

RENDICONTO IDRO-METEOROLOGICO 2016

Pioggia, temperature, neve e dissesti

RENDICONTO IDRO-METEOROLOGICO 2016
Pioggia, temperatura, neve e dissesti

RAPPORT HYDRO-METEOROLOGIQUE 2016
Pluie, température, neige et éboulements

Publicazione a cura della
Publié par les soins de la

Regione Autonoma Valle d'Aosta
Presidenza della Regione
Dipartimento protezione civile e vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

Région Autonome Vallée d'Aoste
Présidence de la Région
Département de protection civile et des sapeurs-pompiers
Centre fonctionnel régional

Coordinamento operativo
Coordination opérationnelle

Sara Maria Ratto

Elaborazione dati, testi e immagini e cura di
Réalisation par les soins de

Fabio Brunier
Giulio Contri
Silvia Mezzano
Denise Ponziani
Michel Ponziani
Hervé Stevenin

Revisione dei testi
Révision des textes

Ketty Carere

Hanno inoltre collaborato
nel fornire dati e immagini
Pour les données et les images
ont aussi collaboré

Umberto Pellegrini
ARPA Valle d'Aosta nelle persone di:
Edoardo Cremonese
Fabrizio Diotri

Impaginazione
Mis en page

Regione Autonoma Valle d'Aosta – Aosta 2016

Ideazione grafica
Graphique

Tipografia Valdostana S.p.A

Si ringrazia ARPA Valle d'Aosta per la fornitura dei dati meteorologici, nonché tutti coloro che hanno contribuito direttamente o indirettamente alla presente pubblicazione.

Copyright © 2016 – Tutti i diritti riservati

INTRODUZIONE

Il Centro funzionale regionale della Valle d'Aosta, nell'ambito delle sue attività, si occupa di acquisire, validare, elaborare e distribuire i dati derivanti dalla rete di stazioni idro-meteorologiche. A tale proposito, ogni anno, pubblica un rendiconto con l'obiettivo di restituire al pubblico i dati raccolti e presentarli con elaborazioni che permettano un confronto con i dati storici mettendo in evidenza alcune curiosità, senza trascurare il rigore scientifico.

Il presente volume restituisce un quadro dell'anno 2016 caratterizzato da un'estate molto calda e secca, con in particolare i mesi di luglio, agosto e settembre risultati più caldi dei valori medi, e un fine anno caratterizzato da temperature eccezionalmente miti a dicembre.

La precipitazione annuale è risultata superiore alla media storica ma comunque nei valori di norma. I valori di pioggia maggiori si sono registrati nei mesi di febbraio, risultato il più piovoso dal 2000, e di novembre, mese in cui si sono verificati una decina di dissesti perlopiù riconducibili a cadute massi e frane superficiali.

Non si sono registrati eventi pluviometrici di intensità tale da innalzare i livelli dei corsi d'acqua e i valori di portata misurata dagli idrometri sono sempre rimasti sotto i livelli di guardia.

Il Dirigente del Centro funzionale regionale
SARA MARIA RATTO

INDICE

Al lettore	6
1. PRECIPITAZIONI	8
1.1 IL 2016 IN VALLE D'AOSTA.....	9
Precipitazione annuale	9
Precipitazioni mensili e stagionali.....	11
Precipitazioni massime.....	12
Indici climatici.....	13
1.2. QUATTRO STAZIONI A CONFRONTO CON LA STORIA.....	15
Precipitazioni annuali.....	15
Precipitazioni mensili e stagionali.....	17
Precipitazioni massime.....	21
Indici climatici.....	21
2. TEMPERATURE.....	24
2.1 IL 2016 IN VALLE D'AOSTA.....	25
Temperatura media annuale	25
Temperature stagionali e mensili	26
Indici climatici per dodici stazioni rappresentative.....	28
2.2 QUATTRO STAZIONI A CONFRONTO CON LA STORIA.....	34
Temperature medie annuali	34
Temperature medie mensili.....	36
Indici climatici.....	37
3. LIVELLI E PORTATE NELLA DORA BALTEA	39
Dalla misura dei livelli alla stima delle portate	40
Coefficienti di deflusso	41
Portate massime.....	42
4. NEVE	43
Altezza della neve al suolo	45
Copertura nevosa ed equivalente in acqua della neve.....	47
5. DISSESTI.....	51
Dissesti del 2016 in Valle d'Aosta.....	52
6. SINTESI DEGLI EVENTI.....	55
30 giugno 2016.....	55
Novembre 2016.....	56

Al lettore

Raccolta ed elaborazione dei dati

Le elaborazioni contenute nel volume sono state effettuate a partire dai dati provenienti dalla rete di monitoraggio idro-meteorologica regionale e dalla rete di misura di parametri ambientali dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Valle d'Aosta. Le reti si compongono complessivamente di circa 100 stazioni automatiche e 10 stazioni manuali attualmente attive. Le principali grandezze misurate dalle stazioni meteorologiche sono precipitazione, temperatura, altezza neve, altezza idrometrica, velocità e direzione del vento, radiazione solare, soleggiamento, umidità e pressione atmosferica. Non tutte le stazioni presentano l'intera gamma di strumenti per la misura di tutti i parametri elencati.

Le serie storiche di dati disponibili derivano talvolta dall'unione di misure manuali e misure automatiche; nel tempo, infatti, si è assistito alla sostituzione della strumentazione manuale, che richiede la presenza costante di un operatore, con strumentazione automatica che acquisisce il dato, trasmettendolo direttamente al database. Sostituzione di sensori, spostamento della strumentazione e avvicendamento di osservatori sono tutti elementi che possono creare problemi sull'omogeneità della serie e devono essere tenuti in considerazione durante le elaborazioni dei dati. Per questo motivo le serie storiche utilizzate nelle elaborazioni sono generalmente di breve durata (10-12 anni); in alcune elaborazioni puntuali, tuttavia, è stato possibile un confronto con serie storiche di lunghezza maggiore (dai 30 ai 110 anni) ritenute omogenee: esse sono poco numerose e non sempre uniformemente distribuite sul territorio regionale.

Le elaborazioni incluse in questo volume riguardano principalmente i dati raccolti dal 1° gennaio al 31 dicembre 2016; fanno eccezione le elaborazioni dei dati di portata e di neve, per le quali viene preso in considerazione l'anno idrologico (1° ottobre 2015 - 30 settembre 2016).

Le elaborazioni dei dati in base alle stagioni, tengono conto della definizione di stagione meteorologica: l'inverno comprende i mesi di dicembre, gennaio e febbraio, la primavera i mesi di marzo, aprile e maggio, l'estate i mesi di giugno, luglio e agosto, mentre l'autunno quelli di settembre, ottobre e novembre. L'inverno del 2016 inizia quindi il 1° dicembre 2015 e termina il 28 febbraio 2016: dicembre 2016 non è dunque incluso nelle elaborazioni stagionali.

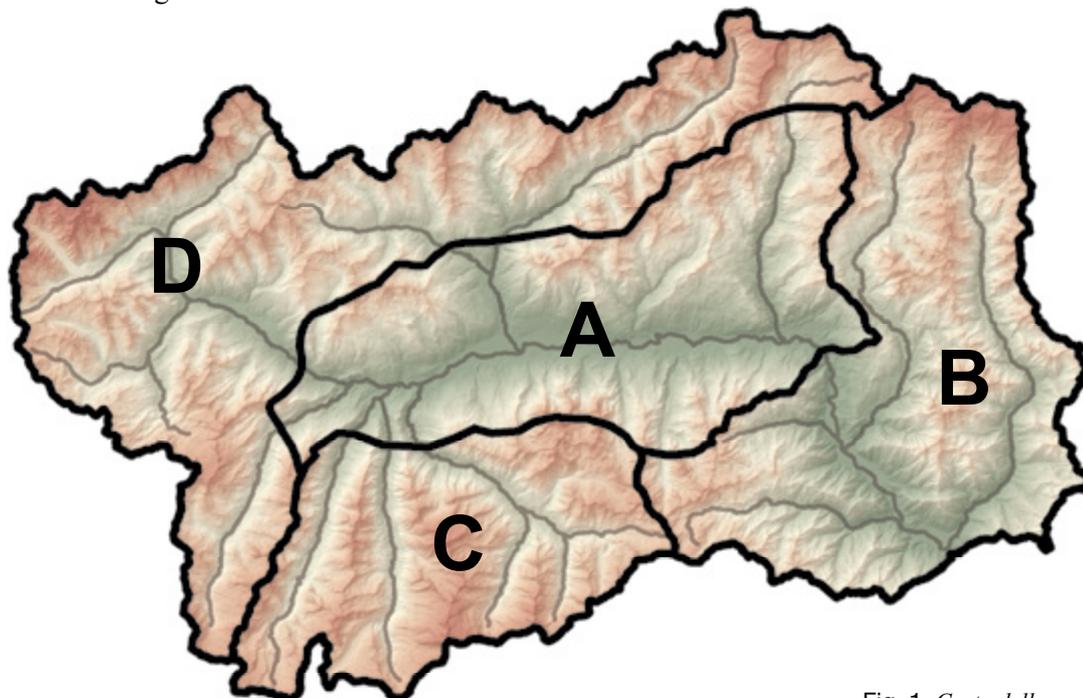


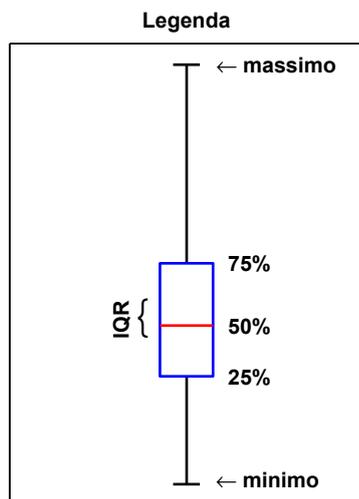
Fig. 1. *Carta delle zone di allerta.*

Suddivisione del territorio regionale in zone di allerta

In alcune elaborazioni riguardanti le precipitazioni, è stata presa in considerazione la suddivisione del territorio regionale in quattro aree, come mostrato in figura 1.

Questa suddivisione è utilizzata nella gestione del sistema di allerta, e deriva dalla necessità di individuare zone, del territorio regionale, meteorologicamente omogenee.

La definizione delle zone di allerta deriva dall'osservazione dei dati meteorologici, dalla conseguente constatazione dell'esistenza di diversi regimi pluviometrici e dall'analisi della provenienza delle perturbazioni che le caratterizzano.



Guida alla lettura dei grafici

Il grafico di tipo *boxplot* (figura 2) è utilizzato, nel presente rendiconto, per riassumere e schematizzare una serie storica di dati. Gli estremi rappresentano il valore massimo e il valore minimo della serie.

Il rettangolo centrale è chiamato IQR (*Inter Quantile Range*): la linea rossa indica la mediana, che rappresenta il valore centrale dei dati misurati; le basi del rettangolo indicano il 25° e il 75° percentile. Il 25° percentile è il valore al di sotto del quale ricade il 25% dei dati misurati, analogamente il 75° percentile è il valore al di sotto del quale ricade il 75% dei dati. La metà dei dati misurati ricade, quindi, all'interno del rettangolo, tra il 25° e il 75° percentile.

Fig. 2. Grafico di tipo *boxplot* per la schematizzazione di una distribuzione di dati.

Questo tipo di grafico permette il confronto tra un dato, riguardante l'anno in esame, e la relativa serie storica. Il singolo dato è stato rappresentato generalmente dall'altezza di una barra colorata (si veda figura 3), sovrapposta al *boxplot* raffigurante la serie storica: qualora l'altezza della barra cada all'interno del rettangolo IQR (figura 3a), il dato è stato considerato in linea

con la media storica ovvero nella norma; nel caso in cui la barra colorata cada fuori dal rettangolo, ma sia comunque compresa tra il massimo e il minimo, il valore è stato considerato significativamente superiore (o inferiore) alla media (figura 3b); allorché la barra colorata superi il massimo (figura 3c) o sia inferiore al minimo, il valore relativo all'anno in esame è stato misurato per la prima volta dall'inizio della serie storica.

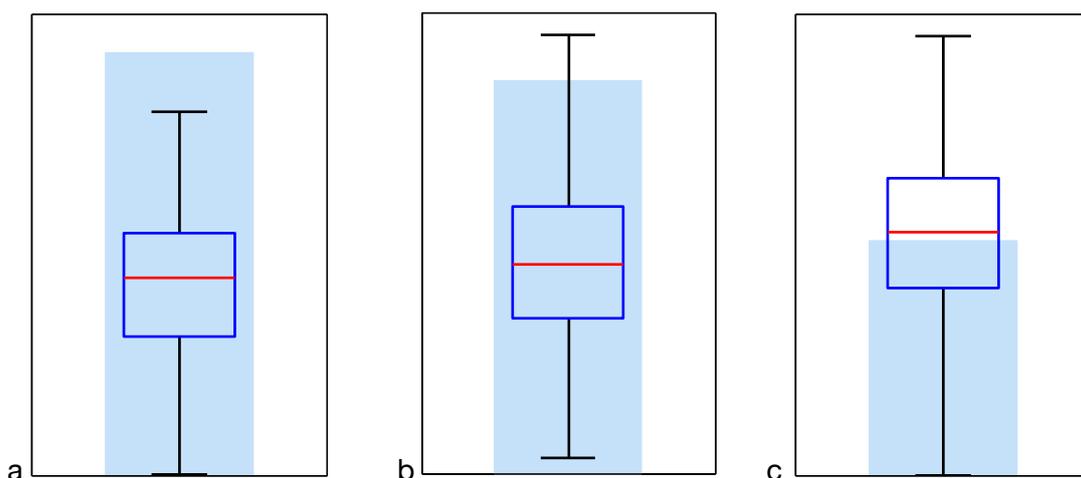


Fig. 3. Tre possibili esempi di grafici in cui per una stazione meteorologica viene confrontato il dato inerente all'ultimo anno (barra colorata), rispetto alla relativa serie storica (*boxplot*).

1. PRECIPITAZIONI

Il capitolo riguardante le precipitazioni è diviso in due parti. La prima parte è dedicata all'analisi delle precipitazioni registrate nell'anno 2016, esaminando la loro distribuzione sul territorio regionale e confrontandole con quelle registrate nei 16 anni precedenti (dal 2000 al 2015); per alcune analisi è stata presa in considerazione la suddivisione del territorio in 4 zone di allerta, la cui definizione è stata descritta nella guida al lettore in premessa. Una seconda parte è dedicata all'analisi delle precipitazioni registrate in 4 stazioni (Aosta, Rhêmes-Notre-Dame, Pontboset e Gressoney-La-Trinité), scelte tra quelle con una lunga serie storica di dati a disposizione, che, nel caso della stazione di Aosta, supera il secolo.

Per le analisi di questo capitolo, sono stati considerati i dati provenienti da pluviometri in grado di stimare anche le precipitazioni invernali (pluviometri riscaldati o a peso): questi pluviometri sono, infatti, in grado di fondere la neve e restituire un valore di precipitazione liquida equivalente.

“MASSIME & MINIME ...”

La precipitazione totale del 2016 in Valle d'Aosta è risultata in media pari a 928 mm, valore di poco superiore alla media delle precipitazioni registrate dal 2000 al 2015, comunque nella norma se confrontata con i dati storici a disposizione. La stazione in cui è stata misurata la massima precipitazione totale è quella di Saint-Rhémy-en-Bosses - Gran San Bernardo (1690 mm), mentre la minima è stata registrata a Saint-Christophe (616 mm). Le zone in cui si sono registrate le precipitazioni più abbondanti sono situate sulla dorsale di confine. A livello mensile, novembre è risultato il mese più piovoso dell'anno, con una pioggia totale pari a circa due volte il valore mediano di riferimento. Durante i mesi estivi si osservano scarse precipitazioni risultate per il mese di agosto le più basse dal 2000. Al contrario le precipitazioni registrate a febbraio risultano le più alte degli ultimi diciassette anni. Il comportamento delle precipitazioni a livello mensile si riflette su quello stagionale: tutte le stagioni presentano cumulati complessivi compresi nel campo di variabilità normale della grandezza ma l'inverno e l'autunno si caratterizzano per precipitazioni superiori al valore mediano, al contrario della primavera e soprattutto dell'estate di poco all'interno del valore minimo rilevato.

Nel grafico in figura 1.1 è riportata la precipitazione giornaliera misurata dalla stazione di Aosta, nel corso del 2016, dal quale è possibile osservare la presenza di numerosi giorni di pioggia nel mese di febbraio e novembre e l'assenza di precipitazioni significative ad agosto.

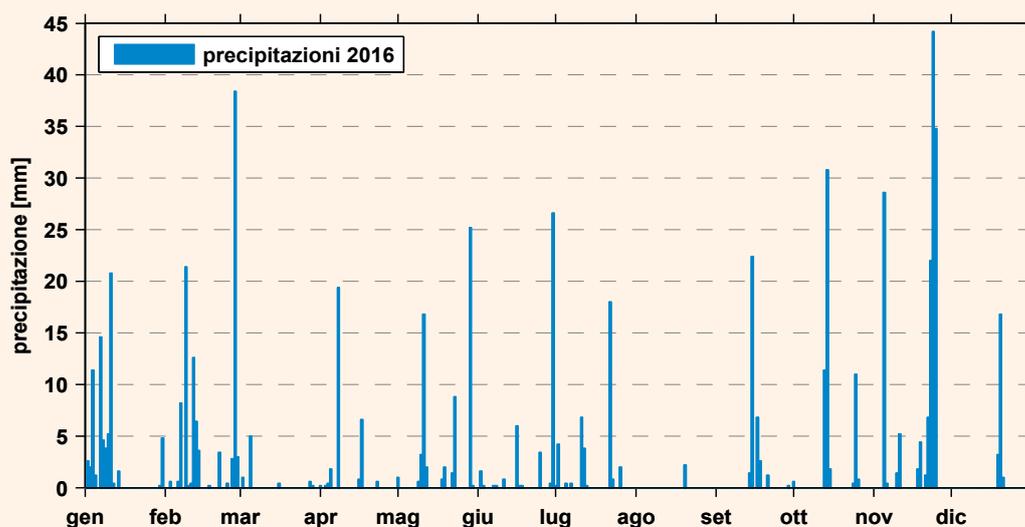


Fig. 1.1. Precipitazione giornaliera misurata ad Aosta, in piazza Plouves.

1.1 IL 2016 IN VALLE D'AOSTA

Precipitazione annuale

La precipitazione annuale non è uniforme su tutto il territorio regionale, come si può facilmente osservare dalla carta seguente (figura 1.2): essa è ottenuta a partire dai dati rilevati dai pluviometri delle stazioni meteorologiche, estendendo i valori a tutto il territorio tramite un algoritmo di interpolazione che prende in considerazione anche l'aumento della precipitazione cumulata in funzione della quota. Comunemente le precipitazioni minori si registrano nei territori del fondovalle e quelle maggiori sulle dorsali di confine.

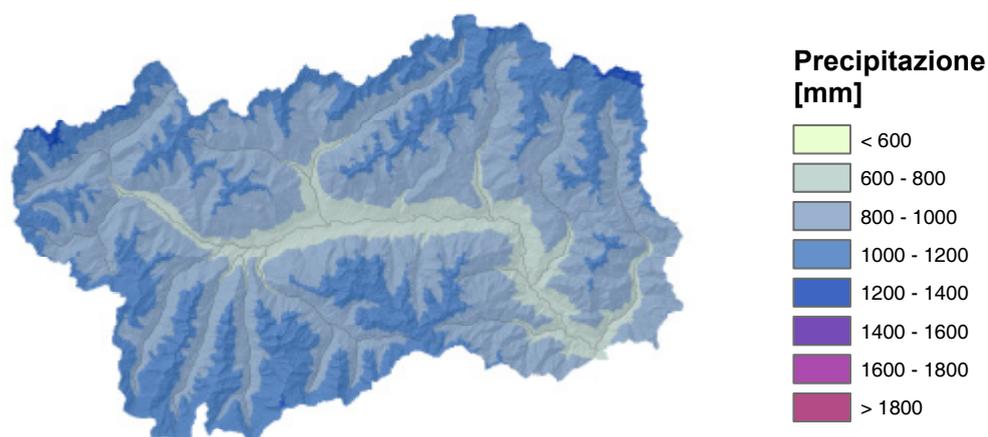


Fig. 1.2. Carta della precipitazione totale del 2016.

Per le stazioni automatiche, attive da almeno cinque anni, è stato effettuato un confronto tra la precipitazione registrata nell'anno esaminato e la precipitazione media degli anni precedenti. Nella carta in figura 1.3 sono mostrate le differenze tra i due valori indicando le aree in cui le precipitazioni sono risultate superiori, inferiori o uguali alla media dei dati registrati dal 2000.

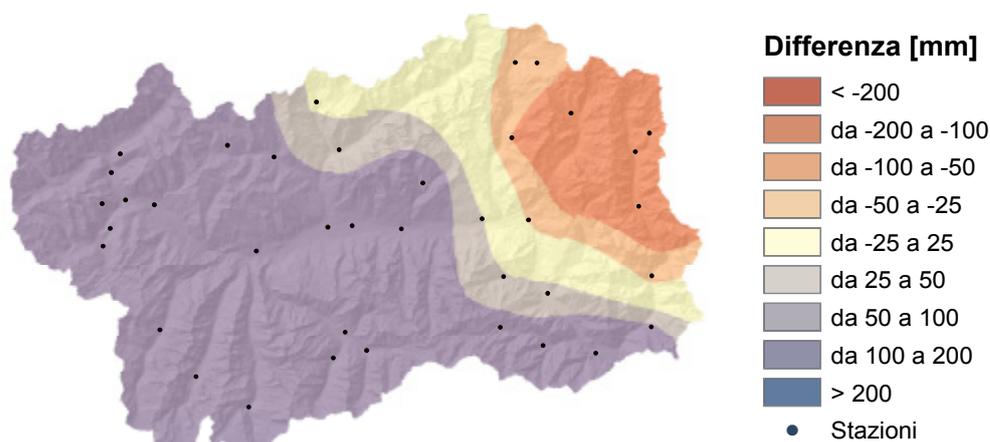


Fig. 1.3. Confronto tra la precipitazione totale dell'anno in esame e la precipitazione annuale media dal 2000.

Il grafico in figura 1.4 mostra l'andamento della precipitazione annuale media dal 2000. Tali valori sono ottenuti, in questo caso, come media matematica delle precipitazioni totali annue misurate dalle stazioni meteorologiche.

Il numero e la disposizione delle stazioni meteorologiche attive non è costante nel periodo considerato: dopo l'anno 2000 il numero di stazioni automatiche è gradualmente aumentato mentre alcune stazioni manuali sono state dismesse, non è dunque stato possibile utilizzare un insieme fisso di stazioni per costruire questa serie storica, ma le stazioni considerate sono state scelte tra quelle a disposizione in modo che la loro distribuzione sul territorio sia il più possibile uniforme. Tuttavia la serie di dati utilizzati non è perfettamente omogenea e di conseguenza è possibile una sottostima della precipitazione media in particolare per gli anni dal 2000 al 2003 a causa della carenza di stazioni posizionate ad alta quota.

Il numero di stazioni disponibili negli anni precedenti il 2000 non è stato considerato sufficiente per questo tipo di analisi. Ciò premesso, dal grafico si evidenzia che gli anni più piovosi risultano essere il 2000, il 2002 e il 2008 e gli anni più secchi il 2003 e il 2005.

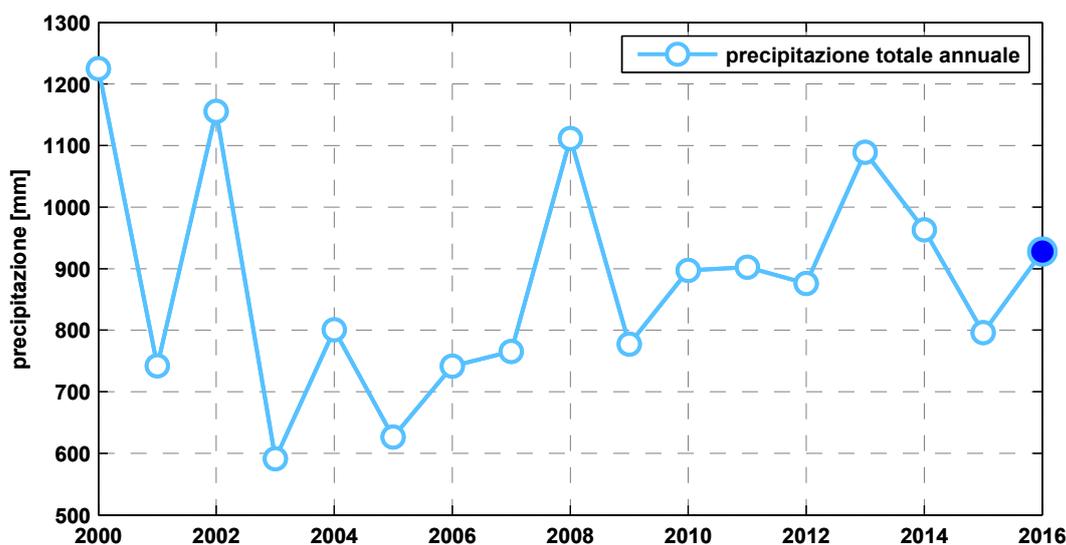


Fig. 1.4. Precipitazione totale annuale: valore medio per la Valle d'Aosta, dal 2000.

Nella tabella 1 sono riportati i valori (media, minimo e massimo) di precipitazione totale del 2016, riferiti a tutta la Valle d'Aosta e alle quattro zone di allerta. Il valore medio è stato calcolato come media matematica dei valori registrati dalle stazioni della rete meteorologica.

Precipitazione totale del 2016 [mm]	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Massimo	1690	772	1420	962	1690
Minimo	616	616	805	730	632
Media	928	670	1095	852	957

Tab. 1.1. Valori massimi, minimi e medi di precipitazione annuale registrati dalle stazioni della rete meteorologica, in tutta la Valle d'Aosta e nelle diverse zone di allerta.

Nel grafico in figura 1.5 le barre colorate rappresentano l'insieme dei valori di precipitazione annuale misurati nel 2016 dalle stazioni meteorologiche per ogni zona di allerta e, con il punto blu, il loro valore medio. Il grafico evidenzia quanto la precipitazione totale annua sia variabile per le differenti zone della Valle e, al tempo stesso, presenti un ampio campo di variabilità di precipitazione nella zona D, nella quale è presumibile che i valori massimi siano registrati da stazioni in quota sulla dorsale di confine, mentre i valori minimi siano da attribuire a stazioni di fondovalle.

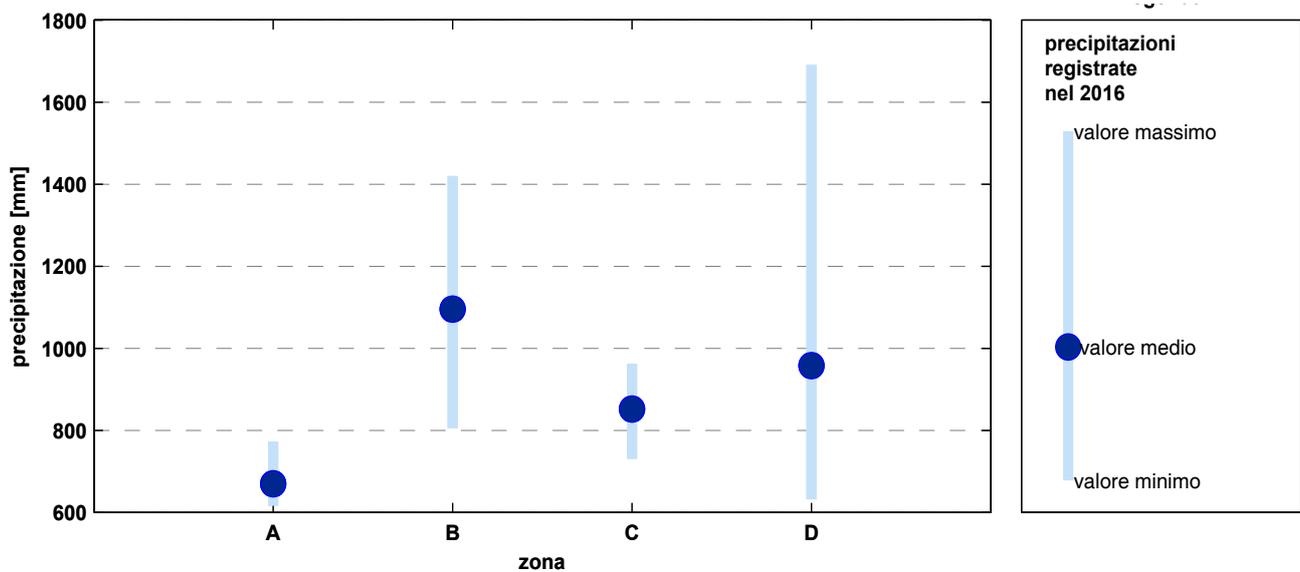


Fig. 1.5. Distribuzione dei valori di precipitazione totale annuale nelle diverse zone di allerta.

