



**A proposito di ...**

# **Cambiamenti climatici**



# **ARPAV**

## **Direttore Generale**

*Nicola Dell'Acqua*

## **Direttore Tecnico**

*Carlo Terrabujo*

## **Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio**

*Alberto Luchetta*

## **Progetto e realizzazione**

### **Servizio Meteorologico**

*Marco Monai*

*Adriano Barbi*

*Roberta Racca*

*Francesco Rech*

### **Servizio Neve e Valanghe**

*Anselmo Cagnati*

## **Coordinamento editoriale**

Direzione Generale

*Federica Savio, Maria Carta*

Dicembre 2017

Seconda edizione

# 1. Il clima e il sistema climatico



Il clima può essere considerato come l'insieme delle condizioni atmosferiche che si manifestano in un territorio, in un periodo di tempo abbastanza lungo; rappresenta, quindi, lo stato medio, nel lungo periodo, del tempo meteorologico.

Secondo una definizione più rigorosa, il clima è inteso come la descrizione statistica, in termini di media e variabilità, di grandezze meteorologiche rilevanti, nel corso di un periodo di tempo che può andare da alcuni mesi a migliaia o milioni di anni. Il periodo classico per calcolare la media di queste variabili è trent'anni, secondo la definizione dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO – World Meteorological Organization). Le grandezze rilevanti sono principalmente variabili superficiali, come la temperatura, le precipitazioni e i venti.

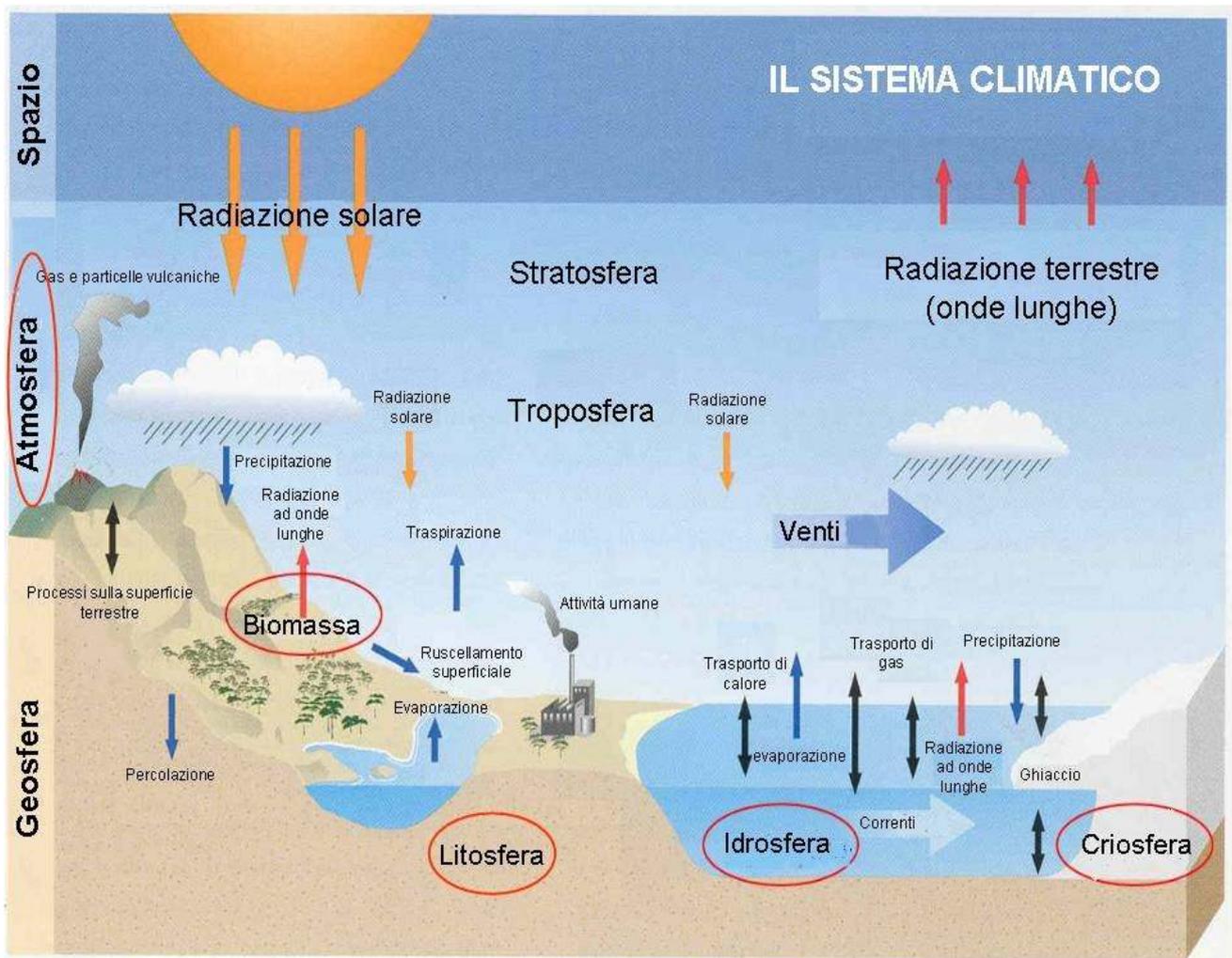
Il clima è il risultato di una serie di meccanismi all'interno del **sistema climatico**, un sistema straordinariamente dinamico e complesso, influenzato da molteplici componenti, quali l'oceano, l'atmosfera, la biosfera, la litosfera e la criosfera, che interagiscono tra loro su scale spaziali e temporali anche molto diverse.



## Il sistema climatico terrestre...



può essere schematizzato su **tre grandi livelli**: lo **spazio** dal quale arriva l'energia solare sotto forma di radiazione a onde corte, l'**atmosfera**, la **geosfera**, che comprende i diversi sistemi terrestri che interagiscono tra loro e con l'atmosfera: l'idrosfera (oceani, laghi e fiumi), la criosfera (neve e ghiacci), la litosfera (il suolo e suoi strati) e la biosfera (l'insieme degli esseri viventi che vivono sulla terra). **Il clima è la conseguenza dell'equilibrio che si produce dall'interazione tra queste diverse componenti.**



Fonte: Bureau of Meteorology, Australia – rielaborato ARPAV

## 2. Cambiamenti climatici



I cambiamenti climatici sono variazioni statisticamente significative dello stato medio del clima e/o della sua variabilità che persistano per un periodo prolungato (per decenni o più).

