

ALTA VAL FORMAZZA il SUO CLIMA

STUDIO ED ANALISI MICROCLIMATICA

Alessandro Mezzenzana

Tesi di Laurea Politecnico di Milano

CLIMATE IN UPPER FORMAZZA VALLEY Microclimatic study and analysis

The aim of the following study, carried out about 5 years ago, was to detect and study all the parameters required to define climate in a determined portion of territory. The area taken into exam is the upper Formazza valley, an Italian valley nestled in the Swiss territory that, as we shall see, is totally independent from the rest of the regional area, with strong differences and peculiarities. Analysing and studying even such a small portion of territory makes us understand how the climate change underway is devastating and how it affects all of us much more than many people would think or hope. Within the following case study, scientists have tried to outline what are the factors that make this geographical area so unique from the viewpoint of climate; glaciers, permafrost, and severe weather events are the characteristics of this territory, making it peculiar when compared with similar territories at the same latitudes. The aim of this work was to give a scientific answer that can also be understandable for less expert people. We shall see how, though being included in the Italian territory, the Formazza valley is strongly affected by Swiss inland regions. Last but not least, men have strongly affected the microclimate of this valley by creating several reservoirs for energy production, which have upset and accelerated some processes.

Il seguente studio, prodotto circa 5 anni fa, si è posto come obiettivo quello di individuare e studiare i parametri necessari a delineare il clima in una determinata porzione di territorio.

L'area presa in esame è quella dell'Alta Val Formazza, una valle italiana del Piemonte incuneata in territorio elvetico che, come vedremo, risulta assolutamente indipendente dal resto del territorio regionale, con profonde difformità e peculiarità.

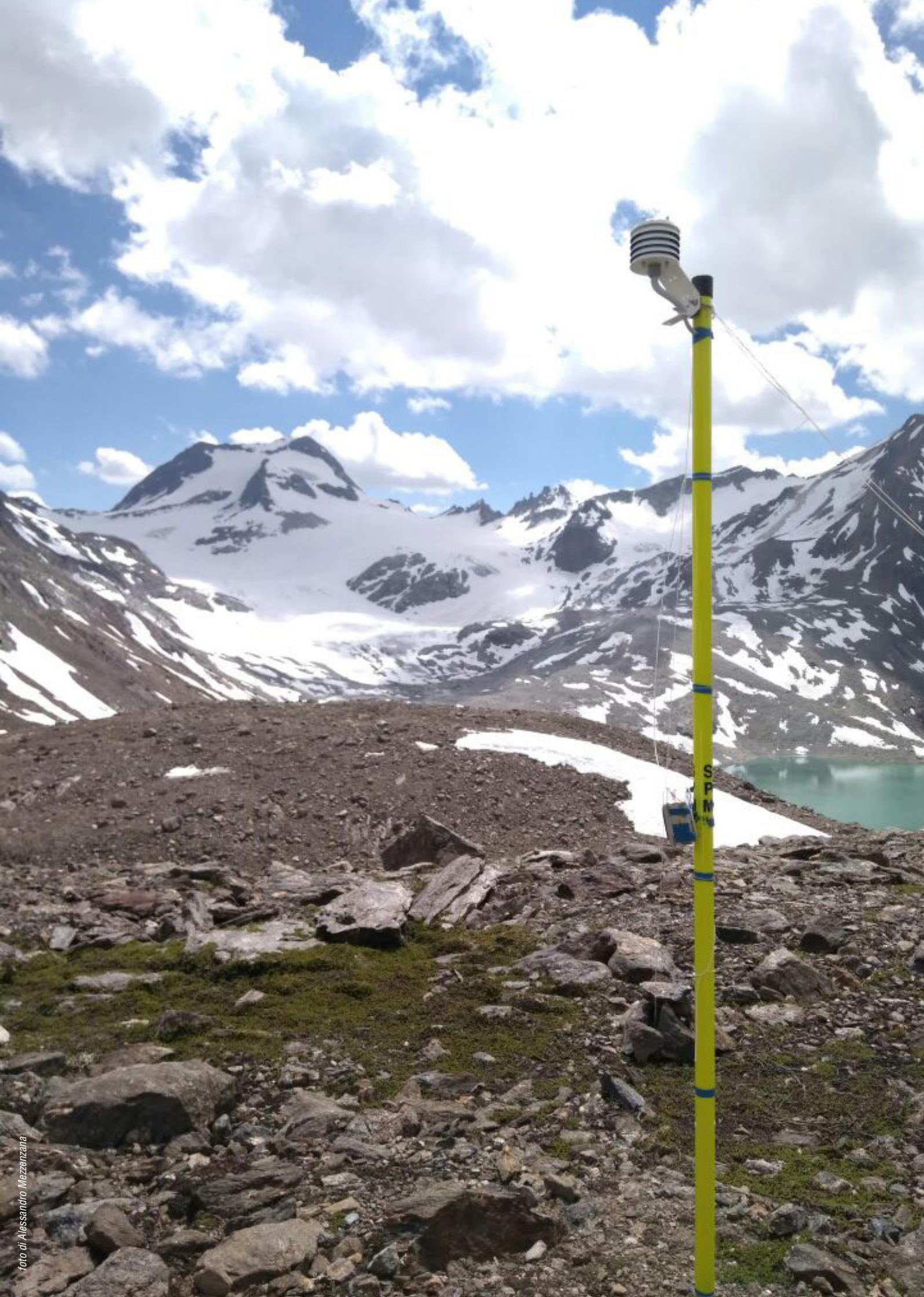
Analizzare e studiare anche una così piccola porzione di territorio, ci fa comprendere quanto il cambiamento climatico in atto sia devastante e ci tocchi da molto più vicino di quanto molti pensano o sperano.