Precipitazioni mensili e stagionali

In questo paragrafo si presentano le analisi relative alle precipitazioni mensili e stagionali.

Nel grafico in figura 1.6 è rappresentata la precipitazione media per ogni mese del 2016 (linea viola); essa è posta a confronto con l'insieme delle precipitazioni mensili medie degli anni precedenti, rappresentato dai rettangoli azzurri. Anche in questo caso i valori medi mensili sono ottenuti come media matematica delle precipitazioni misurate dalle stazioni meteorologiche.

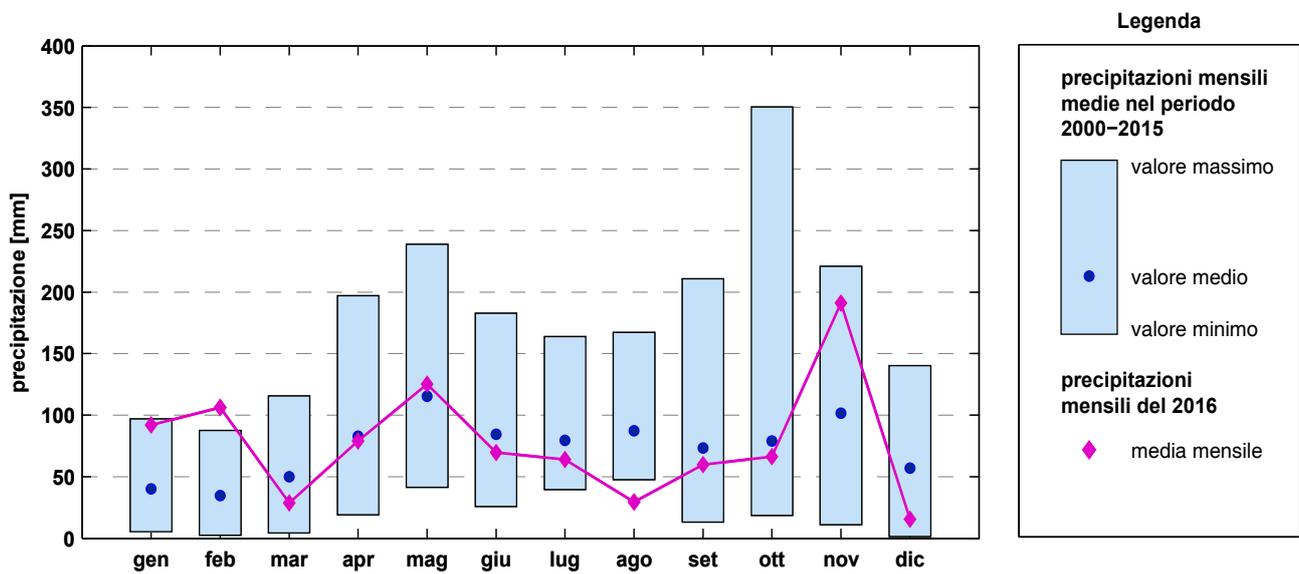


Fig 1.6. Precipitazioni mensili medie del 2016, a confronto con le precipitazioni mensili medie dal 2000.

A livello stagionale, in figura 1.7 sono presentati i dati di precipitazione media per le quattro stagioni a confronto con quelli degli anni precedenti.

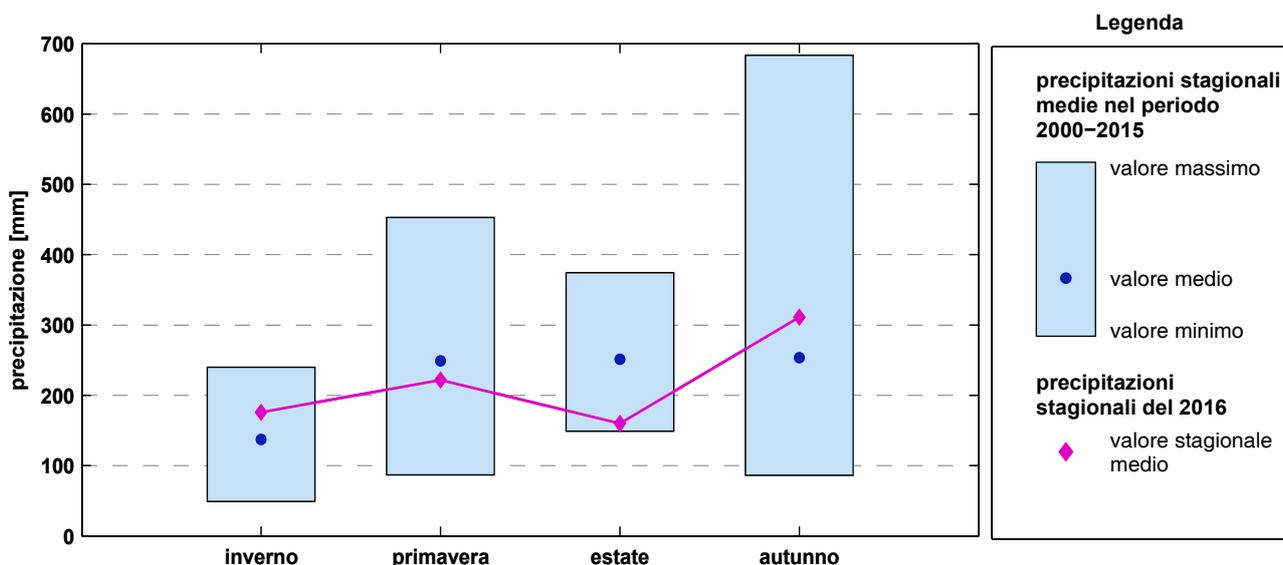


Fig. 1.7. Precipitazioni stagionali medie del 2016 a confronto con le precipitazioni stagionali medie dal 2000.

Precipitazioni massime

Nella tabella 1.2 sono riportate le precipitazioni massime, giornaliere e orarie, suddivise per zona di allerta. I massimi giornalieri e orari riportati in tabella si riferiscono, per maggiore completezza, ad eventi registrati da tutte le stazioni meteorologiche delle reti di monitoraggio, al contrario delle altre analisi riportate nel presente capitolo che prendono in considerazione solo i pluviometri in grado di stimare anche la precipitazione invernale.

In evidenza le precipitazioni massime rispetto a tutta la Valle d'Aosta che per l'anno esaminato sono state misurate relativamente al valore giornaliero e a quello orario.

Zona	Precipitazione	Max [mm]	Dove	Quando
A	Giornaliera	56	Saint-Christophe - Aeroporto	24 novembre
	Oraria	35	Saint-Marcel – Surpian	30 giugno
B	Giornaliera	157	Pontboset – Fournier	24 novembre
	Oraria	29	Champorcher – Petit-Mont-Blanc	21 luglio
C	Giornaliera	88	Valsavarenche – Pont	24 novembre
	Oraria	13	Valsavarenche – Pont	24 novembre
D	Giornaliera	59	Saint-Rhémy-en-Bosses - Gran San Bernardo	11 gennaio
	Oraria	24	Valtournenche - Breuil Cervinia	26 luglio

Tab. 1.2. Precipitazioni massime giornaliere e orarie, per le diverse zone di allerta.

Nel grafico in figura 1.8 sono riportate le precipitazioni massime, giornaliere ed orarie, degli ultimi anni: spicca l'evento alluvionale del 2000, con una massima precipitazione giornaliera pari a 330 mm, ben superiore a quelle degli anni successivi, generalmente compresa tra 100 e 200 mm. I massimi orari, generalmente associati a temporali estivi, variano tra i 29 mm del 2001 e i 57 mm del 2007.

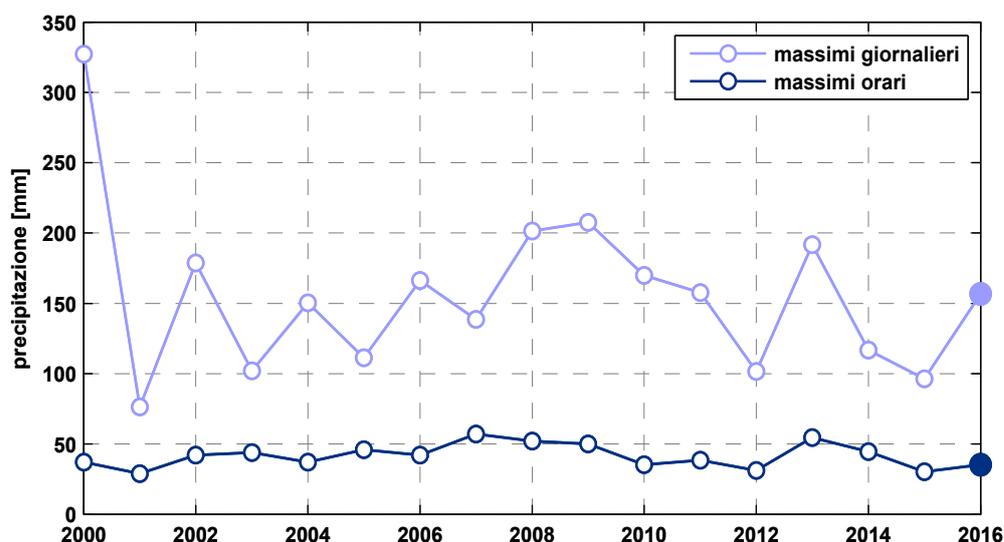


Fig. 1.8. Valori massimi, giornalieri e orari, registrati dalle stazioni meteorologiche della Valle d'Aosta dal 2000.

Indici climatici

In questo paragrafo sono presentati alcuni indici che caratterizzano la frequenza delle precipitazioni.

- *Numero giorni di pioggia*: indica il numero di giorni in un anno con precipitazione maggiore di 1 mm.
- *Numero giorni di pioggia forte*: indica il numero di giorni in un anno con precipitazione maggiore di 15 mm.
- *Numero giorni di pioggia molto forte*: indica il numero di giorni in un anno con precipitazione maggiore di 45 mm.
- *Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia*: indica il numero massimo in un anno di giorni consecutivi con precipitazione maggiore di 1 mm.
- *Numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia*: indica il numero massimo in un anno di giorni consecutivi con precipitazione inferiore a 1 mm.

Nella tabella 1.3 sono elencati i valori medi di tali indici relativi all'anno esaminato, per tutto il territorio valdostano e per le diverse zone di allerta. I valori medi sono ottenuti come media matematica dei valori ricavati dai dati delle diverse stazioni meteorologiche.

Valori medi degli indici di precipitazione [numero giorni in un anno]	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Giorni di pioggia	96	77	98	91	107
Giorni di pioggia forte	9	6	12	8	7
Giorni di pioggia molto forte	2	0	4	2	0
Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia	7	6	6	6	9

Tab. 1.3. Numero medio degli indici climatici per tutta la Regione Valle d'Aosta e per le zone di allerta.

Il grafico di figura 1.9 riassume il numero medio di giorni di pioggia per le zone di allerta.

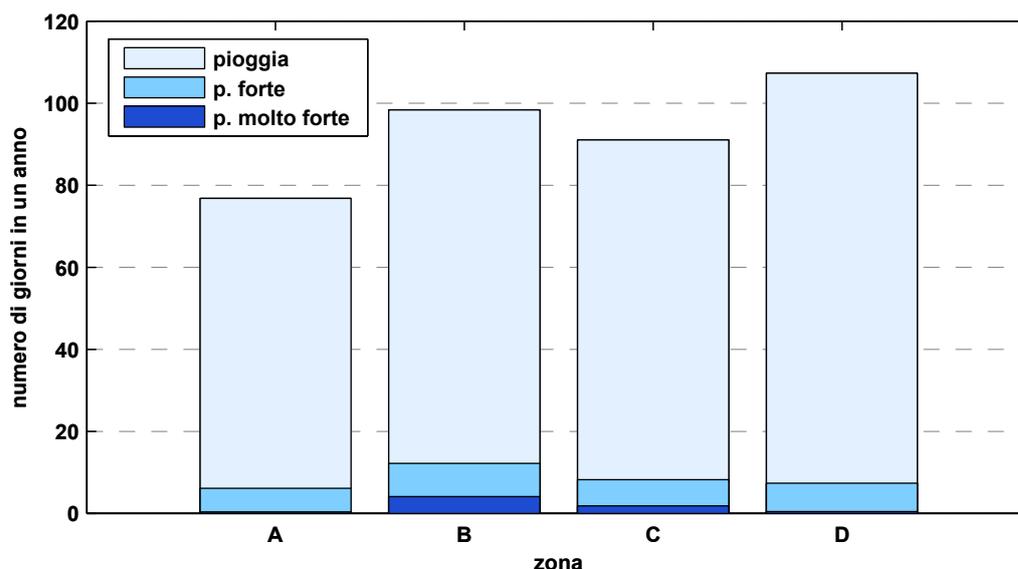


Fig. 1.9. Numero di giorni di pioggia del 2016, per le zone di allerta.

Nella tabella 1.4 sono indicate le stazioni meteorologiche che hanno registrato il numero massimo e il numero minimo di giorni di pioggia.

Occorre evidenziare che per i pluviometri posti ad alta quota sussiste un rischio di sovrastima del dato di precipitazione poiché il vento forte può sollevare la neve e farla ricadere all'interno del pluviometro, facendo aumentare formalmente i giorni di pioggia. In relazione anche a questo aspetto, prima di effettuare elaborazioni, i dati di tutti i pluviometri sono stati controllati e corretti in tutti quei casi in cui era evidente la presenza di tale fenomeno; tuttavia è possibile che il dato permanga ancora leggermente sovrastimato.

Massimi e minimi degli indici di precipitazione [numero giorni in un anno]	Massimo	Dove	Minimo	Dove
Giorni di pioggia	160	S.-Rhémy-en-Bosses – G. S. Bernardo	68	Aosta - Piazza Plouves
Giorni di pioggia forte	18	S.-Rhémy-en-Bosses – G. S. Bernardo	2	Chamois - Lac de Lou
Giorni di pioggia molto forte	11	Lillianes – Granges	0	Chamois - Lac de Lou
Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia	16	S.-Rhémy-en-Bosses – G. S. Bernardo		

Tab. 1.4. Numero massimo e minimo degli indici climatici e luogo in cui sono stati registrati.

1.2. QUATTRO STAZIONI A CONFRONTO CON LA STORIA

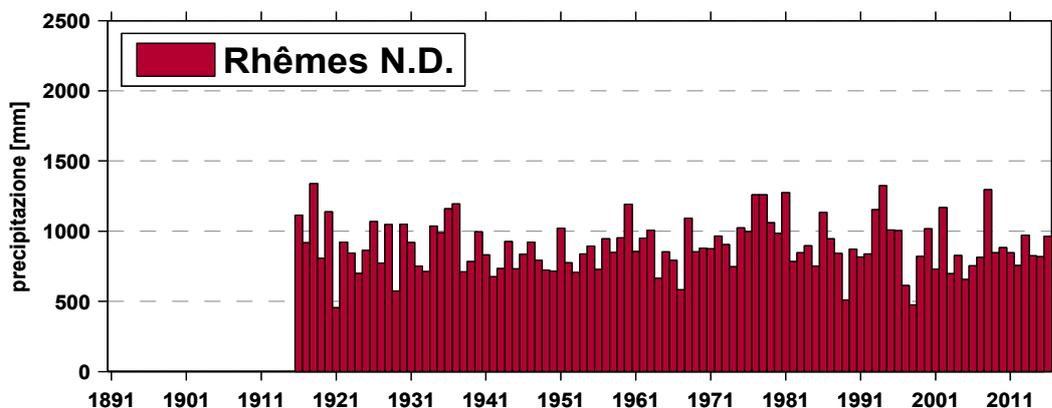
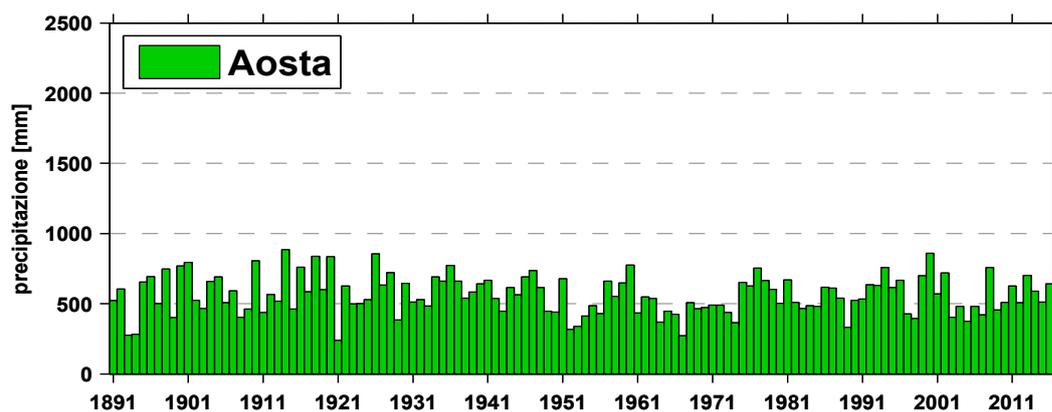
Precipitazioni annuali

In questo paragrafo vengono presentati i dati storici di precipitazione ricavati da quattro stazioni meteorologiche della Valle d'Aosta. Le stazioni, scelte tra quelle che presentano una serie storica più lunga e affidabile, sono Aosta, Rhêmes-Notre-Dame, Pontboset e Gressoney-La-Trinité. Le serie storiche sono state controllate e in parte integrate dei dati mancanti, per confronto con stazioni poste nelle vicinanze. La stazione di Aosta è quella che presenta la serie storica più lunga, disponendo di dati digitalizzati, continuativamente, dal 1891 ad oggi.

Nella tabella 1.5 sono indicate le precipitazioni totali dell'anno considerato e nei grafici seguenti (figura 1.10) sono riportate le precipitazioni annuali dall'inizio della serie di misure ad oggi.

Precipitazione totale annuale [mm]	Aosta	Rhêmes N.D.	Pontboset	Gressoney L.T.
Anno 2016	640	962	1397	1035

Tab. 1.5. *Cumulate annuali del 2016 delle quattro stazioni considerate per il confronto con lo storico.*



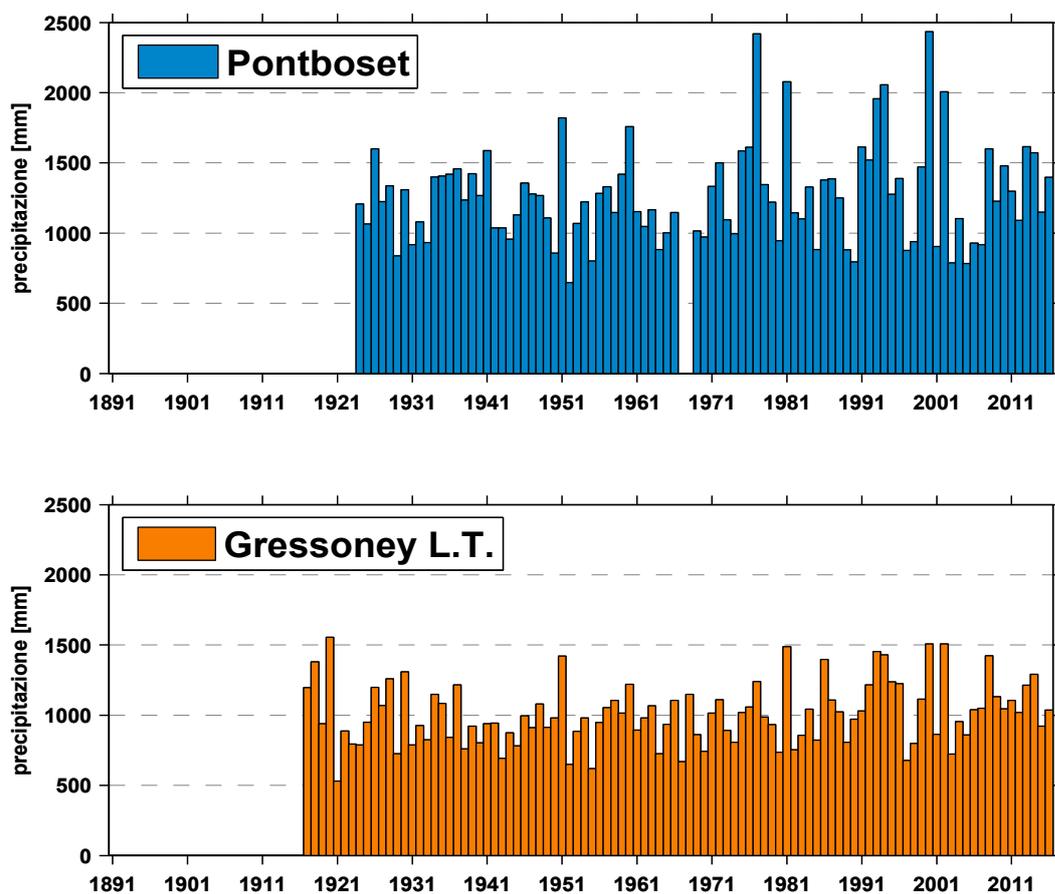


Fig.1.10. Serie storica delle precipitazioni annuali per quattro stazioni meteorologiche.

Il grafico in figura 1.11 propone un confronto tra la precipitazione del 2016 e i dati della serie storica: la distribuzione dei dati storici è rappresentata utilizzando il *boxplot* (si veda la guida alla lettura). I dati storici mostrano che la precipitazione annuale media nella zona di Aosta è circa 560 mm, a Rhêmes-Notre-Dame 890 mm, a Gressoney-La-Trinité 1000 mm e a Pontboset 1260 mm. I valori estremi sono il minimo di 240 mm misurati nel 1921 ad Aosta e il massimo di 2434 mm a Pontboset nel 2000.

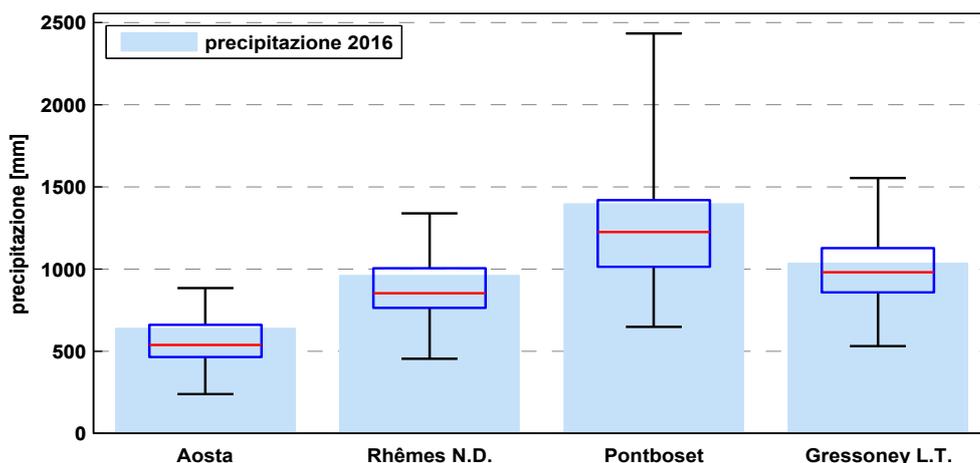


Fig.1.11. Precipitazione totale del 2016 a confronto con i dati delle serie storiche.

Precipitazioni mensili e stagionali

• Aosta

Il grafico in figura 1.12 mostra le precipitazioni mensili per l'anno in esame messe a confronto con i dati della serie storica. Secondo i dati storici il mese mediamente più piovoso è ottobre (valore mediano di 52 mm) e il valore record di 296 mm è stato registrato nell'ottobre del 2000; il mese mediamente meno piovoso è gennaio, con un valore mediano di 27 mm.

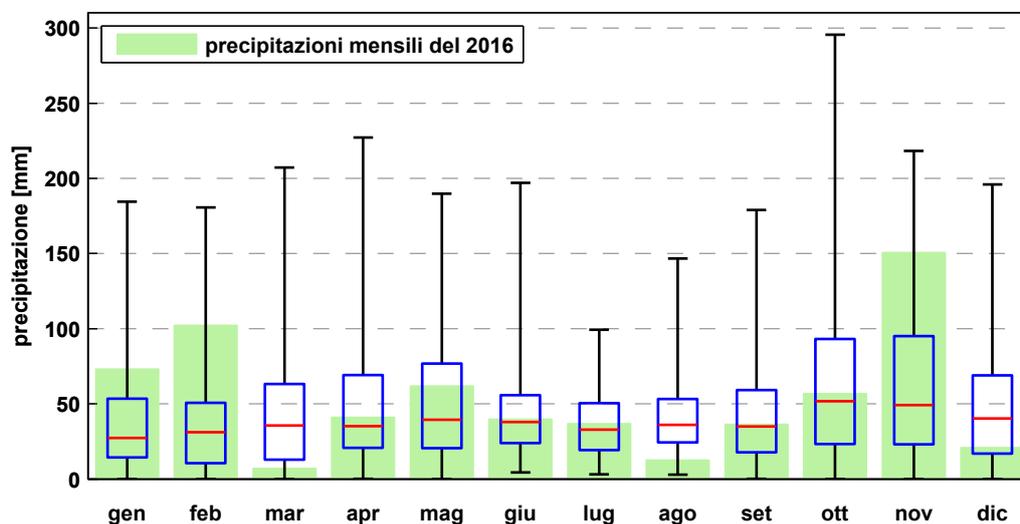


Fig. 1.12. *Precipitazioni mensili della stazione di Aosta.*

Le precipitazioni sono confrontate in un contesto stagionale in figura 1.13. Osservando i dati storici si deduce che la stagione mediamente più piovosa è l'autunno (valore mediano 162 mm), seguito dalla primavera (140 mm), dall'inverno (114 mm) e dall'estate (113 mm). Il massimo stagionale assoluto, per la stazione di Aosta, è stato raggiunto nell'autunno del 2000 (504 mm). Il massimo invernale (349 mm) è associato alle precipitazioni dell'inverno 1902, ricordato nelle cronache per le abbondanti nevicate che fecero crollare alcuni tetti. Il massimo primaverile (427 mm) è relativo all'anno 1898, le cui abbondanti nevicate all'inizio del mese di marzo sono riportate nelle cronache dell'epoca. Il massimo estivo di 259 mm, associato all'estate del 1957, è imputabile all'evento alluvionale che ha colpito la Valle d'Aosta nei giorni 12-15 giugno.

