

Analisi climatica del 2008

Temperature

Christian Ronchi, Barbara Cagnazzi, Roberto Cremonini
Arpa Piemonte

Vengono analizzate prima le temperature spazializzate sul territorio regionale e successivamente le medie annue del 2008, confrontate con le medie climatologiche (1991-2005) di otto stazioni, una per ogni provincia.

Temperature spazializzate

Sulla base delle serie storiche di temperature massime e minime giornaliere, interpolate su un grigliato regolare che copre il Piemonte, si può evidenziare che in generale il 2008 si inserisce ancora in quella generale tendenza con presenza di temperatura e mediamente superiori alla norma che si è verificata negli ultimi due decenni, senza tuttavia raggiungere il picco positivo dell'anno precedente. Rispetto alla norma 1991-2005, il 2008 ha fatto registrare una temperatura media sul Piemonte superiore di circa 0,4 °C ponendosi a livello del 2006 e del 2001.

Il contributo maggiore si è avuto nel trimestre invernale, in particolare durante tre episodi caldi accaduti ad inizio dicembre 2007, a fine gennaio 2008 e a fine febbraio 2008 (figura 2.13). Nel resto dell'anno, l'andamento della temperatura si è mantenuto sostanzialmente entro la norma, con una naturale alternanza tra temperatura entro le medie climatologiche e brevi episodi anomali (pochi giorni) sia di caldo e che di freddo. In particolare il 95° percentile delle temperature è stato superato (per un periodo superiore ai 5 giorni) solamente in 2 occasioni,

ossia durante la terza decade di giugno e durante la seconda decade di ottobre; viceversa la temperatura è stata inferiore al 5° percentile in maniera significativa e per più giorni, solo nel corso dell'ultima settimana di novembre. La figura 2.13 consente anche di trarre altre due interessanti considerazioni:

- le temperature medie della primavera e dell'estate 2008 (fatta eccezione la già citata terza decade di giugno) sono state perfettamente in linea con le condizioni normali nel periodo di riferimento 1991-2005
- il mese di dicembre 2008 ha fatto registrare, in quasi in tutte le giornate, una temperatura inferiore alla norma considerata, con un valore medio totale di circa -0,6 °C rispetto alla norma del periodo 1991-2005.

Per quanto riguarda la situazione verificatasi sulle diverse aree della regione, l'analisi delle anomalie di temperatura media stagionale standardizzata - ossia quanto le temperature medie nelle 4 stagioni del 2008 si siano scostate dalla norma - evidenzia che sostanzialmente, solo la stagione invernale ha mostrato una anomalia standardizzata positiva, prevalentemente confinata all'arco alpino e all'alto Piemonte (verbano, alto vercellese, biellese e novarese), mentre le altre tre stagioni del 2008 sono rientrate entro la norma rispetto al periodo di riferimento utilizzato (da ricordare che il mese di dicembre 2008 rientra, da un punto di vista climatico, nel conto del prossimo inverno 2009). Solo in autunno si nota una lieve anomalia calda, tuttavia limitata a porzioni ristrette delle pianure a nord di Torino e sull'alto astigiano.

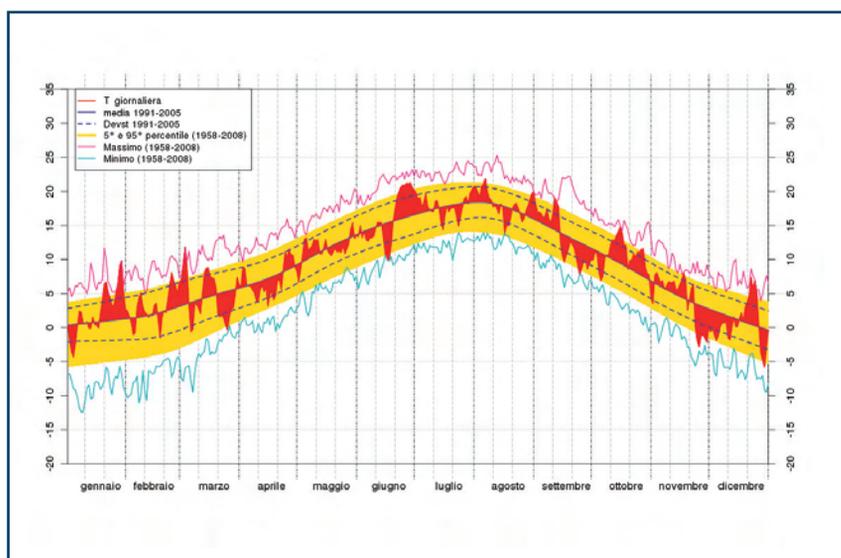
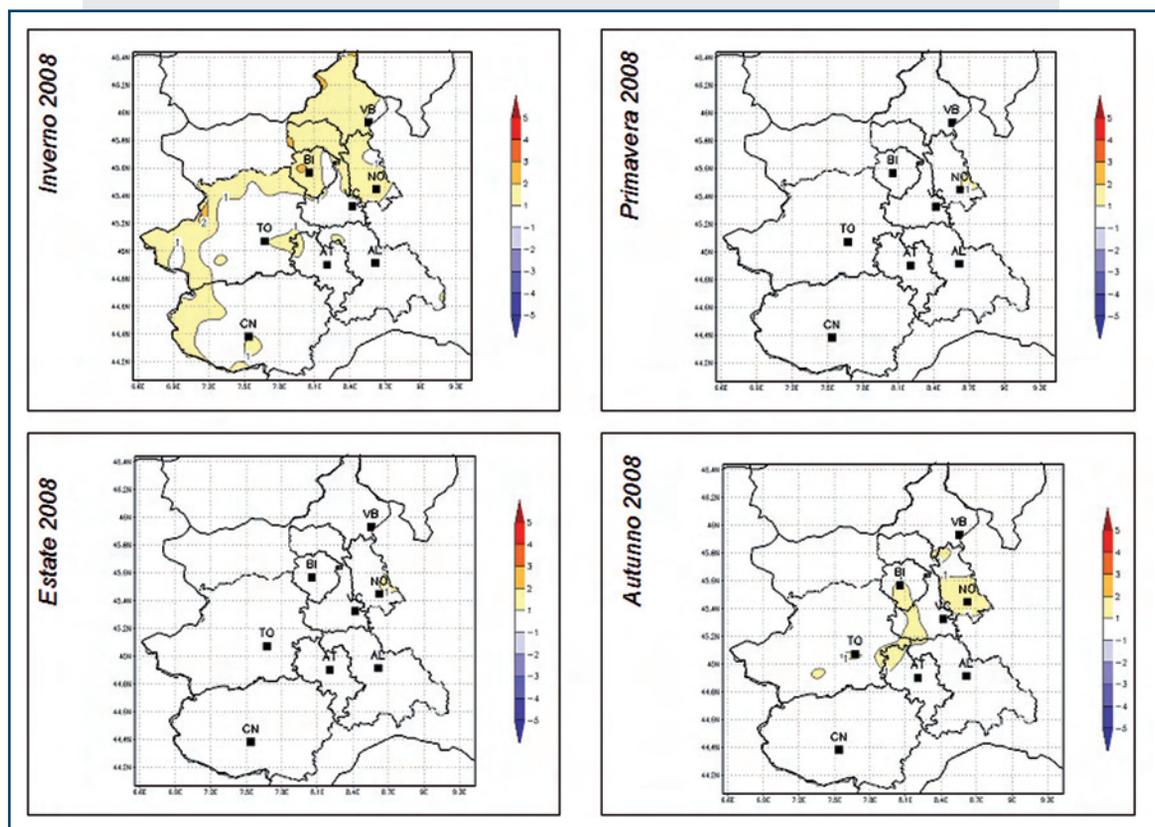


Figura 2.13 - Andamento della temperatura media giornaliera - anno 2008

Fonte: Arpa Piemonte

I valori corrispondono ad un punto posto ad una quota di circa 900 m. In rosso la temperatura media giornaliera rispetto alla norma 1991-2005 (in blu), in arancione la fascia di temperature comprese tra il 5° e il 95° percentile (rispetto all'intera lunghezza della serie storica, 50 anni), in viola e azzurro, rispettivamente i massimi e i minimi calcolati per ciascun giorno nell'arco del periodo 1958-2008).

Figura 2.14 - Anomalie di temperature medie stagionali standardizzate



Le anomalie standardizzate sono state ottenute dividendo l'anomalia di temperatura della stagione in esame rispetto alla norma 1991-2005 per la deviazione standard calcolata nel medesimo periodo. I colori dal più freddo al più caldo, indicano di quante unità di deviazioni standard le temperature 2008 si discostano dalla norma

Fonte: Arpa Piemonte

Temperature puntuali

La media delle temperature massime, medie e minime del 2008 nelle 8 province risultano in linea con la climatologia; solo a Cameri i valori sono stati sensibilmente più elevati (più di 2.5°C nel 2008). A Torino e a Pallanza sono state misurate temperature inferiori alla media (figura 2.15).