All'interno del seguente caso-studio si è cercato di delineare i fattori che rendono quest'area geografica così unica nel suo genere dal punto di vista climatico: ghiacciai, permafrost, fenomeni di Sever Weather caratterizzano il territorio rendendolo di fatto unico se paragonato a suoi simili, posti alle medesime latitudini.

L'obiettivo del lavoro è stato proprio quello di dare una risposta scientifica ma allo stesso tempo comprensibile anche ad occhi meno esperti.

Vedremo come, pur facendo parte del territorio italiano, la Val Formazza è fortemente influenzata dalle regioni svizzere più interne.

A definire e modificare infine il microclima di questa valle ci ha pensato poi l'uomo con la realizzazione di numerosi invasi per la produzione di energia, che hanno stravolto ed accelerato alcuni processi.



INTRODUZIONE

Lo scopo di questo articolo è quello di lasciare al lettore una comprensione scientifica di ciò che può avvenire a livello climatico in una determinata area. Ma di preciso il clima cos'è? E perché si parla di climatologia anziché meteorologia?

In realtà le due definizioni sono fortemente correlate, al punto tale che una dipende dall'altra. Il fattore principale che le differenzia è il tempo, non meteorologico bensì gli archi temporali di studio. La meteorologia è la scienza che studia i fenomeni che avvengono nell'atmosfera, nonché leggi e cause determinanti, all'interno di un ristretto arco temporale (ore/giorni).

Per quanto concerne la climatologia, si può dire che essa si basi sui dati meteorologici quotidiani definendo però quelle condizioni che caratterizzano una determinata area in periodi ben più estesi (decenni).

Il clima di un territorio deriva da un insieme di fattori legati a diverse scale geografiche che ne influenzano le caratteristiche e le peculiarità a livello della macroscala, della mesoscala e della microscala.

Parlare di micro-clima significa che, in seguito ad un'analisi fatta su macro e meso scala, si procede allo studio dei dati recepiti in una determinata porzione di territorio che differiscono dal resto della regione geografica.

I meccanismi analizzati sono a livello di precipitazioni, nebbie, temperature e direzioni del vento nei diversi periodi dell'anno.

Di fondamentale importanza, all'interno di questo studio, è l'orientamento della valle.

Il clima è direttamente influenzato dalla radiazione solare e dalle sue interazioni con il suolo: la radiazione solare influisce direttamente sulla temperatura dell'aria e del terreno.

Gli elementi climatici, anche detti fattori del clima, si suddividono in due classi: statici e dinamici; i primi sono costituiti dalla distanza del mare, latitudine, longitudine e vegetazione caratteristica della zona. Gli elementi dinamici comprendono le masse d'aria, governate dalle variazioni di pressione atmosferica.

Il vento, altro fattore fondamentale, influisce direttamente sul territorio spostando masse d'aria atmosferica; lo spo-

stamento avviene da aree ad alta pressione verso zone con bassa pressione.

Parlare di masse d'aria significa parlare implicitamente di perturbazioni. L'origine delle perturbazioni è frutto di uno scontro, al suolo, che avviene tra due masse d'aria differenti; lo scontro tra queste masse d'aria genera una zona tra le due, denominata fronte.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