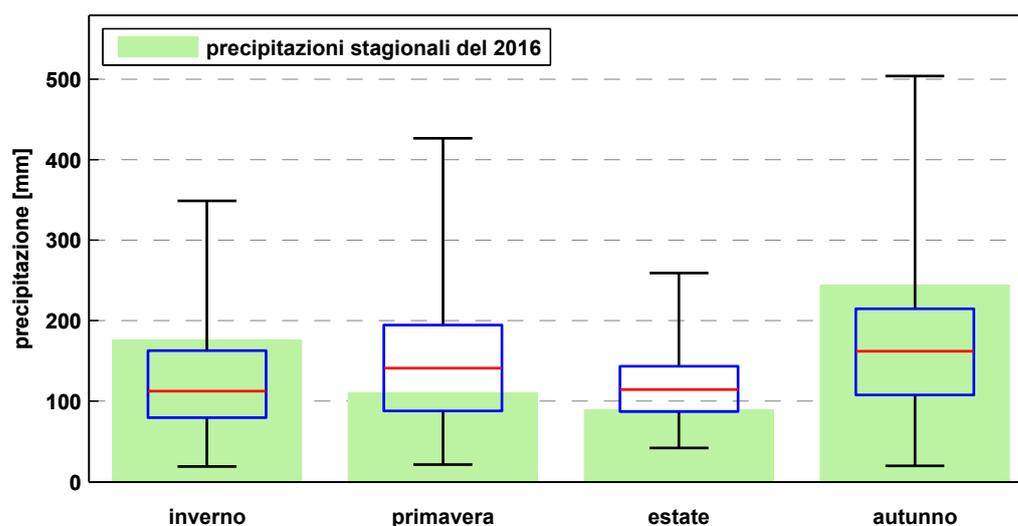


Fig. 1.13. *Precipitazioni stagionali della stazione di Aosta.*

• Rhêmes-Notre-Dame

Il grafico in figura 1.14 rappresenta le precipitazioni mensili a Rhêmes-Notre-Dame, per l'anno in esame, messe a confronto con i dati della serie storica. I mesi mediamente più piovosi sono maggio e ottobre (valori mediani rispettivamente di 74 e 76 mm); il record storico per la stazione di Rhêmes-Notre-Dame è di 416 mm registrati nel mese di aprile 1918 (precipitazioni non associate ad eventi alluvionali importanti) che superano i 366 mm registrati ad ottobre 2000.

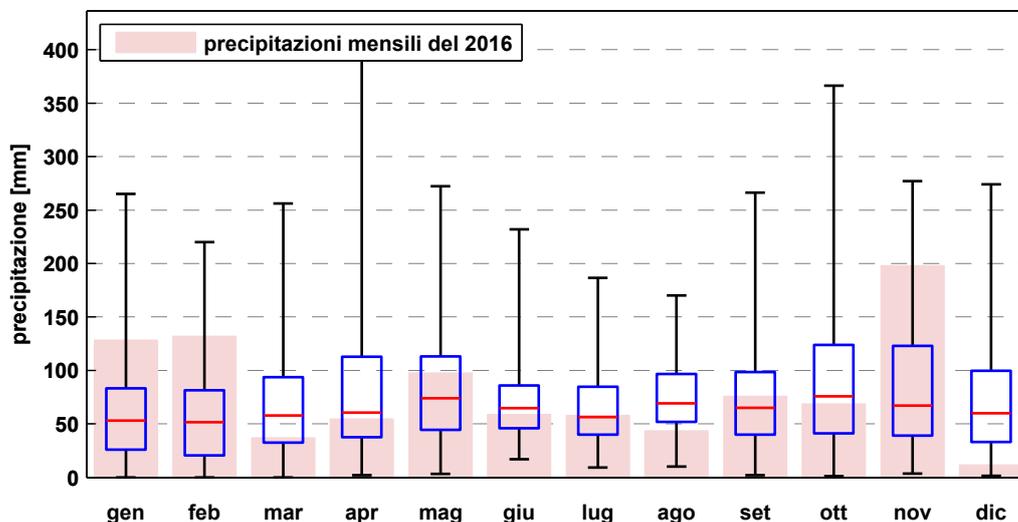


Fig. 1.14. Precipitazioni mensili per la stazione di Rhêmes-Notre-Dame.

Le precipitazioni sono confrontate in un contesto stagionale in figura 1.15. Per quanto riguarda la serie storica dei dati della stazione di Rhêmes-Notre-Dame, si può osservare che le stagioni mediamente più piovose sono l'autunno e la primavera (valore mediano rispettivamente 242 e 221 mm) seguite dall'estate (203 mm) e dall'inverno (170 mm). Il massimo assoluto delle precipitazioni stagionali è associato alla primavera del 1918 (606 mm), di cui si ricordano le abbondanti nevicate verificatesi nel mese di aprile (per un totale di 416 cm di neve caduta). Il massimo primaverile supera di pochi millimetri le precipitazioni registrate nell'autunno del 2000 (593 mm). Le precipitazioni massime dell'inverno e dell'estate sono associate rispettivamente agli anni 1955 e 1973, nei quali tuttavia non sono stati registrati eventi di particolare intensità.

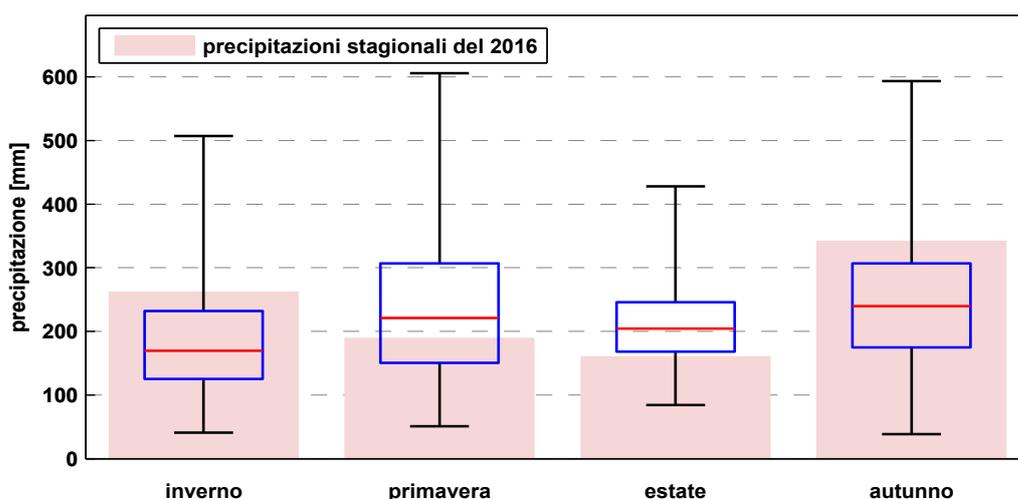


Fig. 1.15. Precipitazioni stagionali per la stazione di Rhêmes-Notre-Dame.

- Pontboset

Il grafico in figura 1.16 rappresenta le precipitazioni mensili a Pontboset, per l'anno in esame, messe a confronto con i dati della serie storica. Secondo i dati storici, il mese mediamente più piovoso è maggio, con un valore mediano di circa 135 mm e quello meno piovoso è gennaio, con circa 28 mm; il massimo assoluto (879 mm) è stato registrato a ottobre, in corrispondenza dell'alluvione del 2000.

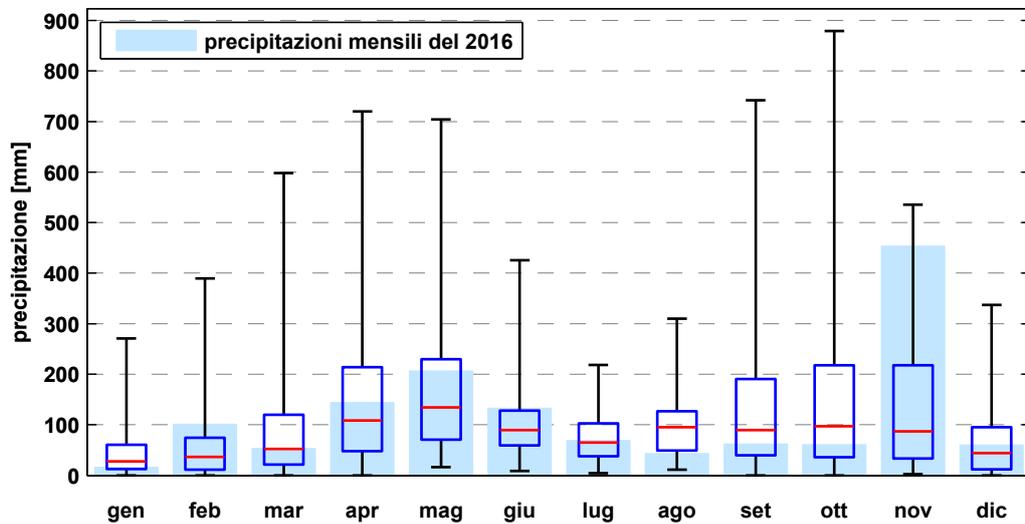


Fig. 1.16. Precipitazioni mensili per la stazione di Pontboset.

Analizzando la serie storica relativa alle precipitazioni stagionali (figura 1.17) si può notare che le stagioni mediamente più piovose sono l'autunno e la primavera (valore mediano pari a 382 mm) seguite dall'estate (265 mm) e dall'inverno (139 mm). Si evidenzia che le precipitazioni dell'autunno 2000 (1547 mm) sono le massime stagionali registrate a Pontboset dal 1924. Esse superano di quasi 500 mm quelle della primavera 1981, anno in cui le forti precipitazioni della fine del mese di marzo (632 mm) chiudono una stagione invernale particolarmente secca (minimo storico stagionale di 11 mm). Il massimo estivo è di 586 mm, ed è relativo all'estate del 2002, anno in cui è stato registrato un evento alluvionale, nel mese di giugno, particolarmente intenso nella parte sud-orientale della regione. Il massimo invernale (543 mm) è associato all'inverno 1974, anno in cui, però, non sono stati registrati eventi di particolare entità.

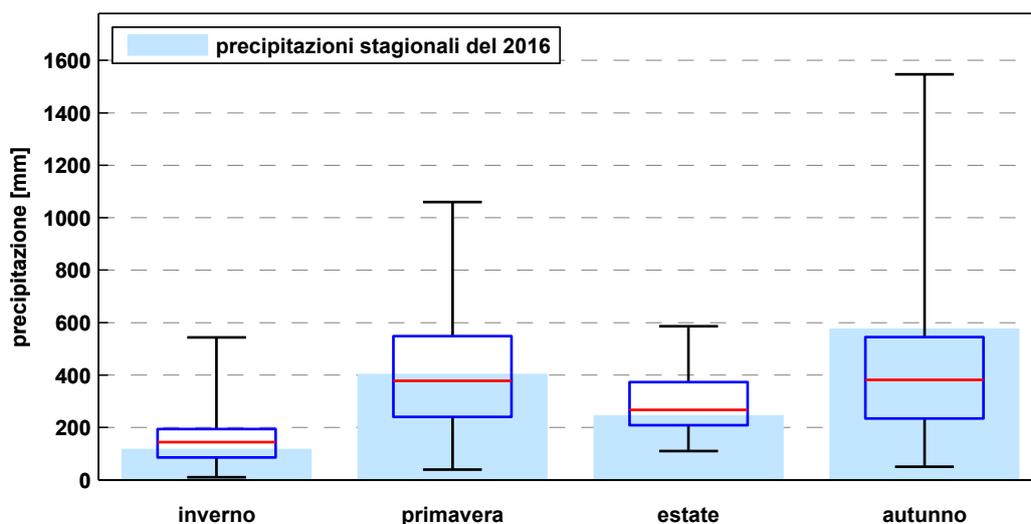


Fig. 1.17. Precipitazioni stagionali per la stazione di Pontboset.

• Gressoney-La-Trinité

Il grafico in figura 1.18 rappresenta le precipitazioni mensili registrate a Gressoney-La-Trinité nel 2016 a confronto con i dati della serie storica. In base ai dati storici, il mese mediamente più piovoso è maggio, con una media che supera i 100 mm, e quello meno piovoso è gennaio, con un valore mediano di 34 mm; la massima precipitazione mensile di tutta la serie è stata invece registrata a dicembre 1916 (658 mm).

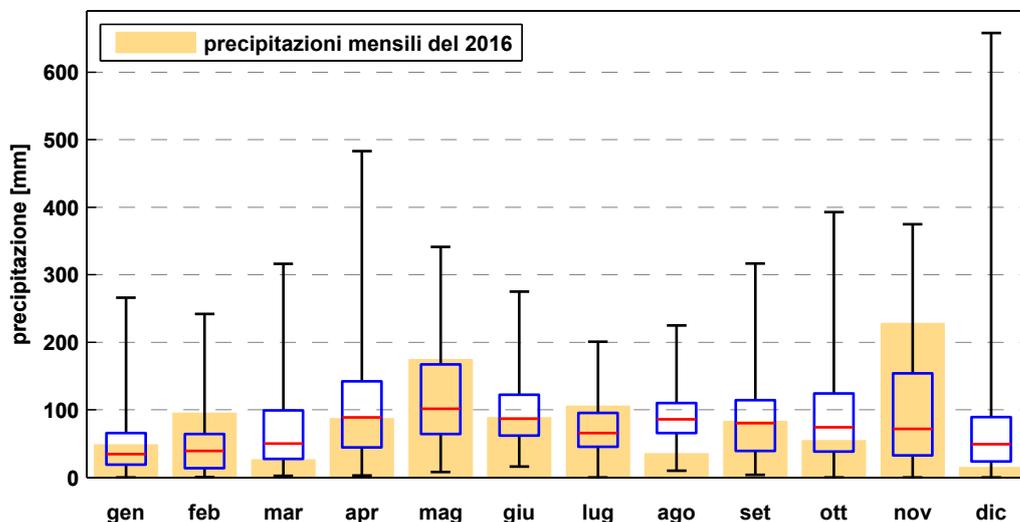


Fig. 1.18. Precipitazioni mensili per la stazione di Gressoney-La-Trinité.

Le precipitazioni sono confrontate in un contesto stagionale in figura 1.19.

Il massimo autunnale associato all'alluvione del 2000 (752 mm) è superato, di pochi millimetri, da quello primaverile (759 mm), relativo al 1981, in cui si è verificato un evento intenso a fine marzo, che ha interessato particolarmente le Valli del Lys, di Champorcher, del Gran Paradiso; tuttavia, rispetto all'autunno del 2000, l'evento del 1981 non è associato a gravi dissesti e inondazioni, probabilmente per via della neve caduta sopra i 1600 metri. Da segnalare il massimo invernale di 685 mm, associato all'inverno del 1916/1917, ricordato negli annali meteorologici per le abbondanti nevicate e per le temperature rigide: esso risulta, in base ai dati a disposizione, tra gli inverni più nevosi per numerose località valdostane. Il massimo estivo è associato al 2002 la cui estate è ricordata come una stagione piovosa, in particolare nella parte sud-orientale della Regione.

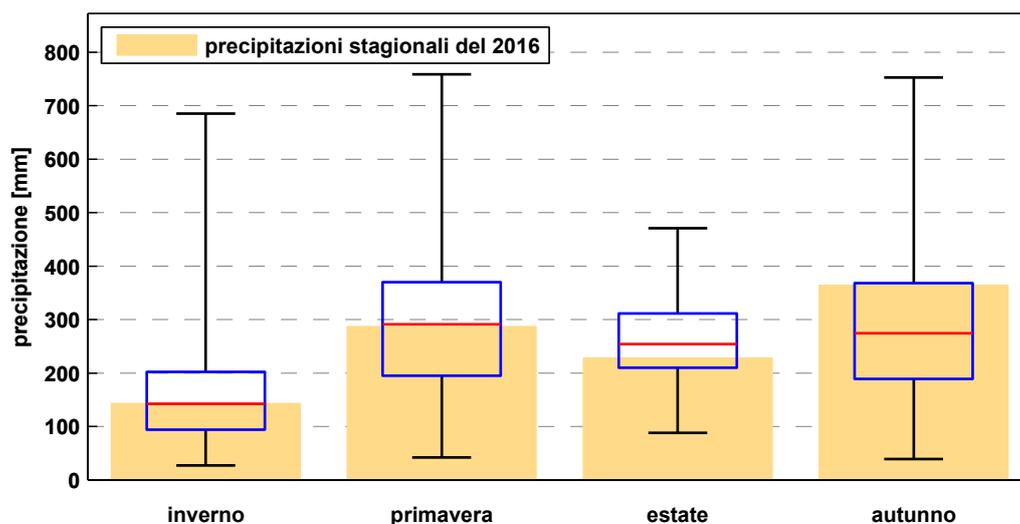


Fig. 1.19. Precipitazioni stagionali per la stazione di Gressoney-La-Trinité.

Precipitazioni massime

In questo paragrafo sono presentate le precipitazioni massime orarie e giornaliere per le quattro stazioni prese in considerazione. I valori delle precipitazioni massime per l'anno esaminato sono riportati in tabella 1.6. Si segnala che, per quanto riguarda i massimi orari, non è possibile un confronto con i dati delle serie storiche per quanto riguarda i massimi orari, in quanto storicamente i dati di precipitazione sono stati misurati manualmente una volta ogni 24 ore e, dunque, non sono disponibili dati orari per l'intero periodo storico considerato.

Precipitazioni massime 2016 [mm]	Aosta	Rhêmes N.D.	Pontboset	Gressoney L.T.
giornaliera	44	67	157	60
oraria	26	9	17	17

Tab. 1.6. *Precipitazioni massime giornaliere e orarie del 2016 per le quattro stazioni in esame.*

Nel grafico in figura 1.20 si può osservare che le precipitazioni giornaliere massime registrate ad Aosta mediamente si avvicinano ai 50 mm, e non hanno mai superato i 150 mm, mentre a Pontboset sono mediamente comprese tra 100 e 150 mm, con un massimo assoluto di 371, registrato il 6 novembre 1994, superiore ai 327 mm misurati il 15 ottobre 2000.

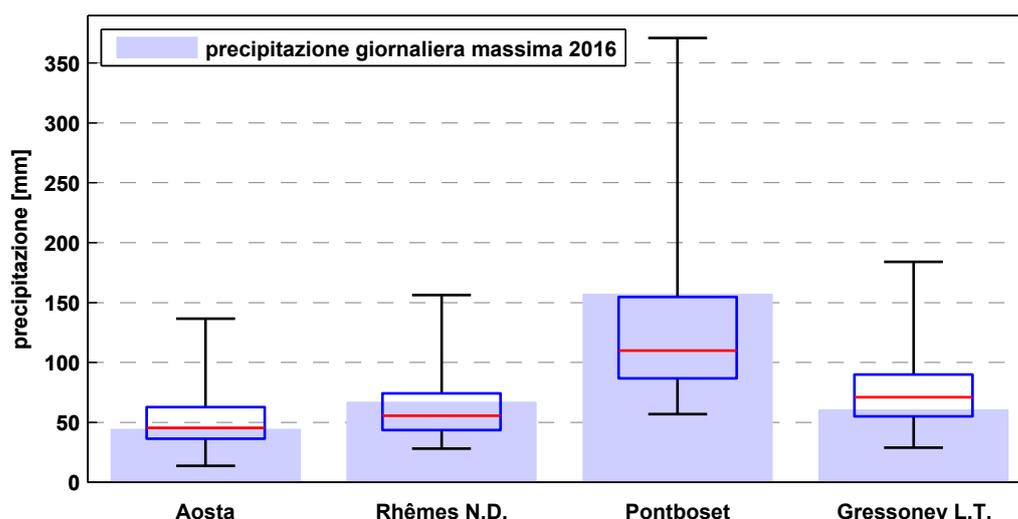


Fig. 1.20. *Precipitazioni giornaliere massime del 2016 a confronto con i dati delle serie storiche.*

Indici climatici

In questo paragrafo si confrontano con i dati storici, per le stazioni prese a riferimento, gli indici climatici introdotti nel paragrafo 1.1. La tabella 1.7 riporta i valori degli indici calcolati per le quattro stazioni in esame per l'anno esaminato.

Indici di precipitazione 2016 [numero giorni in un anno]	Aosta	Rhêmes N.D.	Pontboset	Gressoney L.T.
Giorni di pioggia	68	108	96	108
Giorni di pioggia forte	7	7	14	13
Giorni di pioggia molto forte	0	1	6	3
Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia	5	7	5	8
Numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia	41	23	26	23

Tab. 1.7. *Indici di pioggia del 2016 per le quattro stazioni in esame.*

Il numero di giorni di pioggia, ossia con precipitazione misurata uguale o superiore a 1 mm, varia per le quattro stazioni: dal grafico in figura 1.21 si nota che per la zona di Aosta, in un anno sono misurati mediamente circa 70 giorni di pioggia, mentre per Gressoney-La-Trinité il numero medio di giorni di pioggia è di poco inferiore a 100. Questo rispecchia il diverso regime pluviometrico delle zone di appartenenza delle quattro stazioni.

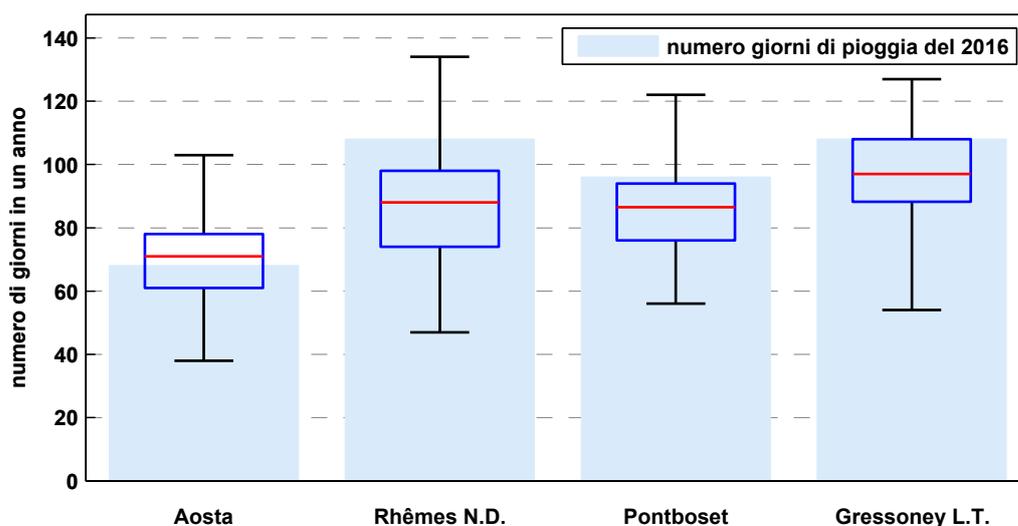


Fig. 1.21. *Numero di giorni di pioggia del 2016 a confronto con i dati delle serie storiche.*

Il numero di giorni di pioggia forte è generalmente maggiore a Pontboset rispetto alle altre stazioni, dove risulta essere mediamente di 13 giorni e dove non sono mai stati misurati più di 25 giorni di pioggia forte. Per la stazione di Aosta la media è di 4 giorni di pioggia forte in un anno e per Rhêmes-Notre-Dame e Gressoney-La-Trinité rispettivamente di 7 e di 9 giorni. Il massimo numero di giorni di pioggia forte è stato registrato ad Aosta nel 1901 (11 giorni), a Rhêmes-Notre-Dame nel 1978 (16 giorni), a Pontboset nel 1977 (25 giorni) e a Gressoney-La-Trinité nel 1918 (21 giorni).

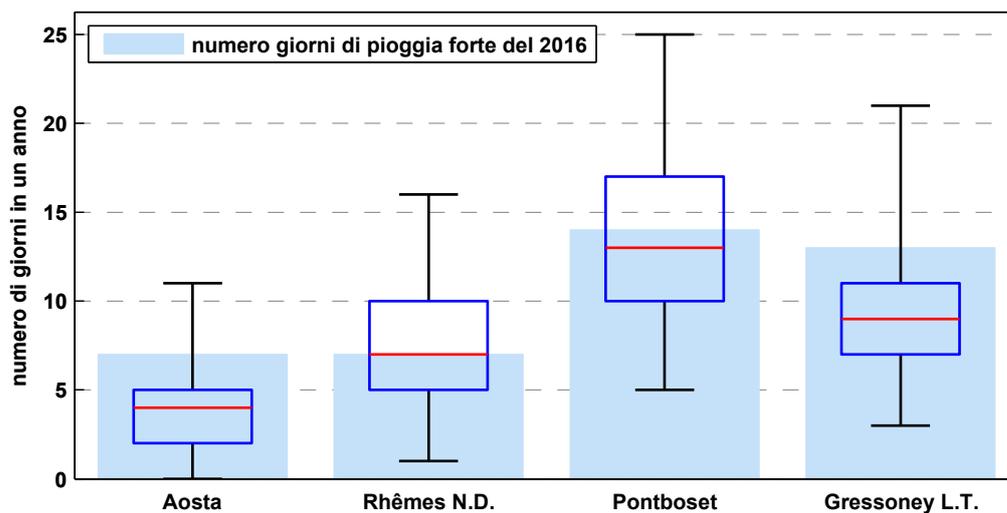


Fig. 1.22. Numero di giorni con precipitazione superiore a 15 mm.

Dai dati delle serie storiche emerge che, mediamente, il numero di giorni di pioggia molto forte varia tra un solo giorno in un anno ad Aosta e 6 giorni all'anno a Pontboset. I massimi valori delle serie si hanno in corrispondenza degli anni 1918 (ad Aosta), 1928 (a Rhêmes-Notre-Dame), 1977 (a Pontboset) e 1918 (a Gressoney-La-Trinité).

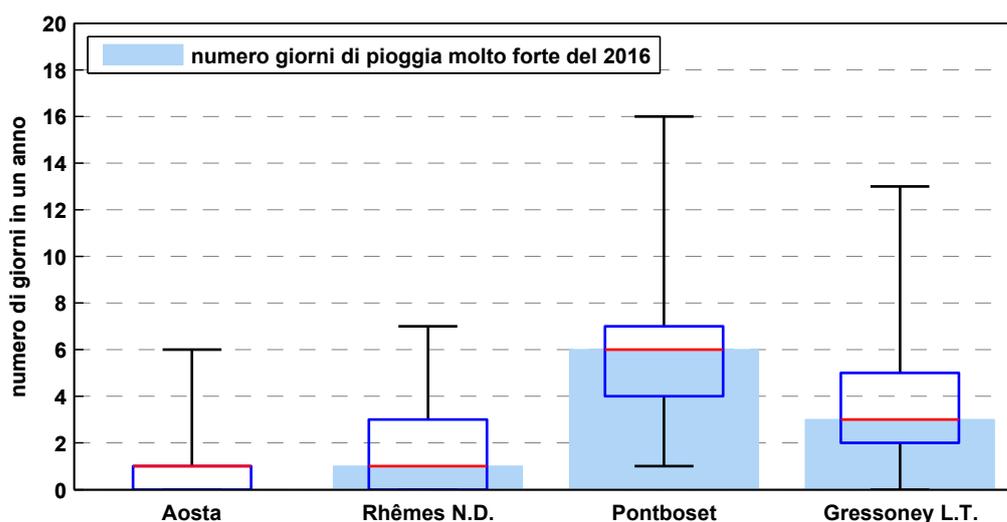


Fig. 1.23. Numero di giorni con precipitazione superiore a 45 mm

2. TEMPERATURE

Nella prima parte sono descritte le temperature misurate da tutte le stazioni meteorologiche poste sul territorio valdostano; l'attenzione è in seguito focalizzata su un campione rappresentativo di dodici di queste stazioni, per le quali sono introdotti alcuni indici climatici; per tre di queste gli indici sono calcolati, inoltre, con dettaglio mensile. La seconda parte è dedicata al confronto tra le temperature misurate in quattro stazioni (Saint-Christophe, Issime, Valgrisenche e Gressoney-La-Trinité) e le loro serie storiche. Le stazioni scelte sono quelle che presentano una serie di dati lunga almeno 30 anni e giudicata sufficientemente affidabile. Non coincidono con quelle scelte per il confronto dei dati di precipitazione, poiché, storicamente, non in tutte le stazioni sono state misurate entrambe le grandezze e, inoltre, molte serie di dati di temperatura sono risultate non omogenee.