Inoltre anche dall'analisi dell'andamento annuo delle temperature si evince che il 2008 si colloca nella media (figura 2.16). Il giorno più caldo è stato il 5 agosto nella maggior parte delle località analizzate mentre quello più freddo è stato il 28 dicembre. Il valore più elevato è stato registrato ad Alessandria (38,1°C) mentre quello più basso è stato a Boves (-11,3°C).

Tabella 2.1 - Temperatura massima e minima - anno 2008

	Temperatura massima - °C	Giorno più caldo	Temperatura minima - °C	Giorno più freddo
Alessandria	38,1	5-agosto	-6,2	8- dicembre
Montaldo Scarampi (AT)	33,2	5-agosto	-5,7	28- dicembre
Oropa (BI)	28,5	5-agosto	-9,8	27- dicembre
Boves (CN)	32,4	4 e 5 agosto	-11,3	28- dicembre
Cameri	35,5	30-luglio	-7,1	18-febbraio
Torino	34,6	5-agosto	-6,9	28- dicembre
Pallanza (VB)	34,4	27-giugno	-3,8	28- dicembre
Vercelli	34,4	26,27 30-giugno	-6,1	1-gennaio

Fonte: Arpa Piemonte

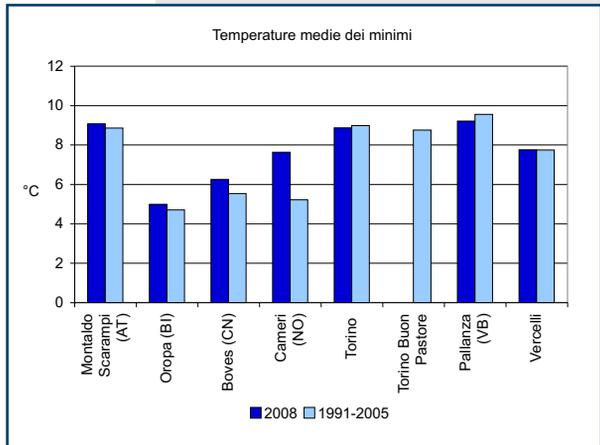
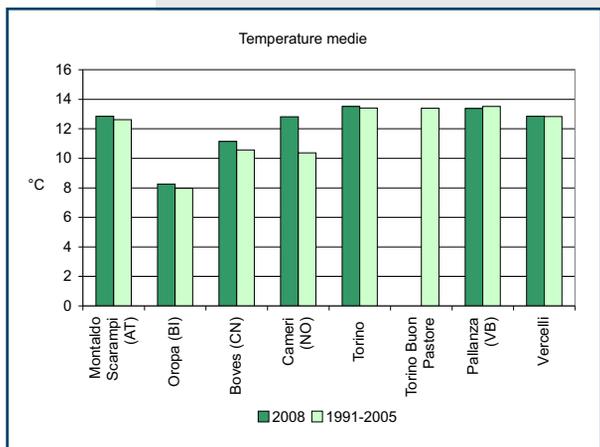
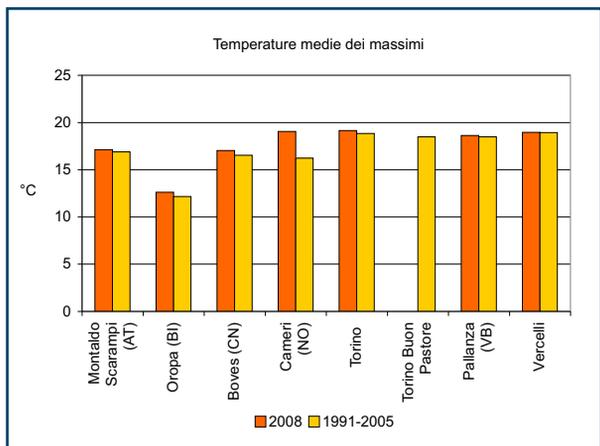


Figura 2.15 - Temperature medie annue dei capoluoghi di provincia del 2008 confrontati con le medie climatologiche (periodo 1991-2005)

Fonte: Arpa Piemonte

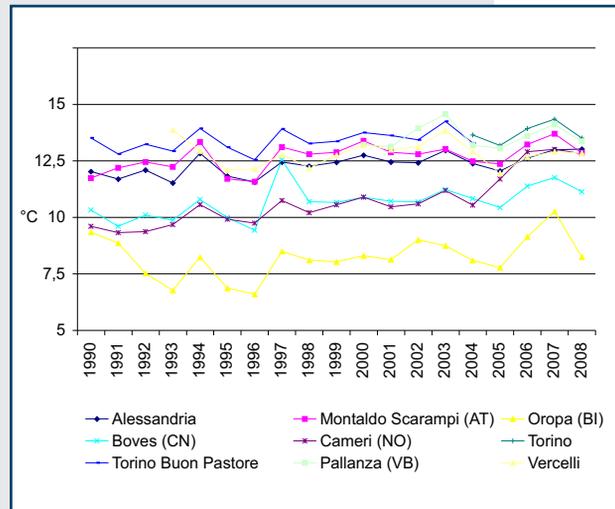


Figura 2.16 - Andamento delle temperature medie annue - anni 1990-2008

Fonte: Arpa Piemonte

Precipitazioni puntuali

In tutti i capoluoghi di provincia le precipitazioni sono state superiori alla climatologia sia in termini di quantità totale di pioggia caduta sia in termini di numero di giorni piovosi (pioggia ≥ 1 mm in un giorno); lo scostamento maggiore rispetto ai valori medi è stato registrato a Pallanza, dove si sono avuti 2.557,6 mm nel 2008 ri-

spetto a 1.746,9 mm della climatologia (1991-2005) (figura 2.18). Le precipitazioni più elevate sono state registrate a Pallanza (VB) con 1309 mm, mentre i valori più bassi sono risultati ad Alessandria con 680,2 mm, inoltre il numero di giorni piovosi varia da 63 ad Alessandria a 128 a Oropa (BI). Il 2008 inoltre è uno degli anni più piovosi dopo il 2002 e il 1994 (figura 2.19).

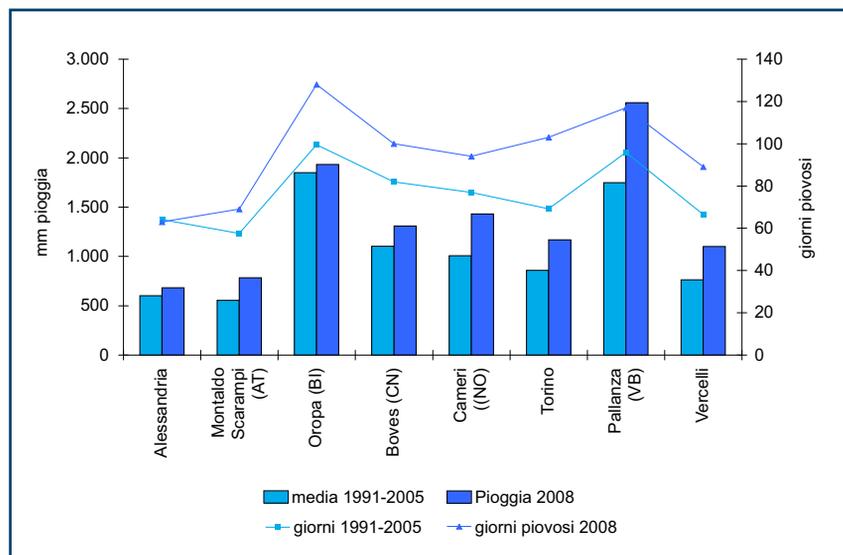


Figura 2.18 - Precipitazioni annue e numero di giorni piovosi del 2008 confrontati con le medie climatologiche

Fonte: Arpa Piemonte

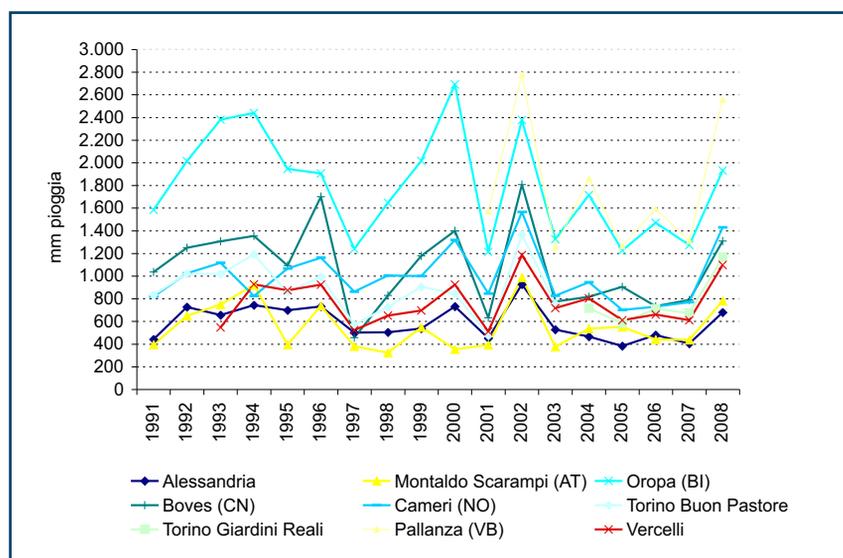


Figura 2.19 - Andamento delle precipitazioni annue misurate nei capoluoghi di provincia - anni 1991-2008

Fonte: Arpa Piemonte

Il mese più piovoso in tutte le località analizzate è stato maggio, quando si è anche verificato l'evento del 28-30 maggio

(vedi Box 1) seguito da novembre e dicembre, mentre i mesi più secchi sono stati febbraio e marzo.