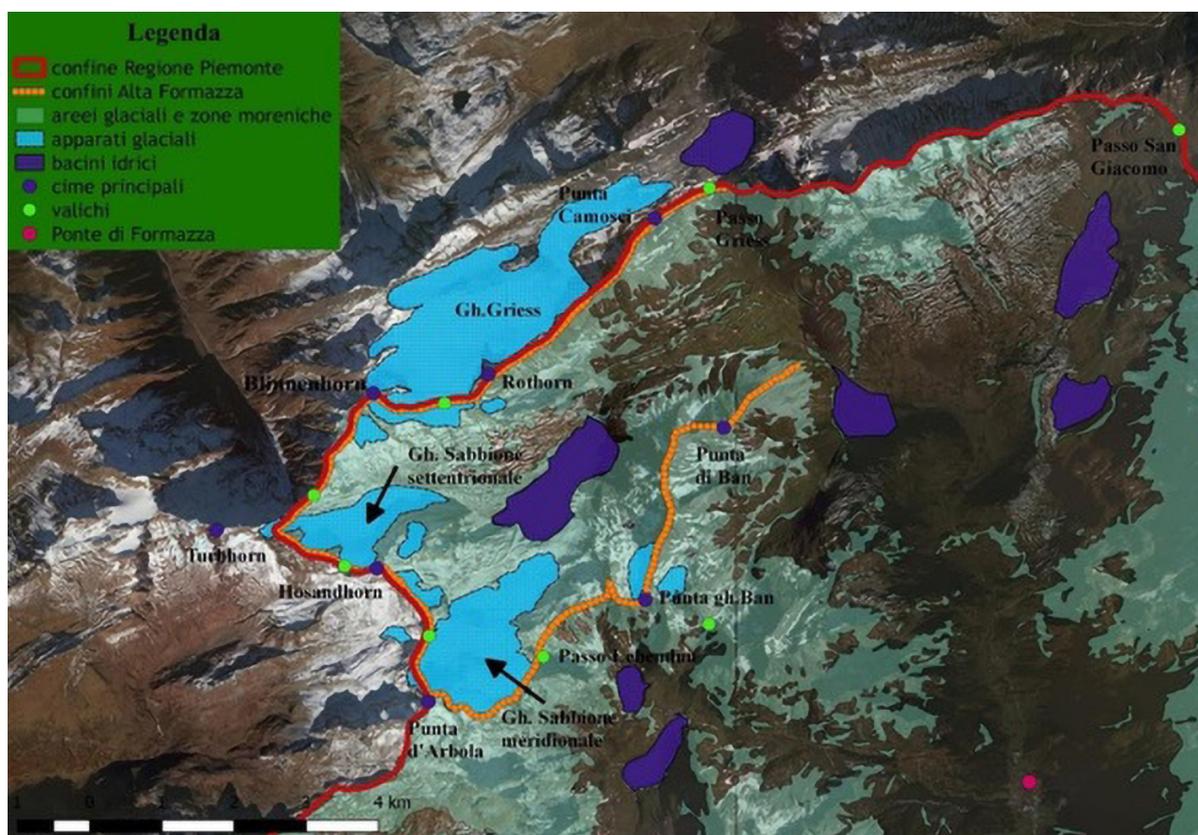
Per poter apprendere appieno lo studio climatico, a qualunque scala, di una determinata area, bisogna in prima battuta inquadrala geograficamente, così da capire il contesto in cui è inserita.

Nello specifico, la Val Formazza si trova nella zona settentrionale del Piemonte, contornata su tre lati dalla vicina Svizzera (Fig. 1).

Importante sottolineare la vicinanza con la Svizzera perché nell'arco di 20/30km in linea d'aria sono presenti i principali bacini glaciali delle Alpi. Uno su tutti il ghiacciaio dell'Aletschorn, il più lungo d'Europa.

La macro-area in cui è inserita la Val Formazza è quella della Val d'Ossola,

Fig. 1 - Inquadramento geografico.





che si estende dal Passo del Sempione (a nord) fino al Lago Maggiore, che la delimita inferiormente.

L'intera vallata ossolana ha un'estensione verticale da Nord a Sud tranne che in un punto dove, a causa di una struttura montuosa, subisce una piccola deviazione.

Le conformazioni montuose ossolane presentano asperità di una certa importanza; la punta Nordend, con una quota di 4600m, risulta essere la più alta dell'intera vallata. All'interno del massiccio montuoso del Monte Rosa, in valle Anzasca, c'è uno dei principali bacini glaciologici delle Alpi.

La Val Formazza, anch'essa con estensione longitudinale N-S, presenta asperità più ridotte, con cime che oscillano tra i 3000 e i 3400 m.

Nonostante la quota altimetrica non particolarmente elevata, presenta conformazioni glaciologiche di note-

vole estensione; uno dei più estesi è il ghiacciaio del Griess, che si estende fino ai 2300 m, dove termina in un invaso artificiale.

L'intera vallata è percorsa dal fiume Toce che ne scava e modella i fianchi, oggi ma soprattutto nel tempo.

Presenta poche diramazioni trasversali e la principale è quella del Vannino, che dalla frazione Valdo sale verso ovest in direzione della Punta d'Arbola.

La principale caratteristica morfologica/paesaggistica della valle, che va assolutamente considerata, è la massiccia presenza di invasi artificiali, realizzati nella prima metà del 1900. Le dighe del Sabbione, Vannino, Morasco, Toggia e Busin sono le 4 principali, a cui fanno seguito altri invasi minori posti nelle loro vicinanze; il tutto al fine di sfruttare appieno il grande quantitativo di acqua per la produzione di energia elettrica. Queste grandi opere hanno

contribuito non poco alla modifica del microclima dei vari settori geografici.