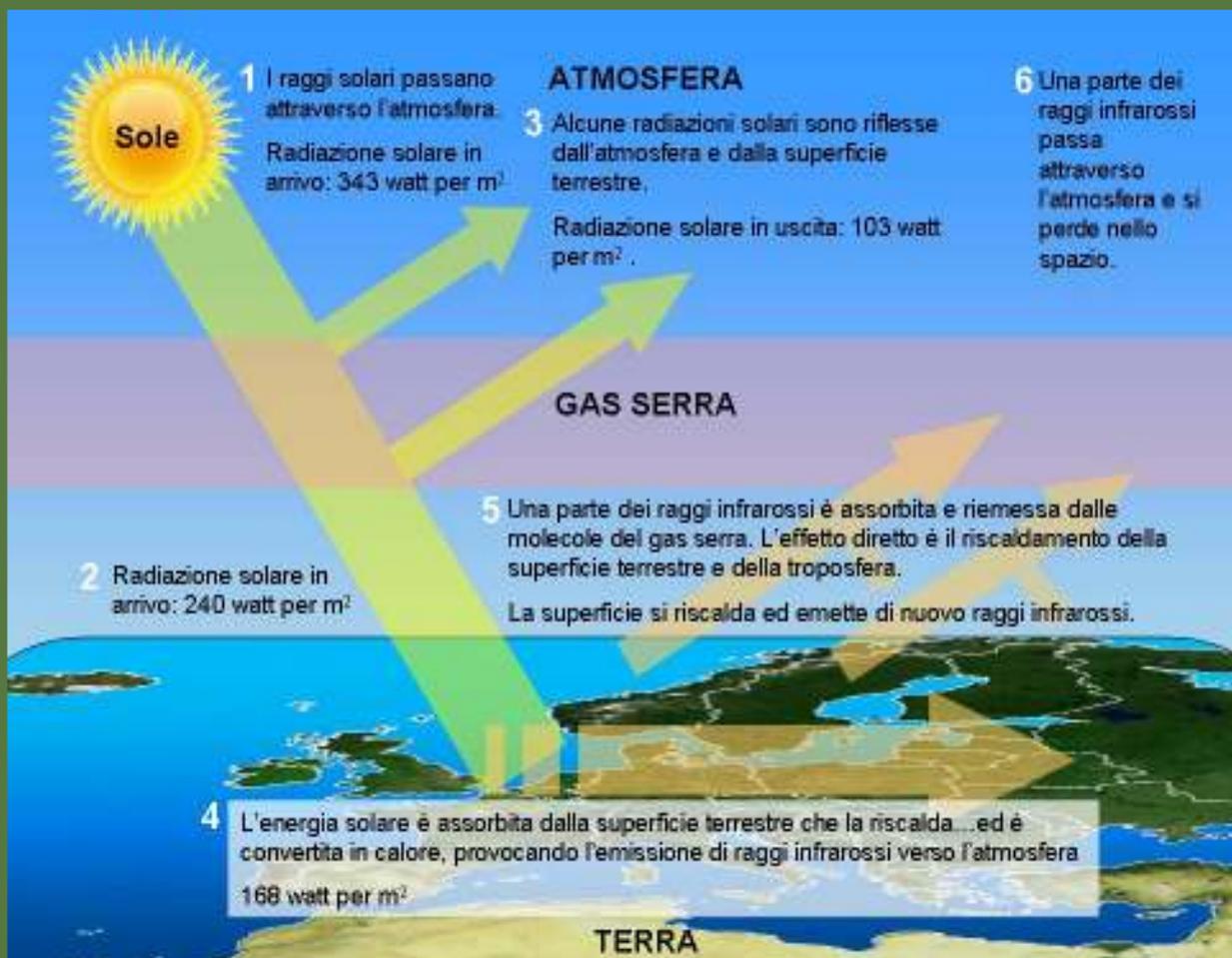
I cambiamenti climatici hanno sempre interessato la Terra. La loro origine può essere naturale, ad esempio possono derivare da oscillazioni dell'asse terrestre, da attività solare o eruzioni vulcaniche. Le cause possono essere riconducibili anche alle attività umane: si tratta in questo caso di variazioni per lo più connesse all'alterazione chimica dell'atmosfera e a mutamenti nell'uso del suolo.

Le principali modifiche introdotte dalle attività umane nella composizione chimica dell'atmosfera riguardano l'immissione di gas ad **effetto serra**. In questo modo vengono alterati gli equilibri del sistema climatico terrestre potenziando la capacità dell'atmosfera di trattenere maggiormente l'energia riemessa dalla terra favorendo un aumento della temperatura dell'aria.

## Effetto serra

L'energia solare riscalda la superficie terrestre, la quale a sua volta riemette energia verso lo spazio. L'atmosfera intrappola parte di questa energia riemessa grazie alla presenza di alcuni gas che per questo motivo vengono chiamati *gas serra*.

I principali gas serra naturali presenti in atmosfera sono il vapor d'acqua, l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), il metano ( $\text{CH}_4$ ) e, in misura minore, il protossido di Azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e l'ozono ( $\text{O}_3$ ).



Fonte: ARPAV

## La paleoclimatologia: lo studio del passato

Riuscire a ricostruire il clima del passato, capire come e perché è variato nel corso del tempo, è il primo fondamentale passo per conoscere e comprendere i meccanismi che regolano questo affascinante e delicato sistema che governa il clima del nostro pianeta. Per risalire al clima del passato si ricorre spesso alla Paleoclimatologia.

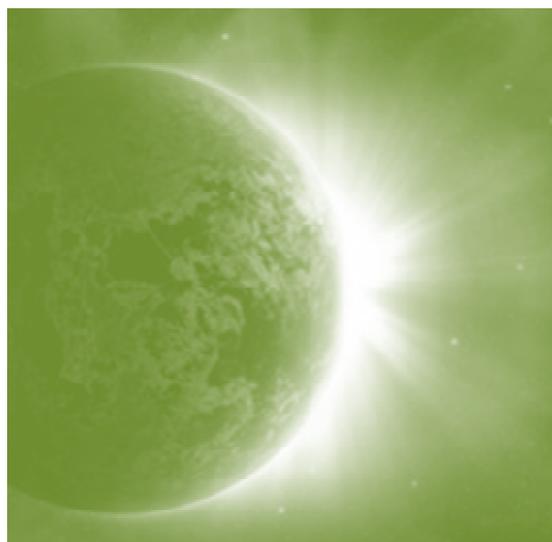


### Paleoclimatologia...

**ricostruisce l'andamento del clima in epoche passate attraverso l'utilizzo di dati paleontologici (geologici, glaciologici e attinenti il mondo vegetale).**

Le ricerche condotte in Antartide, attraverso il programma europeo EPICA (Progetto Europeo per il carotaggio di ghiaccio nell'Antartide) presso la base italo-francese di Concordia-Dome-C, hanno permesso, ad esempio, di ricostruire l'andamento del clima degli ultimi 800.000 anni circa riuscendo a stimare le variazioni di temperatura e della composizione chimica dell'atmosfera subite dal pianeta nel corso dei millenni.

Si è così scoperto che, nel corso di questo lunghissimo periodo di tempo, la terra ha conosciuto almeno 8 ere glaciali intervallate da altrettanti periodi interglaciali più caldi; anche il contenuto di anidride carbonica nell'aria è variato oscillando anch'esso tra periodi a più alta concentrazione e periodi a più bassa concentrazione. Le cause principali di queste grandi variazioni climatiche del passato sono dovute a numerosi fattori e meccanismi tra loro interconnessi, ancora non del tutto chiari, ma essenzialmente guidati da cambiamenti nei flussi di energia che agiscono sul sistema climatico, in primo luogo la quantità di energia solare che raggiunge la Terra.



## Attività di ricerca in Antartide

ARPAV ha partecipato alle attività svolte presso la base di Concordia inviando, nelle spedizioni realizzate dal 2004 al 2011, tecnici del Centro Valanghe di Arabba in qualità di specialisti della neve. Obiettivo delle spedizioni lo studio del bilancio di massa della calotta est-antartica attraverso misure nivologiche a terra delle caratteristiche degli strati superficiali di neve, allo scopo di tarare le misure satellitari effettuate con sensori ottici e a microonde.