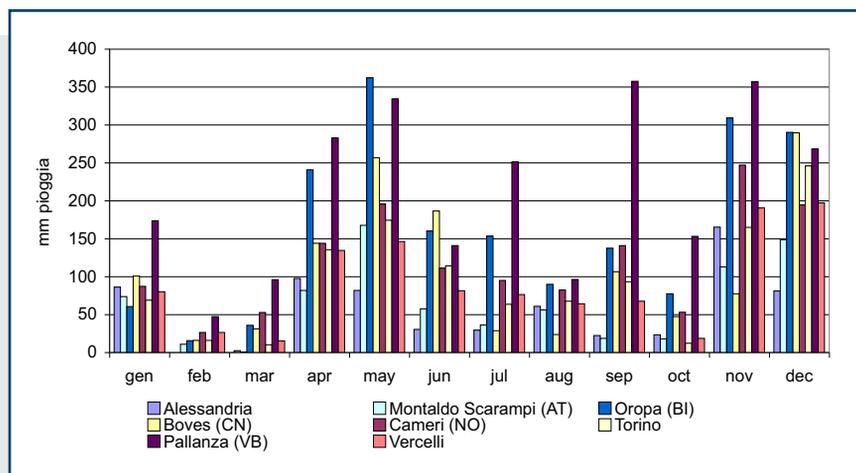


Figura 2.20 - Precipitazioni mensili - anno 2008

Fonte: Arpa Piemonte

Vento

Barbara Cagnazzi

Arpa Piemonte

Per l'anno 2008 sono state individuate le direzioni prevalenti, le velocità medie e la massima raffica annue misurate da alcuni anemometri della rete meteorografica di Arpa Piemonte, rappresentanti i capoluoghi di provincia (tabella 2.2).

Si sottolinea il fatto che i valori sono puramente indicativi poiché il vento è fortemente condizionato da fattori locali.

Inoltre sono anche stati analizzati i bollettini meteorologici redatti giornalmente dal 2000 al 2008 per calcolare il numero di giorni di *foehn* sulla regione (tabella 2.3). Si evince che negli ultimi 8 anni ci sono stati da un minimo di 48 giorni a un massimo di 76 registrati nel 2007.

Tabella 2.2 - Velocità media annua e raffica massima del 2008 e confronto con periodo 1990-2004

	Velocità Media m/sec		Raffica massima m/sec data		Raffica massima m/sec		Direzione prevalente	
	2008	1990-2004	2008		1990-2004		2008	1990-2004
Alessandria	1,8	2,0	21,8	4-marzo	25,9	28-06-1990	SW	SW
Montaldo Scarampi (AT)	2,2	2,4	24,5	4-marzo	31,4	3-07-1998	SSE	W
Oropa (BI)	1,8	2,0	27,4	1-marzo	32,5	5-02-1999	NW	NW
Cuneo Cameri commercio	1,6	n.d.	19,7	6-agosto	n.d.	n.d.	SW	n.d.
Cameri (NO)	1,6	1,6	19,8	14-agosto	22,2	28-03-1999	N	N
Torino Alenia	1,9	0,8	28,6	21-novembre	17,3	26-06-1994	NNE	n.d.
Pallanza (VB)	1,6	n.d.	21,8	13-lug e 01-ago	n.d.	n.d.	W	n.d.
Vercelli	1,5	1,6	26,2	1-agosto	29,5	27-07-1998	N	N

*La serie storica è calcolata per la stazione Torino Buon Pastore dismessa in data 04/08/04

Fonte: Arpa Piemonte

Particolarmente significativo l'evento di *foehn* del 21 novembre in cui un intenso flusso di correnti fredde nordoccidentali ha interessato il Piemonte con venti molto intensi sull'arco alpino, associati a fenomeni nevosi e condizioni di *foehn* nelle vallate occidentali e settentrionali, estese fino alle pianure.

Il fenomeno è stato caratterizzato da venti forti con raffiche temporaneamente più intense, e sono state registrate velocità comprese tra 50-60 km/h con raffiche di 80 km/h in pianura e nelle vallate, di 120-150 km/h sulle zone di cresta in montagna.

Anno	n° giorni di foehn
2000	70
2001	48
2002	55
2003	51
2004	64
2005	52
2006	48
2007	76
2008	59

Tabella 2.3 - Giorni di foehn registrati - anni 2000-2008

Fonte: Arpa Piemonte

Precipitazioni nevose nel trimestre ottobre, novembre, dicembre 2008

Marco Cordola, Elena Turrone, Andrea Berteza, Cristina Prola
Arpa Piemonte

Nelle pagine seguenti si riporta un quadro generale dell'andamento nivometeorologico degli ultimi mesi dell'anno 2008 a completamento di quanto pubblicato nel Rapporto Stato Ambiente dell'anno scorso. L'analisi proposta si limita, pertanto, all'inizio della stagione 2008-2009 e in particolare ai mesi di ottobre, novembre e dicembre, per i quali vengono descritte, in modo sintetico, le condizioni di innevamento e lo stato del manto nevoso dalle prime nevicate fino all'evento del 14-17 dicembre.

Ottobre

L'inverno "meteorologico" 2008-2009 ha avuto inizio piuttosto precocemente con importanti nevicate che hanno interessato il Piemonte, con alterne fasi di attenuazione e fasi più intense, da martedì 28 ottobre fino alla giornata di venerdì 7 novembre, con punte di 120-150 cm di neve a 2.000 metri di quota sui rilievi nord-occidentali dalle Alpi Lepontine alle Alpi Graie.

Venti dai quadranti meridionali da moderati a forti, fino a molto forti sui rilievi meridionali della regione con raffiche fino ad oltre 150 km/h, hanno accompagnato le precipitazioni, rimaneggiando e distribuendo in modo irregolare il manto nevoso al suolo. Per quanto riguarda il pericolo valanghe, con degli avvisi nivologici straordinari per la Protezione Civile venivano segnalate ricorrenti condizioni di criticità con una diffusa attività valanghiva spontanea, in particolare sui rilievi nord-occidentali della regione.

Novembre

Una seconda fase perturbata con apporti nevosi, seppure deboli, si è registrata dall'11 al 13 novembre; a seguire tra il 21 e il 22 novembre un intenso evento di foehn ha interessato il Piemonte con nuovi apporti nevosi sopra i 1.200-1.300 metri sulle zone di confine dei settori nord-occidentali dalle Alpi Cozie settentrionali alle Lepontine.

Nella stessa settimana, dalla serata di domenica 23 alla mattina di lunedì 24, nuove diffuse nevicate hanno apportato altri 20-30 cm sui settori prossimi al confine e fino a 2-5 cm sono caduti sulla pianura.

Altre perturbazioni nel fine settimana del 28-30 novembre sono giunte sul Piemonte, determinando nuove precoci nevicate fino alla pianura con nevicate particolarmente copiose sulle zone collinari dei settori meridionali. Dal giorno 28 fino al 1° dicembre le eccezionali nevicate per il mese di novembre hanno determinato un aumento temporaneo del pericolo valanghe fino al grado 3 - marcato. Sui settori del Sud e del Nord Piemonte, dove è caduta più di un metro di neve fresca, sono state infatti osservate numerose valanghe di neve a debole coesione e a lastroni, generalmente di piccole e localmente di medie dimensioni, dai pendii ripidi alle diverse altitudini ed esposizioni.

Dicembre - Evento di nevicate intense del periodo 14-17

Anche nei giorni successivi all'evento di fine novembre il tempo è rimasto a tratti perturbato e il mese di dicembre ha avuto inizio con una serie di perturbazioni, associate a correnti occidentali, che hanno procurato precipitazioni più intense sui rilievi alpini nord-occidentali di confine, accompagnate da forti venti da nord-ovest. Ha fatto seguito nel ponte festivo del 7-8 dicembre un rapido rialzo della pressione con condizioni di tempo soleggiato che hanno determinato una diffusa attività valanghiva spontanea e provocata, con numerosi incidenti da valanga in tutto l'arco alpino occidentale.

Le eccezionali nevicate che hanno interessato l'intera regione a partire da domenica 14 dicembre e protrattesi fino alla serata di mercoledì 17, procurando una situazione di elevata criticità per pericolo valanghe su tutti i settori dell'arco alpino piemontese, si sono impostate su un territorio alpino già decisamente innevato in rapporto alla stagione.