L'invaso del Sabbione, quello principalmente interessato dallo studio in oggetto, ha la capacità maggiore della valle e, a pieno carico, raggiunge i 44 mln di metri cubi d'acqua.

Il presente studio microclimatico si concentra in particolar modo sull'area dell'Alta Val Formazza; viene quindi riportato di seguito un'inquadramento territoriale più specifico di questo settore.

Per Alta Val Formazza si intende la porzione di territorio che dall'ultimo abitato, Riale, si estende verso ovest fino alla cresta degli Stralgrat.

A differenza della vallata principale, questa presenta un'estensione Est-Ovest; infatti all'altezza del Lago di Morasco la vallata crea un'ansa dove subisce una deviazione verso ovest.

Ricalca quasi interamente il bacino idrografico del Sabbione, con al centro l'in-

*Stazione di rilevamento
(foto di Alessandro
Mezzenzana).*

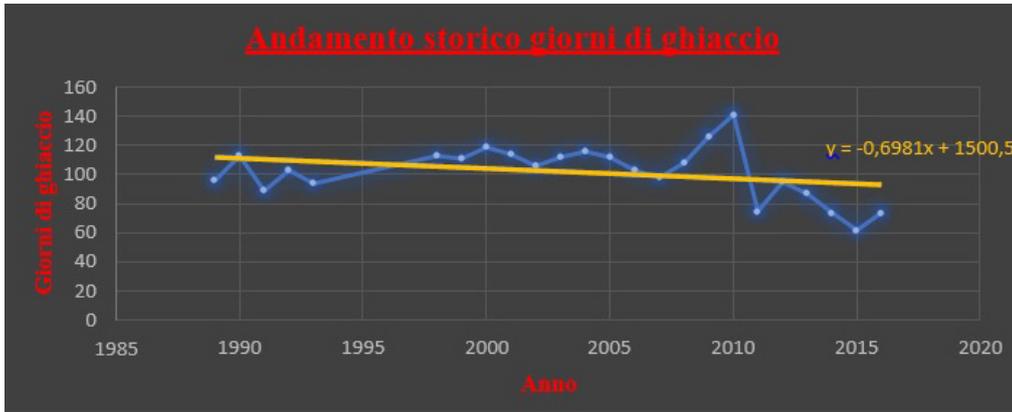


Fig. 2 - Interessante analisi sull'andamento dei giorni di ghiaccio, su un intervallo di oltre 30 anni.

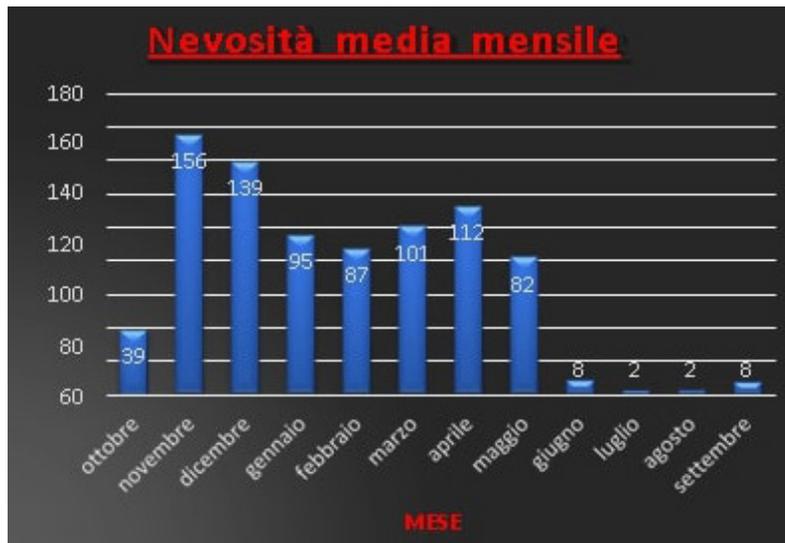


Fig. 3 - Grafico raffigurante le medie mensili di precipitazione nevosa espressi in cm.

vaso omonimo, il più grande della valle. L'intera area è contornata da un profilo di cime che si ergono ad una quota che varia tra i 3000 e i 3400 m. La cima più alta è il Blinnenhorn, 3374 m s.l.m.

I valichi più significativi che la collegano alla Svizzera, a nord ed ovest e alla restante vallata a sud, sono il Passo di Griess 2469 m (verso il Nufenenpass CH), il Passo di Lebendun (verso la Val Vannino 2900 m e l'Hosanjoch 3100 m (Valle di Binn ad Ovest).

Come detto in precedenza, l'alta Val Formazza è caratterizzata da numerosi apparati glaciali che risultano alquanto insoliti per le quote alle quali si trovano. Decenni fa il ghiacciaio del Sabbione, da cui prende il nome l'invaso artificiale, formava un'unica lingua che riempiva l'intera vallata principale; ora al di sopra del lago il ghiacciaio si è diviso in due apparati differenti: settentrionale e meridionale.

