverso l'individuazione delle linee generali di assetto idraulico ed idrogeologico. Si applica alla scala di bacino idrografico e, pertanto, può anche interessare la scala sovregionale. È spesso definito un piano-processo in quanto sollecita la continua verifica del quadro dei dissesti; inoltre le sue disposizioni sono prescrittive per tutti i piani sotto ordinati che si devono adeguare, permettendo quindi un costante aggiornamento dei piani comuni anche in assenza di un nuovo strumento urbanistico. Altra famiglia di piani settoriali che forniscono una conoscenza approfondita dell'assetto del territorio, delle sue tendenze evolutive e delle condizioni di criticità sono gli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile. I piani sono redatti principalmente a livello comunale e intercomunale, ma a livello regionale e metropolitano sono fornire le Linee Guida per la redazione dei Piani Comunali. A livello di città metropolitana il piano si compone di due documenti: il piano provinciale di emergenza (PPE) e il programma provinciale di previsione e prevenzione dei rischi (PPPP)⁹. Sia il PPE che i Piani di Protezione Civile Comunali o Intercomunali (PPCC) hanno natura organizzativa, pertanto evidenziano: tutte le risorse materiali disponibili sul territorio; le criticità delineando i principali scenari di calamità; le procedure;

9. in entrambi i casi sono stati recepiti i piani elaborati dalla precedente Provincia di Torino

le attività di volontariato e le esercitazioni e le occasioni di formazione svolte in fase di prevenzione. Ad oggi, però, le linee guida non obbligano a considerare negli scenari di calamità anche gli scenari di cambiamento climatico. Anche il tema delle infrastrutture e della mobilità può essere considerato di interesse. I principali piani di riferimento sono i piani della Mobilità e dei Trasporti, obbligatori a livello regionale e metropolitano. A questi si affiancano a livello comunale i Piani Urbani della Mobilità (PUMS, obbligatori, per le Città metropolitane ed i Comuni con più di 100.000 abitanti) e i Piani Urbani del Traffico (obbligatori per i comuni con più di 30.000 ab.). Nel nuovo Piano Regionale della Mobilità e dei Trasporti (dcr n.256-2458/ 2018) il tema dell'adattamento è presente in maniera esplicita: la strategia "E. Ridurre i rischi per l'ambiente e sostenere scelte energetiche a minor impatto in tutto il ciclo di vita dei mezzi e delle infrastrutture". Anche per quanto riguarda la gestione forestale, il Piano Forestale Regionale (PFR) tratta esplicitamente il tema in più punti, sia nel quadro conoscitivo in termini di impatti sia nelle azioni in termini di sostenibilità della filiera. Il tema è trattato anche nel Quadro Ambientale, con la previsione di uno specifico monitoraggio sugli effetti del CC e sulla predisposizione di linee guida per i crediti di carbonio. A livello sovralocale il PFR definisce 47 aree forestali (34 in aree a prevalenza montana e 13 in pianura e collina) definite sulla base di limiti morfologici, amministrativi e in base alla dimensione media. Queste aree devono redigere i Piani Forestali Territoriali (PFT) finalizzati alla valorizzazione polifunzionale delle foreste e dei pascoli, determinando le destinazioni d'uso delle superficie boscate e le relative forme di governo e trattamento, nonché le priorità d'intervento. I PFT comprendono aree sia di proprietà pubblica che privata e devono essere sottoposti ad aggiornamento almeno ogni quindici anni. Infine, una delle tematiche su cui i diversi livelli stanno lavorando maggiormente è quella energetica. A livello regionale è redatto il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR). Il nuovo PEAR non ha ancora concluso l'iter di adozione ma già nel piano precedente (2004) si prevedeva una sezione sul contributo del Piano per il conseguimento degli obiettivi di Kyoto. La politica energetica regionale è allineata all'obiettivo di riduzione dei gas serra attraverso strategie di incentivo all'efficienza energetica, allo sviluppo delle fonti rinnovabili e al contenimento dei consumi. Il piano coinvolge non solo la produzione di energia elettrica ma anche azioni