Dal 2005, inoltre, il Centro Valanghe di Arabba fornisce un supporto tecnico-scientifico da remoto nella gestione di una stazione per la misura delle deposizioni nevose. Il supporto consiste nella validazione e gestione dei dati e nella formazione dei ricercatori che effettuano le misure.

Concordia è una delle poche stazioni antartiche dove vengono eseguite osservazioni dirette sulle deposizioni nevose con discriminazione di dettaglio delle diverse tipologie (precipitazioni nevose, formazioni di brina, deposizioni da vento). Questi dati sono di grande interesse e sono oggi utilizzati da diversi istituti di ricerca per l'interpretazione delle carote di ghiaccio.



## 3. I cambiamenti climatici osservati negli ultimi 150 anni a livello globale

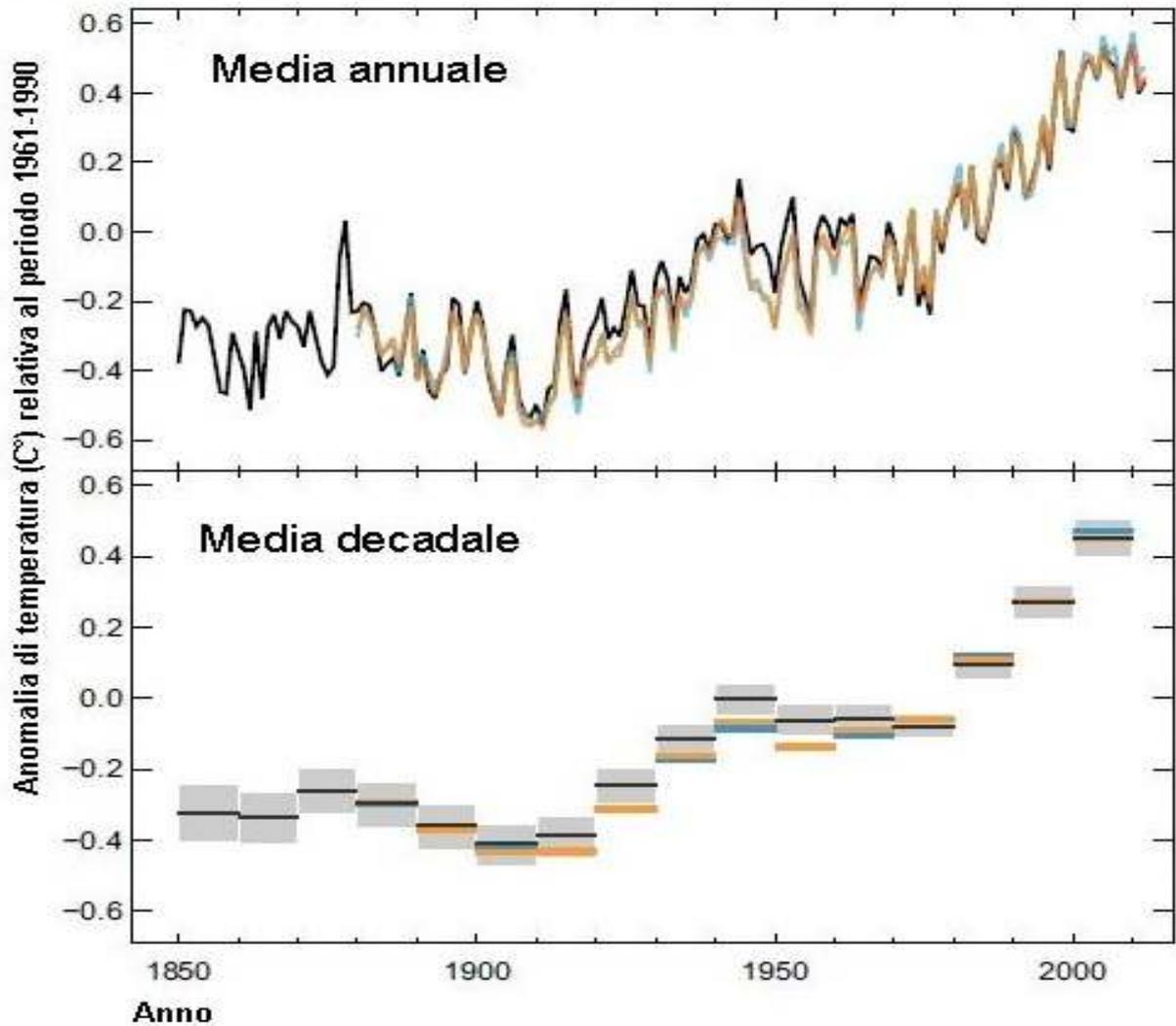
Pur rimanendo in un contesto caratterizzato da una grande variabilità naturale, il confronto fra le variazioni attuali e i dati storici e paleoclimatici indica che il nostro pianeta sta subendo una fase di cambiamento climatico del tutto nuovo rispetto a quanto si conosce relativamente al periodo precedente l'era industriale. Recenti stime, raccolte da diverse ricerche a livello internazionale (IPCC, 2014), indicano come:

- **negli ultimi 150 anni circa, la temperatura superficiale globale del nostro pianeta (terra e oceano) sia mediamente aumentata di un valore compreso fra 0.65 e 1.06 °C;**
- **la temperatura atmosferica superficiale di ciascuno degli ultimi tre decenni sia stata in sequenza più calda di qualsiasi decennio precedente dal 1850 in poi;**
- **nell'emisfero settentrionale, l'ultimo trentennio rappresenti probabilmente il trentennio più caldo degli ultimi 1400 anni.**

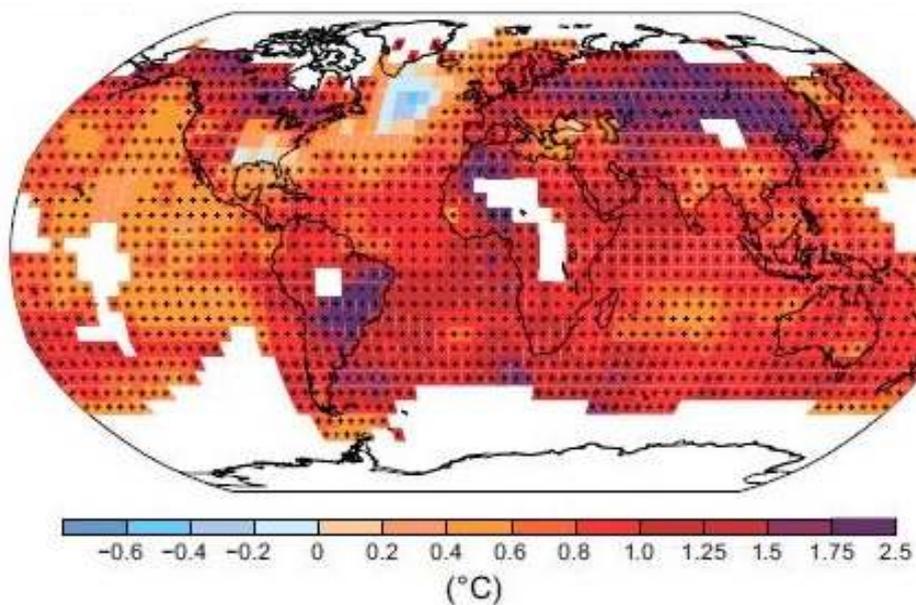
Il lavoro del Comitato Intergovernativo dell'ONU per lo studio dei Cambiamenti Climatici (*IPCC*), ha concluso che ***il riscaldamento del sistema climatico è considerato inequivocabile.***

Esso è reso evidente dalle osservazioni dell'**incremento** delle **temperature** globali dell'aria e degli oceani, dello scioglimento diffuso di neve e ghiaccio e dell'innalzamento globale del livello del mare. A partire dagli anni '50, molti dei cambiamenti osservati sono senza precedenti su scale temporali che variano da decenni a millenni.