Anche se in forte regressione e ridotto ormai a poco più di una lingua di neve,

persiste il ghiacciaio di Ban, posto sul versante settentrionale della linea di cresta che separa l'Alta Val Formazza dal vallone di Nefelgiù.

Il più grande apparato della valle, anche se in territorio elvetico, è quello del Griess; dalla cima del Blinnenhorn raggiunge l'invaso artificiale posto a 2300 m.

È il più grande, per estensione, delle Alpi Lepontine.

STUDIO ED ANALISI CLIMATICA

Come detto lo studio climatico può avvenire su scale differenti; a livello macroclimatico la Val Formazza può essere inserita nella fascia con clima continentale temperato.

I fattori che caratterizzano il macroclima della zona sono principalmente a livello geografico:

- posizione di transizione tra area continentale centro-europea e mediterranea;
- vicinanza al mar Mediterraneo.

Nelle stagioni estive e invernali la presenza dell'alta pressione risulta più marcata e stabile che nei restanti periodi dell'anno. L'area del Piemonte si connota come zona di scontro di masse d'aria continentali provenienti dalla piana del Po, flussi d'aria provenienti dal Mediterraneo e correnti atlantiche.

Un altro livello a cui può essere utile fare una valutazione climatica è quello a mesoscala; viene fatta una considerazione sulla provincia del Verbano-Cusio-Ossola, nella quale ricade la Val Formazza. I caratteri principali del clima ossolano sono:

- vicinanza a grandi laghi (lago Maggiore) e ad altri invasi minori ma molto diffusi nella zona;
- climatologia tipica alpina: temperature rigide, forte escursione termica annua e precipitazioni abbondanti.

La media annua delle precipitazioni, 1680 mm, è un chiaro indice che delinea l'area come una delle più piovose d'Italia; la media nazionale infatti è di soli 980 mm.

Questo valore può essere motivato del fatto che sulla Pianura Padana e sul Lago Maggiore si formano grandi masse d'aria umide che, sospinte dai venti, risalgono le pendici montuose scaricando grandi quantità di precipitazioni.

Altro fattore è la vicinanza con la valle del Rodano che permette un forte afflusso di masse d'aria fredde.

A livello microclimatico, invece, per poter ricostruire i possibili moti circolatori all'interno della vallata bisogna analizzare le caratteristiche morfologiche.

Per lo studio microclimatico, l'analisi si è basata sulle due centraline meteorologiche presenti in valle. Una di queste è posta a 2453 m, sulla piana dei Camosci, a poche centinaia di metri dal passo del Griess. Questa ha fornito allo studio dati riguardanti: temperatura, umidità, vento, quantitativi di pioggia, neve fresca e altezza del manto nevoso.

La stazione di Formazza Sabbione, posta adiacente all'omonimo vaso, ha fornito dati riguardo la neve cumulata mensilmente.

La vicinanza della stazione Formazza al piano dei Camosci, risente della vicinanza al passo del Griess, il quale rappresenta un importante corridoio in grado di fornire diretto accesso alle masse d'aria provenienti dalla Valle del Rodano.

L'altra stazione invece, Formazza Sabioni, è posta in un punto che risulta essere il collettore di 3 valichi importanti che spesso consentono l'ingresso di perturbazioni o nuvolosità persistente dalla valle di Binn.

PARAMETRI METEOROLOGICI ANALIZZATI

Temperatura

Di questo parametro abbiamo a disposizione una serie di dati registrati giornalmente dal 27 ottobre 1988.

La temperatura minima registrata è stata di $-28,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, il 7 febbraio del 1991; il 4 luglio del 2015 si è raggiunta la temperatura massima di $+21,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La temperatura media calcolata sull'intero periodo storico è di $-0,26\text{ }^{\circ}\text{C}$; la temperatura minima media è di $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, mentre quella massima di $+3,99\text{ }^{\circ}\text{C}$.

I dati registrati mostrano come, dal punto di vista di valori record, non è un'area particolarmente significativa. Tuttavia la temperatura media sull'intero arco temporale conferma la peculiarità climatica dell'area, rispetto a zone simili poste alle medesime quote sul restante arco alpino. Nella zona dell'Alta Val Formazza risultano porzioni territoriali ancora soggette a permafrost a quote non così elevate (circa 2300 m); per questo motivo si è deciso di analizzare la frequenza annuale di "giorni di ghiaccio" sulla zona.

Con questo termine si indicano quei giorni in cui la temperatura non è salita al di sopra degli zero gradi.

In un anno solare, la media di giorni di ghiaccio è 108; si segnala come negli ultimi 27 anni ci sia una progressiva diminuzione di questi. L'andamento della curva non risulta molto lineare, infatti gli ultimi 8 anni hanno registrato una diminuzione sempre più significativa (grafico Fig. 2).