sulla mobilità sostenibile. A livello di Città Metropolitana viene redatto il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile, l'ultimo è stato approvato nel gennaio 2014 con un orizzonte temporale al 2020. A questo livello il comparto su cui è rivolta la maggiore attenzione è quello edilizio, in particolare riferimento sia al settore residenziale sia a quello pubblico. Tra gli obiettivi si prevede una riduzione dei consumi energetici di circa il 24% rispetto all'andamento tendenziale, un contributo delle fonti energetiche rinnovabili negli usi finali di energia variabile tra il 18% e il 21% e una riduzione delle emissioni di CO₂ rispetto ai valori del 1990 di circa il 42%. Anche a livello locale esistono dei piani riguardanti il tema. Il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), meglio conosciuto come Patto dei sindaci, è un'iniziativa europea che vede coinvolte le autorità locali e regionali per aumentare l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nei loro territori. I firmatari del Patto dei sindaci si impegnano a sviluppare un Piano d'azione per l'energia sostenibile entro l'anno successivo alla data di adesione all'iniziativa. Regione e Città Metropolitana di Torino hanno già aderito in qualità di Strutture di Coordinamento all'iniziativa, tuttavia, questi tipi di piano, che non hanno natura obbligatoria, ad oggi, nella Città Metropolitana di Torino, sono principalmente adottati da comuni di pianura e di bassa valle. Nella zona del Pinerolese ha aderito al Patto dei Sindaci e ha già approvato il suo Piano solo il Comune di Pomaretto, mentre gli altri comuni non sembrano interessati all'iniziativa. In ambito energetico, è invece obbligatorio il Piano Regolatore per l'Illuminazione Comunale (PRIC), per la gestione e la manutenzione dell'illuminazione pubblica. I piani raramente fanno esplicito riferimento all'adattamento climatico ma nella maggior parte dei casi le azioni sono rivolte al risanamento degli impianti esistenti e alle modalità di intervento per i nuovi impianti, per una maggiore efficienza energetica.

17. Riferimenti bibliografici

- Abegg, B., Agrawala, S., Crick, F., & de Montfalcon, A. (2007). Climate change impacts and adaptation in winter tourism. In: Agrawala, S. (ed.), *Climate change in the European Alps: Adapting winter tourism and natural hazards management*. Pp. 25-58.
- AdaptAlp. (2011). *Comment maîtriser les effets du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes*. Common Strategic Paper.
- ARPA Piemonte. (2017). *Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Piemonte*
- Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., ... & Jones, P. (2007). HISTALP—historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International journal of climatology*, 27(1), 17-46.
- Bertrand, F. (2017). Déclinaison territoriale et existence de l'adaptation aux échelles locales. In: *L'adaptation au changement climatique: une question de sociétés*. Paris, pp. 275–282.
- Chaix, C. (2018, mars). Bilan climatique hiver 2017-2018. <http://www.mdp73.fr/index.php/10-les-observatoires/observatoire-savoyard-du-changement-climatique/20-les-bilans-climatiques-de-l-observatoire>
- Chambéry métropole - mission développement durable. (2016). *Territoire à énergie positive - La transition énergétique sur le territoire des agglomérations de Chambéry et d'Annecy et du Parc naturel régional du massif des Bauges*. http://www.parcdesbauges.com/images/contenus/agir/que-fait-parc/developper-territoire/energie-eco-construct-mobil/tepos/20161125_dossier_presentation_TEPOS.pdf
- CGI-CNR (1961a) - *Catasto dei Ghiacciai Italiani, Anno Geofisico Internazionale 1957-1958*. Ghiacciai del Piemonte. Comitato Glaciologico Italiano & Consiglio Nazionale delle Ricerche, Torino, vol. 2, 324 pp.
- Communauté de communes Cœur de Savoie. (2016). *Territoire à énergie positive: Un programme ambitieux pour un territoire audacieux. Montmélian*.
- DREAL Auvergne-Rhône-Alpes. (2018). Situation hydrologique - Station : Reyvroz [bioge] (V0334010) - Cours d'eau : La Dranse. <https://www.rdbrmc.com/hydroreel2/station.php?codestation=1062>

- Durand, Y., Giraud, G., Laternser, M., Etchevers, P., Mérindol, L., & Lesaffre, B. (2009a). Reanalysis of 47 years of climate in the French Alps (1958–2005): climatology and trends for snow cover. *Journal of applied meteorology and climatology*, 48(12), 2487-2512.
- Durand, Y., Laternser, M., Giraud, G., Etchevers, P., Lesaffre, B., & Mérindol, L. (2009b). Reanalysis of 44 yr of climate in the French Alps (1958–2002): methodology, model validation, climatology, and trends for air temperature and precipitation. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 48(3), 429-449.
- EEA. (2009a). Regional Climate Change and Adaptation: The Alps Facing the Challenge of Changing Water Resources.
- EEA. (2009b). Signaux de l'AEE 2009, *Thèmes Environnementaux Clés Pour l'Europe*. In: European Environment Agency, *Regional climate change and adaptation, The Alps facing the challenge of changing water resources*. Copenhagen, Denmark.
- Epode, Blezat, Agrestis, Cicl, Nicot, & CDMF. (2017). *Plan Local d'urbanisme intercommunal CCHC - Rapport de présentation Tome 1* (p. 106).
- European Environment Agency – EEA. (2017a). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, an indicator-based report. No 1/2017.
- Flury, C., Huber, R., & Tasser, E. (2013). Future of mountain agriculture in the Alps. In *The Future of Mountain Agriculture* (pp. 105-126). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Global Carbon Atlas. <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions> ultimo accesso 20/07/2018
- Gobiet, A., Kotlarski, S., Beniston, M., Heinrich, G., Rajczak, J., & Stoffel, M. (2014). 21st century climate change in the European Alps—a review. *Science of the Total Environment*, 493, 1138-1151.
- Groupe d'Action Locale du Chablais. (2015). L'innovation au service de la ressource forestière - Programme LEADER 2014-2020 - Réponse à l'appel à manifestation d'intérêt (p. 74). Thonon-les-Bains: SIAC. <https://www.siac-chablais.fr/documentation/leader-1/candidature-leader-20172020/925-01-dossier-de-candidature-leader-2014-2020/file>
- Hubert, P., Marin, E., Meybeck, M., Olive, P., & Siwertz, E. (1969). Aspects hydrologique, géochimique et sédimentologique de la crue exceptionnelle