“MASSIME & MINIME ...”

Il 2016 è risultato a livello globale l'anno più caldo degli ultimi 137; in Europa il 2016 si piazza al terzo posto, dopo il 2014 e il 2015, mentre la media invernale (dicembre 2015 - febbraio 2016) è la più alta dell'ultimo secolo (fonte NOAA).

Le temperature registrate in Valle d'Aosta sono in linea con quelle osservate in Europa. L'estate è risultata calda e secca e i mesi di settembre e dicembre hanno registrato temperature record per la stagione. Nel mese di dicembre 2016, analogamente a dicembre 2015, le particolari condizioni meteorologiche hanno fatto sì che l'anomalia positiva delle temperature fosse particolarmente evidente per le stazioni situate ad alta quota.

L'analisi delle serie storiche a disposizione, di quattro stazioni (Saint-Christophe, Issime, Valgrisenche e Gressoney-la-Trinité), a partire dagli anni '70 del secolo scorso, evidenzia, oltre ad una temperatura media annuale superiore al 75° percentile, un elevato numero di giornate estive (con temperatura massima superiore a 25°C) e un numero basso di giornate invernali (con temperatura massima e minima al di sotto dei 0°C). Il segnale contro tendenza della stazione di Valgrisenche è attribuibile allo spostamento della stessa in seguito all'abbassamento della diga.

Nel grafico in figura 2.1 è rappresentato l'andamento delle temperature massime e minime giornaliere, misurate nella stazione meteorologica di Aosta situata in piazza Plouves. Si possono osservare numerose giornate, a partire da metà giugno fino a metà settembre, in cui la temperatura massima ha superato i 30°C. Inoltre si possono notare valori elevati ed inconsueti di temperatura (sia massima sia minima) a cavallo tra gennaio e febbraio (con un picco superiore ai 20°C) e nel mese di dicembre.

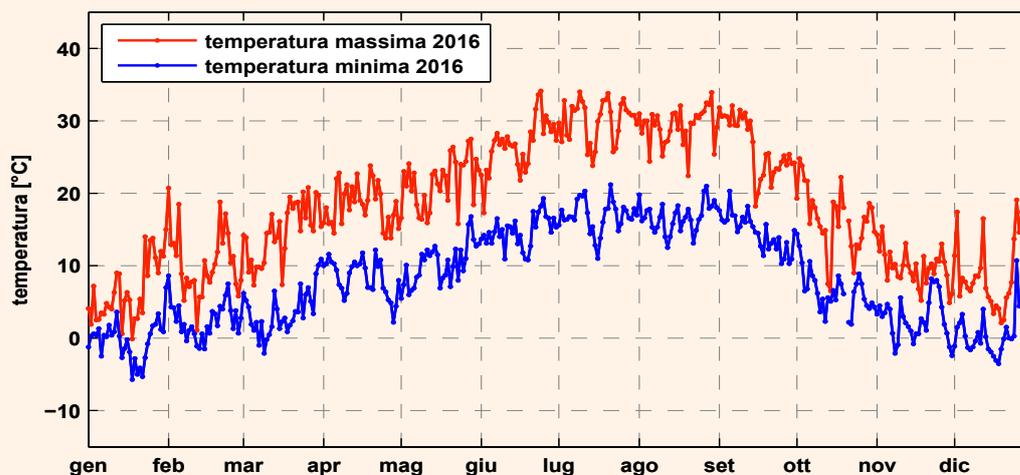


Fig. 2.1. Temperature massime e minime giornaliere misurate dalla stazione meteorologica di Aosta, situata in piazza Plouves.

2.1 IL 2016 IN VALLE D'AOSTA

Temperatura media annuale

La temperatura dell'aria, in prossimità del suolo, oscilla giornalmente tra un valore minimo, raggiunto generalmente poco prima del sorgere del sole, e un valore massimo, nelle prime ore pomeridiane.

In base ai dati registrati ad intervalli regolari (generalmente uguali o inferiori all'ora) da ogni stazione meteorologica è, quindi, possibile determinare i valori di temperatura massima, minima e media giornaliera. Il valore di temperatura media giornaliera varia ovviamente durante l'anno, in base alle stagioni, essendo minimo in inverno e massimo in estate.

Per ogni località in cui è situata una stazione meteorologica, dalle temperature medie giornaliere è di conseguenza possibile ricavare la temperatura media annua. Il valore di temperatura media annua è strettamente legato alla quota: ogni 100 metri la temperatura diminuisce mediamente di 0.58 °C. In base a queste osservazioni e ai dati ricavati dalle stazioni meteorologiche distribuite sul territorio regionale, è stato possibile produrre una carta delle temperature medie di tutto il territorio regionale.

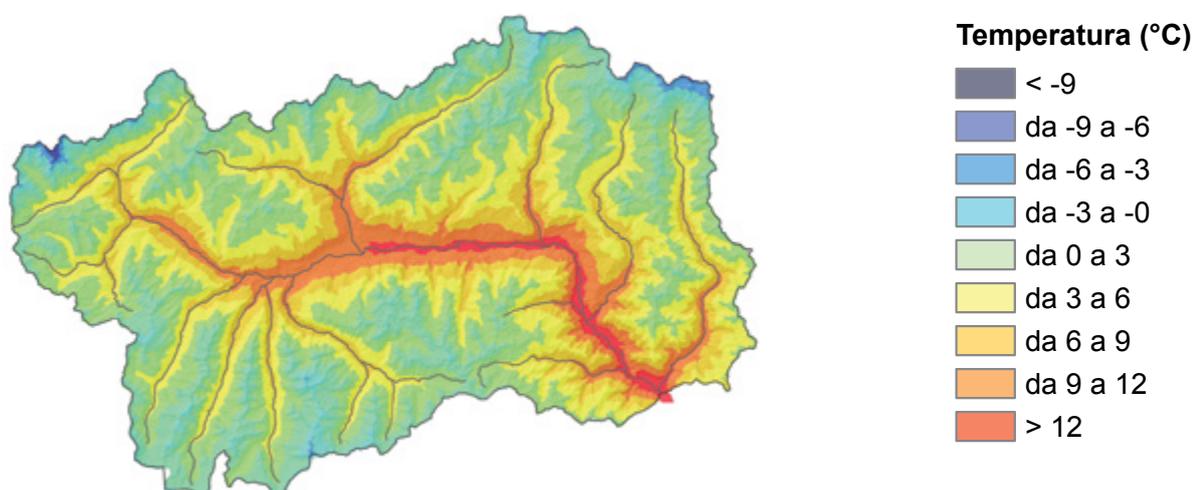


Fig. 2.2. Carta della temperatura media annuale.

La quota non è l'unico parametro da cui dipende la temperatura, che varia anche a seconda dell'esposizione, della vegetazione, della copertura nevosa, etc.

Tentativi di realizzare mappe che tenessero conto anche di questi fattori sono stati effettuati, tuttavia il lavoro non ha dato risultati apprezzabili; le differenze sono risultate, infatti, inferiori all'errore strumentale. Calcolato per brevi intervalli di tempo, inferiori al giorno, il coefficiente con cui varia la temperatura rispetto alla quota (gradiente termico) non risulta costante perché influenzato anche da stagionalità, condizioni atmosferiche e inversione termica. Non è quindi possibile stabilire un valore del gradiente con validità permanente.

Diverso è il risultato per il gradiente termico calcolato per la temperatura media annua. Nel grafico in figura 2.3 ogni punto rappresenta la temperatura media annua di una stazione, in funzione della sua quota. I punti in arancione si riferiscono all'anno in esame, mentre quelli in grigio alla temperatura media degli anni precedenti (dal 2000 al 2014). Si può notare che i punti dello stesso colore si situano approssimativamente su una retta, evidenziata nel grafico, la cui inclinazione rappresenta il gradiente termico. Dall'analisi dei dati risulta che il valore del gradiente della temperatura media annua, per gli anni considerati, è compreso tra 0.56 °C e 0.58 °C ogni 100 metri. Ciò significa che la temperatura media annua diminuisce di circa 3 °C ogni 500 metri di quota. Il grafico permette, inoltre, di confrontare la temperatura media dell'anno esaminato con quella degli anni precedenti a diverse quote.

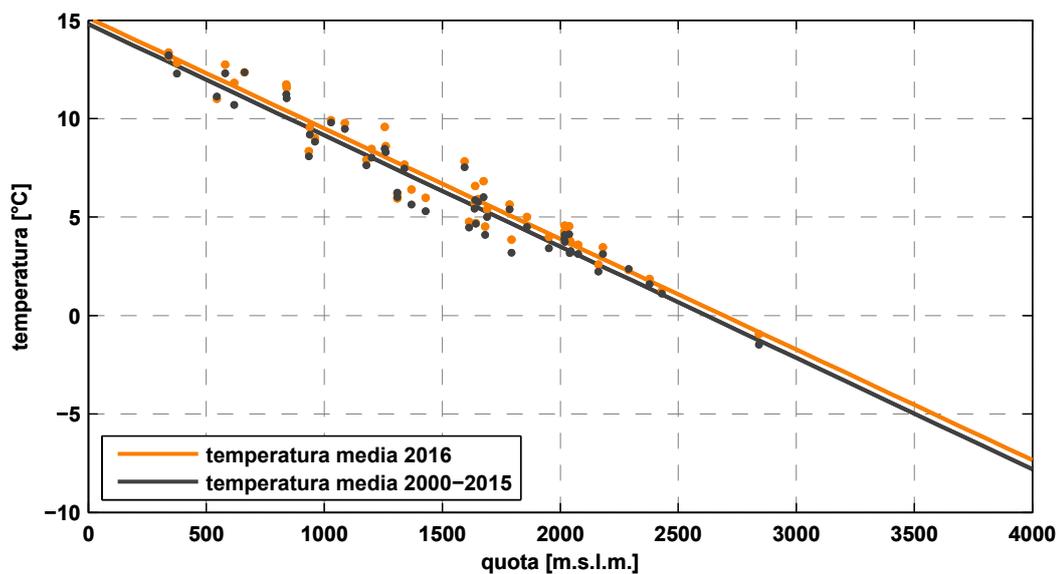
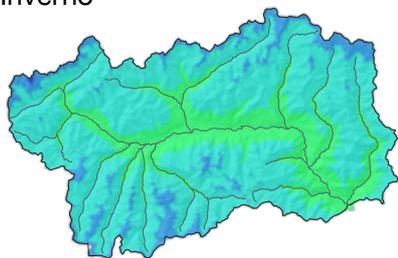


Fig. 2.3. Confronto della Temperatura media annuale in funzione della quota.

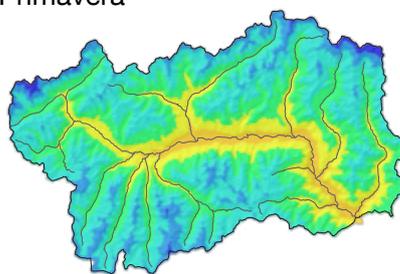
Temperature stagionali e mensili

In modo analogo sono state ottenute le mappe per le temperature medie stagionali. Per convenzione, sono state considerate le stagioni meteorologiche: l'inverno comprende i mesi di dicembre, gennaio e febbraio, la primavera i mesi da marzo a maggio, l'estate quelli di giugno, luglio e agosto, e l'autunno il periodo compreso tra settembre e novembre. L'inverno dell'anno in esame comprende, quindi, anche il mese di dicembre dell'anno precedente, mentre il mese di dicembre 2016 non è stato incluso in questo tipo di elaborazione.

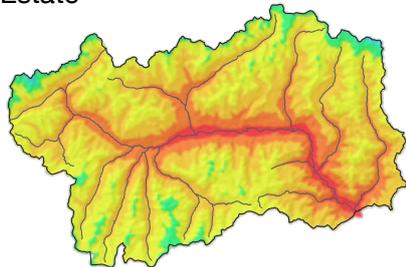
Inverno



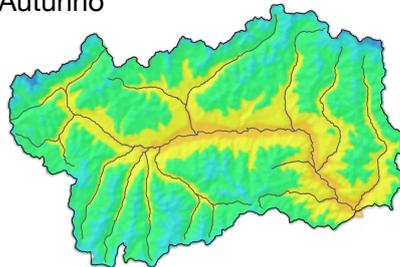
Primavera



Estate



Autunno



Temperatura (°C)



Fig. 2.4. Carte delle temperature medie stagionali.

Anche per quanto riguarda le stagioni, la temperatura media varia in maniera uniforme rispetto alla quota. Possiamo, quindi, calcolare il gradiente termico della temperatura media stagionale per l'anno in esame e confrontarla con il valore ottenuto per gli anni precedenti. Il risultato è riportato nei grafici seguenti (figura 2.5).

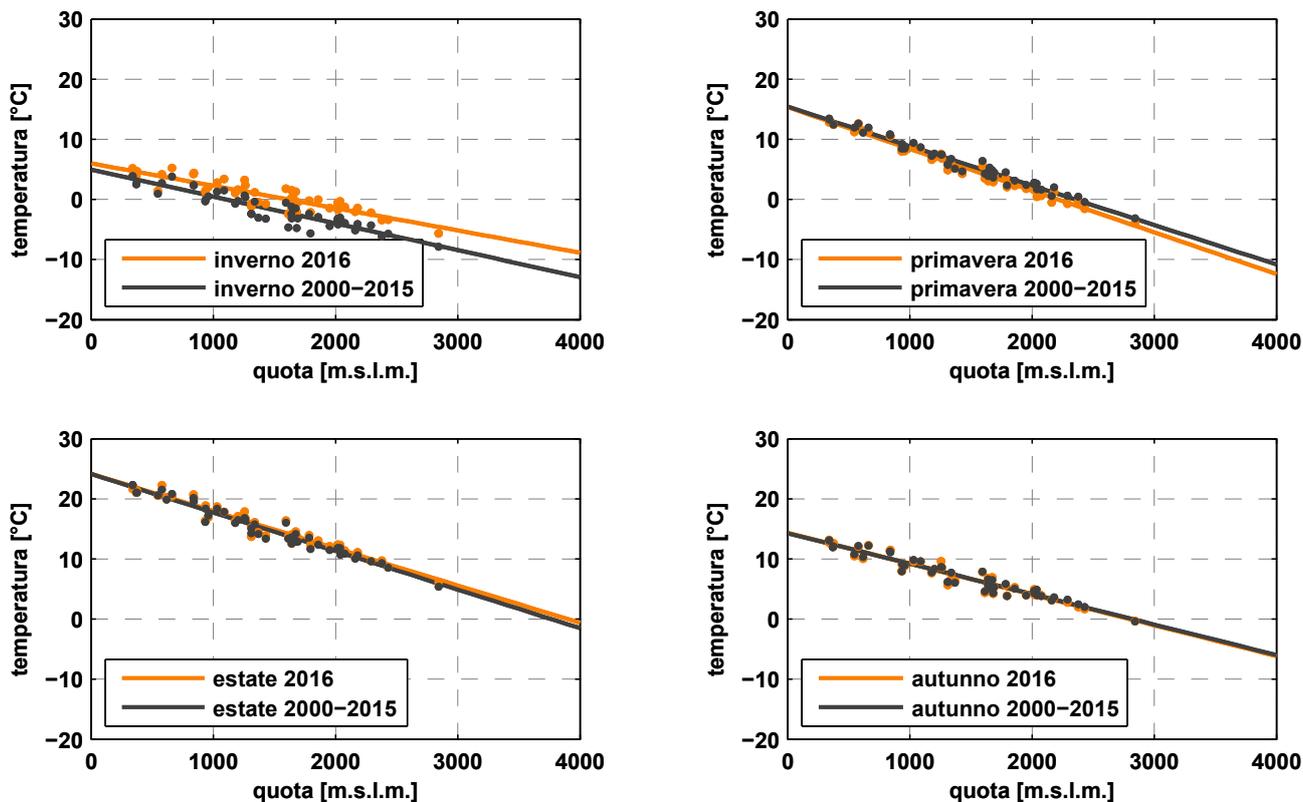


Fig. 2.5. Temperature medie stagionali in funzione della quota.

Nel grafico in figura 2.6 è riportata la temperatura media mensile valutata alla quota di 2100 m s.l.m., ossia la quota media del territorio valdostano. La temperatura media mensile dell'anno in esame è comparata alle temperature medie mensili calcolate negli anni precedenti, a partire dal 2000, i cui valori sono inclusi nei rettangoli colorati.

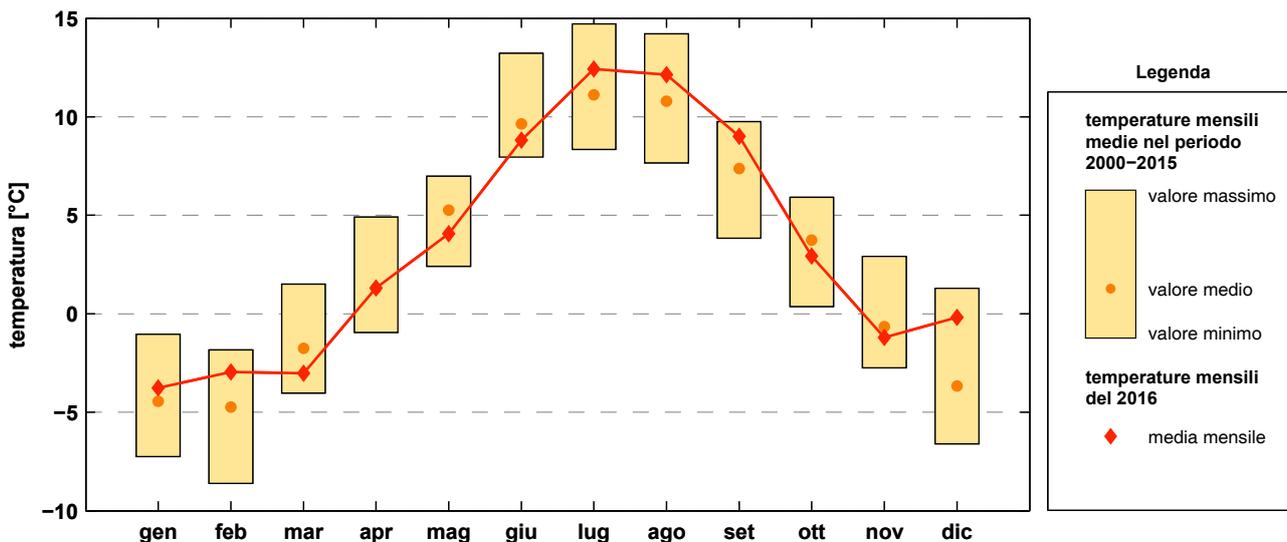


Fig. 2.6. Temperature medie mensili del 2016 a confronto con le medie mensili degli anni precedenti.

Nelle figure 2.7 e 2.8 sono analizzate più dettagliatamente le condizioni meteorologiche di due mesi dell'anno in esame selezionati perché presentano alcune anomalie interessanti.

Il tipo di elaborazione in figura 2.7 è analogo a quelle precedenti, e permette il confronto della temperatura media mensile dell'anno in esame con quelle ottenute negli anni precedenti (a partire dal 2000);

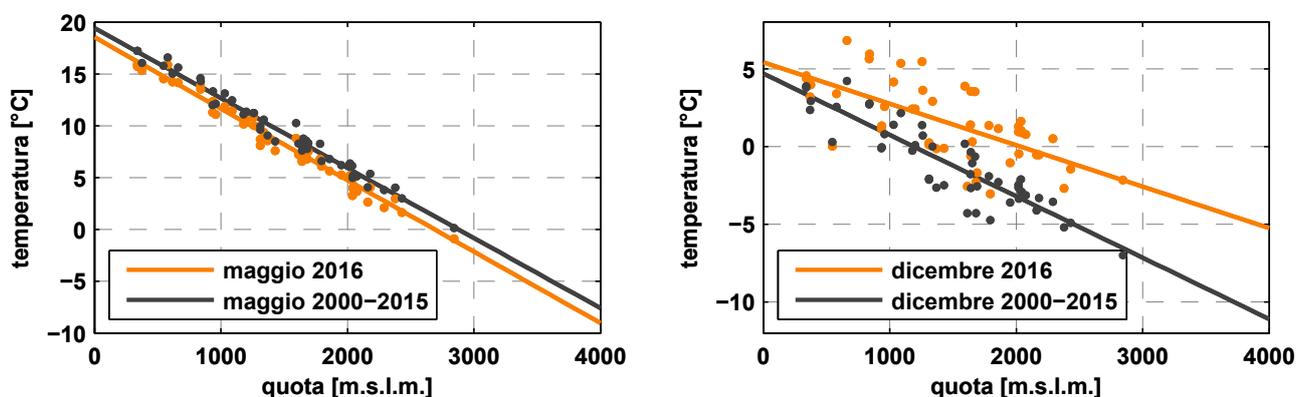


Fig. 2.7. Temperature medie mensili in funzione della quota.

Il mese di maggio è stato uno dei pochi leggermente più freddo rispetto alla media storica, a tutte le quote. Dall'analisi delle carte di geopotenziale medio (figura 2.8) utilizzato per identificare le strutture meteorologiche principali che hanno contraddistinto il periodo in esame, si può notare come il mese di maggio sia caratterizzato da correnti zonali abbastanza basse di latitudine, con frequenti passaggi perturbati.

Il mese di dicembre è invece stato molto mite soprattutto alle quote elevate, con valori anche oltre 4°C superiori alle medie, per la persistenza di un campo anticiclonico di origine africana, con frequenti inversioni termiche nelle valli.

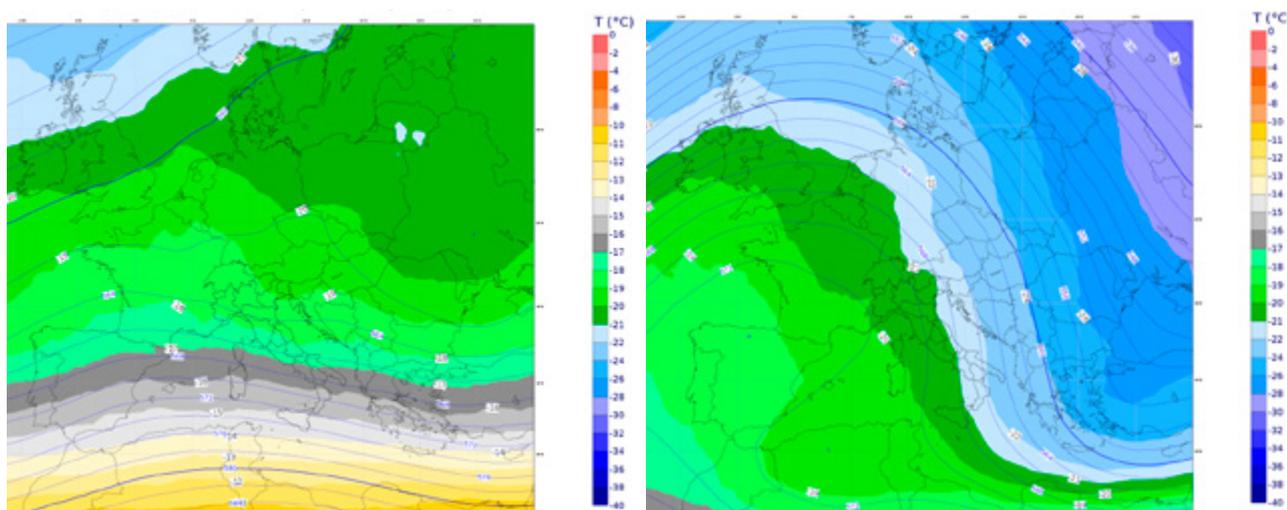


Fig. 2.8. Carta di geopotenziale medio mensile a 700 hPa dei mesi di maggio e dicembre 2016.

Indici climatici per dodici stazioni rappresentative

Nelle pagine seguenti sono riportate alcune elaborazioni effettuate per un campione di dodici stazioni ritenute rappresentative del territorio regionale.

Le stazioni esaminate sono state scelte a titolo di esempio tra quelle della rete di monitoraggio, situate a quote comprese tra i 375 e i 2842 m s.l.m. La quota è la grandezza che maggiormente influisce sulla temperatura,

per cui si è scelto di rappresentare nei grafici le stazioni in ordine di quota. Per ognuna delle stazioni è stato calcolato il valore di alcuni semplici indici climatici relativi all'anno analizzato; in seguito è presentato il dettaglio mensile di tali indici solamente per tre di queste stazioni, per ovvi motivi di sintesi.

Stazione meteorologica (comune)	Località	Quota [m s.l.m.]
Verrès	Capoluogo	375
Aosta	piazza Plouves	580
Morgex	Capoluogo	938
Pontboset	Fournier	1087
Lillianes	Granges	1256
Fénis	Clavalité	1531
Rhêmes-Notre-Dame	Chaudanne	1794
Ayas	Alpe Aventure	2080
Valsavarenche	Orvielle	2170
Saint-Rhémy-en-Bosses	Gran San Bernardo	2360
Valtournenche	Lago Goillet	2541
Morgex	Lavancher	2842

Tab. 2.1. Località e quota di 12 stazioni scelte nella rappresentazione degli indici climatici.

• Temperature massime e minime

Nella tabella 2.2 sono riportate le temperature massime e minime registrate dalle 12 stazioni esaminate e la data relativa.

Stazione	T Max (°C)	Quando	T Min (°C)	Quando
Verrès	31.9	24 giugno	-4.9	20 gennaio
Aosta	34.1	24 giugno	-5.7	18 gennaio
Morgex	33.6	20 luglio	-11.6	18 gennaio
Pontboset	27.3	9 luglio	-7.6	17 gennaio
Lillianes	28.0	9 luglio	-8.1	18 gennaio
Fénis	27.0	20 luglio	-14.7	18 gennaio
Rhêmes-N.D.	26.5	20 luglio	-19.6	18 gennaio
Ayas	25.2	26 agosto	-14.7	18 gennaio
Valsavarenche	22.4	20 luglio	-19.4	18 gennaio
S.Rhémy-en-B.	22.1	24 agosto	-16.2	17 gennaio
Valtournenche	21.8	26 agosto	-17.5	18 gennaio
Morgex-L.	18.1	26 agosto	-19.9	17 gennaio

Tab. 2.2. Temperature massime e minime assolute misurate nel 2016.

• Temperature medie

La temperatura media annuale è ottenuta come media matematica delle temperature medie giornaliere calcolate per ogni stazione. Questo parametro fornisce un primo indice delle temperature annuali. È evidente che la temperatura media dipende dalla quota a cui sono situate le stazioni di misura, come già rilevato nei primi paragrafi di questo capitolo.

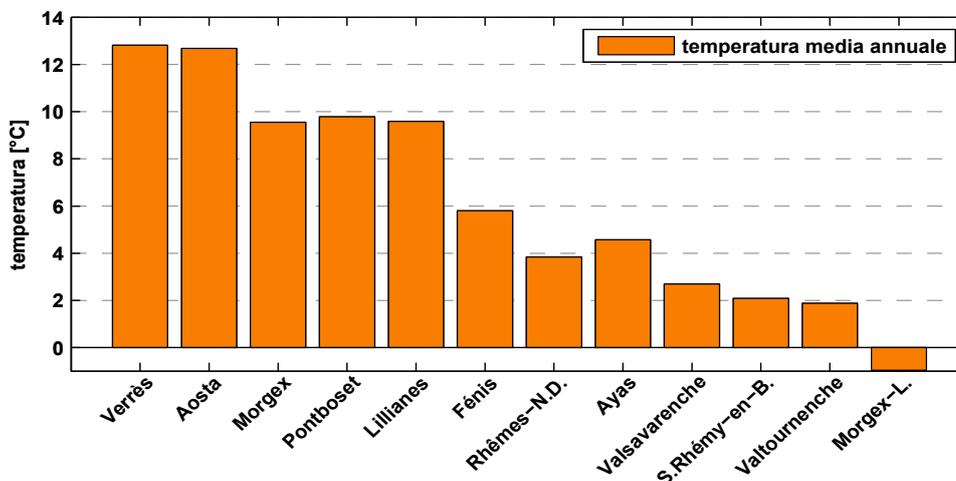


Fig. 2.9. Temperature medie annuali ricavate da dodici stazioni meteorologiche scelte come esempio.