**Media combinata delle anomalie, rispetto alla media del periodo 1960-1990, di temperatura superficiale di terra e oceano osservate a livello globale dal 1850 al 2012.** Fonte: IPCC-AR5, 2014

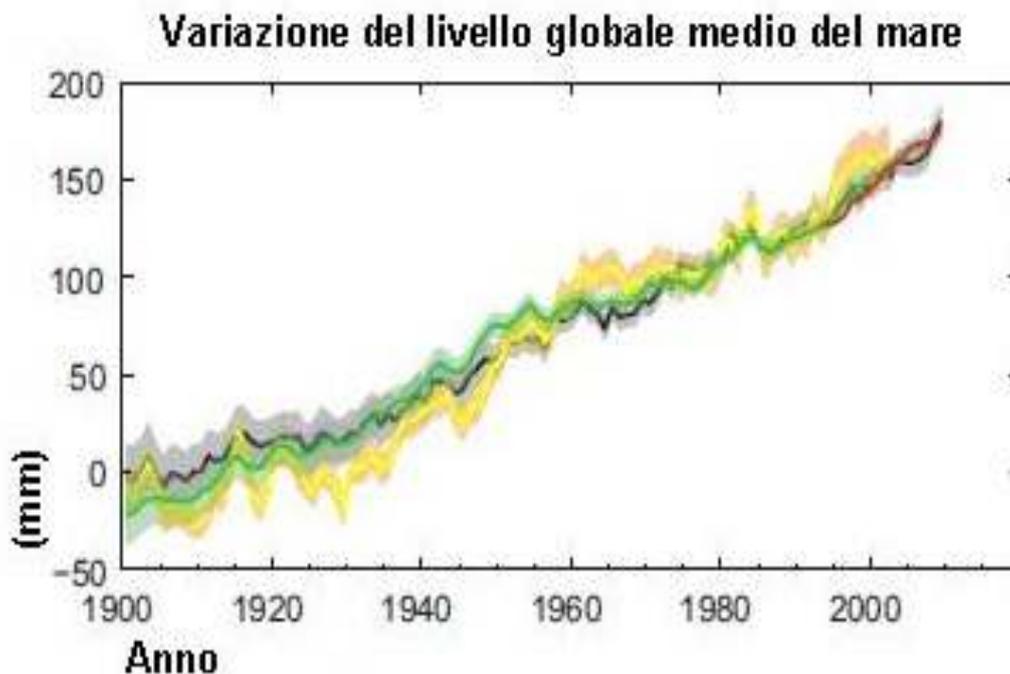


**Variazione di temperatura superficiale osservata nel periodo 1901-2012.**  
Fonte: IPCC-AR5, 2014



Per quanto riguarda le **precipitazioni**, i segnali di cambiamento in questo campo sono meno evidenti rispetto alle temperature. Le precipitazioni medie a livello globale mostrano degli aumenti alle medie latitudini dell'emisfero settentrionale con una maggior significatività nell'ultimo cinquantennio. Per aree ad altre latitudini, i segnali invece sono più contrastanti e meno evidenti. Per quanto riguarda gli eventi di precipitazione intensa, la loro frequenza o intensità è probabilmente aumentata in Nord America e in Europa.

Un altro indicatore importante molto correlato alle variazioni climatiche è il **livello medio del mare**. I principali fattori climatici in grado di influenzare il livello medio del mare sono la temperatura, delle acque e dell'aria, e il bilancio di massa dei ghiacciai continentali: la maggior parte dell'innalzamento del livello medio globale dei mari osservato è dovuto all'aumento di volume delle acque provocato dal loro riscaldamento. Il livello medio globale del mare nel corso dell'ultimo secolo è cresciuto di circa 20 centimetri e si stima che il tasso di innalzamento registrato dalla metà del XIX secolo sia stato più grande del tasso medio dei 2000 anni precedenti.



Fonte: IPCC-AR5, 2014

Altri importanti cambiamenti riscontrati in passato e connessi al sistema climatico terrestre, riguardano **la composizione chimica dell'atmosfera**, quel sottile strato d'aria che permette la vita sul nostro pianeta.

Alcuni gas in particolare, seppur presenti in misura molto ridotta rispetto ai principali componenti dell'atmosfera (Azoto e Ossigeno in primis), assumono notevole importanza in quanto in grado di modificare determinate proprietà fisico-chimiche dell'atmosfera.

La presenza in atmosfera di gas ad effetto serra, come l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e il metano ( $\text{CH}_4$ ), stimata attraverso misure dirette rilevate negli ultimi 50-60 anni e analisi delle carote glaciali antartiche, ha raggiunto i livelli più alti degli ultimi 800.000 anni e con una rapidità di incremento mai osservata prima.



La concentrazione di anidride carbonica è aumentata del 40% dall'età pre-industriale, in primo luogo per le emissioni legate all'uso dei combustibili fossili (come il carbone e il petrolio), e in seconda istanza per le emissioni nette legate al cambio di uso del suolo e alle deforestazioni.

Anche gli **oceani** ne hanno risentito, infatti le loro acque, assorbendo circa il 30% dell'anidride carbonica emessa, hanno subito un'acidificazione, quantificata da un abbassamento del pH delle acque superficiali dell'oceano di 0,1 unità dall'inizio dell'età industriale, equivalente a un aumento del 26% della concentrazione degli ioni idrogeno.

## 4. Cambiamenti climatici, attività umane e proiezioni future

Nel suo insieme, l'andamento di numerosi indicatori dello stato del sistema climatico, fornisce, come abbiamo visto, la descrizione di un **pianeta che si sta riscaldando**.

**Ma in tutto questo possiamo stabilire quanto è dovuto a cause naturali e quanto invece attribuibile alle attività dell'uomo?**

A riguardo il dibattito scientifico è ancora aperto ma le importanti evoluzioni raggiunte dalla **modellistica climatica** permettono ora risposte più sicure e dettagliate sulla questione. Tramite questi modelli è infatti possibile simulare l'andamento nel lungo periodo di diversi indicatori climatici confrontandolo con quanto realmente osservato nel passato e con quanto potrebbe essere successo senza il contributo dovuto alle attività umane.

Dall'analisi dei risultati emerge che l'influenza dell'attività dell'uomo è stata rilevata:



- nel riscaldamento dell'atmosfera e degli oceani
- nelle variazioni del ciclo globale dell'acqua
- nella riduzione delle coperture di neve e ghiaccio
- nell'innalzamento del livello medio del mare
- nei cambiamenti di alcuni estremi climatici

Secondo la maggior parte degli studi condotti, e così come ribadito negli ultimi report dell'IPCC, **è estremamente probabile che l'influenza umana sia stata la causa dominante del riscaldamento osservato sin dalla metà del XX secolo** che è determinato soprattutto dall'aumento delle concentrazioni dei gas serra di origine antropica.