Nel contesto nivometeorologico precedentemente descritto si è instaurato un nuovo marcato peggioramento del tempo a partire dalla serata del 9 dicembre con nevicate che nel giorno 10 hanno interessato nuovamente la pianura, per poi innalzarsi progressivamente nei giorni successivi fino ai 1.000 metri di quota. Tale situazione ha determinato un forte pericolo valanghe sui settori Nord e Sud della regione, valutato nel bollettino valanghe pari al grado 4 della scala europea su A. Pennine, Lepontine, Liguri e Marittime, già a partire dal giorno 11, e un marcato pericolo sui restanti settori (grado 3).

Gli eventi perturbati sono proseguiti per tutta la settimana, in particolare sui settori settentrionali, dopodiché una nuova ondata di maltempo è sopraggiunta nella notte tra sabato 13 e domenica 14 dando inizio ad un evento di nevicate di eccezionale intensità. Nel pomeriggio di domenica le precipitazioni si sono intensificate e la neve è caduta mediamente intorno ai 600-800 m sui settori centro-settentrionali, in pianura su quelli meridionali. La persistenza delle precipitazioni con notevole in-



Innevamento eccezionale nelle alte valli cuneesi

Foto: Antonio Pagliero



Vista aerea del significativo innevamento nella pianura cuneese

Foto: Antonio Pagliero



Innevamento dell'abitato di Sestriere il 16 dicembre 2008

Foto: Fabio Antonini

tensità anche nelle due giornate successive ha determinato su tutti i settori alpini un pericolo valanghe elevatissimo corrispondente al grado 5 - molto forte, il massimo previsto dalla

scala europea. Complessivamente da domenica 14 a mercoledì 17 sono caduti a 2.000 metri di quota 80-100 cm di neve fresca sulle Alpi Lepontine, 160-180 cm sulle Alpi Pennine, 180-200 cm sulle Alpi Graie, 120-140 cm sulle Alpi Cozie Nord, Liguri e Marittime, 140-160 cm sulle Alpi Cozie Sud.

I venti, intensificatisi nella giornata di domenica 14, si sono mantenuti da moderati a forti con punte massime nella giornata di martedì 16, determinando una distribuzione molto irregolare della nevicata e degli strati più superficiali del manto nevoso. Il pericolo di valanghe è stato valutato pertanto al grado

Tabella 2.4 - Valori medi di neve al suolo (Hs in cm misurata il giorno 17 dicembre 2008) e sommatoria di neve fresca (totale Hn in cm) per fasce altimetriche riferita al periodo 14-17 dicembre 2008

	< 1000 m		1000 m – 1500 m		1500 m – 2000 m		> 2000 m	
	Hs	Hn	Hs	Hn	Hs	Hn	Hs	Hn
A. Lepontine	--	--	155	85	225	60	350	86
A. Pennine	60	40	150	108	225	100	340	164
A. Graie	27	5	150	102	277	206	347	202
A. Cozie Nord	80	60	115	89	164	120	234	156
A. Cozie Sud	70	61	180	140	189	153	230	150
A. Marittime	173	166	224	183	238	164	221	112
A. Liguri	125	158	260	208	220	135	--	--
Pianura Cuneese	33	25	--	--	--	--	--	--
Appennino	50	35	118	55	--	--	--	--

Fonte: Arpa Piemonte

5 (molto forte) della scala di pericolo europea su tutto l'arco alpino piemontese fino al giorno 18 dicembre, per poi decrescere progressivamente al grado 4 (forte) il giorno 19 e al grado 3 (marcato) il giorno 22.

I valori di neve al suolo e di sommatoria di neve fresca misurati a fine evento sono stati comparati ai valori storici riferiti al periodo 1966-2005, relativi al mese di dicembre (tabella 2.5). Per

entrambi i parametri considerati sono stati generalmente superati i valori massimi storici di altezza di neve al suolo misurata nel mese di dicembre, mentre il totale di precipitazione misurato in quattro giorni è notevolmente superiore (da due a tre volte) al valore medio del mese.

Per maggiori approfondimenti: www.arpa.piemonte.it/servizi-on-line/rapporti-d-evento.

Tabella 2.5 - Valori di neve al suolo (Hs in cm) e di sommatoria di neve fresca (Hn in cm) di alcune stazioni rappresentative dei settori alpini, confrontate con i valori storici mensili di serie quarantennali (1966-2005)

Stazione	Valori a fine evento 2008		Valori storici (dicembre)	
	Hs	Totale Hn	Max Hs	Media Hn
Lepontine L. Toggia (2.200 m s.l.m.)	310	105	268	116
Pennine Alpe Cavalli (1.500 m s.l.m.)	135	118	160	62
A. Graie L. Serrù (2.296 m s.l.m.)	380	180	285	76
Cozie N.L. Moncenisio (2.000 m s.l.m.)	200	200	179	63
Cozie S. L. Castello (1.589 m s.l.m.)	190	192	112	58
Marittime Vinadio Riofreddo (1.206 m s.l.m.)	220	205	140	65

Fonte: Arpa Piemonte

Indicatori meteorologici

Viene descritto l'indice di anomalia standardizzato di neve fresca, non presente nelle precedenti edizioni, mentre gli indicatori meteorologici sono pubblicati e aggiornati annualmente sul sito dell'Arpa nella sezione di reporting ambientale.

Indice standardizzato di anomalia (SAI) - Quantità di neve fresca

Mariaelena Nicoletta
Arpa Piemonte

L'indice standardizzato di anomalia (SAI) esprime l'entità delle anomalie in termini di multipli di deviazione standard. L'indice SAI relativo alla quantità annua di neve fresca è stato calcolato utilizzando i dati del periodo stagionale novembre-maggio. Le stazioni considerate (Formazza Lago Vannino, Antrona Alpe Cavalli, Ceresole Lago Serrù, Bardonecchia Rochemolles, Entracque Chiotas) sono rappresentative dei diversi settori geografici della regione.

Le anomalie sono calcolate rispetto al periodo 1966-2008 per tutte le stazioni tranne che per quella di Entracque Chiotas i cui dati sono disponibili a partire dal 1979.

Nei grafici è rappresentato l'indice SAI per le singole stazioni (fi-

gura 2.21). SAI positivo indica una quantità di neve superiore alla media, mentre un indice negativo è legato ad un deficit. Cospicui apporti nevosi (SAI>1.5) si sono manifestati in particolare negli inverni 1971-72, 1985-86 e 1990-91. Tali anomalie positive si riscontrano in tutte le stazioni ad eccezione della stazione di Rochemolles, situata nell'estremo ovest dell'Alta Val Susa, che risente di un regime nevoso differente, sia per essere collocata in una delle zone montane della regione con precipitazione media annuale più bassa sia per l'orientazione della valle rispetto ai flussi sud-occidentali umidi responsabili degli apporti nevosi.

Numerose stagioni presentano un deficit di neviccate (SAI<-1): 1966-67, 1972-73, 1980-81, 2001-02, 2004-05, 2005-06 e 2006-07. Soltanto due inverni nel periodo considerato (1972-73 e 2006-07) presentano deficit molto marcati (SAI<-1.5).

Interessante è notare come nelle ultime tre stagioni il deficit negativo sia persistente, significativo e presente in tutte le stazioni considerate. Soltanto nell'ultima stagione si registra un segnale lievemente positivo per le stazioni di Rochemolles e di Formazza Lago Vannino. Nel complesso si individua una moderata ma significativa tendenza alla diminuzione della nevosità.

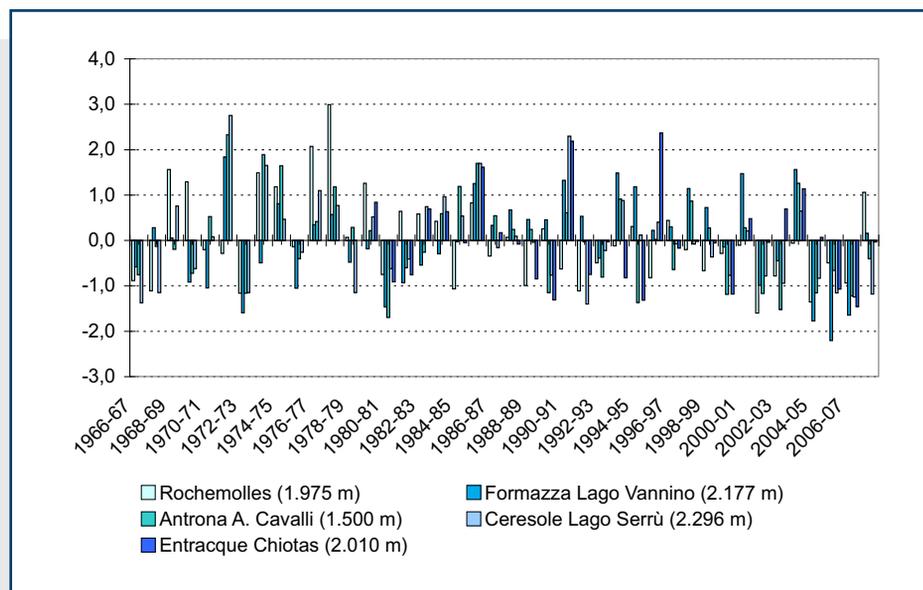


Figura 2.21- Indice Standardizzato di anomalia (SAI) - anni 1966-2008

Fonte: Arpa Piemonte

Impatti dei cambiamenti climatici

L'andamento pollinico e il clima: rete regionale di monitoraggio

Antonella Bari, Giovanna Berti, Andrea Bertola, Marilena Calciati, Mariaelena Nicoletta, Renata Pelosini, Luciana Ropolo - Arpa Piemonte

Silvia Cavalletto - Università degli Studi di Torino, Facoltà di Agraria, Dipartimento di Colture Arboree

La fenologia vegetale è la disciplina che si occupa della definizione delle fasi di sviluppo, o fasi fenologiche, delle piante (germinazione, fioritura, caduta delle foglie, ecc.) e della registrazione delle date in cui esse si verificano nei diversi ambienti. È noto che le fasi fenologiche, e in particolare la data di inizio e la durata della fase di fioritura, sono influenzate dai fattori meteorologici e in misura importante dalla temperatura dell'aria.