• Giornate di gelo e ghiaccio

I *giorni di gelo* (FD) sono quelli in cui la temperatura minima è risultata inferiore a 0 °C.

I giorni in cui la temperatura si mantiene inferiore a 0 °C per tutte le 24 ore sono chiamati *giorni di ghiaccio* (ID).

Si osservi l'andamento tendenzialmente crescente dei valori di questi due indici rispetto alla quota; si può supporre che le inversioni di tendenza siano dovute al contesto locale in cui è posizionata la stazione.

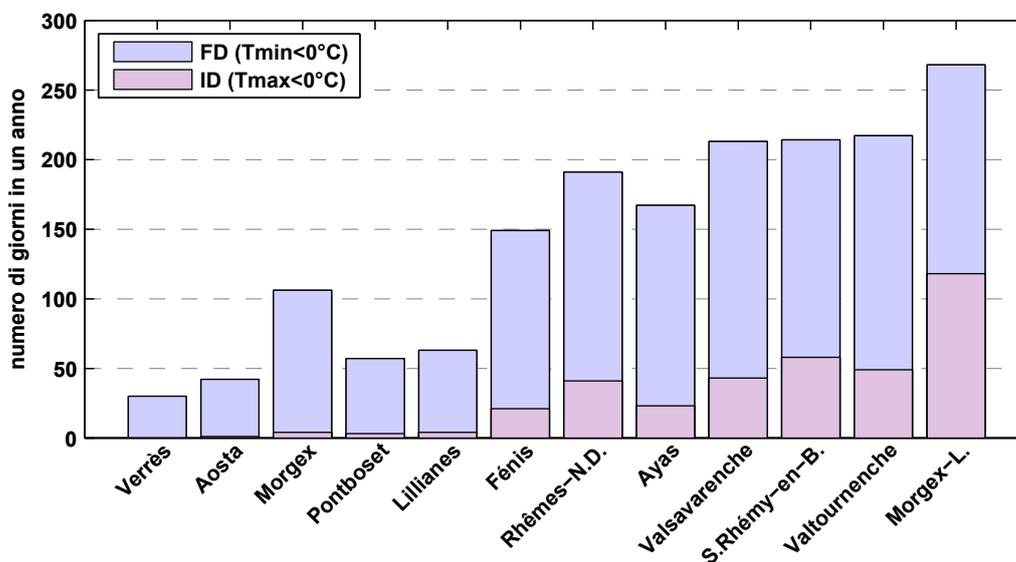


Fig. 2.10. Numero di giorni di gelo e di ghiaccio del 2016.

• Giornate estive e notti tropicali

Si considerano *giornate estive* (SU) quelle in cui la temperatura massima giornaliera supera i 25 °C. Il numero di giornate estive diminuisce gradualmente fino ad annullarsi per le stazioni posizionate sopra i 2300 metri di quota. Come indice climatico si considera, inoltre, il numero di notti in cui la temperatura minima rimane superiore a 20 °C (*notti tropicali* - TR);

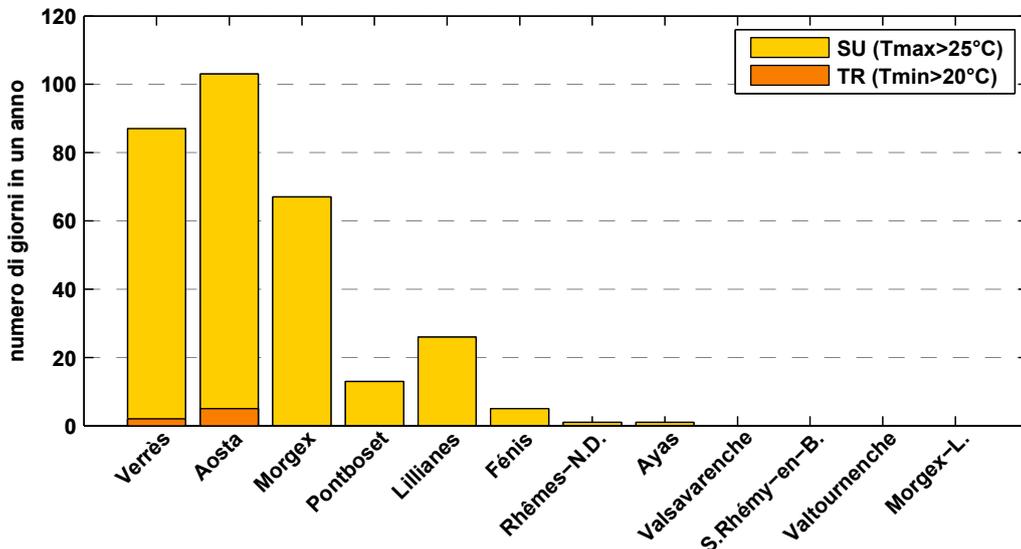
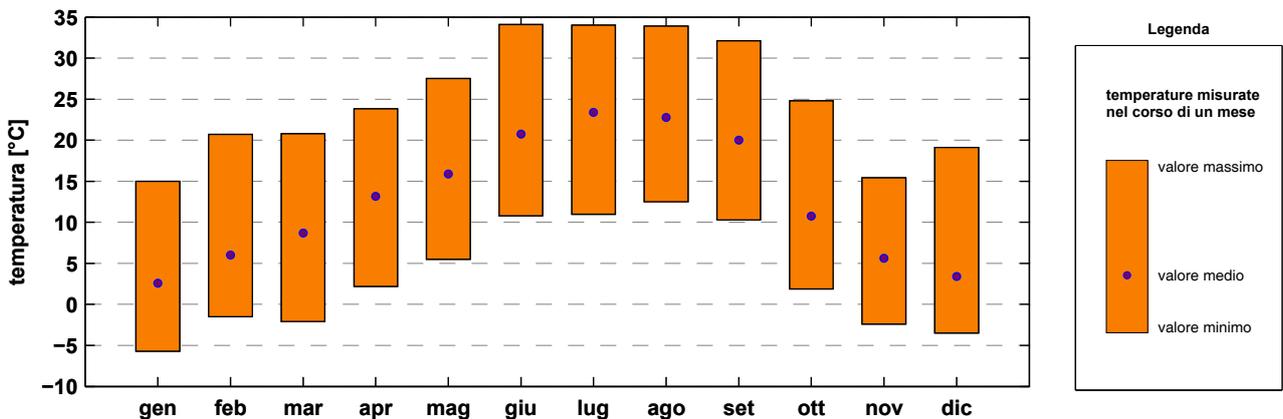


Fig. 2.11. Numero di giornate estive e di notti tropicali del 2016.

• Indici climatici mensili

Nei grafici seguenti è rappresentato il dettaglio mensile degli indici climatici introdotti nelle pagine precedenti; tali indici sono rappresentati, per ovvi motivi di sintesi, solamente per tre stazioni del fondovalle (Aosta, Verrès e Morgex), scelte come esempio.

AOSTA - PIAZZA PLOUVES



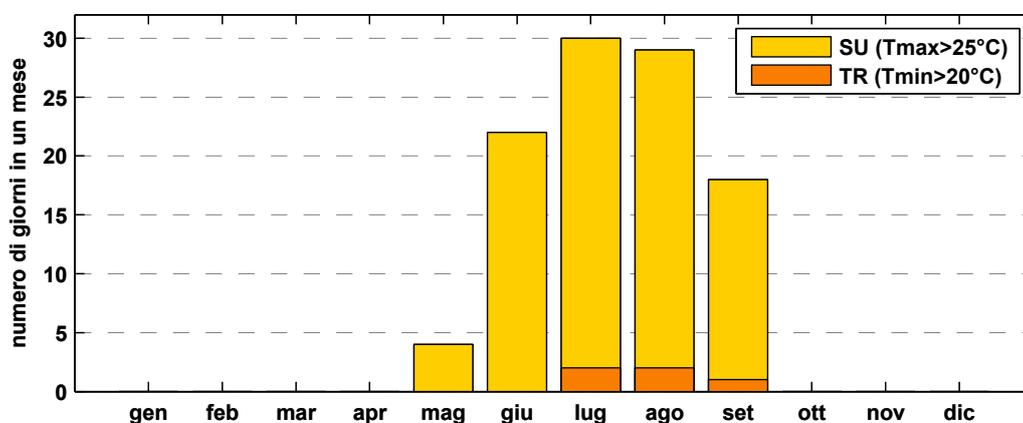
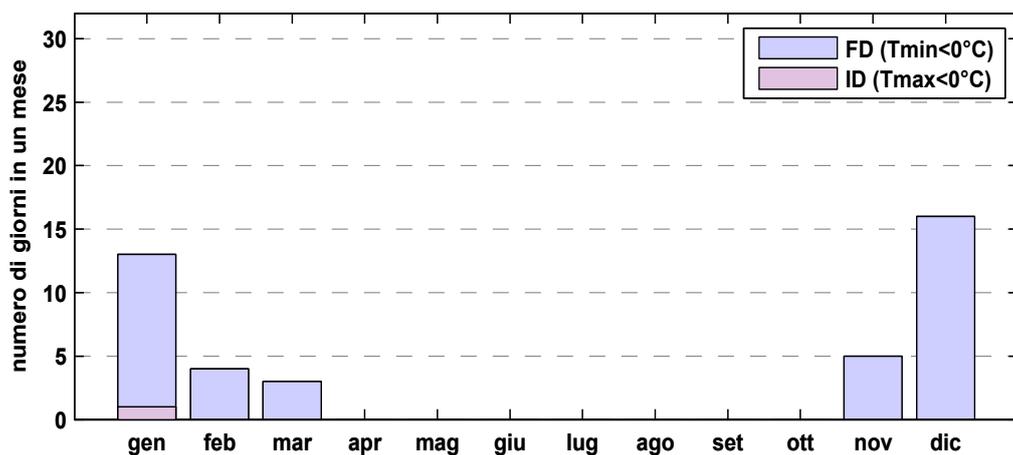
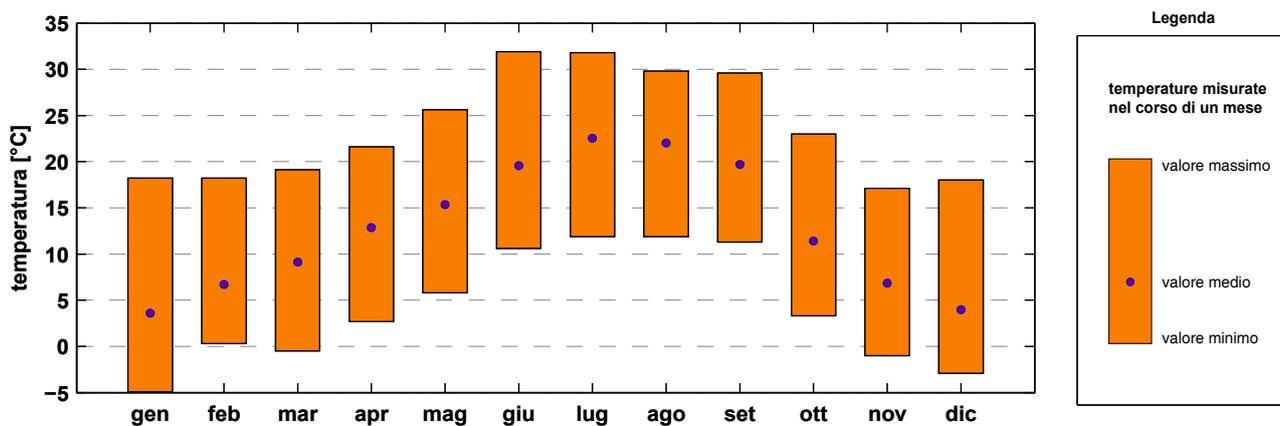


Fig. 2.12. Indici mensili del 2016 per la stazione di Aosta.

VERRÈS - CAPOLUOGO



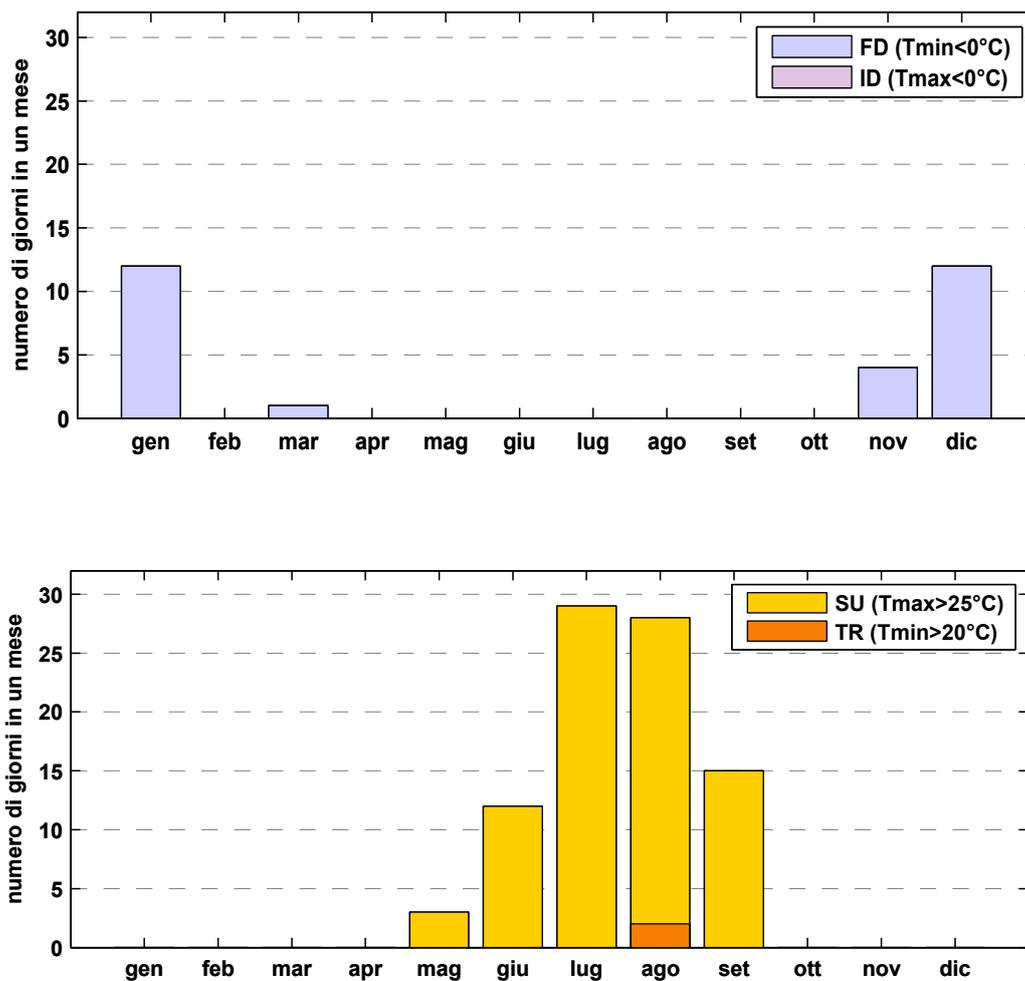
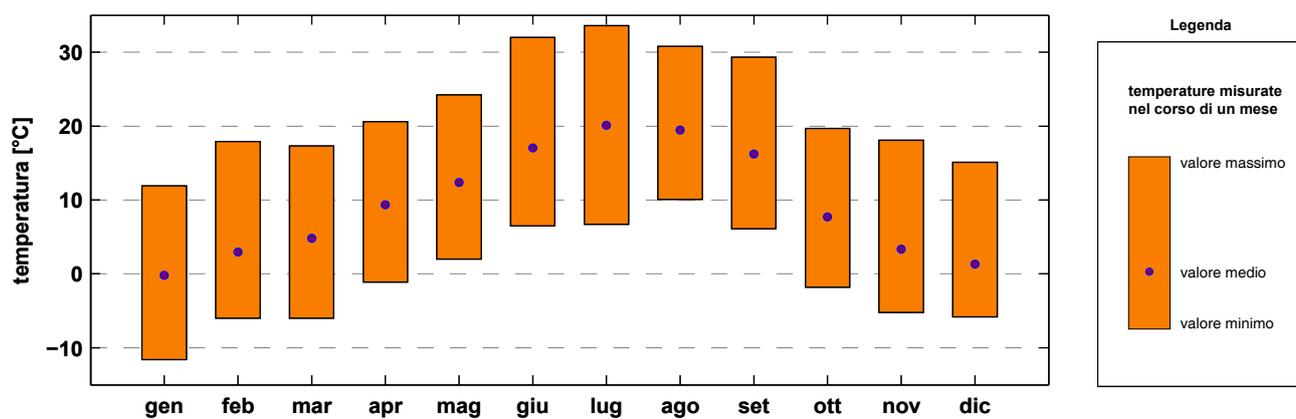


Fig. 2.13. Indici mensili del 2016 per la stazione di Verrès.

MORGEX – CAPOLUOGO



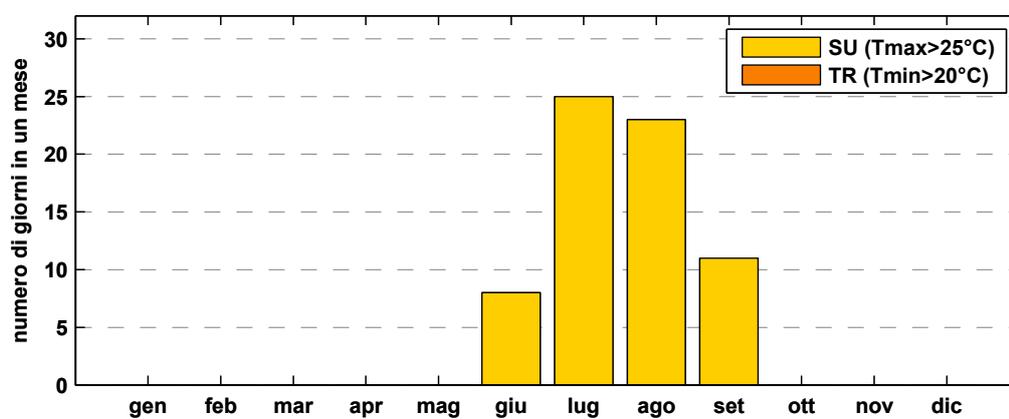
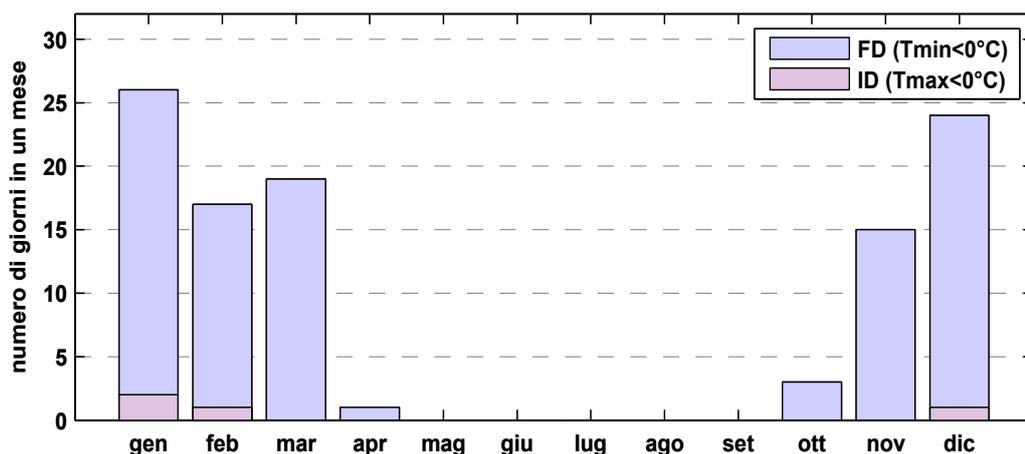


Fig. 2.14. Indici mensili del 2016 per la stazione di Morgex.

2.2 QUATTRO STAZIONI A CONFRONTO CON LA STORIA

Temperature medie annuali

Nel grafico in figura 2.15 è rappresentato l'andamento delle temperature medie annuali di 4 stazioni (Saint-Christophe, Issime, Valgrisenche e Gressoney-La-Trinité). Le serie di temperatura sono costituite storicamente solo dai dati di temperatura massima e temperatura minima giornaliera, raccolte manualmente dall'operatore. Per tutti i dati della serie la temperatura media giornaliera è stata, quindi, necessariamente calcolata come semisomma tra temperatura massima e temperatura minima. Dalla media matematica delle temperature medie giornaliera si ottiene la temperatura media annua.

I dati di temperatura della stazione manuale di Gressoney-La-Trinité non sono disponibili per il 2013 per lavori di sostituzione della stazione manuale presente. Dal 2014 sono stati utilizzati i dati della stazione automatica installata nello stesso luogo in cui esisteva la stazione manuale.

Per tutte le stazioni si osservano temperature medie annuali più basse nel periodo che va dagli anni '70 fino al 1985 (anni in cui si sono registrate le ultime pulsazioni glaciali positive prima di un progressivo ritiro tutt'ora

in corso. Fonte: Comitato Glaciologico Italiano), e un successivo graduale innalzamento delle temperature.

Purtroppo l'elaborazione dei dati di molte serie di temperatura ha evidenziato situazioni dubbie, e possibili disomogeneità nelle serie di misure; la temperatura è una grandezza difficile da misurare correttamente, e stime errate possono derivare da un posizionamento non favorevole del termometro, una mancanza di schermatura dalla radiazione solare o un malfunzionamento della strumentazione. Le serie scelte per questo rendiconto sono quelle che hanno dimostrato maggiore coerenza e affidabilità rispetto alle altre, non si possono tuttavia escludere del tutto errori di valutazione dovuti ad inevitabili sostituzioni di strumentazione, cambi di osservatore e di posizione dello strumento avvenuti nel corso degli anni.

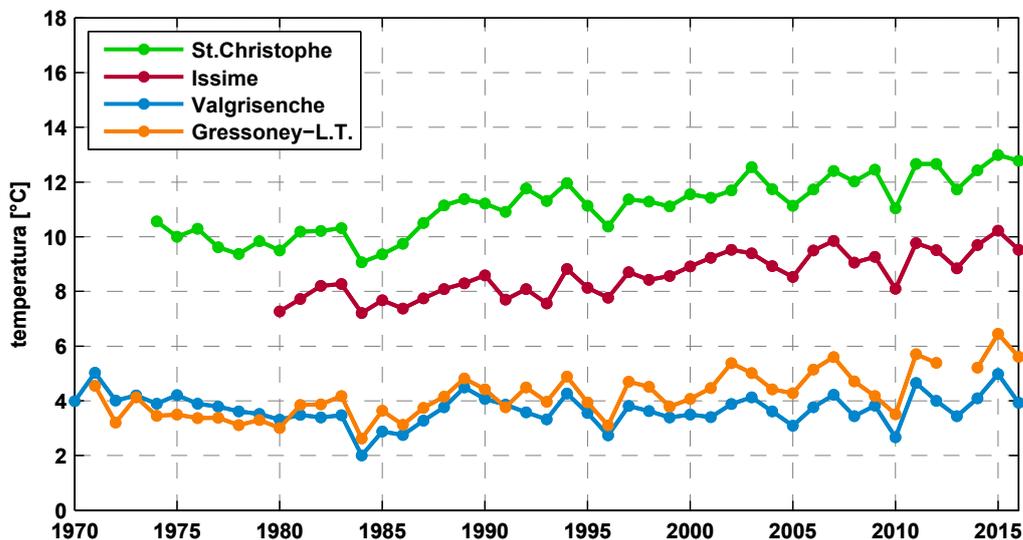


Fig. 2.15. Serie storiche delle temperature medie annuali di quattro stazioni meteorologiche valdostane.

Si osservi il grafico in figura 2.16 per un confronto della temperatura media dell'anno in esame (rappresentata dalla barra arancione) e i valori della serie storica (rappresentati dal boxplot).

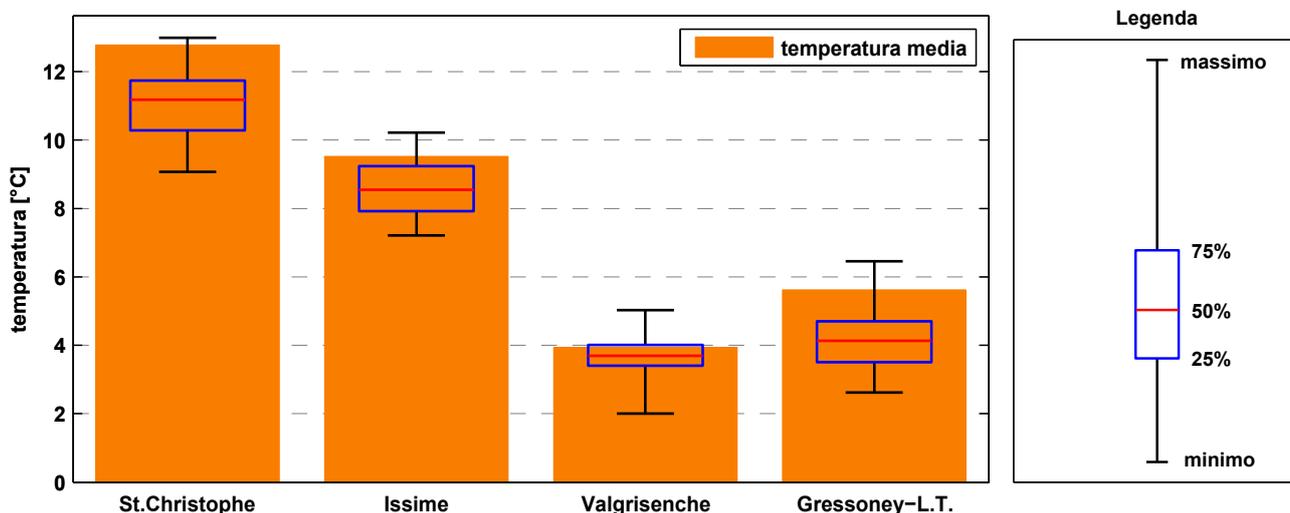


Fig. 2.16. Temperature medie del 2016 a confronto con le serie storiche.

Temperature medie mensili

Nei grafici seguenti sono rappresentati, per le quattro stazioni introdotte nel paragrafo precedente, i valori della temperatura media mensile dell'anno analizzato confrontati con le relative serie storiche di dati.