Precipitazioni

Le precipitazioni liquide sull'area hanno registrato un massimo il 14 ottobre del 2000, con un quantitativo cumulato nelle 24 ore di 170 mm.

La precipitazione nevosa maggiore, registrata nelle 24 ore, è stata di 128 cm, il 16 novembre 2002.

La media annuale di precipitazione liquida cumulata è di 895,9 mm. L'anno in cui si è registrata una maggiore piovosità è stato il 2000 con ben 1326,2 mm; quello meno piovoso il 2009 con 404,6 mm.

Per quanto concerne le precipitazioni nevose, la media annuale è di 811 cm e l'anno più nevoso è stato proprio il 2009, più precisamente la stagione invernale 2008-09, con 995 cm. Curioso notare come l'anno più nevoso abbia coinciso con quello meno piovoso.

Essendo la Val Formazza all'estremità settentrionale dell'intero territorio Verbanese, le perturbazioni provenienti da sud, che quindi beneficiano del Lago Maggiore per aumentare la loro consistenza, scaricano gran parte del quantitativo prima di raggiungere l'area di Formazza. Questo si evince dai dati di Regione Lombardia da cui si estrapola, come valore medio annuale di precipitazioni piovose, 1680 mm su un arco temporale che parte dal 1960.

Umidità

Il fattore umidità è importante valutarlo per comprendere appieno il clima di una zona; la presenza massiccia di laghi e invasi nella zona porta questo valore a una media del 69,5%, sintomo di clima fortemente umido.

Vento

Come detto in precedenza, il territorio formazzino è molto vicino al bacino del Rodano che consente l'ingresso a grandi masse d'aria. Per di più la vicinanza con la catena alpina dell'Oberland Bernese, con masse glaciali importanti e cime che raggiungono i 4000 m, la espone a impetuosi e gelidi venti.

L'area è soggetta a costante ventilazione, prevalentemente dai settori settentrio-

nali. Principale corridoio d'ingresso è il passo del Griess con un'asse longitudinale nord-sud.

Essendo zona di confine si è poi voluto analizzare la ricorrenza del fenomeno del Foehn; masse d'aria si innalzano sui versanti montuosi settentrionali raffreddandosi, per poi precipitare su quelli meridionali acquisendo però maggiore riscaldamento rispetto a quello perso in fase di ascesa.

Il Foehn ricade in quelli che vengono definiti fenomeni di Severe Weather, quindi fenomeni meteorologici rari e particolarmente intensi. Questo genera una situazione con umidità molto bassa $<40\%$ e forti escursioni termiche rispetto al periodo.

Su un totale di 8653 giorni analizzati solo 21 sono risultati soggetti a questo tipo di fenomeno in modo significativo; l'area non risulta particolarmente soggetta.

FOCUS STAGIONE INVERNALE

L'area di Formazza, benché non presenti quote particolarmente elevate, sembra subire il cambiamento climatico in maniera ridotta rispetto al resto dell'arco alpino.

Anche qui si registrano forti diminuzioni degli spessori e superfici delle masse glaciali, ma più modeste rispetto alle restanti.

È stato effettuato uno studio sulle precipitazioni nevose annuali; sulla serie storica analizzata (1952-2010) si registra un lieve calo.

Le medie mensili presentano un novembre nel quale mediamente si ha maggior apporto nevoso; la stagione invernale presenta due massimi a livello di precipitazioni nevose: novembre/dicembre e marzo/aprile, quindi rispettivamente a fine autunno e inizio primavera (Fig. 3). Il mese più freddo dell'anno è febbraio con una temperatura minima che mediamente si attesta sui $-11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$; la temperatura massima media è di $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Si è calcolato il coefficiente nivometrico (rapporto percentuale tra quantità

CLIMATOLOGIA

Fig. 4 - Grafico dell'andamento storico di neve cumulata nei mesi di novembre e dicembre.

Fig. 5 - Grafico per valutare posticipo delle precipitazioni stagionali.

Fig. 6 - Grafico che evidenzia possibili effetti dei cambiamenti climatici in corso.

di neve caduta, espressa in mm considerando 1mm=1cm, e la quantità totale di precipitazione annuale) e fatta una media di totale di questo; il risultato è del 50%, ovvero mediamente durante l'anno solare cade la stessa quantità di pioggia e neve.

Il periodo invernale in alta Formazza dura circa 7 mesi; a questo risultato si è

arrivati considerando come inizio e fine della stagione una nevicata con accumulo >5 cm.