Lo studio dell'andamento della concentrazione in atmosfera del polline delle specie vegetali ad impollinazione anemofila può rappresentare un'importante fonte informativa relativamente alla fenologia del ciclo riproduttivo della vegetazione presente nell'area circostante la stazione di monitoraggio. Serie storiche di dati aerobiologici di alcune unità tassonomiche (*taxa*), ossia alcune specie appositamente scelte per loro caratteristiche peculiari, possono quindi essere utilizzate come sentinelle delle variazioni climatiche in atto.

In anni recenti diversi lavori hanno studiato la concentrazione del polline in atmosfera come manifestazione indiretta della fase di fioritura della pianta, fino a considerarla un vero e proprio indicatore di risposta ai cambiamenti climatici.

È possibile definire quindi alcuni parametri di pollinazione, analizzarli in relazione ai fattori meteorologici e rilevare eventuali variazioni in corrispondenza di anomalie termiche evidenziando così possibili tendenze verso l'anticipo o il posticipo della pollinazione. Per questo studio sono stati presi in considerazione i dati delle stazioni di Novara e Omegna (VB), appartenenti alla rete regionale di monitoraggio pollinico (figura 2.22), per il periodo che va da marzo 2002 (anno di attivazione della rete) a tutto il 2008; sono inoltre state individuate le centraline meteorologiche geograficamente più prossime alle due stazioni in quanto maggiormente rappresentative della meteorologia locale (tabella 2.6).

Sono stati elaborati i dati aerobiologici relativi a tre diversi generi: *Corylus* (scheda 1), *Platanus* (scheda 2) e *Castanea* (scheda 3). Tale scelta si è basata sulla diffusione delle piante sul territorio monitorato e sul diverso periodo di fioritura, al fine di potere evidenziare al meglio l'influenza delle variazioni cli-

Stazione aerobiologica	Quota metri	Stazione meteorologica	Quota metri
Novara	159	Cameri	173
Omegna (VB)	295	Candoglia Toce	201

Tabella 2.6 - Stazioni aerobiologiche utilizzate e corrispondenti stazioni meteorologiche

Fonte: Arpa Piemonte

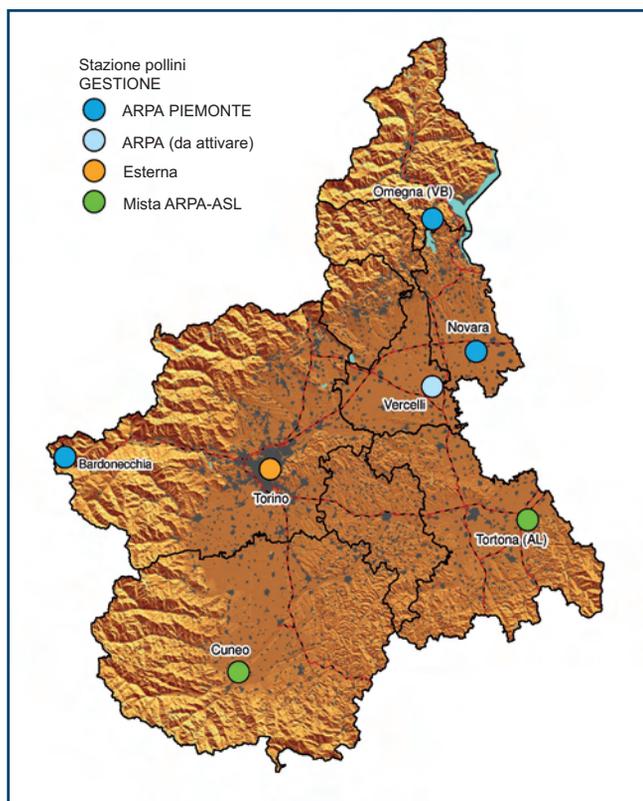


Figura 2.22 - Localizzazione delle stazioni di monitoraggio aerobiologico Rete Arpa Piemonte

Fonte: Arpa Piemonte

matiche stagionali. L'andamento palinologico è stato descritto nelle sue fasi principali mediante il calcolo di specifici parametri citati in letteratura e considerati maggiormente rispondenti alle variazioni indotte dal clima.

- Inizio del Periodo Principale di Pollinazione (inizio PPP): corrisponde al giorno in cui la somma cumulativa dei dati giornalieri raggiunge il 5% del totale annuale e in cui la liberazione di polline è uguale o superiore all'1% del totale annuale (Lejoly-Gabriel, 1978).
- Fine del Periodo Principale di Pollinazione (fine PPP): corrisponde al giorno in cui la somma cumulativa dei dati giornalieri raggiunge il 95% del totale annuale (Goldberg et al., 1988).
- Durata della pollinazione: periodo temporale che intercorre tra l'inizio del Periodo Principale di Pollinazione e la fine del Periodo Principale di Pollinazione.
- Data del picco massimo (data max): corrisponde al giorno in cui viene raggiunto il valore massimo di concentrazione annuale.
- Concentrazione del picco massimo (max): valore massimo di concentrazione pollinica annuale.
- Concentrazione totale annuale (Pollen Index): somma annuale dei valori di concentrazione giornaliera.

In base alle informazioni tratte dalla letteratura, sono state prese in considerazione le temperature medie mensili (tabella

2.7) rilevate nelle due stazioni, in quanto in grado di determinare possibili variazioni nei confronti dei parametri di pollinazione.

Risultati

I grafici 2.23-2.25, relativi alla pollinazione per i singoli *taxa*, riportano l'andamento dei parametri descritti per le stazioni e per gli anni considerati.

Nonostante non sia stato possibile riportare l'elaborazione dei dati del 2008 per la stazione di Omegna, a causa dell'incompletezza dei dati, si può osservare che la concentrazione totale annua (Pollen Index) di *Corylus* presenta valori più elevati in questa stazione (con variazioni interannuali da 1.755 a 5.490 granuli/m³ aria) rispetto a Novara (variazioni da 274 a 987 granuli/m³ aria). Seppur su scale differenti, l'andamento rilevato nel tempo risulta decisamente sovrapponibile, così come l'andamento relativo alla data di raggiungimento del picco massimo, fatta eccezione per l'anno 2003 (figura 2.23).

In letteratura (Puppi e Zanotti, 2003) è stato evidenziato che le specie a fioritura precoce, come il nocciolo, possono presentare una notevole variabilità interannuale del periodo di massima fioritura; così come evidenziato nei nostri dati dalle date in cui viene raggiunto il valore massimo di concentrazione

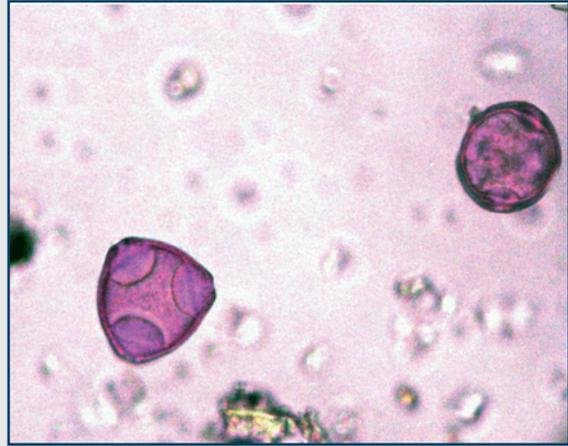
Scheda 1

Taxa
Famiglia

Corylus avellana L. (nociolo)
Corylaceae

Periodo Fioritura
Polline

Fine gennaio-marzo
Trizonoporato dimensioni di 19-28 μm



Scheda 2

Taxa
Famiglia

Platanus spp. (Platano)
Platanaceae

Periodo Fioritura
Polline

Aprile-maggio
Trizonocolpato, dimensioni di 18-25 μm



Scheda 3

Taxa
Famiglia

Castanea sativa Miller (Castagno)
Fagaceae

Periodo Fioritura
Polline

Giugno-luglio
Trizonocolpato, dimensioni di 11-16 μm

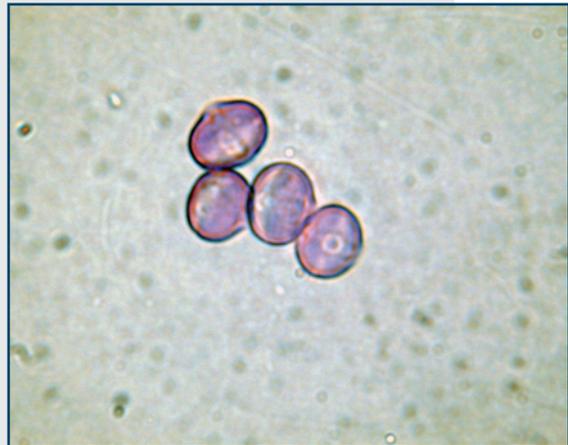


Tabella 2.7 - Temperature medie mensili (°C) registrate nelle stazioni di Novara e Omegna - anni 2002-2008