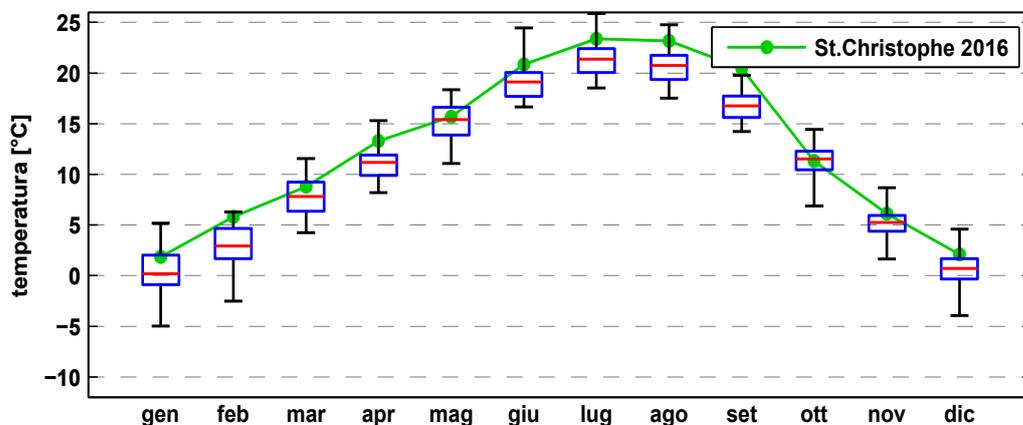


Fig. 2.17. Temperature medie mensili per la stazione di Saint-Christophe, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

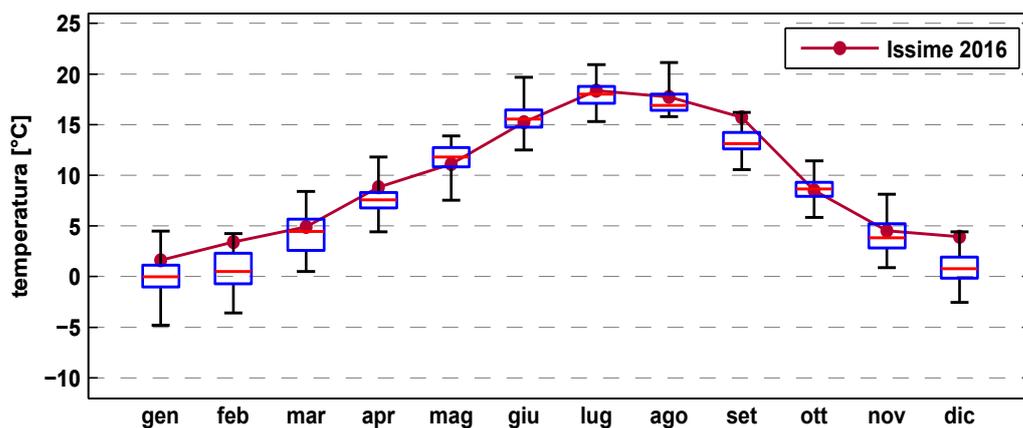


Fig. 2.18. Temperature medie mensili per la stazione di Issime, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

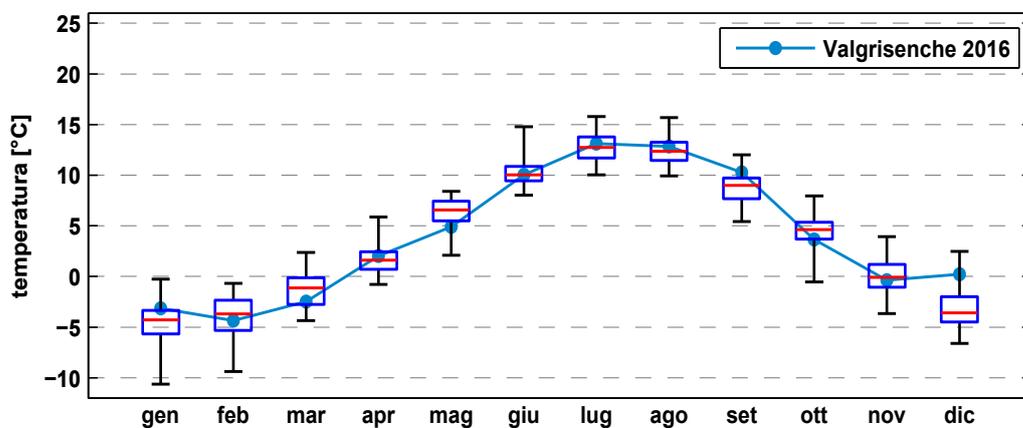


Fig. 2.19. Temperature medie mensili per la stazione di Valgrisenche, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

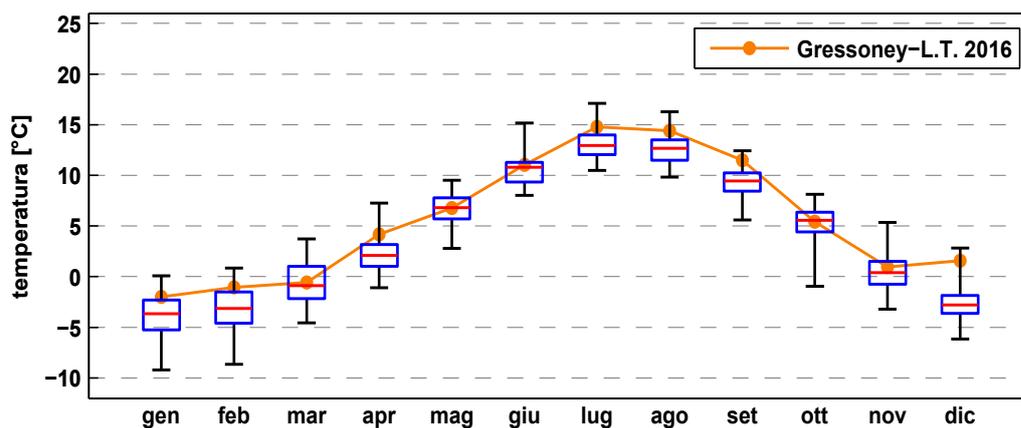


Fig. 2.20. Temperature medie mensili per la stazione di Gressoney-La-Trinité, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

Indici climatici

Nei grafici seguenti sono rappresentati gli indici climatici che caratterizzano le giornate più fredde e più calde dell'anno per le quattro stazioni analizzate.

- Giorni di gelo

I *giorni di gelo* (FD) sono calcolati come il numero di giorni in cui la temperatura minima è inferiore a 0 °C.

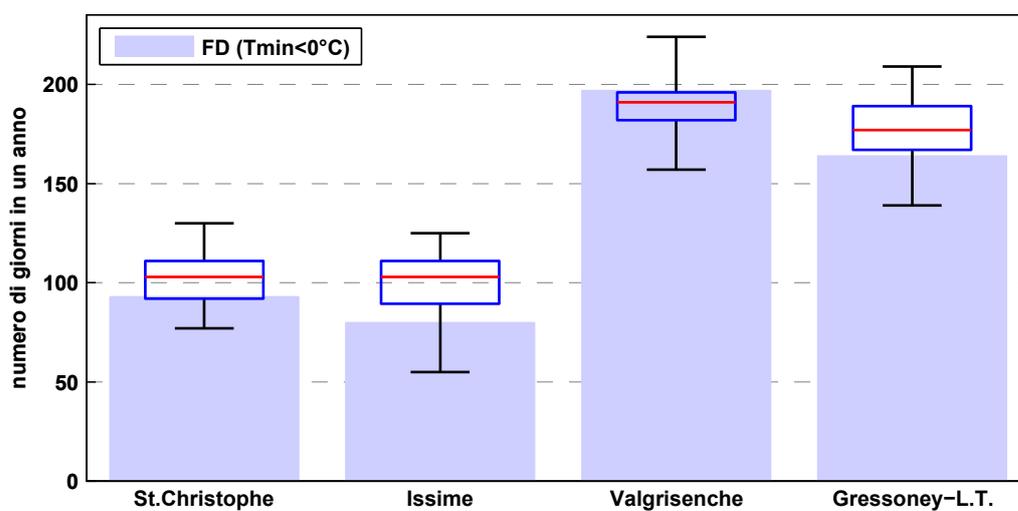


Fig. 2.21. Giorni di gelo a confronto con le relative serie storiche.

• Giorni di ghiaccio

Il numero di *giorni di ghiaccio* (ID) è il numero di giornate in un anno in cui la temperatura massima è inferiore a 0 °C.

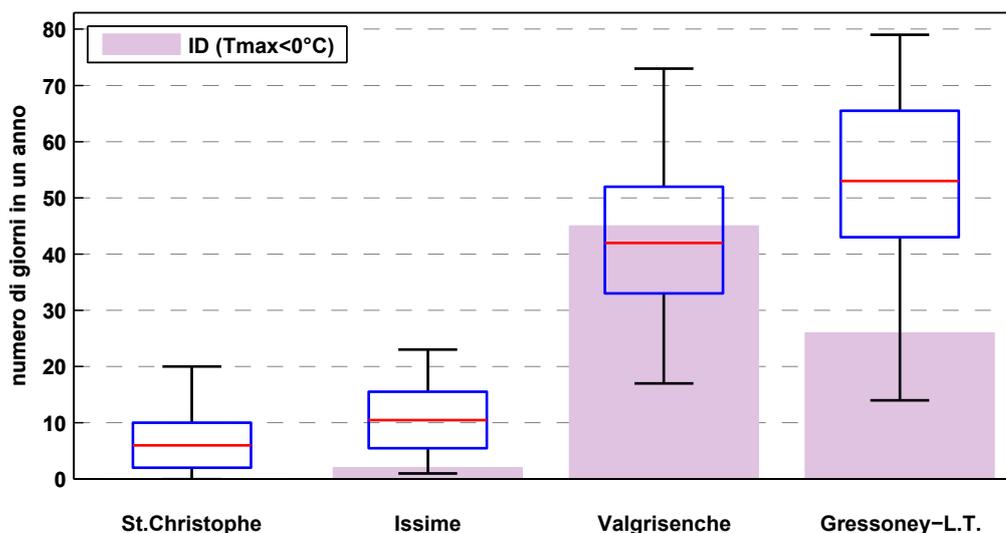


Fig. 2.22. Giorni di ghiaccio a confronto con le relative serie storiche.

• Giorni estivi

Il numero di *giorni estivi* (SU) in un anno è calcolato come il numero di giorni in cui la temperatura massima supera i 25 °C.

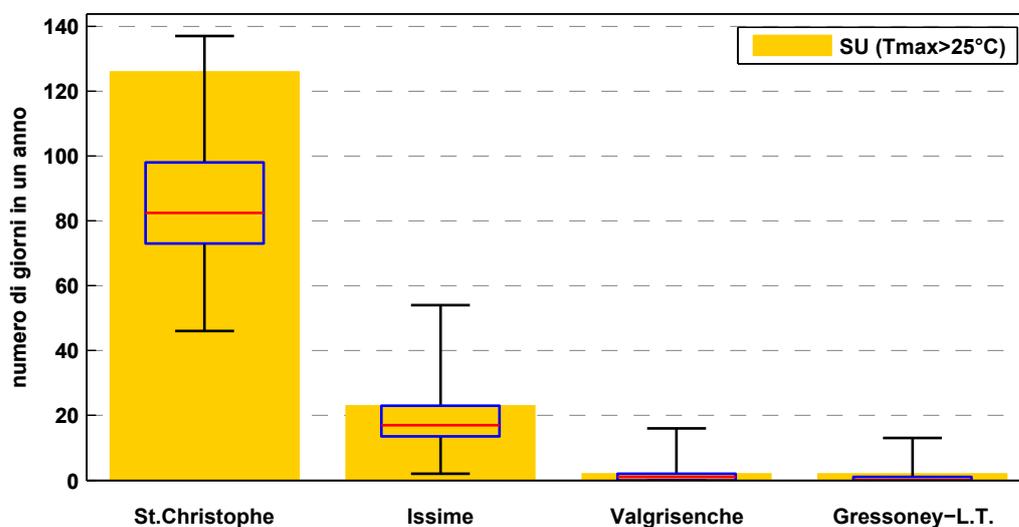


Fig. 2.23. Numero di giornate estive del 2016 a confronto con le relative serie storiche.

• Notti tropicali

Il numero di notti tropicali è il numero di giornate in un anno in cui la temperatura non scende sotto i 20 °C. Questa condizione non si verifica tutti gli anni e soltanto per le stazioni valdostane situate a bassa quota.

3. LIVELLI E PORTATE NELLA DORA BALTEA

In questo capitolo sono presentati i dati di altezza idrometrica e di portata raccolti in 4 stazioni di misura lungo il corso della Dora Baltea. Per ogni sezione è stato effettuato un bilancio idrico ed è stato calcolato il coefficiente di deflusso, ossia il rapporto annuale tra il volume d'acqua defluita nella sezione e il volume d'acqua precipitato nel bacino imbrifero. Per le elaborazioni è stato preso in considerazione l'anno idrologico, dal 1° ottobre 2015 al 30 settembre 2016.

L'ultimo paragrafo del capitolo riporta i valori di portata massima istantanea rilevati dagli idrometri, nel corso dell'anno solare 2016.

“MASSIME & MINIME ...”

Come si può notare dall'osservazione del grafico in figura 3.1, i livelli medi giornalieri misurati in corrispondenza dell'idrometro di Hône si sono attestati sempre al di sotto del primo livello di allerta, in corrispondenza del quale si verificano le prime esondazioni nel tratto di torrente limitrofo alla stazione.

I massimi giornalieri di portata si sono verificati, per le stazioni di Champdepraz, Hône e Tavagnasco, il 25 giugno 2016, legate alla fase di morbida.

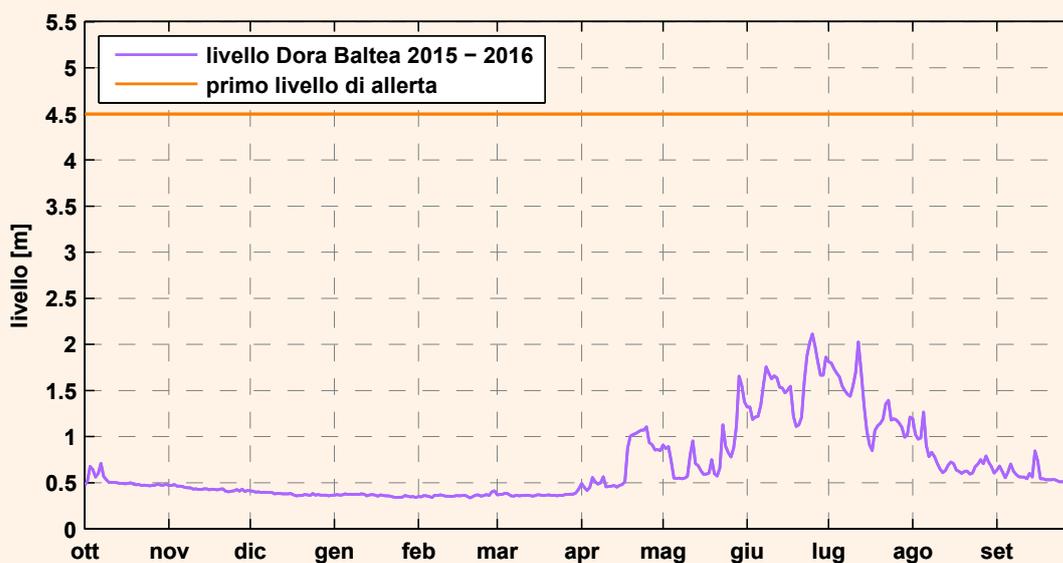


Fig. 3.1. Livello della Dora Baltea misurato presso la stazione di Hône per l'anno idrologico in esame.

Dalla misura dei livelli alla stima delle portate

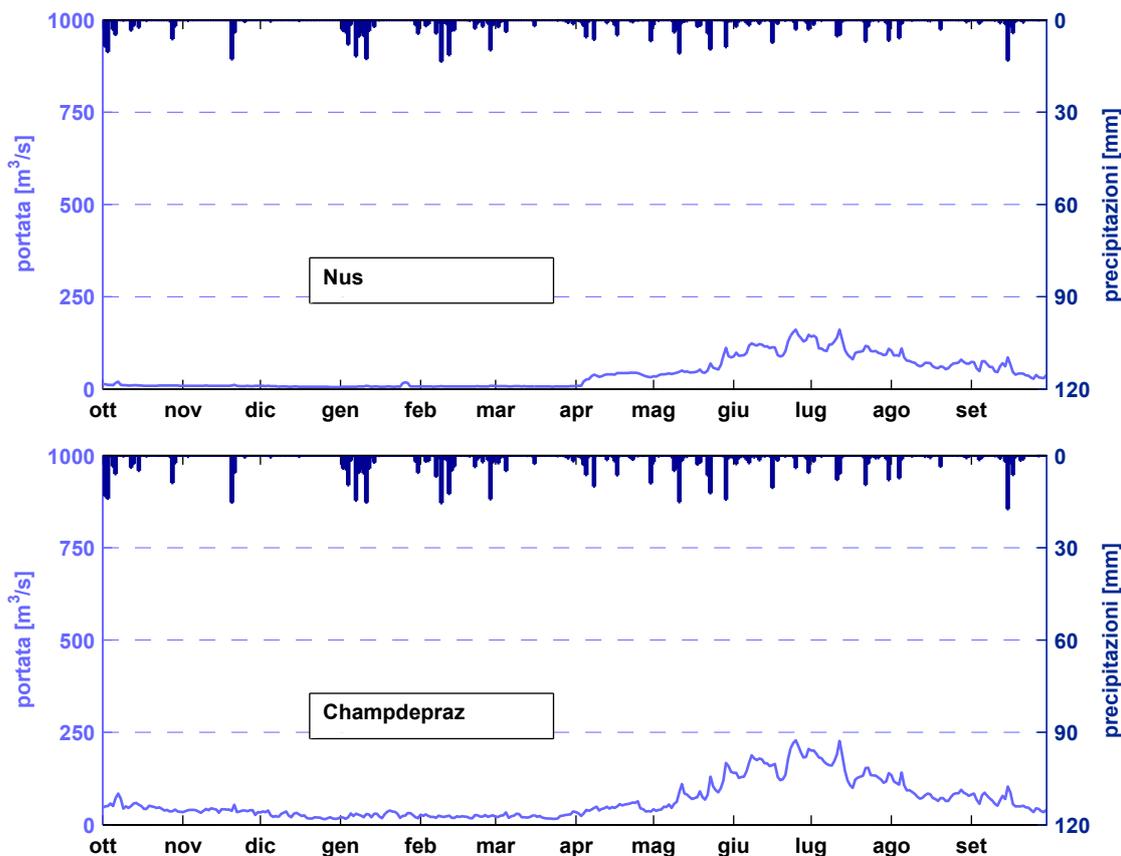
La misura dei livelli idrometrici è effettuata ogni 30 minuti ed è utilizzata sia ai fini di protezione civile (previsione e monitoraggio di un'eventuale esondazione), sia per il calcolo della portata del corso d'acqua. In generale, il livello della Dora Baltea risulta stabile nei mesi invernali (da novembre a marzo), nei mesi seguenti, aumenta gradualmente a causa della fusione della neve, raggiungendo livelli massimi tra maggio e luglio, a seconda dell'annata (a meno di eventi alluvionali). Successivamente, il livello diminuisce ritornando ad un valore minimo stabile tra settembre e ottobre. I livelli massimi associati a picchi di breve durata possono essere associati a intense precipitazioni.

La portata è il volume di acqua che defluisce in alveo in un'unità di tempo; normalmente si esprime in metri cubi al secondo (m^3/s). Per la sua valutazione è necessario costruire una scala di deflusso, ossia una relazione matematica che associa la misura del livello idrometrico ad un valore di portata, considerando le caratteristiche geometriche della sezione; tale scala di deflusso è ricavabile attraverso misure di portata con strumenti specifici (mulinelli idrometrici che misurano la velocità dell'acqua e l'area della sezione) e l'applicazione di modelli idraulici.

Nei grafici seguenti è rappresentata la portata media giornaliera determinata per quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea: Nus, Champdepraz, Hône e Tavagnasco. Il valore della portata giornaliera è ottenuto come media matematica dei valori istantanei rilevati ogni mezz'ora. Nello stesso grafico è riportata la precipitazione giornaliera media per il bacino a monte della relativa stazione.

Come si può osservare dai grafici, la portata aumenta bruscamente a partire dai primi di maggio, per il duplice effetto della fusione della neve, a causa dello zero termico elevato anche durante le ore notturne, e di un evento di precipitazione, seppur di modesta entità.

L'idrometro di Nus, che più risente di tale effetto, presenta il massimo giornaliero proprio in tale periodo.



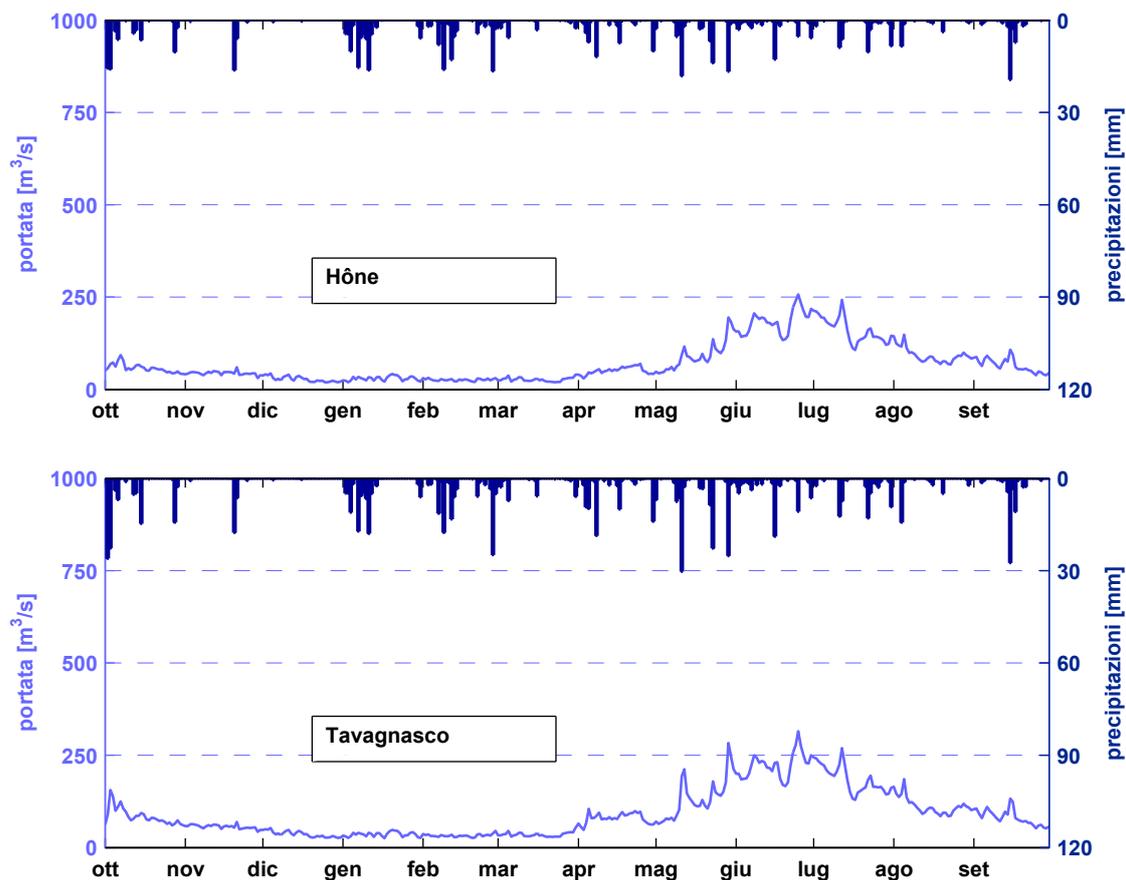


Fig. 3.2. Portate e precipitazioni giornaliere medie per l'anno idrologico per quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea.

Coefficienti di deflusso

Il coefficiente di deflusso è il rapporto tra il volume totale di pioggia precipitato in un bacino e il volume d'acqua defluito nella sezione che sottende tale bacino. Per considerare i fenomeni legati all'accumulo e alla fusione della neve, tale valore è calcolato in base all'anno idrologico. Il valore è generalmente inferiore all'unità, poiché, a causa dell'evapotraspirazione dell'acqua e della sublimazione della neve, si registra una perdita di parte del volume d'acqua precipitato rispetto a quello defluito. Tuttavia valori superiori a uno possono essere dovuti alla sottostima delle precipitazioni rilevate dai pluviometri e al contributo della fusione glaciale. Nella tabella sono riportati i coefficienti di deflusso calcolati per quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea.

stazione	coefficiente di deflusso
Nus	0,74
Champdepraz	0,84
Hône	0,78
Tavagnasco	0,95

Tab. 3.1. Coefficienti di deflusso di quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea.

Portate massime

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimi di portata registrati per l'anno solare 2016 per quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea: Nus, Champdepraz, Hône e Tavagnasco.

stazione	portata massima [m ³ /s]	quando
Nus	191	23 giugno
Champdepraz	264	24 giugno
Hône	311	25 giugno
Tavagnasco	465	25 novembre

Tab. 3.2. Massimi orari di portata del 2016, per quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea.

Il grafico in figura 3.3 mostra l'andamento dei massimi di portata, negli anni solari compresi tra il 1998 (anno in cui sono iniziate le misure) e il 2016.

Il grafico in figura 3.3 mostra l'andamento dei massimi di portata, negli anni solari a partire dal 1998 (anno in cui sono iniziate le misure). Il calcolo dei massimi è stato effettuato sommando alla portata misurata in alveo anche quella relativa ai by-pass a fini idroelettrici.

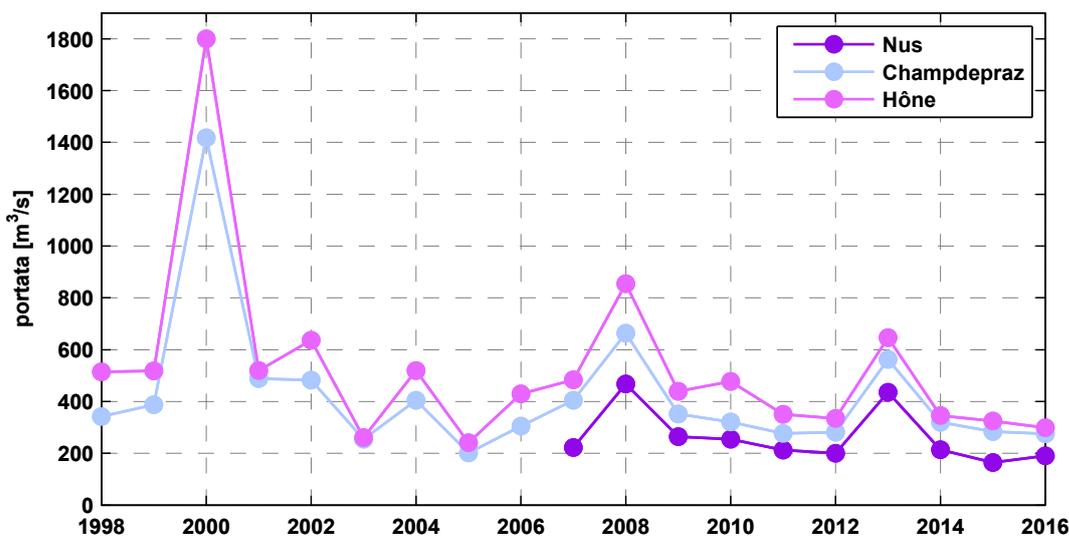


Fig. 3.3. Portate massime registrate dal 1998 al 2016 lungo la Dora Baltea.

4. NEVE

In questo capitolo sono analizzati i dati relativi al manto nevoso. I dati raccolti riguardano l'altezza della neve al suolo e la sua densità. A seguito di elaborazioni sono presentati anche dati relativi all'altezza di neve cumulata nella stagione e il contenuto di acqua presente nella neve (SWE – *Snow Water Equivalent* - realizzato da ARPA Valle d'Aosta). I dati utilizzati per il calcolo dello SWE sono ricavati sia da misurazioni manuali, sia da strumenti automatici.

Nell'analisi di questo tipo di dati è stato considerato l'anno idrologico (dal 1° ottobre 2015 al 30 settembre 2016), in modo da includere tutto il periodo invernale.

“MASSIME & MINIME ...”

Nel grafico seguente è riportata l'altezza della neve al suolo rilevata dalla stazione di Gressoney-La-Trinité Gabiet, a quota 2379 m s.l.m. Le prime deboli nevicate si sono verificate a inizio e a metà di ottobre, tuttavia l'altezza del manto nevoso si mantiene al di sotto dei 40 cm fino a metà gennaio quando, in seguito ad abbondanti nevicate, il manto nevoso raggiunge gli 80 cm. Da inizio febbraio si hanno nuove frequenti nevicate che portano il manto nevoso ad un massimo di 140 cm a inizio marzo. La marcata fusione che inizia a metà aprile, viene rallentata da una nuova nevicata nella fine dello stesso mese e si completa nei primi giorni di giugno, con la scomparsa della neve.