Mediamente la prima nevicata si ha tra la prima e seconda decade di ottobre, mentre l'ultima verso la fine di maggio. Negli ultimi anni si è osservato sempre più frequentemente come la stagione invernale si stesse spostando avanti nel

tempo; novembre e dicembre con temperature al di sopra delle medie stagionali, talvolta con assenza di precipitazioni, e primavere disturbate da afflussi di aria artica, sono alcuni sintomi di un clima che sta subendo un cambiamento. Il problema delle sempre più esigue precipitazioni nevose annuali porta ad osservare maggiori zone di erosione che le precipitazioni invernali faticano a ricoprire, in quanto si tratta di neve più asciutta e spesso accompagnata da forti venti. Di conseguenza il processo di fusione primaverile viene accelerato, in quanto queste zone non ricoperte di neve assorbono maggior quantità di raggi solari.

Di seguito (Fig. 4) è riportato il confronto tra il numero dei giorni di neve e il quantitativo cumulato per i mesi di novembre e dicembre.

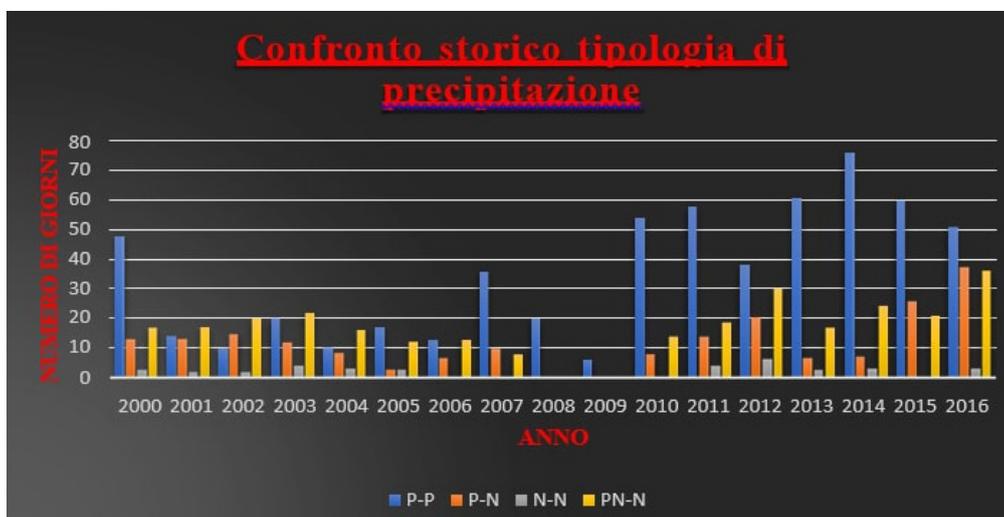
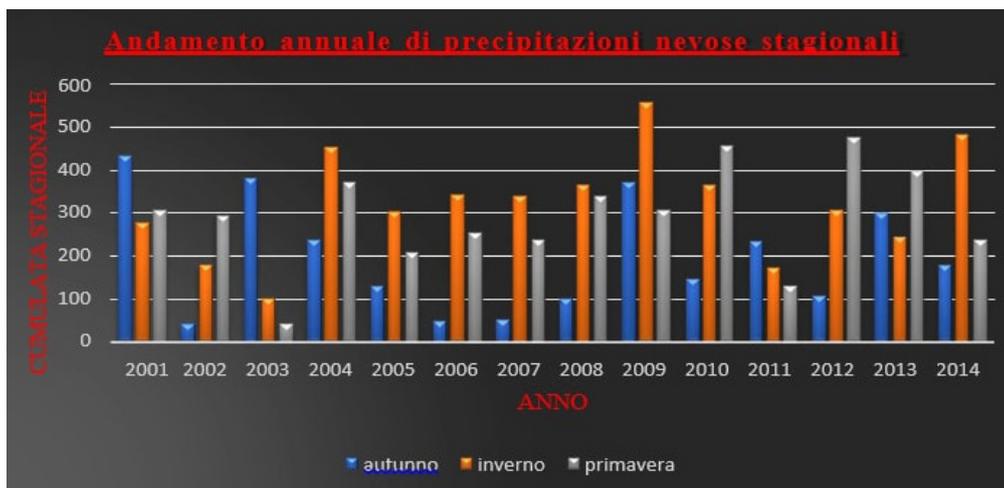
Come si evince dal grafico, l'andamento è molto oscillante, ma negli ultimi anni c'è stata una forte riduzione soprattutto per quanto concerne il mese di dicembre. Un altro aspetto importante da valutare è il numero medio di giorni con copertura nevosa; la media è di 232 giorni, valutata sull'anno solare. Il massimo è stato registrato nel 1994 con ben 280 giorni, mentre il minimo con 201 nel 2000.

Secondo quanto riportato da "L'innevamento naturale delle Alpi Piemontesi" a cura di Arpa Piemonte, i cambiamenti climatici hanno portato riduzioni non solo in termini di quantità di precipitazioni nevose ma anche di spessore e durata del manto nevoso.

Lo studio riporta una forte diminuzione di precipitazioni nevose al di sotto dei 1000/1500 m; lo studio riguardante tutti i siti montani all'interno della regione Piemonte ha presentato un deficit più modesto (pari al 10%) solo per la stazione Toggia in Formazza.