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
Novara - Cameri												
2002	-1,9	3,0	8,1	10,2	14,2	20,2	19,7	18,9	14,7	10,3	6,6	2,5
2003	-0,3	-2,1	6,8	9,8	16,9	23,1	22,3	23,6	15,7	8,6	5,5	1,2
2004	-0,2	1,0	5,1	9,9	13,2	19,5	20,9	20,4	16,9	12,3	5,4	1,8
2005	-0,5	0,3	6,1	10,1	17,9	22,4	23,6	20,9	18,3	12,5	5,8	0,7
2006	0,0	2,4	6,9	12,4	16,8	21,9	25,9	20,8	19,6	14,4	8,6	3,9
2007	4,7	5,5	9,5	15,9	17,6	21,0	23,2	21,1	17,0	12,3	6,0	1,8
2008	3,4	4,6	9,0	11,7	17,1	21,5	22,9	22,8	17,2	13,8	7,2	2,3
Media	0,7	2,1	7,3	11,4	16,2	21,4	22,7	21,2	17,1	12,0	6,4	2,0
Omegna - Candoglia Toce												
2002	-0,1	5,5	10,3	12,6	15,3	21,6	20,9	20,2	16,3	12,4	8,4	4,6
2003	2,8	2,1	9,3	12,1	18,2	24,8	23,9	24,8	17,0	10,6	7,0	3,7
2004	3,2	4,0	8,0	11,9	14,9	21,2	21,6	20,8	17,9	13,4	6,9	3,2
2005	2,3	3,3	8,8	11,8	17,6	21,6	22,5	20,1	18,0	12,2	6,7	1,4
2006	0,5	3,1	7,4	13,3	16,8	21,8	24,6	19,8	18,6	14,2	8,6	3,9
2007	5,0	6,6	10,3	16,6	17,4	20,1	22,6	20,3	16,3	12,3	6,4	2,7
2008	3,9	5,2	9,7	11,7	16,4	20,6	21,7	21,4	16,2	12,6	7,1	3,2
Media	2,5	4,3	9,1	12,9	16,7	21,7	22,5	21,1	17,2	12,5	7,3	3,2

Fonte: Arpa Piemonte

Figura 2.23 - Nocciolo (*Corylus avellana* L.) Parametri pollinici elaborati per le stazioni di Novara e Omegna (VB) - anni 2002-2008

Fonte: Arpa Piemonte

(data max). L'inizio del periodo di pollinazione (inizio PPP) è sovrapponibile nelle due stazioni considerate con anticipi negli anni 2003 e 2007 e, per la sola stazione di Novara, anche nell'anno 2008.

In letteratura (Emberlin *et al.*, 2007) è riportato che gli anticipi nell'inizio PPP si verificano in annate in cui temperature tendenzialmente più elevate hanno caratterizzato i due-tre mesi precedenti l'antesi (apertura dei fiori con esposizione delle parti fertili maschili e femminili).

Dalla lettura dei dati in tabella 2.7 si riscontra che, in effetti, nel periodo considerato, le temperature medie dei mesi di novembre e dicembre 2002 e 2006 sembrano discostarsi dal valore medio riportato per l'intero periodo, in particolare per l'anno 2006, seguito dal gennaio 2007 decisamente anomalo; fatto questo che potrebbe avere influito sugli anticipi di pollinazione osservati. Anche per l'anno 2008 si evidenzia un certo anticipo per la stazione di Novara in corrispondenza di temperature medie mensili elevate ma solo relativamente al mese di gennaio 2008.

La durata del periodo di pollinazione si presenta pressoché costante per entrambe le stazioni attestandosi in media sui 53 giorni.

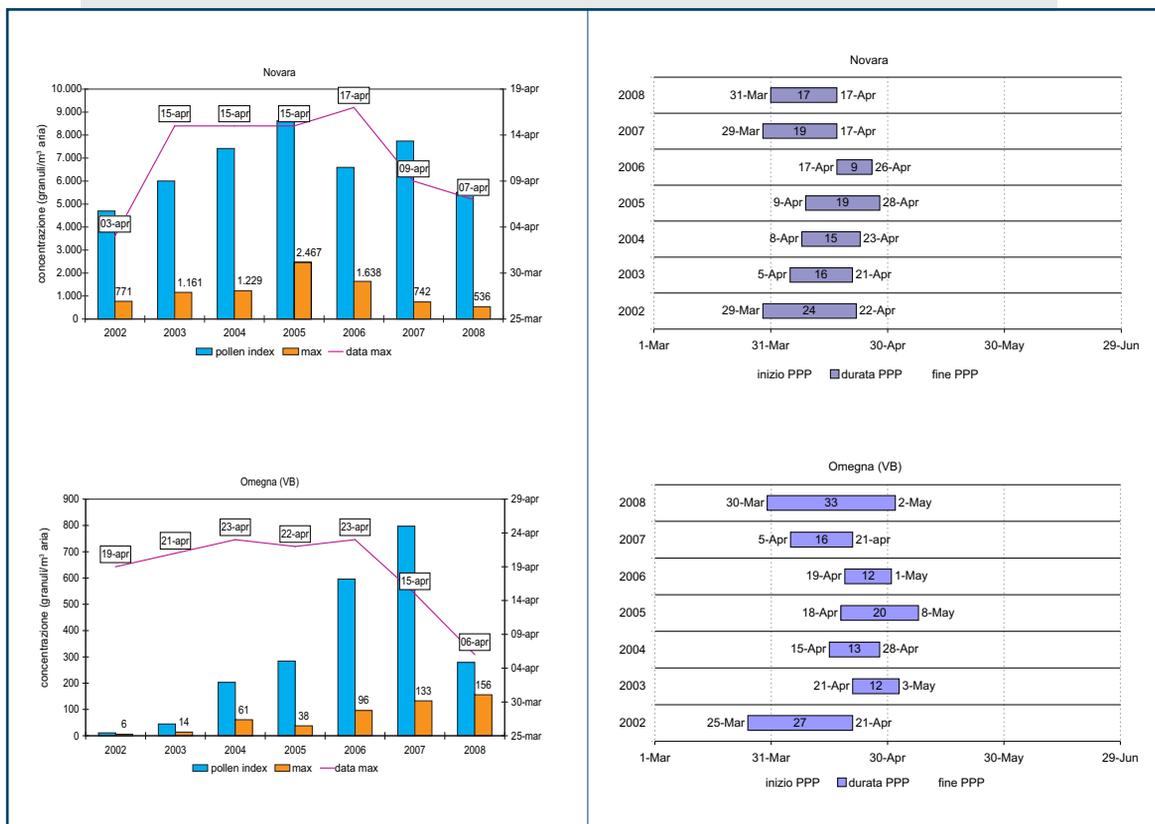
La concentrazione totale annua (Pollen Index) di *Platanus* risulta più elevata (da 4.698 a 8.622 granuli/m³ aria) e costante per la stazione di Novara, più bassa (da 11 a circa 797 granuli/m³ aria) e caratterizzata da variabilità interannuale per quella di Omegna (figura 2.24).

Si osserva un moderato accordo negli andamenti delle date in cui si registra la massima concentrazione annuale (data max) nelle due stazioni, con differenze rilevanti nell'andamento dei valori di concentrazione di picco massimo (max).

Nelle stazioni esaminate si rilevano anticipi dell'inizio PPP negli 2002, 2007 e 2008, caratterizzati da un andamento simile delle temperature medie dei mesi precedenti l'antesi (gennaio, febbraio e marzo), cioè con valori tendenzialmente più elevati rispetto alla media degli anni analizzati (tabella 2.7). La durata del periodo di pollinazione oscilla tra 9 e 24 giorni nella stazione di Novara, tra 12 e 33 in quella di Omegna.

I dati di anticipo del periodo principale di pollinazione in rapporto all'incremento della temperatura sono stati evidenziati anche in studi effettuati in Italia e Spagna (Tedeschini *et al.*, 2006), che dimostrano una correlazione statisticamente significativa tra le date di inizio pollinazione e le temperature medie registrate nei tre mesi precedenti la fioritura.