I segnali più evidenti di **cambiamento climatico per il futuro**, ottenuti attraverso i modelli climatici sulla base di determinati scenari di emissione di gas serra, riguardano la temperatura mentre per le precipitazioni il quadro è più variabile e incerto.

Per quanto riguarda in particolare l'**Europa**, secondo gli ultimi rapporti dell'IPCC **è previsto che**:

- i cambiamenti climatici possano amplificare le differenze regionali nelle risorse e negli assetti naturali con maggiori rischi di piene improvvise (flash-floods), inondazioni costiere e maggiore erosione (a causa delle tempeste e dell'aumento del livello del mare);
- vi sia un ulteriore ritiro dei ghiacciai, una riduzione della copertura nevosa e una riduzione della biodiversità;
- nell'Europa meridionale vi sia un peggioramento delle condizioni per alte temperature e siccità, una riduzione della disponibilità idrica e perdita di produttività dei suoli;
- i cambiamenti climatici aumentino i rischi per la salute a causa di ondate di calore e di gravi incendi naturali ed effetti negativi per i sistemi naturali ed umani a causa dell'alterata frequenza e intensità di eventi estremi e dell'aumento del livello del mare.

Bisogna però ricordare che esistono anche altre teorie scientifiche che, seppur minoritarie, mettono in dubbio diversi aspetti. Alcune di esse, ad esempio, enfatizzano maggiormente il ruolo di altri fattori naturali sul clima come la variazione dell'attività solare ma anche l'effetto sulla formazione delle nubi da parte dei raggi cosmici provenienti dallo spazio, in grado di influire sul clima. Altri dubbi riguardano la validità dei modelli climatici nella loro capacità di ricostruire efficacemente il clima passato e di predire in misura sufficientemente attendibile quello futuro.



## 5. Andamento climatico in Veneto

Il Veneto si colloca in una zona di transizione tra l'area continentale dell'Europa centrale e l'area mediterranea presentando, anche per questo motivo, caratteristiche climatiche peculiari.

### *Tendenze osservate in temperature e precipitazioni*

**L'andamento climatico osservato in Veneto dagli anni '50 in poi conferma in generale quanto sta accadendo a scala europea, ossia una crescita significativa dei valori termici.**

Per un'analisi approfondita del clima di una regione, secondo le indicazioni dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), servono almeno 30 anni di osservazioni continuative e svolte secondo precisi criteri di rilevamento dati. In ottemperanza a questo, sulla base dei dati storici disponibili è stato condotto un primo studio sull'andamento delle temperature e precipitazioni registrate in Veneto nel cinquantennio che va dal 1955 al 2004, sulla base dei dati raccolti dalle stazioni storiche disponibili appartenenti all'Ex Ufficio Idrografico di Venezia.

 **L'andamento delle temperature massime** evidenzia un generale aumento dei valori sia nelle medie annuali (+1.8 °C/50 anni) che in quelle stagionali, più marcato in estate e in inverno. Le **temperature minime** registrano nella maggior parte del Veneto un trend positivo e significativo dal punto di vista statistico, sia nei valori medi annuali (+1.1 °C/50 anni) che stagionali, sempre con segnali leggermente più marcati in estate ed in inverno.



Un cambiamento di fase attorno alla fine degli anni '80, riscontrabile anche nel resto d'Europa, è stato evidenziato da un'analisi statistica

di ricerca delle discontinuità, utile ad individuare bruschi cambiamenti nelle serie storiche. Tali tendenze rilevate in Veneto sono coerenti con analisi simili condotte su altre regioni del Nord d'Italia che confermano quindi un clima che, in particolare nell'ultimo cinquantennio, si sta riscaldando.



L'analisi delle **ondate di freddo e di caldo** conferma come su gran parte della nostra regione siano diminuiti il numero di giorni e di notti fredde mentre sia aumentato il numero di giorni e di notti calde.

L'andamento delle **precipitazioni**, registrato in Veneto nello stesso cinquantennio (1955-2004),

evidenzia una generale lieve tendenza alla diminuzione degli eventi annuali e invernali ma non significativa dal punto di vista statistico. Per quanto riguarda le modalità con cui si verificano le precipitazioni, studi realizzati sull'Italia settentrionale evidenziano nel corso dell'ultimo secolo un aumento significativo delle giornate con elevata intensità di pioggia; in Veneto tale tendenza non sembra essere così evidente mentre si segnalano alcuni casi con significativi aumenti nei valori massimi annuali delle precipitazioni di breve durata.

Naturalmente i trend appena evidenziati rappresentano degli andamenti evolutivi generali del clima, che però ricordiamo essere, per definizione, il risultato di una serie di condizioni meteorologiche anche molto variabili e contrastanti nel tempo. Il presentarsi di fenomeni estremi talvolta di segno opposto rispetto a questi trend rimane dunque assai probabile; chiari esempi di tali situazioni sono stati registrati anche di recente in Veneto, soprattutto nei riguardi delle precipitazioni stagionali in occasione degli inverni 2008-2009 e 2013-2014 risultati molto piovosi e nevosi in quota, quindi in netta controtendenza con il trend dei 50 anni precedenti.

## ***Temperature e precipitazioni: i dati più recenti***

Le analisi condotte sui dati più recenti raccolti dalla rete ARPAV di stazioni automatiche a partire dal 1993, pur confermando in generale la tendenze climatiche riscontrate nel cinquantennio 1955-2004 dalle stazioni dell'ex Ufficio Idrografico, evidenziano alcune peculiarità e differenze. In questo caso però le informazioni relative ai trend vanno considerate con cautela in quanto la serie di dati è costituita da soli 25 anni di osservazione (1993-2017).

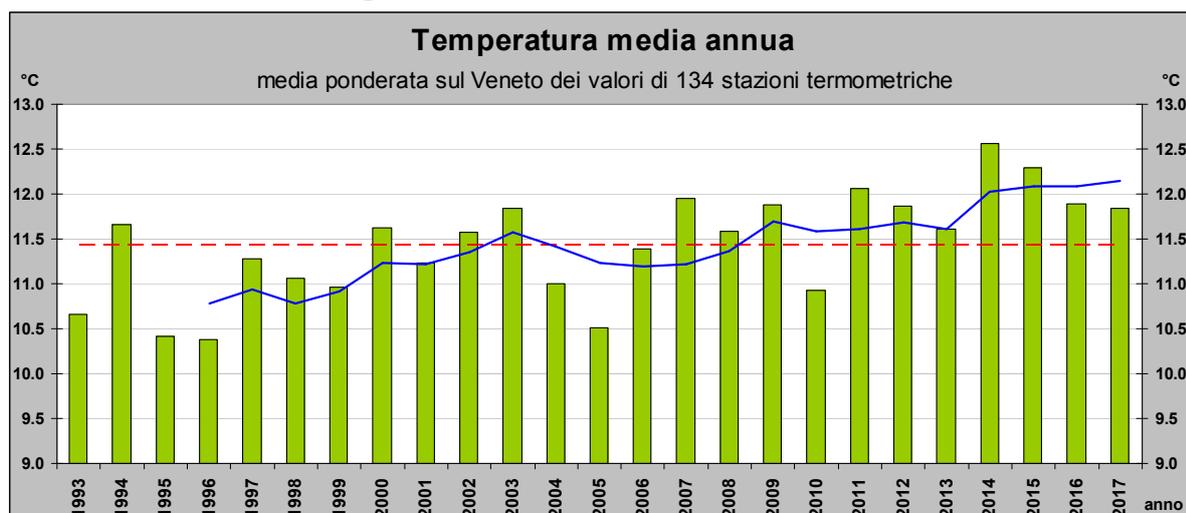


**L'andamento dell'ultimo ventennio delle temperature medie annue registra trend in deciso aumento (+1.3 °C/25 anni). Tutte le stazioni analizzate presentano segnali di aumento delle temperature e tali trend sono statisticamente significativi per 128 delle 134 stazioni considerate.**