Per quanto riguarda i giorni di copertura nevosa annuale, nella stessa stazione si è registrato un calo del 7%, che risulta essere il minore rispetto alle altre aree montane (Fig. 5).

Avendo a disposizione parametri meteorologici anche per la centralina di valle,



denominata Formazza Bruggi a 1226 m di quota, si è effettuato un confronto tra i diversi parametri, rispetto a Formazza 2453 m.

Lo studio precedentemente citato, eseguito da Arpa Piemonte, riporta come il numero di giorni e le quantità di neve siano diminuite solo del 10% nella stazione Formazza Toggia; non rispecchia questa tendenza la centralina di valle, nella quale si è registrato un calo del 34%, in linea con i valori ottenuti per altri siti regionali (Fig. 6).

Significato delle sigle: P-P (pioggia in entrambe centraline), P-N (pioggia a valle e neve a monte), N-N (neve in entrambe), PN-N (sia pioggia che neve a valle e neve a monte).

Si evince dal grafico che c'è stato un aumento dei giorni di pioggia in entrambe le stazioni, il che può essere causato da una tendenza storica con anni più piovosi rispetto ad altri.

Risulta più interessante notare come sia in aumento il numero di giorni in cui a valle piove e nevicata; questo può essere un effetto diretto dei cambiamenti climatici, che portano ad un innalzamento della quota neve.

Anche i giorni di pioggia a valle e neve in quota si dimostrano in aumento.

FOCUS STAGIONE ESTIVA

Lo studio focalizzato sulla stagione estiva ha l'obiettivo di analizzare le precipitazioni liquide che, per la quasi totalità, si riversano sul territorio durante la stagione estiva; in particolare nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre. Infatti nei restanti mesi le precipitazioni si presentano unicamente in forma solida. Nell'grafico di Fig. 7 viene riportata la piovosità nei mesi analizzati. Il mese più piovoso è settembre con 167 mm.

Dalle analisi effettuate emerge che la maggior parte delle precipitazioni sono alimentate da correnti settentrionali, quindi con ingresso di masse d'aria umide dalla Valle del Rodano.

In conclusione si tratta di un'area dove piove molto, a dimostrazione dei quan-



Fig. 7 - Piovosità nei mesi estivi.

tativi trovati per i mesi di giugno e settembre, ma le precipitazioni risultano distribuite sulla stagione.

INDICI CLIMATICI

A completamento dell'analisi microclimatica è stato calcolato l'indice bioclimatico di Riva Martinez; questo consente di classificare il clima presente.

$$It = (T + m + M) / 10$$

"T": temperatura media annua

"m": temperatura minima media del mese più freddo (febbraio -11.6 °C)

"M": temperatura massima media del mese più freddo (febbraio -2.3 °C)

Il risultato è di $It = -1,5$

Il tipo di clima proposto da Riva-Martinez è di tipo freddo ($-4 < It < -1$ clima freddo).

CONCLUSIONI

Si è proposta una metodologia riguardante l'analisi microclimatica, con i dati a disposizione; lo studio del tempo climatico è avvenuto in modo complessivo, analizzando la variabilità ordinaria e fenomeni di Severe Weather.

In generale, si può affermare che il bacino del Sabbione ha un'alta capacità di assorbimento anche dei fenomeni intensi.

Per la sua posizione settentrionale e il suo sviluppo longitudinale, subisce l'irruzione di masse d'aria di origine Scandinava che portano precipitazioni nevose e favoriscono un clima rigido.

Nell'analisi dei valori estremi, per ogni parametro, si può osservare che le date di ricorrenza cadono in gran parte dopo

il 2000. Nonostante la serie storica non sia sufficientemente estesa per poter fare una tale considerazione, questi potrebbero essere dei segnali d'allarme di un clima che sta mutando, portando fenomeni sempre più intensi.

I risultati più significativi sono i seguenti:

- Clima particolarmente rigido
- Fenomeno delle nubi basse abbastanza frequente
- Circolazione prevalentemente da Nord
- Minor precipitazione nevosa cumulata annualmente
- Fenomeni Severe Weather non particolarmente frequenti e incidenti
- Diminuzione dei giorni di copertura nevosa
- Riduzione dei giorni di neve, con aumento di quelli piovosi nella stazione di valle
- Apparente spostamento della stagione nevosa verso stagione primaverile.

L'area trattata è molto sensibile ai cambiamenti climatici in atto, soprattutto per la presenza di apparati glaciali a quote relativamente basse; nonostante i segnali d'allarme si percepiscano anche qui, il cambiamento risulta più lento rispetto alle altre aree montane.

Bibliografia

Autore:

ALESSANDRO MEZZENZANA

Titolo dell'opera:

ALTA VAL FORMAZZA: IL SUO CLIMA

Ente di riferimento:

TESI DI LAUREA POLITECNICO DI MILANO