Figura 2.24 - Platano (*Platanus spp.*) Parametri pollinici elaborati per le stazioni di Novara e Omegna (VB) - anni 2002-2008



Fonte: Arpa Piemonte

Figura 2.25 - Castagno (*Castanea sativa* Mill.). Parametri pollinici elaborati per le stazioni di Novara e Omegna (VB) - anni 2002-2008



Fonte: Arpa Piemonte

La concentrazione totale annua (Pollen Index) di *Castanea* risulta decisamente più elevata (da 3.392 a 2.2671 granuli/m³ aria) e caratterizzata da maggiore variabilità interannuale per la stazione di Omegna, in genere più bassa (da 2.308 a 4.032 granuli/m³ aria) e costante per quella di Novara (figura 2.25). La data in cui si registra la massima concentrazione annuale (data max) ha un andamento simile nelle stazioni esaminate, mentre non si riscontra una corrispondenza per i valori di concentrazione di picco massimo (max). Si osservano anticipi dell'inizio PPP negli anni 2003 e 2007, correlabili con temperature medie mensili più elevate nel periodo precedente la fioritura, in linea con dati di letteratura (Rizzi - Longo *et al.*, 2005). La durata del periodo di pollinazione oscilla tra 23 e 53 giorni nella stazione di Novara, mentre si mantiene pressoché costante è in media pari a 27 giorni nella stazione di Omegna. Il lavoro presentato si basa su di una analisi di tipo descrittivo

dei principali anticipi di pollinazione osservati e messi in relazione a dati mensili medi di temperatura; per poter valutare l'influenza dei parametri meteorologici sull'andamento pollinico occorre effettuare un'analisi più approfondita individuando le variabili meteorologiche più predittive dei fenomeni studiati. Occorre tener conto che le piante a fioritura invernale possiedono un proprio "chilling requirement", ossia una propria necessità di freddo per poter superare la dormienza e quindi fiorire; sarà anche necessario valutare gli andamenti termici dei mesi precedenti l'antesi al fine di verificare se è stata soddisfatta sia l'esigenza di freddo necessaria per determinare la fine del periodo di dormienza sia la richiesta di caldo, entrambe necessarie per l'inizio della fioritura. Sarebbe opportuno inoltre valutare l'effetto delle precipitazioni e il correlato fenomeno di abbattimento della concentrazione pollinica (Cariñanos *et al.*, 2004).

Monitoraggio pollinico ad alta quota: la stazione di Bardonecchia

Federico Gbadiè, Maria Rita Cesare, Mariaelena Nicoletta
Arpa Piemonte

Dal mese di giugno 2002 Arpa Piemonte ha attivato una stazione di rilevamento pollinico presso la località di Bardonecchia (TO).

La stazione, collocata sul terrazzo del Poliambulatorio comunale a circa 1300 m. di altitudine, consente di valutare la composizione dell'aerospora di alta quota e rappresenta l'unico elemento montano della rete regionale. A causa dell'altitudine la stazione non è operativa nei mesi invernali; i dati analizzati appartengono alle famiglie più rappresentative del periodo in cui è stato effettuato il rilevamento negli anni 2007 e 2008: *Compositae*, *Pinaceae*, *Urticaceae* e *Gramineae*; tale studio è stato finalizzato ad analizzare le differenze nei risultati derivanti dal monitoraggio nei suddetti anni prendendo in considerazione diversi parametri pollinici, compresa la carica pollinica totale. Nei grafici seguenti sono stati messi a confronto, per ogni famiglia considerata, gli andamenti delle concentrazioni medie

decadiche (esprese in granuli pollinici/m³d'aria), rilevate nel corso dell'anno 2007 con quelle dell'anno 2008.

Nelle tabelle sono stati riportati l'inizio, la fine e la durata (numero di giorni) del periodo di pollinazione, calcolati secondo quanto riportato in letteratura (Lejoly - Gabriel M., 1978; Goldberg C. *et al.* 1988; Spieksma FTM., 1995).

Sono state segnalate, per ogni famiglia indicata, le massime concentrazioni polliniche giornaliere rilevate puntualmente nell'anno, le date in cui sono state rilevate tali concentrazioni e la concentrazione pollinica totale annuale. Analizzando i dati dei pollini totali monitorati nel biennio a Bardonecchia (figura 2.26) si evidenzia un sensibile calo numerico dei granuli pollinici catturati nel 2008 rispetto al precedente anno. Infatti da una carica pollinica totale per metro cubo d'aria pari a 10.281 pollini nel 2007, si scende a soli 4.228 granuli nel 2008. Ciò potrebbe essere altresì imputabile all'aumento delle piogge e nevicate nella seconda parte del biennio (681 mm nel 2007 e 1.212 mm nel 2008 quali precipitazioni totali negli anni suddetti) allorchè le temperature medie mensili non si mostrano sensibilmente mutate nel corso dei due anni.

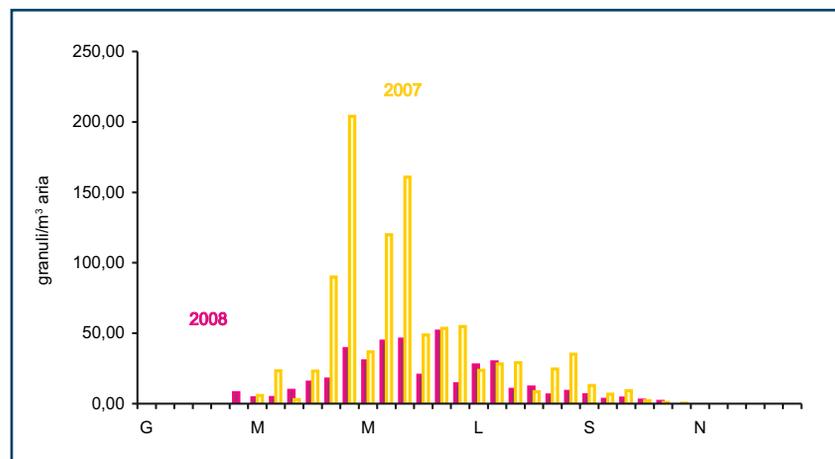


Figura 2.26 - Pollini totali. Stazione di Bardonecchia - anni 2007-2008

Fonte: Arpa Piemonte

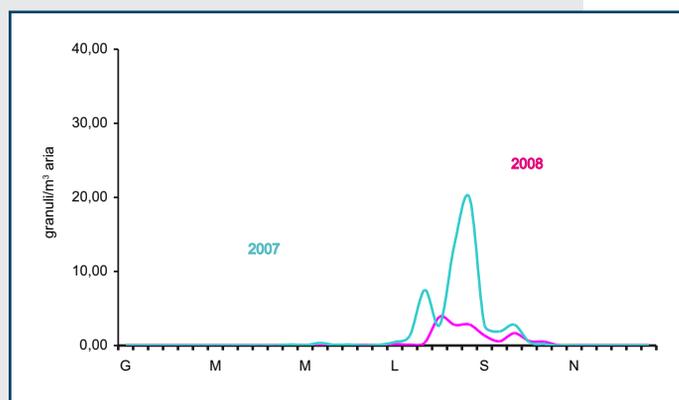
Nel grafico di confronto del biennio per la famiglia delle **Compositae** (figura 2.27), benchè le concentrazioni rilevate risultino sensibilmente differenti, il loro andamento evidenzia, in entrambi gli anni considerati, tre picchi di concentrazione pollinica. Nel 2007 questi si situano nella terza decade dei mesi di luglio, agosto e settembre; nel 2008 invece il primo picco significativo si colloca nella prima settimana di agosto. La durata del periodo di pollinazione, il cui inizio è l'unico dato pressochè coincidente nel biennio considerato, si presenta più estesa nell'ultimo anno rispetto al primo (77 giorni rispetto ai

61 giorni del 2007), quindi il 2008 registra un numero di granuli pollinici inferiore rispetto all'anno 2007 (rispettivamente 154 e 576 granuli/m³ aria), ma una loro presenza più prolungata nel tempo.

Il periodo di pollinazione, relativo alla famiglia delle **Pinaceae** (figura 2.28), è caratterizzato da una durata, che differisce nei due anni considerati, di soli sei giorni. Nella tabella di confronto si nota come sia l'inizio sia la fine della pollinazione varino al massimo di una quindicina di giorni e siano entrambi posticipati nell'anno 2008 rispetto al 2007.