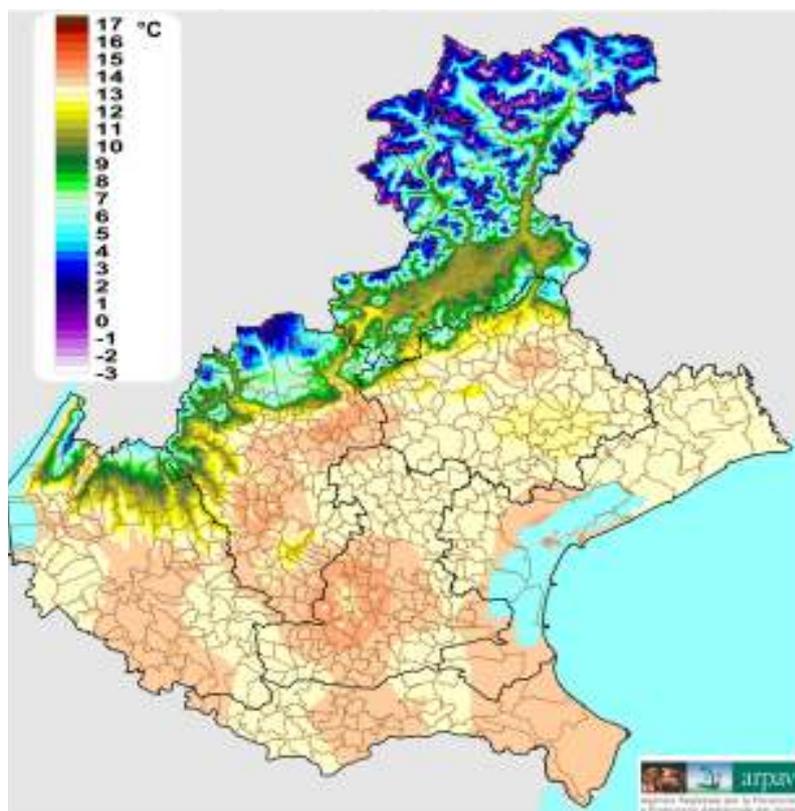
In questo caso sono state considerate le temperature medie che derivano dalla media delle 96 misure termometriche rilevate ogni giorno dalle stazioni automatiche dell'ARPAV.

A livello stagionale i trend d'incremento delle temperature medie sono più elevati in autunno mentre per la stagione invernale i segnali sono meno chiari (trend minore e non significativo).

## Le temperature. Anni 1993 - 2017



*Andamento delle temperature medie annue (media ponderata rispetto alle fasce altimetriche di 134 stazioni termometriche dell'ARPAV operative nel Veneto) per il periodo 1993-2017. La linea continua rappresenta l'andamento della media mobile su 4 anni. La retta rossa tratteggiata rappresenta la media dell'intero periodo. Il trend è in netto aumento. Gli anni più caldi sono stati, in ordine decrescente, il 2014, 2015, 2011 ed il 2007. Gli anni più freddi sono stati il 1996 ed il 1995.*

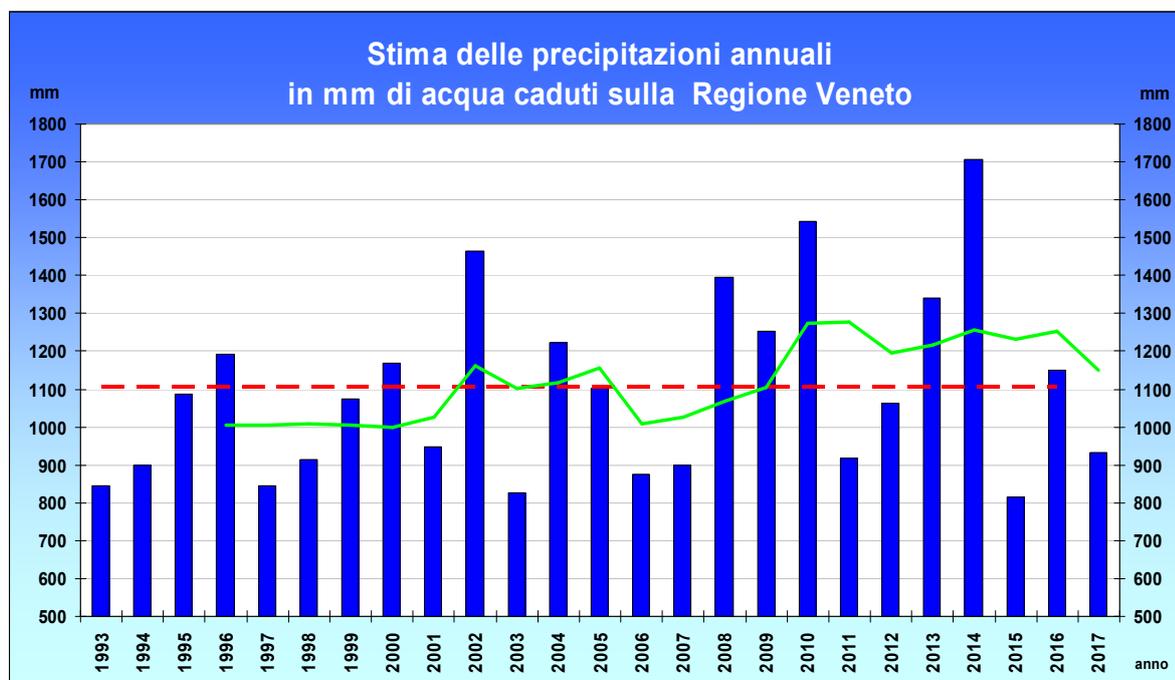


*Temperatura media annua sul Veneto.*

*Periodo 1993-2017.*

Per le **precipitazioni annue**, sono stati utilizzati i dati delle stazioni automatiche ARPAV del periodo 1993-2017. Le elaborazioni hanno riguardato circa 160 stazioni pluviometriche; è possibile osservare un tendenziale **incremento degli apporti pluviometrici annuali, soprattutto nell'ultimo decennio**. In particolare le precipitazioni del 2010 e ancor più del 2014 rappresentano dei massimi assoluti non solo della serie 1993-2017 ma probabilmente anche degli ultimi 60 anni. Si può inoltre notare come nel 2015 siano stati osservati i minimi apporti della serie, precipitazioni di poco inferiori a quelle 2003 che costituivano il minimo assoluto della serie storica 1955-2004.