- de la Dranse du Chablais du 22 Septembre 1968. Archives des Sciences, 22(3), 581-604.
- IPCC. (2014) [Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., ... & Midgley, P. M.]. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1535 pp. doi:10.1017/CBO9781107415324.
 - ISPRA. (2017). *Stato dell'Ambiente 2017* (Vol. 77). Roma: ISPRA. Retrieved from http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/stato-ambiente/annuario/Stato_ambiente_77_2017.pdf
 - Jacob, D.; Göttel, H.; Kotlarski, S. & Lorenz, P. (2007). *Mögliche Klimaänderungen im Alpenraum*. In: Bundesumweltministerium (Ed.): *Klimawandel in den Alpen: Fakten — Folgen — Anpassung*, pp. 22–27.
 - Kernan, M., Battarbee, R. W., & Moss, B. R. (Eds.). (2011). *Climate change impacts on freshwater ecosystems*. John Wiley & Sons.
 - Lappalainen, J., & Tarkan, A. S. (2007). Latitudinal gradients in onset date, onset temperature and duration of spawning of roach. *Journal of Fish Biology*, 70(2), 441-450.
 - Lautenschlager, M., Keuler, K., Wunram, C., Keup-Thiel, E., Schubert, M., Will, A., ... & Boehm, U. (2008). Climate simulation with CLM, Climate of the 20th century, Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. *World Data Center for Climate*.
 - Lawler, J. J. (2009). Climate Change Adaptation Strategies for Resource Management and Conservation Planning. *The Year in Ecology and Conservation Biology*, 1162, 79-98.
 - Musco, F., & Fregolent, L. (2014). *Pianificazione urbanistica e clima urbano. Manuale per la riduzione dei fenomeni di isola di calore urbano*. Padova: Il Poligrafo.
 - ORECC Auvergne-Rhône-Alpes. (2017). *Changement climatique et tourisme en Auvergne-Rhône-Alpes - Températures, enneigement et fréquentation des domaines skiables* (p. 31). http://orecc.auvergnerhonealpes.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/orecc/Documents/Donnees_territoriales/Indicateurs/ORECC_2017_IND_TOUR_1_2_Fiche_Temp_Neige_vff.pdf

- ORECC Auvergne-Rhône-Alpes. (2018a). *Le changement climatique en Auvergne-Rhône-Alpes Profil climat territorial - Territoire : CA Thonon Agglomération* (p. 10). http://orecc.auvergnerhonealpes.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/orecc/Documents/Donnees_territoriales/Profils_EPIC/Fiche_CA_Thonon_Agglomeration.pdf
- ORECC Auvergne-Rhône-Alpes. (2018b). *Le changement climatique en Auvergne-Rhône-Alpes Profil climat territorial - Territoire : CC Pays d'Évian Vallée d'Abondance* (p. 10). http://orecc.auvergnerhonealpes.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/orecc/Documents/Donnees_territoriales/Profils_EPIC/Fiche_CC_Pays_d_Evian_Vallee_d_Abondance.pdf
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). (2007). *Changements climatiques dans les Alpes européennes: Adapter le tourisme d'hiver et la gestion des risques naturels*. Rapport, 140 pp.
- Parc Naturel Régional (PNR) du massif des Bauges. (2014). *Plan Climat Energie Territoire. Livre blanc*. Rapport, 99 p.
- PARN. (2017). Lettre d'information «Alpes-Climat-Risques», 6, Juillet 2017, 26 pp.
- PARN. (2018). Actes du séminaire transversal Science-Décision-Action: «L'enclavement des vallées alpines par les risques naturels», <http://risknat.org/seminaire-enclavement-des-vallées-alpines-par-les-risques-naturels/>
- Philipona, R. (2013). Greenhouse warming and solar brightening in and around the Alps. *International Journal of Climatology*, 33(6), 1530-1537.
- PLANALP. (2012). *Alpine strategy for adaptation to climate change in the field of natural hazards*. Plateforme Risques naturels de la Convention Alpine, Berne.
- PNR du Massif des Bauges. (2006a). *Nouvelle Charte 2007-2019 - Rapport d'orientations opérationnelles*. http://www.parcdesbauges.com/images/contenus/mediatheque/votre_parc/PNRMB%20Charte%202007_2019%20Rap%20Orient%20operationnelles.pdf
- PNR du Massif des Bauges. (2006b). *Nouvelle Charte 2007-2019 - Rapport d'orientations stratégiques*. http://www.parcdesbauges.com/images/contenus/mediatheque/votre_parc/PNRMB%20Charte%202007_2019%20Rap%20Orient%20strategiques.pdf
- PNR du Massif des Bauges. (2015). *Révision de la candidature Espace*