Figura 2.27 - *Compositae*. Stazione di Bardonecchia - anni 2007-2008

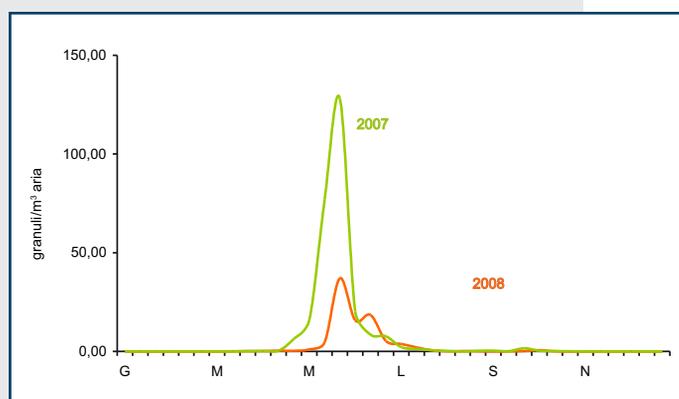
<i>Compositae</i>	2007	2008
Inizio pollinazione	23/07/07	24/07/08
Fine pollinazione	21/09/07	09/10/07
Durata pollinazione (gg)	61	77
Data massima concentrazione giornaliera rilevata	23/08/07	10/08/07
Massima concentrazione giornaliera rilevata (granuli/m ³ aria)	58	9
Concentrazione totale annuale (granuli/m ³ aria)	576	154



Fonte: Arpa Piemonte

Figura 2.28 - *Pinaceae*. Stazione di Bardonecchia - anni 2007-2008

<i>Pinaceae</i>	2007	2008
Inizio pollinazione	08/05/07	17/05/08
Fine pollinazione	23/06/07	09/07/07
Durata pollinazione (gg)	47	53
Data massima concentrazione giornaliera rilevata	28/05/07	28/05/08
Massima concentrazione giornaliera rilevata (granuli/m ³ aria)	487	137
Concentrazione totale annuale (granuli/m ³ aria)	2854	955



Fonte: Arpa Piemonte

Anche nel caso delle *Pinaceae*, così come si è evidenziato per le *Compositae*, la differenza più rilevante risulta la concentrazione pollinica: infatti, mentre la data in cui è stata rilevata la massima concentrazione giornaliera è, per entrambi gli anni, il 28 maggio, per l'anno 2007 la massima concentrazione risulta essere di 487 granuli/m³ aria, quella invece registrata nel 2008 è di 137 granuli/m³ aria.

Varia molto anche la carica pollinica totale della famiglia, rilevata nei due anni. Essa diminuisce pressoché del 67% dal 2007 al 2008. Una riduzione così considerevole nel secondo anno di analisi può essere messa strettamente in rapporto col fatto che, durante il periodo di pollinazione delle *Pinaceae*, si sia verificato il maggiore incremento delle precipitazioni rilevato nei due anni messi a confronto.

Il grafico riportante la presenza di polline di *Urticaceae* nei due anni di monitoraggio (figura 2.29) mostra come l'andamento delle concentrazioni sia sostanzialmente sovrapponibile; la

famiglia rimane presente da aprile fino a settembre-ottobre ed è caratterizzata da notevoli variazioni di concentrazione con picchi massimi tra giugno e luglio.

Nel biennio le massime concentrazioni giornaliere e le date in cui sono state rilevate si differenziano di poco, la concentrazione pollinica totale presenta invece, come per le altre famiglie analizzate, una notevole diminuzione nel secondo anno di analisi: si passa infatti da 890 granuli/m³ aria nell'anno 2007 a 691 granuli/m³ aria nell'anno 2008.

Nel grafico di confronto delle *Gramineae* (figura 2.30) si osserva come gli andamenti siano simili benché la durata del periodo totale di pollinazione sia più ridotta nel secondo anno (117 giorni per il 2007 e 90 giorni per il 2008).

Anche in questo caso si assiste ad una notevole diminuzione della carica polinica, infatti sia la concentrazione totale annuale (1.107 granuli/m³ aria nel 2007 e 359 granuli/m³ aria nel 2008) sia la massima concentrazione giornaliera rilevata (69

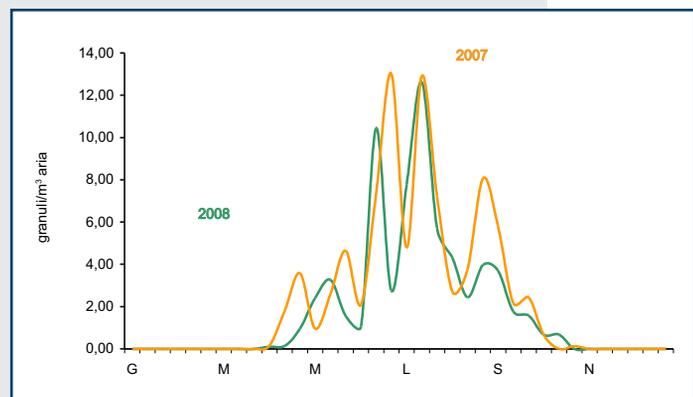
granuli/m³ aria nel 2007 e 20 granuli/m³ aria nel 2008) risultano decisamente più ridotte nel secondo anno di osservazione. Come per le altre famiglie il motivo della diversità delle due concentrazioni si può in parte ricondurre all'aumento della piovosità nel periodo di pollinazione dell'anno 2008 rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

L'analisi biennale del monitoraggio pollinico effettuato a Bardonecchia ha permesso di valutare come la presenza di polline in montagna subisca variazioni anche notevoli in intervalli di tempo relativamente brevi, in effetti gli scostamenti

evidenziati nei due anni risultano spesso degni di nota in termini di durata, inizio e fine del periodo principale di pollinazione ma soprattutto in termini di concentrazione. Dal confronto effettuato si può ipotizzare come l'elevata piovosità (precipitazioni piovose e nevose) dell'anno 2008 in condizioni pressochè simili di temperatura, abbia influenzato la produzione e la dispersione di polline tanto da determinare concentrazioni polliniche minori di circa il 65% rispetto a quelle dell'anno precedente pur senza modificare fondamentalmente la tendenza delle famiglie analizzate.

Figura 2.29 - *Urticaceae*. Stazione di Bardonecchia - anni 2007-2008

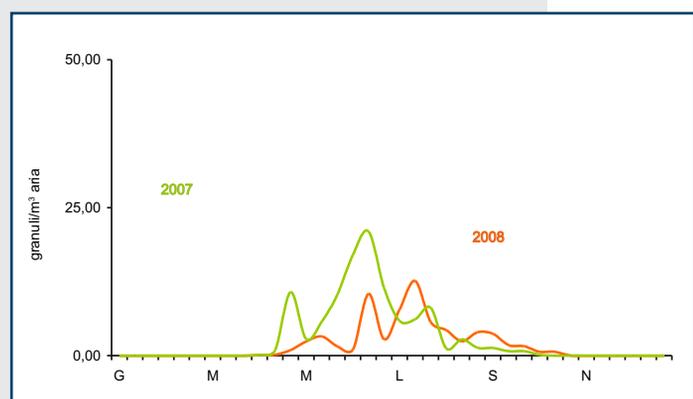
<i>Urticaceae</i>	2007	2008
Inizio pollinazione	26/04/07	10/05/08
Fine pollinazione	15/09/07	16/09/08
Durata pollinazione (gg)	142	129
Data massima concentrazione giornaliera rilevata	24/06/07	17/06/08
Massima concentrazione giornaliera rilevata (granuli/m ³ aria)	38	30
Concentrazione totale annuale (granuli/m ³ aria)	890	691



Fonte: Arpa Piemonte

Figura 2.30- *Gramineae*. Stazione di Bardonecchia - anni 2007-2008

<i>Gramineae</i>	2007	2008
Inizio pollinazione	25/04/07	09/05/08
Fine pollinazione	18/08/07	07/08/08
Durata pollinazione (gg)	117	90
Data massima concentrazione giornaliera rilevata	10/06/07	17/06/08
Massima concentrazione giornaliera rilevata (granuli/m ³ aria)	69	20
Concentrazione totale annuale (granuli/m ³ aria)	1107	359



Fonte: Arpa Piemonte

Bibliografia

Caramiello R., Siniscalco C., Mercalli L., Potenza A., 1994. *The relationship between airborne pollen grains and unusual weather conditions in Turin (Italy) in 1989, 1990 and 1991*. Grana 33: 327-332.

Cariñanos P., Galan C., Alcàzar P., Dominguez E., 2004. *Airborne pollen records response to climatic conditions in arid areas of the Iberian peninsula*. Environmental and Experimental Botany, 52: 11-22.

Emberlin J., Smith M., Close R., Adams-Groom B., 2007. *Changes in the pollen seasons of the early flowering trees *Alnus* spp. and *Corylus* spp. in Worcester, United Kingdom, 1996-2005*. Int. J. Biometeorol., 51:181-191.

Goldberg C., Buch H., Moseholm L., Weeke E., 1988. *Airborne pollen records in Denmark, 1977-1986*. Grana, 27:209-217.

Lejoly - Gabriel M., 1978. *Recherches ecologiques sur la pluie pollinique en Belgique*. Acta Geographica Lovaniensia.

Puppi G., Zanotti A.L., 2003. *Serie temporali di dati fenologici di specie legnose* (Provincia di Bologna). Atti del 98° Congresso della Società Botanica Italiana, Catania 24 -26 settembre 2003.

Rizzi-Longo L., Pizzulin-Sauli M. & Ganis P., 2005. *Aerobiology of Fagaceae pollen in Trieste*. Aerobiologia, 21:217-231.

Spieksma F.T.M., Emberlin J.C., Hjelmroos M., Jager S., Leuschner R.M., 1995. *Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons*. Grana 34:51-55.

Tedeschini E., Rodriguez-Rajo F., Caramiello R., Jato V., Frenquelli G., 2006. *The influence of climate changes in *Platanus* spp. Pollination in Spain and Italy*. Grana, 45:222-229.