## Le precipitazioni. Anni 1993 - 2017



*Andamento delle precipitazioni annue (media ponderata sul territorio regionale di 160 stazioni pluviometriche dell'ARPAV per il periodo 1993-2017). La linea verde continua rappresenta l'andamento della media mobile su 4 anni, la retta rossa tratteggiata rappresenta la media dell'intero periodo.*



## Permafrost e cambiamenti climatici

Il permafrost è quella porzione di terreno che, per almeno due anni consecutivi, presenta una temperatura inferiore a 0 °C.

Il permafrost è quindi uno stato fisico del terreno che può comprendere rocce, detrito, sedimento, materiale organico e, a volte, ghiaccio.

La presenza o meno di permafrost dipende dalla temperatura media annua del suolo che, a sua volta, oltre che dalla temperatura dell'aria, è influenzata da altri fattori come la copertura nevosa e la vegetazione.

Nelle regioni artiche e subartiche, il permafrost è caratterizzato da spessori elevati (fino a 1500 m) e estensioni notevoli. A latitudini più basse le condizioni climatiche necessarie per la presenza del permafrost si riscontrano alle quote elevate, quindi anche sulle Alpi, dove però si

presenta frammentato e con spessori ridotti. Evidenze indirette della presenza del permafrost alpino sono alcune tipiche forme periglaciali come ad esempio i rock glaciers (foto: rock glacier della Cima dell'Uomo).



Nelle aree a permafrost, ad eccezione di alcune zone antartiche e artiche, la temperatura della parte superficiale del terreno può essere al di sopra di 0°C determinandone, temporaneamente, lo scongelamento. Questo strato di terreno, chiamato *strato attivo*, ha uno spessore che varia di anno in anno a seconda delle condizioni climatiche. Da ciò deriva che la presenza del permafrost, al pari dei ghiacciai, è strettamente connessa alle condizioni climatiche passate. Inoltre, la diretta connessione con la temperatura e il regime delle precipitazioni (specialmente nevose), fa del permafrost un importante indicatore dei cambiamenti climatici. Non c'è dubbio che il riscaldamento globale, e quindi l'innalzamento della temperatura del substrato, abbia determinato un'evoluzione significativa delle caratteristiche del permafrost alpino quali l'incremento di spessore dello strato attivo e il cambiamento delle proprietà geotecniche del materiale.

Tutto ciò si traduce in una maggior quantità di detrito potenzialmente mobilizzabile e, in ultima analisi, in una maggior propensione al dissesto dei territori interessati da permafrost.

### **Il permafrost in Veneto**

Gli studi sulla presenza e distribuzione del permafrost sulla montagna veneta sono iniziati solo di recente con il progetto PermaNet nell'ambito del programma di cooperazione transnazionale Spazio Alpino 2007-2013. Anche sul territorio montano del Veneto i cambiamenti climatici recenti hanno determinato un'accelerazione del processo di riduzione delle aree a permafrost e incremento di spessore dello strato attivo. Ciò si è tradotto in un aumento della suscettibilità dei territori di alta quota ai dissesti. Molti crolli di masse rocciose e colate di detriti che hanno interessato il territorio regionale negli ultimi anni sembra abbiano avuto, almeno come concausa, la degradazione del permafrost.

### **La stazione di monitoraggio di Piz Boè**

Uno dei principali obiettivi raggiunti con il progetto PermaNet è stato quello di realizzare sulle Alpi una rete di monitoraggio del permafrost, attraverso l'inserimento dei metadati dei più importanti siti di monitoraggio esistenti in un data base comune e l'installazione di nuovi siti in zone precedentemente non studiate. Fra queste ultime rientra la stazione di monitoraggio del permafrost di Piz Boè, realizzata in collaborazione fra Regione del Veneto e ARPAV, che è stata individuata come stazione di riferimento per il versante sud-alpino delle Alpi orientali.

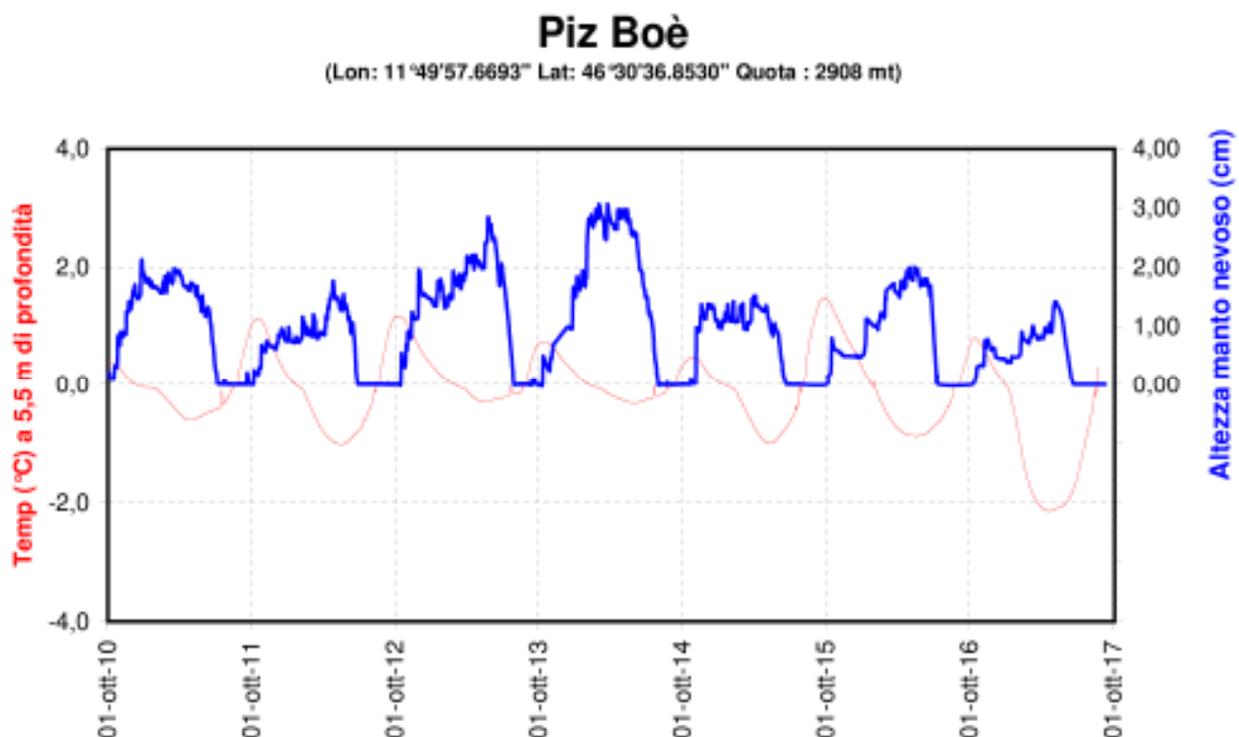


La stazione, ubicata a 2908 m nel Comune di Livinallongo del Col di Lana, è attiva dall'autunno 2010.

Essa è costituita da:

- una catena termometrica posizionata in un foro di 30 m di profondità dotata di 15 sensori, posti a diverse profondità;
- una stazione meteorologica dotata di sensori per la misura della temperatura aria, umidità, direzione e velocità del vento, radiazione a onde corte e lunghe, incidente e riflessa (radiazione netta), altezza del manto nevoso e temperatura della superficie (mediante termometro a infrarossi).