Valléen - Proposition de nouveaux axes stratégiques. http://www.parcdesbauges.com/images/contenus/mediatheque/tourisme/candidature_espace_v_101115.pdf

- Provincia di Torino. (2011). Piano territoriale di coordinamento Provinciale.
- Prudent-Richard, G., Gillet, M., Vengeon, J.M., Descotes-Genon, S., Einhorn, B., Bourjot, L., ... & Marcelpoil, E. (2008), *Changement climatiques dans les Alpes : Impacts et risques naturels*. Rapport Technique N°1, ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique), Pôle Grenoblois d'études et de recherche pour la prévention des Risques Naturels (PGRN), Région Rhône-Alpes, 100 pp.
- RAEE, & CCHC. (2015). *La chaîne d'impacts associés au changement climatique sur le territoire de la CCHC*.
- Schöner, W., Auer, I., & Böhm, R. (2009). Long term trend of snow depth at Sonnblick (Austrian Alps) and its relation to climate change. *Hydrological Processes*, 23(7), 1052-1063.
- Scolozzi, R., Morri, E., & Santolini, R. (2012). Delphi-based change assessment in ecosystem service values to support strategic spatial planning in Italian landscapes. *Ecological Indicators*, 21, 134-144.
- SIAC. (2016b, juin). *Les collectivités membres du SIAC au 01/01/2017*. <https://siac-chablais.fr/documentation/siac-administration-generale/statuts-et-perimetre/565-carte-des-collectivites-membres-du-siac/file>
- SIAC. (2017c). *Projet de contrat de rivière des Dranses / Est lémanique 2017-2022 - Fascicule B - Etat des lieux et diagnostic* (p. 126). Thonon-les-Bains. <https://www.siac-chablais.fr/documentation/contrat-de-rivieres/dossier-du-contrat-de-rivieres-des-dranses-et-de-l-est-lemanique/1375-dossier-definitif-contrat-de-rivieres-fascicule-b-etat-des-lieux-et-diagnostic/file>
- Verfaillie, D., Lafaysse, M., Déqué, M., Eckert, N., Lejeune, Y., & Morin, S. (2017). Multi-components ensembles of future meteorological and natural snow conditions in the Northern French Alps. *The Cryosphere Discussions*, 1-36.
- Vitali, V., Büntgen, U., & Bauhus, J. (2017). Silver fir and Douglas fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in south-western Germany. *Global change biology*, 23, 5108-5119
- World Meteorological Organization. (2017). *Greenhouse Gas Bulletin*, 2017. https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=4022



AGATE, AGENCE ALPINE DES TERRITOIRES:
Capofila del progetto



POLITO-DIST:
Politecnico di Torino / Dipartimento di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio



UGA / envirohalp / PARN:
Università di Grenoble Alpes / Polo Rhône-Alpes ricerca ambiente per lo sviluppo sostenibile/ Polo alpino dei rischi naturali



iiSBE Italia R&D:
International Initiative for a Sustainable Built Environment Italia - Research and Development



SEAcOOP:
Società Cooperativa Servizi e Attività Agro Forestali e Ambientali



CMT:
Città metropolitana di Torino - Servizio Pianificazione territoriale e copianificazione urbanistica



PNRMB:
Parco Naturale Regionale dei Bauges



CCHC:
Comunità dei Comuni di Haut-Chablais



Il progetto ARTACLIM (nr. 1316) ha ricevuto un co-finanziamento FESR nell'ambito del Programma INTERREG ALCOTRA 2014-2020 - Asse prioritario 2: Ambiente sicuro - Obiettivo specifico 2.1: Migliorare la pianificazione territoriale da parte delle istituzioni pubbliche per l'adattamento ai cambiamenti climatici



 www.artaclim.eu