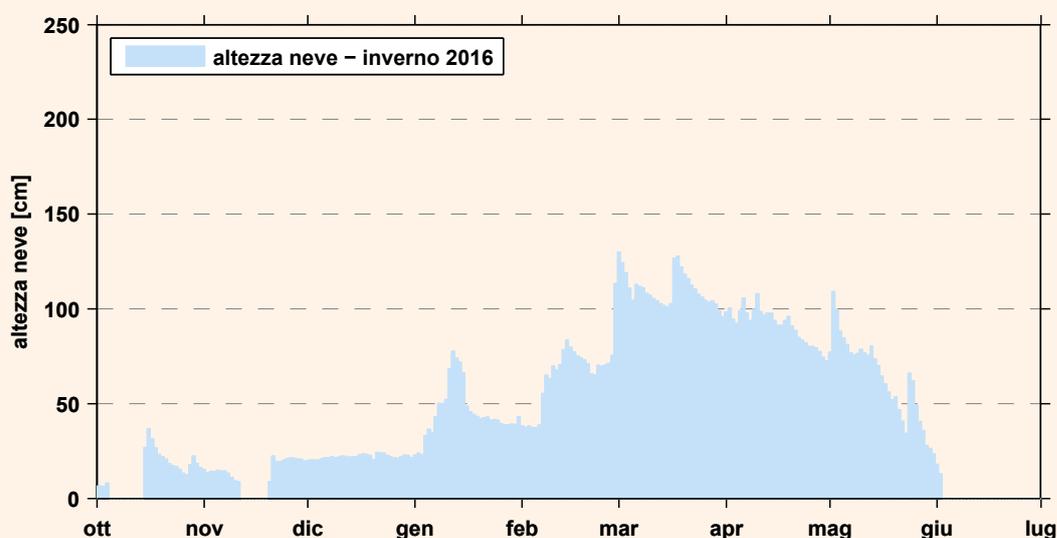


Fig. 4.1. Altezza media giornaliera della neve al suolo misurata nella stazione di Gressoney-La-Trinité-Gabiet a quota 2379 m s.l.m.

L'anno idrologico 2015-2016 ha registrato il valore invernale di copertura nevosa, ovvero la percentuale di territorio regionale occupato da neve, più basso dal 2000 (circa 62% del territorio regionale rispetto ad una media dell'82%), e un valore in linea con il trend storico nel periodo estivo. In dettaglio è possibile notare come i valori di copertura nevosa di dicembre e febbraio siano

molto prossimi ai minimi storici del periodo. Il mese di gennaio riporta valori nella media storica e rappresenta il valore massimo di copertura nevosa dell'anno idrologico. Il mese di marzo si riporta a valori prossimi alla media e, tale comportamento, si registra anche per i mesi successivi. I valori decrescono progressivamente per poi assumere, nei mesi estivi, valori molto prossimi ai minimi storici.

I valori di contenuto totale in acqua nella neve (SWE) risultano generalmente al di sotto della media storica, ad eccezione di marzo, e, in particolare, il mese di dicembre presenta il valore minimo assoluto per il periodo 2002-2015.

Analizzando lo scostamento del di questo parametro dalla media calcolata dal 2000 si nota una forte anomalia negativa su tutti i settori della Regione nei primi mesi dell'inverno. Il mese di marzo, al contrario, in linea con i dati di copertura nevosa, riporta valori di anomalia positiva su tutta la Regione.



Nevicata ad Arpy del 13-02-2016

Altezza della neve al suolo

La carta in figura 4.2 rappresenta l'altezza totale della neve caduta durante l'anno idrologico in esame. Per ottenere tale carta, sono stati considerati innanzitutto i dati di 40 stazioni automatiche della rete regionale e di 15 stazioni manuali gestite dall'Ufficio neve e valanghe, in modo da avere una sufficiente copertura dal punto di vista sia spaziale sia altimetrico (le quote dei punti di misura sono comprese tra 320 e 2842 m s.l.m). Successivamente è stata costruita una relazione tra la neve caduta e la quota utilizzando una funzione potenza: è stato così possibile estrapolare l'altezza della neve anche a quote superiori ai 2900 metri. Sfruttando tale relazione e la distribuzione spaziale delle stazioni è stata realizzata la carta in figura 4.2.

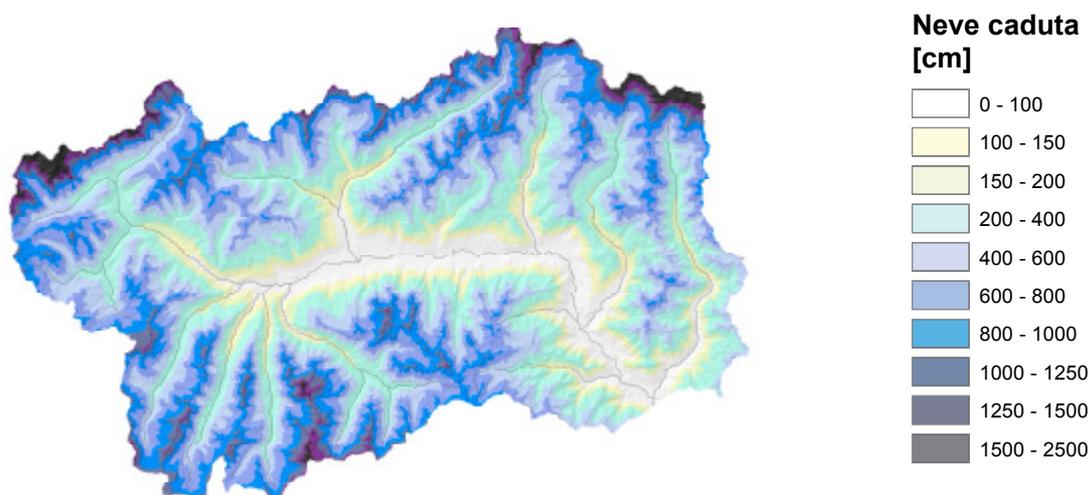


Fig. 4.2. Carta dell'altezza totale di neve caduta nell'anno idrologico.

Nei seguenti grafici (figura 4.3) è riportata l'altezza media mensile del manto nevoso, per quattro stazioni rappresentative: Courmayeur - Ferrache, Pré-Saint-Didier - Plan Praz, Saint-Rhémy-en-Bosses - Crévacol, Gressoney-Saint-Jean-Weissmatten. L'altezza relativa all'anno idrologico analizzato è confrontata con le misure effettuate dalla stessa stazione negli anni precedenti (si vedano le lunghezze delle serie storiche in tabella 4.1). Nei grafici il dato relativo all'ultimo inverno è rappresentato dai rombi blu uniti da una linea, mentre i valori della serie storica sono rappresentati dal rettangolo azzurro; il punto rappresenta la media dei dati di tutti gli anni precedenti.

Stazione (comune)	Posizione	Quota [m s.l.m.]	Inizio della serie storica
Courmayeur	Ferrache	2290	2001
Pré-Saint-Didier	Plan Praz	2044	1998
Saint-Rhémy-en-Bosses	Crévacol	2018	2001
Gressoney-Saint-Jean	Weissmatten	2038	2002

Tab 4.1. Elenco delle stazioni considerate nei grafici di altezza neve.

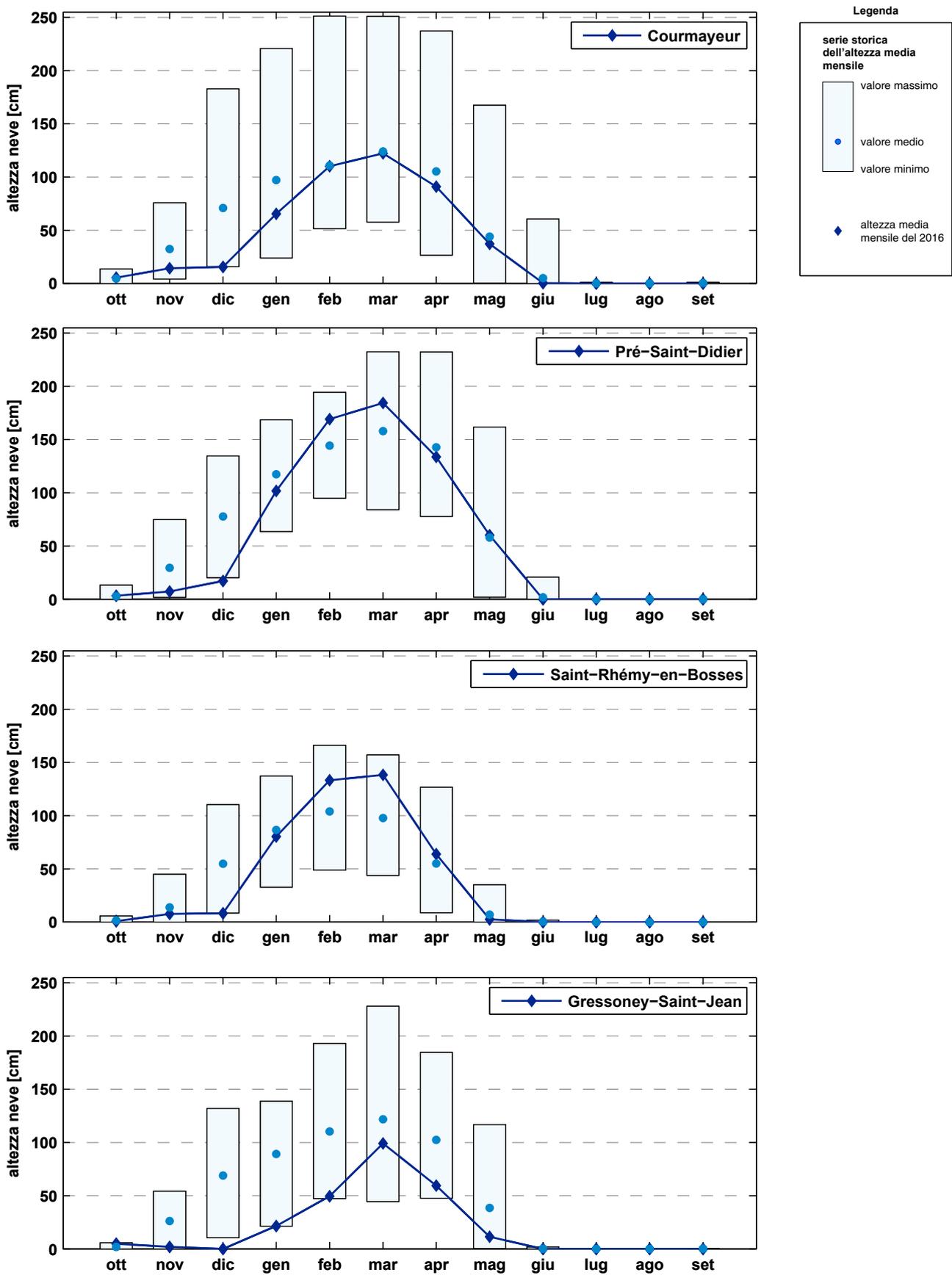


Fig. 4.3. Medie mensili delle altezze del manto nevoso per quattro stazioni e confronto con i dati storici.

Copertura nevosa ed equivalente in acqua della neve

Il bilancio idrologico, in una Regione come la Valle d'Aosta, è determinato, in particolare, dalle riserve d'acqua accumulate sotto forma di neve, la quale, fondendo, alimenta i corsi d'acqua. È, quindi, importante conoscere l'estensione della copertura nevosa e la quantità di acqua presente nel manto nevoso, al fine di monitorare la disponibilità d'acqua della nostra Regione, per le conseguenti valutazioni legate alla formazione dei deflussi superficiali e all'utilizzo dell'acqua a scopo idroelettrico o per fini agricoli e idropotabili.

La disponibilità idrica della Valle d'Aosta è sicuramente influenzata dagli effetti dei cambiamenti climatici, e dal 2004 l'ARPA Valle d'Aosta (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) si occupa, con una struttura appositamente istituita, del monitoraggio e dello studio di questi impatti sul territorio regionale. Una delle attività svolte da tale struttura riguarda il monitoraggio di due parametri legati alla neve: la copertura nevosa (SCA - *Snow Covered Area*) ed il contenuto d'acqua del manto nevoso (SWE - *Snow Water Equivalent*).

Nel 2007 il Centro funzionale regionale ha incaricato l'ARPA Valle d'Aosta dello sviluppo di un metodo per la quantificazione dello SWE su tutto il territorio regionale finalizzato alla stima della risorsa idrica disponibile per l'intera Regione.

Per poter procedere a tali elaborazioni il Centro funzionale regionale ha, quindi, coinvolto nei rilievi manuali periodici di altezza e densità del manto nevoso il personale del Corpo forestale della Valle d'Aosta, del Parco Naturale del Mont-Avic e del Servizio Meteomont del Centro Addestramento Alpino, a cui si aggiungono le misure effettuate dai rilevatori AINEVA (Associazione Interregionale Neve e Valanghe). In tal modo è stato possibile integrare la rete automatica di sensori per la misura dell'altezza della neve e migliorare la distribuzione sul territorio dei dati necessari al calcolo dello SWE.

• Copertura nevosa

La copertura nevosa (SCA - *Snow Covered Area*) indica la percentuale di territorio regionale occupato da neve. Tale dato è ricavato utilizzando immagini satellitari acquisite dal sensore MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) della NASA.

Dall'analisi di queste immagini è possibile ricostruire l'estensione della copertura nevosa dal febbraio del 2000, periodo a partire dal quale sono disponibili i primi dati.

In figura 4.4 si riporta l'andamento della copertura nevosa media mensile per il periodo invernale (valori osservati nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio) e per quello estivo (giugno, luglio e agosto).

Dall'analisi della figura emerge come, a livello regionale e in tali specifici periodi, non siano presenti andamenti significativi di variazione dell'estensione della copertura nevosa nell'ultimo decennio.

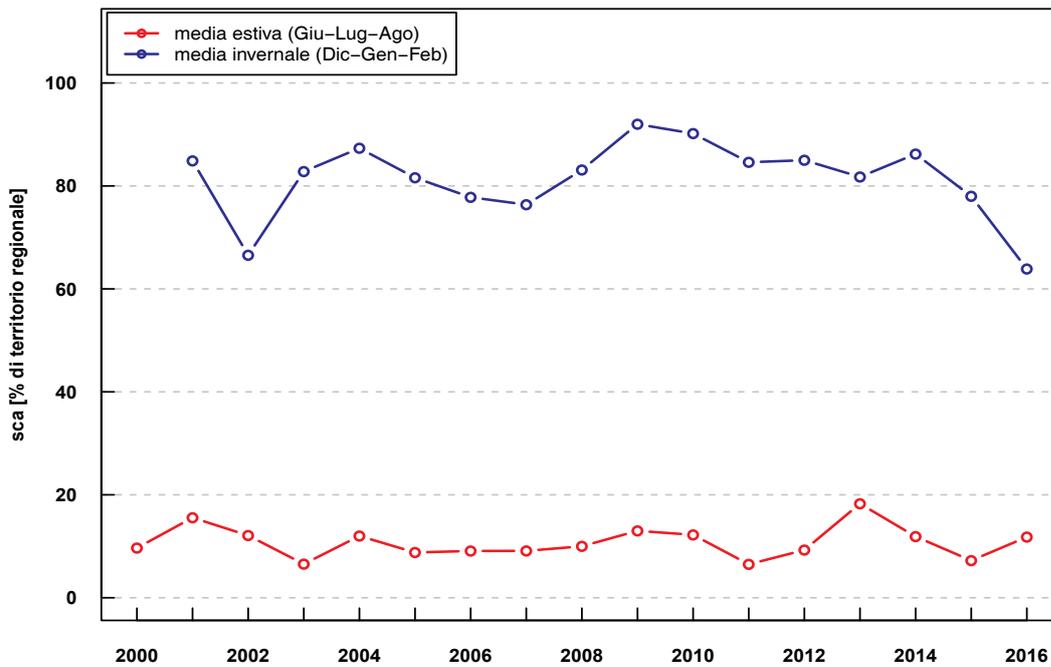


Fig. 4.4. Andamento della copertura nevosa media per le stagioni invernali ed estive dal 2000.

In figura 4.5 si riporta l'andamento della copertura nevosa per l'anno idrologico in esame. La linea blu indica i valori medi di copertura nevosa nei vari mesi dell'anno, mentre i rettangoli rappresentano la variabilità dei valori di copertura relativa agli anni precedenti (a partire dal 2000).

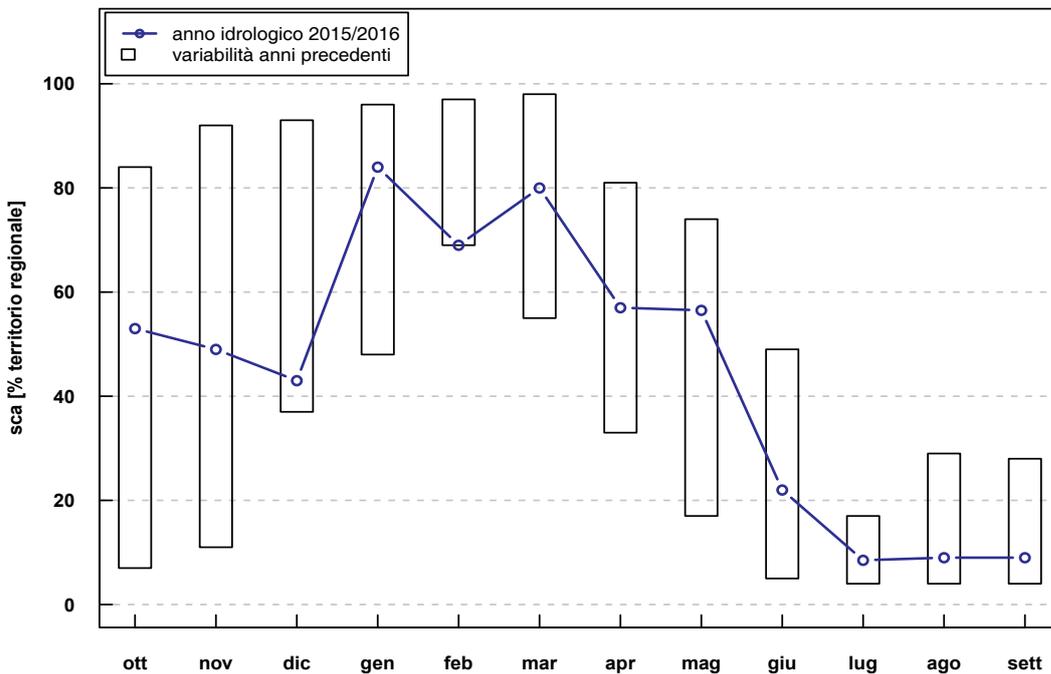


Fig. 4.5. Evoluzione mensile della copertura nevosa per l'anno in esame

• Equivalente in acqua della neve

Il contenuto d'acqua del manto nevoso (SWE) viene calcolato combinando l'estensione della copertura nevosa con la densità e l'altezza della neve opportunamente spazializzati su tutto il territorio valdostano tramite un modello matematico appositamente realizzato. Il modello si basa sulla relazione che esiste tra tali grandezze e le caratteristiche morfologiche del terreno quali, ad esempio, quota e pendenza dei versanti: all'aumentare della quota aumenta anche l'altezza della neve, mentre, all'aumentare dell'acclività, l'altezza della neve, diminuisce. La stima dello SWE permette di conoscere la quantità totale di acqua presente nella neve sia a livello dell'intero territorio regionale, sia a livello di singoli bacini. Tale stima viene effettuata dall'ARPA Valle d'Aosta a partire dal 2002, con cadenza settimanale, nel periodo compreso tra novembre e maggio.

La figura 4.6 presenta tutte le mappe dello SWE relative all'anno considerato, da novembre a maggio, con cadenza bimensile. Il colore giallo rappresenta le porzioni di territorio con assenza di neve, mentre le varie sfumature di blu indicano le porzioni di territorio coperte da neve. L'intensità del blu rappresenta i corrispondenti mm di acqua contenuta nel manto nevoso. Dal momento che il valore dello SWE deriva dalla combinazione dei parametri caratteristici del manto nevoso (estensione, altezza e densità) si possono osservare variazioni temporali significative: a inizio inverno la maggior parte della regione è coperta da un manto nevoso di spessore moderato (predominanza di blu tenui); ad aprile-maggio, l'estensione della copertura nevosa diminuisce mentre il contenuto d'acqua del manto aumenta per effetto delle precipitazioni invernali e dei fenomeni di compattazione e trasformazione (predominanza di blu scuro).

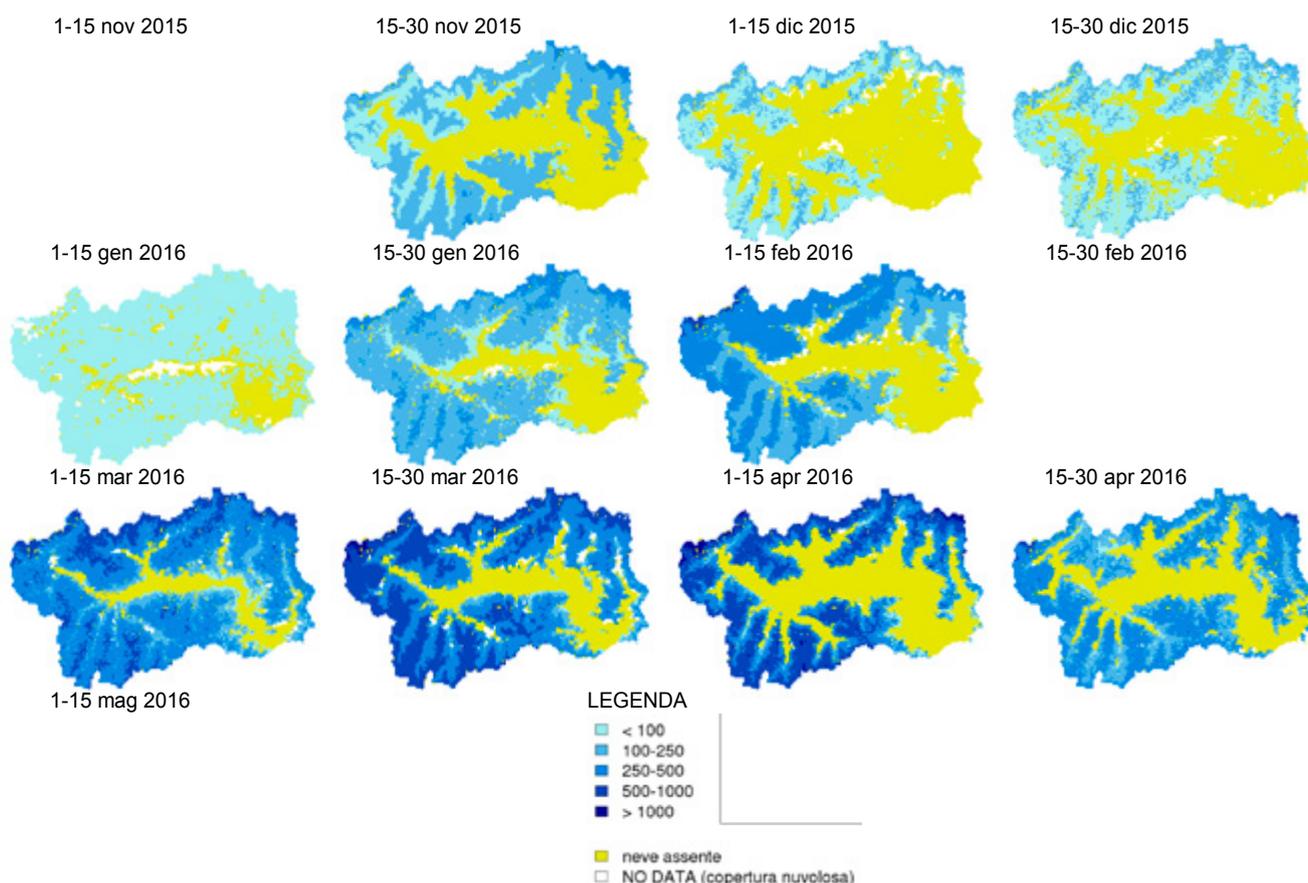


Fig. 4.6. Distribuzione spaziale del contenuto di acqua nel manto nevoso.

In figura 4.7 si riporta l'andamento mensile dello SWE per l'anno idrologico in esame (linea blu); i rettangoli rappresentano la variabilità dei valori dello SWE relativa agli anni precedenti (a partire dal 2002).

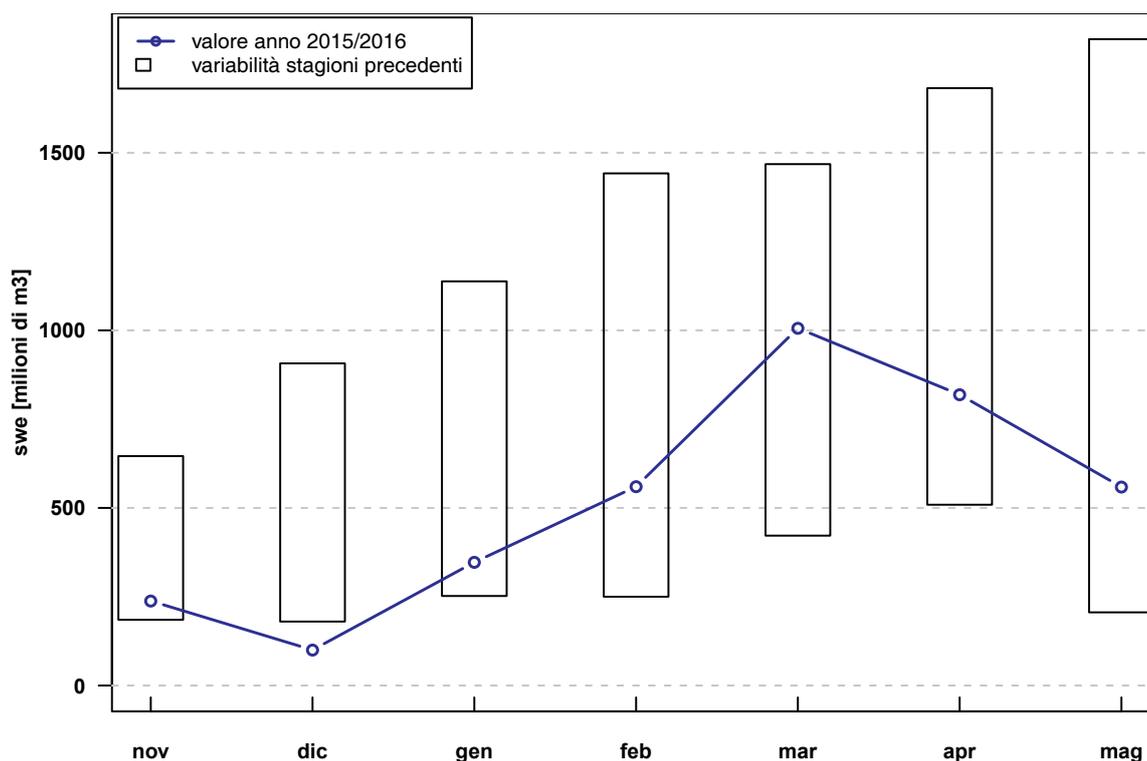


Fig. 4.7. Andamento mensile dello snow Water Equivalent (SWE).

Anomalia dell'equivalente in acqua della neve

L'anomalia dell'equivalente in acqua viene definita come lo scostamento di questo parametro dalla media storica nel periodo considerato (a partire dal 2002). La figura 4.8 riporta le mappe di anomalia di tutte le stagioni disponibili. Le aree in blu indicano zone in cui il contenuto in acqua del manto è superiore alla media storica, le aree in rosso, viceversa, indicano valori inferiori alla media storica. .