La stazione è dotata di un sistema GPRS per la trasmissione dei dati ogni 4 ore alla centrale di acquisizione presso il Centro Valanghe di Arabba. I primi 7 anni di dati hanno consentito di verificare l'estrema variabilità delle condizioni termiche del terreno dipendenti, più che dalla temperatura dell'aria, dall'entità della copertura nevosa.



## ***I ghiacciai del Veneto e i cambiamenti climatici***

La riduzione della superficie e massa dei ghiacciai delle Dolomiti è uno dei principali effetti dei recenti cambiamenti climatici registrati. Come per tutti i ghiacciai alpini, questa fase di regresso dura dalla fine della Piccola Età Glaciale (1850 circa) ed ha subito, a partire dal 1980 circa, una significativa accelerazione.

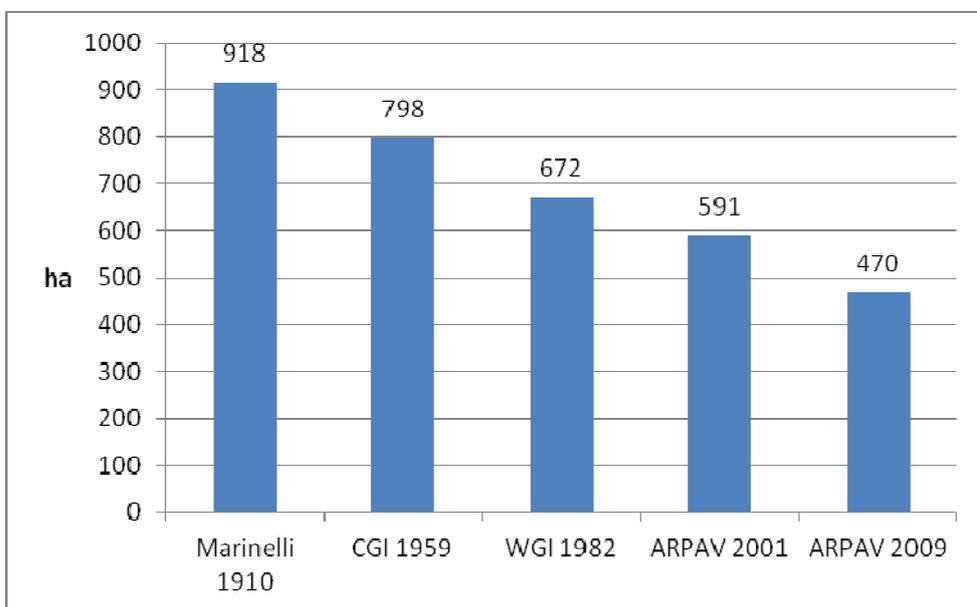
I **ghiacciai del Veneto**, essendo di piccole o piccolissime dimensioni, rispondono prontamente ai cambiamenti climatici in atto e, per questa ragione, rappresentano un **elemento importante per lo studio degli effetti del riscaldamento globale**.

Del tutto peculiare è il caso del Ghiacciaio Principale della Marmolada (il più grande delle Dolomiti) un tempo ricadente in gran parte in Veneto e che attualmente, in base al Protocollo d'Intesa del 13.05.2002, dal punto di vista amministrativo fa parte completamente della Provincia Autonoma di Trento.



*Situazione del ghiacciaio principale della Marmolada fotografata nel 2007, con ricostruzione della posizione del fronte in epoche diverse. L'arretramento del fronte del ghiacciaio è molto evidente e la tendenza al ritiro sta continuando anche in questi ultimi anni nonostante alcune recenti stagioni invernali siano risultate particolarmente nevose.*

## La superficie glacializzata delle Dolomiti



*Il database ARPAV contiene informazioni relative alla superficie dei ghiacciai dolomitici dal 1888 al 2009. Esso permette di avere un quadro del trend negli ultimi 100 anni. L'analisi, sui 27 apparati di cui si dispone di dati storici, che costituiscono il 72% della superficie glacializzata delle Dolomiti, è stata condotta considerando le 5 campagne risultate più complete in termini di disponibilità di dati: Marinelli (1910), Comitato Glaciologico Italiano (1956/59), World Glacier Inventory 1980/82, ARPAV (2001 e 2009). L'analisi delle informazioni mostra come la superficie glacializzata delle Dolomiti nei 100 anni dal 1910 al 2009 si sia ridotta del 49%. Appare tuttavia evidente anche la fase di accelerazione della deglaciazione che ha caratterizzato gli ultimi decenni: infatti, mentre la riduzione nei 70 anni dal 1910 al 1980 è stata del 27%, nei soli 30 anni dal 1980 al 2009 è stata di un ulteriore 30%.*

## ***Variazioni del ciclo vegetativo della vite.***

La fase di riscaldamento climatico registrata in Veneto negli ultimi 50 anni ha avuto importanti ripercussioni anche nei cicli vegetativi di alcune piante. Uno studio condotto in collaborazione con CREA - Centro di ricerca per la viticoltura di Conegliano (TV) ha evidenziato come l'aumento delle temperature, osservato a Conegliano tra il 1964 e il 2014 (51 anni), abbia provocato significativi cambiamenti nella fenologia della vite.

In particolare si è osservato che:

- la data di germogliamento della vite è rimasta pressoché costante negli anni;
- la data di fioritura è anticipata di circa 8 giorni in media nell'ultimo venticinquennio;
- l'intervallo di tempo dalla fioritura all'invasatura, fase in cui i frutti cambiano colore, è rimasto quasi costante;
- l'intervallo di tempo dall'invasatura alla maturazione si è ridotto mediamente di ulteriori 4-5 giorni;
- il ciclo fenologico generale, dal germogliamento alla raccolta, si è accorciato mediamente di 12-14 giorni nell'ultimo venticinquennio ma in alcuni anni, come il 2007 ed il 2017, la vendemmia è stata anticipata di quasi un mese rispetto al passato;
- le varietà di vite precoci e tardive hanno reagito nello stesso modo;
- la fase che precede il riposo invernale si è allungata in conseguenza della maturazione anticipata, con positivi effetti sulla ripresa vegetativa della stagione successiva.



**Bollettini e dati  
su variabili  
meteo-idro- nivo**



<http://www.arpa.veneto.it/bollettini>

**Commenti  
meteo-climatici**



<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia/dati/commenti-meteoclimatici>

**Atlante  
climatico del  
Veneto**



<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agrometeo/approfondimenti/>

**Informazione al  
pubblico**

Tutte le informazioni e i dati relativi alle attività ARPAV in tema di cambiamenti climatici sono pubblicate sul sito dell'Agenzia

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia>

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/meteo>

**ARPAV**  
**Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio**  
**Servizio Meteorologico**  
Via G. Marconi, 55  
35037 Teolo (PD) Italy  
Tel.049-9998111 Fax 049-9998190  
e-mail: [cmt@arpa.veneto.it](mailto:cmt@arpa.veneto.it)



## **ARPAV**

Agenzia Regionale per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale del Veneto

Direzione Generale

via Ospedale Civile, 24

35121 Padova

Italy

Tel. +39 049 8239 301

Fax +39 049 660966

e-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)