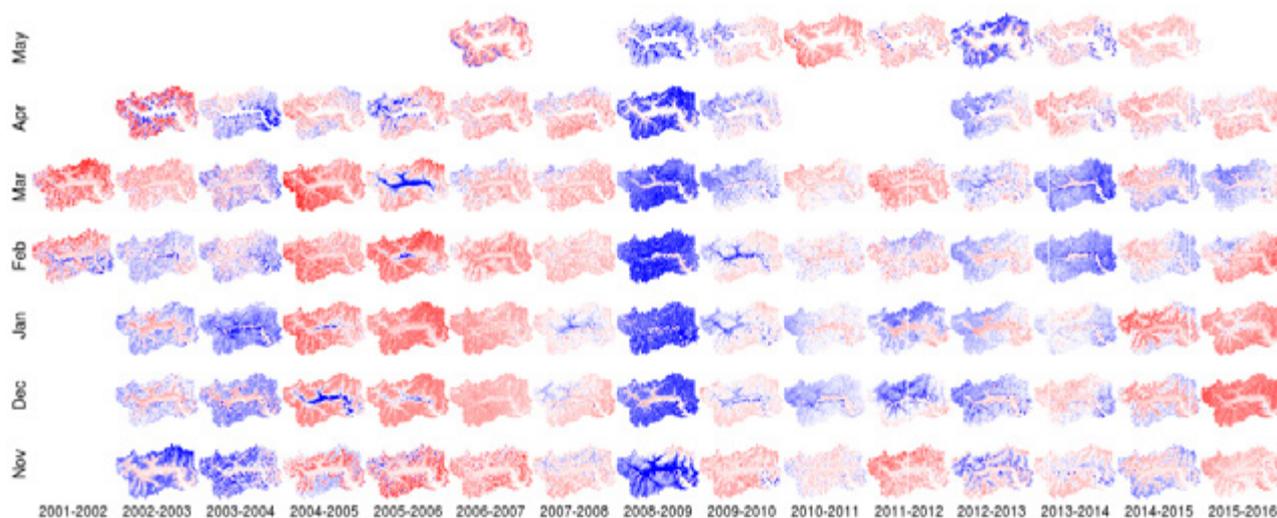


Fig. 4.8. Rappresentazione dell'anomalia dello Snow Water Equivalent (SWE).

5. DISSESTI

I dissesti presenti nell'archivio del Centro funzionale regionale sono stati censiti dagli operatori del Corpo forestale della Valle d'Aosta, dai tecnici delle Strutture organizzative "Attività Geologiche" e "Aspetto idrogeologico dei bacini montani" o segnalati da diversi soggetti tramite la Protezione civile e validati e inseriti dai tecnici del Centro funzionale che a loro volta, a seguito degli eventi meteo più significativi, verificano e integrano a seguito di sopralluoghi le schede di dissesto. Per la catalogazione dei dissesti si fa riferimento a fotografie e schede di rilievo compilate dagli operatori in occasione dei sopralluoghi. L'accatastamento del fenomeno viene completato con la predisposizione di una carta che permette di caratterizzare geograficamente il sito interessato. Il numero di dissesti catalogati risulta probabilmente sottostimato rispetto alla realtà, soprattutto nelle zone ad alta quota, dove tali fenomeni sono più frequenti ma meno facilmente identificabili. I dissesti catalogati comprendono frane, fenomeni idraulici e *debris-flow*, suddivisi nelle categorie descritte nella tabella 5.1.

Per frana si intende qualsiasi fenomeno di movimento o caduta di materiale che interessi pareti rocciose o terreno; i fenomeni idraulici comprendono esondazioni di un corso d'acqua ed erosioni delle sponde; con *debris-flow* (colate di detrito) si intendono tutti i fenomeni di trasporto di materiale solido da parte di un corso d'acqua in ambiente montano.

"MASSIME & MINIME ..."

Nel 2016 sono stati catalogati 69 dissesti, di cui 62 frane e 7 debris flow mentre non sono stati registrati fenomeni idraulici. Nella carta in figura 1.1 sono indicati i dissesti di cui è nota l'ubicazione.

Durante l'anno analizzato abbiamo registrato una marcata diminuzione della frequenza rispetto al 2015 (anno in cui sono stati registrati più di 100 dissesti) giustificabile dal minor numero di eventi meteorologici intensi verificatisi durante l'anno. La distribuzione spaziale dei dissesti sembra essere in generale uniformemente distribuita sul territorio regionale.

Quadro dissesti 2016

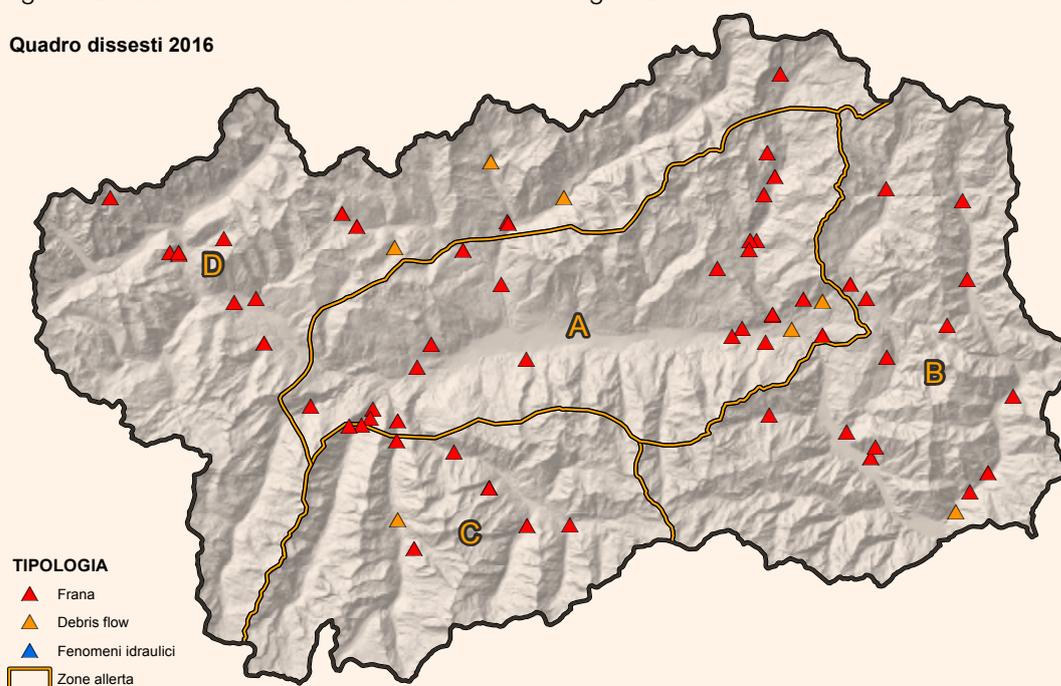


Fig. 5.1. Carta dei dissesti avvenuti nel 2016.

Dissesti del 2016 in Valle d'Aosta

Durante l'anno in esame sono stati censiti in Valle d'Aosta 69 dissesti, di cui il 90 % risultano frane e la restante parte debris-flow. Non sono stati rilevati fenomeni idraulici (si veda il grafico in figura 5.2).

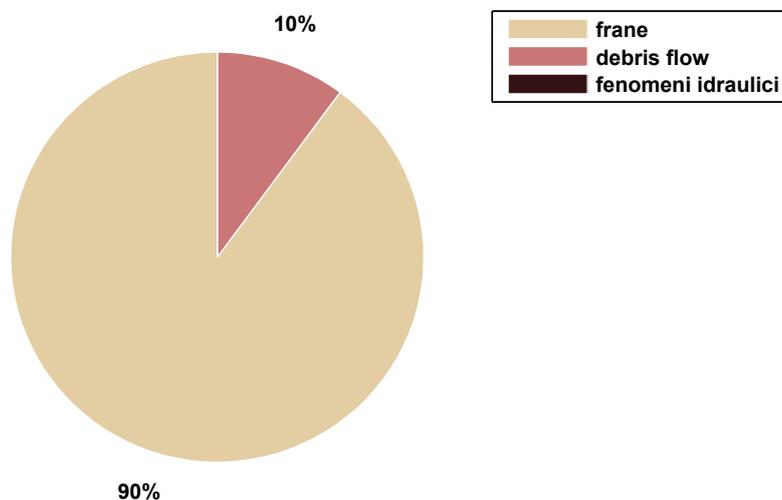


Fig. 5.2. Percentuali di frane, fenomeni idraulici e debris-flow registrati nel 2016.

I dissesti vengono validati, catalogati e inseriti nell'archivio "Catasto Dissesti" del Centro Funzionale con maggior precisione in base alla loro tipologia. La tabella 5.1 rappresenta la ripartizione dettagliata dei dissesti registrati nell'anno analizzato.

Frane	numero eventi 2016
caduta massi	36
frana di crollo	13
frana di scivolamento	4
frana di colamento	4
frana complessa	0
frana generica	0
Frana di piccole dimensioni	5
Debris-Flow	
debris flow	7
Fenomeni Idraulici	
erosione di sponda	0
esondazione	0

Tab. 5.1. Elenco dissesti catalogati nel 2016.

Nel 2016 i mesi in cui sono state registrate il maggior numero di frane è stato novembre in concomitanza delle abbondanti precipitazioni.

Analizzando la frequenza mensile dei dissesti si nota che c'è un incremento a partire dal mese di marzo dovuto all'aumento dei cicli di gelo-disgelo che portano ad una degradazione dei volumi rocciosi.

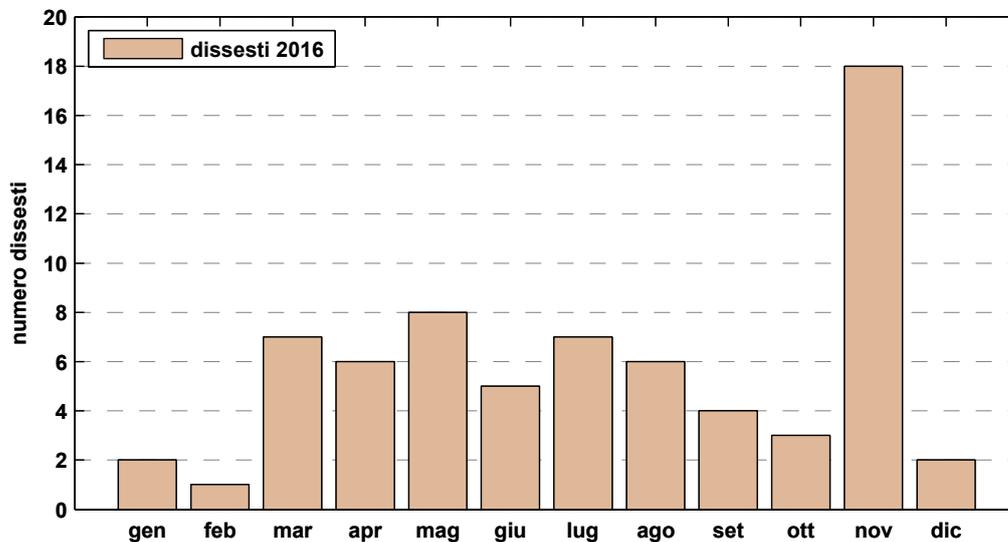


Fig. 5.3. Frequenza mensile dei dissesti verificati nell'anno esaminato in Valle d'Aosta.

Nel seguente grafico è riportata la tipologia di frane catalogate nell'anno analizzato. Esaminando la ripartizione, si nota che il cinematismo più frequente interessa i volumi rocciosi: le cadute massi rappresentano il 63% dei casi, seguiti dalle frane di crollo che coinvolgono volumi più importanti (23%).

La distribuzione spaziale delle segnalazioni pervenute è omogenea su tutto il territorio regionale, più marcata, comunque, nei fondivalle, dove i dissesti sono più facilmente individuabili.

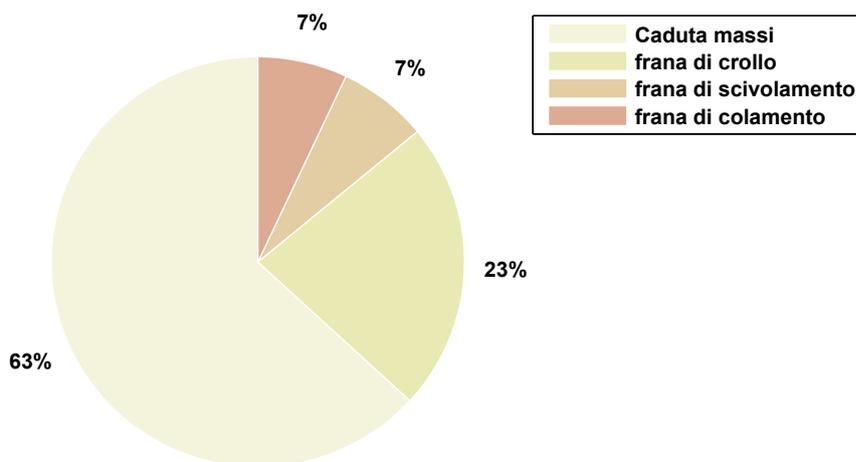


Fig. 5.4. Tipologia di frane rilevate nel 2016.

In ultimo si riporta un confronto con il numero di dissesti totali registrati dal 2000 ad oggi. Si evidenzia come nel 2000, anno dell'alluvione del 15 ottobre, sono stati registrati quasi 1100 dissesti. Negli anni successivi solo il 2008, anno caratterizzato nel mese di maggio da un evento alluvionale importante seppur molto meno gravoso di quello del 2000, ha superato il numero di 200 dissesti. Tra i restanti anni, il 2016, con 69 dissesti, risulta rientrare nella media del periodo.

Si segnala come il numero di dissesti riportato potrebbe variare rispetto a quanto presente in pubblicazioni di anni precedenti. Questo è dovuto al continuo lavoro di ricerca e aggiornamento dei dissesti che storicamente hanno interessato il territorio regionale e che quindi porta a continue integrazioni e correzioni del database.

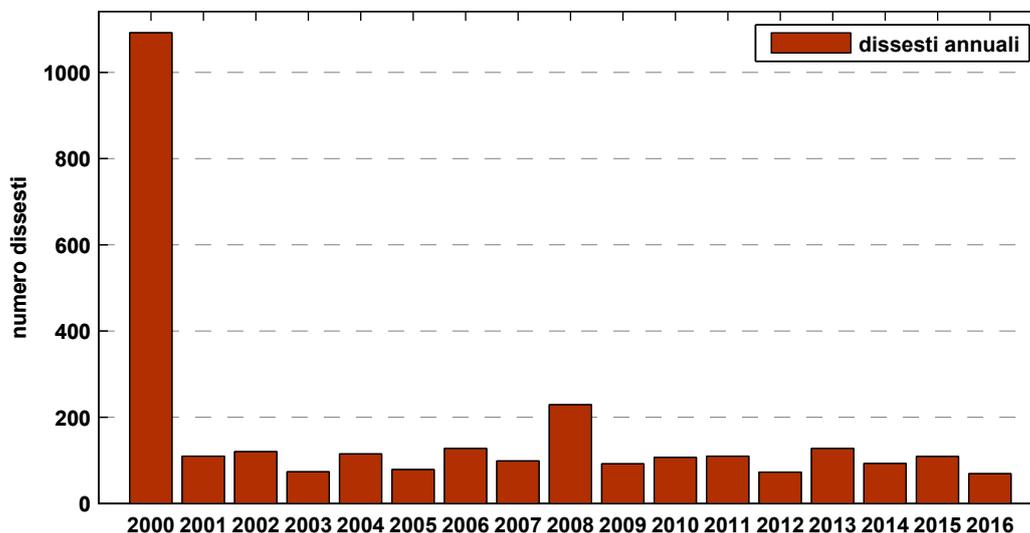


Fig. 5.5. Frequenza dissesti presenti nel database "Catasto Dissesti" del Centro funzionale regionale per il periodo 2000-2016.

6. SINTESI DEGLI EVENTI

In questa sezione sono presentate le caratteristiche dei principali eventi meteorologici che hanno comportato situazioni di dissesto idrologico. Gli eventi considerati sono stati registrati il 30 giugno e tra il 22 e il 25 novembre.

Per ogni evento, in base alla tipologia del fenomeno, si riporta una sintesi del quadro meteorologico, dell'andamento delle piogge, dei livelli dell'acqua, della quota dello zero termico e dei dissesti registrati. Una carta riporta la pioggia cumulata misurata dall'inizio alla fine dell'evento e la distribuzione sul territorio dei dissesti registrati. I dissesti registrati possono essere di tipo idrogeologico o idraulico. Per tipo idrogeologico si intendono frane e colate detritiche, mentre i dissesti di tipo idraulico comprendono esondazioni e allagamenti.

I documenti presentati sono ricavati dai *Rapporti di evento*, redatti sia durante la fase di monitoraggio, sia a conclusione dell'evento, per effettuare un bilancio idro-meteorologico. Il loro scopo è quello di fornire ai politici, ai tecnici e ai dirigenti regionali coinvolti nel sistema di allertamento, il quadro aggiornato della situazione.

30 giugno 2016

DURATA EVENTO: 30 giugno 2016 ore 03:00

• Analisi meteo

L'approfondimento di una saccatura dal Nord dell'Atlantico portatrice di aria più fresca ha favorito dal pomeriggio del 29 giugno l'aumento di instabilità atmosferica sulla nostra regione. In occasione del veloce passaggio frontale, nella notte successiva sono stati registrati rovesci e temporali sul territorio tra i quali il più significativo, caratterizzato da forte pioggia e raffiche di vento, è stato osservato nella zona centrale della Valle d'Aosta nelle prime ore di giovedì 30 giugno.

• Piogge

Il fenomeno più interessante è stato registrato nelle prime ore del 30 giugno. Verso le 3.00 del mattino un forte temporale ha interessato il fondovalle centrale della regione indicativamente tra i comuni di Sarre e Chambave con valori massimi registrati dalle stazioni sul territorio di Saint-Marcel (35 mm/h) e Nus (31 mm/h).

• Corsi d'acqua

A seguito del forte temporale registrato non sono stati osservati incrementi significativi dei torrenti laterali né della Dora Baltea. I livelli raggiunti e registrati presso le sezioni di telemisura sono risultati tutti ampiamente al di sotto dei livelli di allerta.

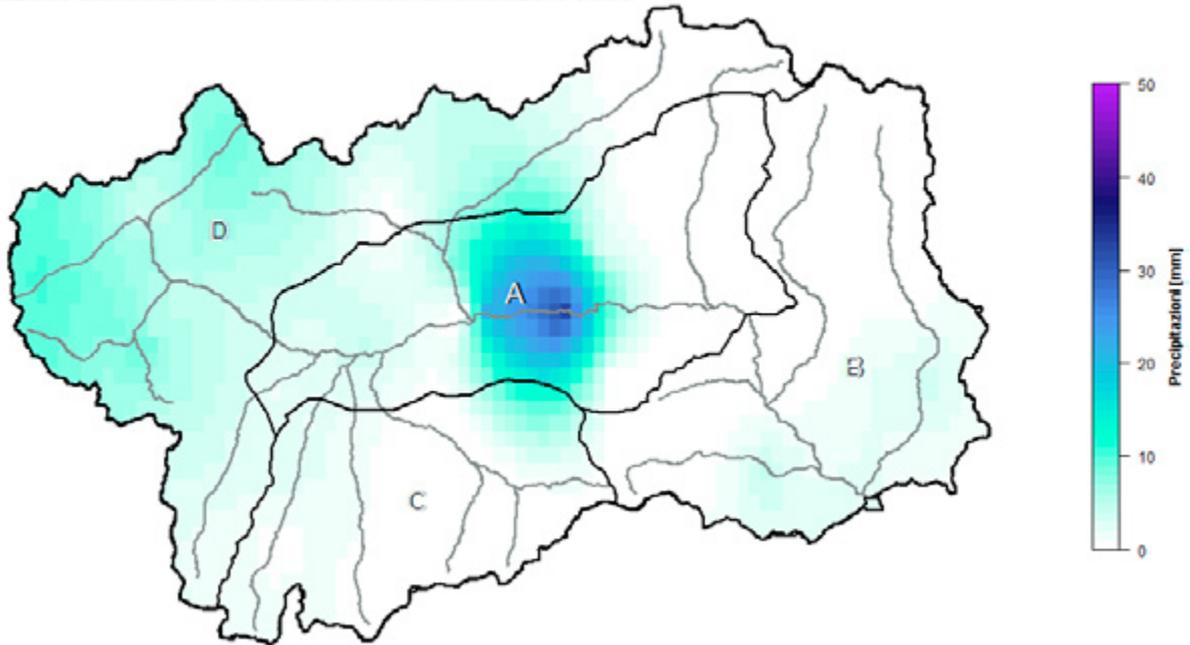
• Zero termico

L'analisi dello zero termico nella notte del 30 giugno permette di constatare come la quota sia risultata di circa 3400 – 3500 m s.l.m. senza variazioni sostanziali tra le quattro zone di allerta.

• Dissesti

Numerose sono le segnalazioni ricevute dagli enti di soccorso a seguito del temporale registrato. Le problematiche sono riconducibili a locali allagamenti di scantinati, problematiche relative ai collettori fognari e cadute di piante. Non sono invece stati segnalati smottamenti, cadute di massi o dissesti superficiali in genere.

Precipitazione cumulata dal 30/06/2016 01:00 al 30/06/2016 04:00



Novembre 2016

DURATA EVENTO: 22 novembre 2016 12:00 – 25 novembre 2016 18:00

- **Analisi meteo**

La discesa di una saccatura dal nord Atlantico verso la penisola iberica tra lunedì 21 novembre e venerdì 25 è risultata responsabile delle condizioni di instabilità atmosferica osservate sull'arco alpino occidentale. La suddetta area depressionaria, richiamando correnti miti e perturbate dai quadranti meridionali, è stata responsabile delle precipitazioni registrate che sono risultate particolarmente intense nella giornata di giovedì in corrispondenza dello stazionamento della saccatura e del suo successivo sviluppo in un minimo isolato. Il successivo indebolimento del ciclone a partire dalle ore centrali del 25 novembre ha comportato un'attenuazione progressiva delle precipitazioni fino al loro completo esaurimento.

- **Pioggie**

Le precipitazioni hanno interessato il territorio regionale dalla mattinata di lunedì 21 novembre fino alle prime ore del pomeriggio del venerdì successivo quando i fenomeni si sono progressivamente attenuati fino ad esaurirsi. Le precipitazioni sono risultate più intense sulla zona B (226 mm), sulla C (173 mm), più contenute sui settori centrali e occidentali (107 mm nella zona A, 73 sulla D). Tra il pomeriggio del 24 novembre e la mattinata del giorno successivo sono state registrate le precipitazioni più intense che hanno interessato soprattutto il settore di Pontboset nella valle di Champorcher e la basse valle del Lys. Le intensità maggiori sono state osservate a Pontboset Fournier (439 mm) e a Lillianes Granges (394 mm).

- **Corsi d'acqua**

Lungo la Dora Baltea i livelli sono sempre risultati al di sotto delle soglie di allerta. Anche sui corsi d'acqua secondari non sono stati osservati innalzamenti critici di livelli d'acqua: solo nella stazione di Gressoney-Saint-Jean è stato osservato il raggiungimento con lieve superamento e per poche ore, nella nottata del 24 novembre, del livello di allerta H1.

- **Neve**

Oltre i 2200 m s.l.m. le precipitazioni sono risultate nevose per tutta la durata dell'evento. A quote inferiori la neve è stata registrata in modo diverso nelle varie aree della regione. In generale si osservano quote più basse sui settori meridionali e orientali della regione e quote che salgono procedendo verso la Catena del Monte Bianco. Importanti gli apporti osservati sul territorio. A Dondena nella Valle d'Aoste sono caduti 180 cm di neve, 130 al Gabiet, 135 a Cogne.

- **Zero termico**

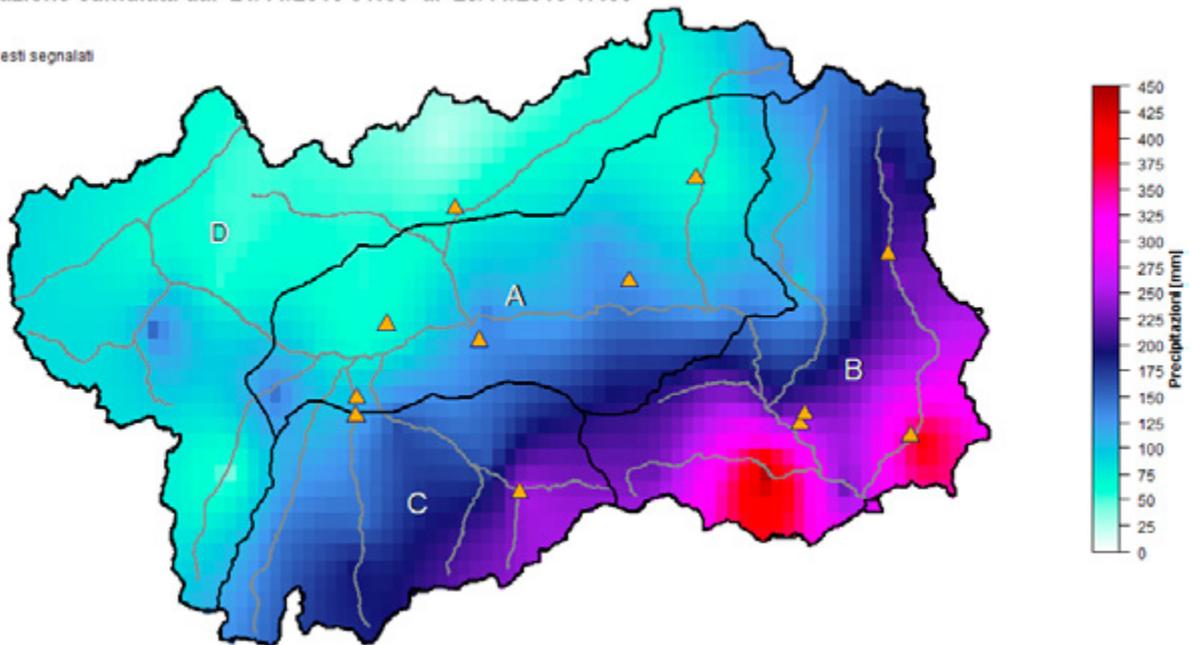
L'analisi dello zero termico nel periodo compreso tra il 21 e il 25 novembre permette di constatare come la quota sia risultata in progressivo aumento fino alla nottata del 24 novembre quando sono stati registrati le quote massime. Lo zero termico è risultato sostanzialmente omogeneo su tutte le aree. I valori mediati sull'intera regione sono risultati pertanto variabili tra quote minime di circa 2100 (21 novembre) a valori massimi di circa 2500 m s.l.m. nella notte tra giovedì 24 e venerdì 25 novembre.

- **Dissesti**

A seguito delle precipitazioni intense, sono stati segnalati una decina di dissesti perlopiù riconducibili a cadute massi o frane superficiali. I settori maggiormente in cui si sono verificati dissesti sono risultati essere quelli centro orientali della regione ove le precipitazioni sono risultate più intense.

Precipitazione cumulata dal 21/11/2016 01:00 al 25/11/2016 17:00

▲ = dissesti segnalati





Région Autonome
Vallée d'Aoste
Regione Autonoma
Valle d'Aosta

Presidenza della Regione

Présidence de la Région

Dipartimento protezione civile e vigili del fuoco
Centro funzionale regionale
Via C. Promis, 2/a - 11100 Aosta
Telefono +39 0165 272749
Telefax +39 0165 272291
u-idrografico@regione.vda.it
www.regione.vda.it



CENTRO FUNZIONALE
REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA