

2011

RENDICONTO  
IDRO-METEOROLOGICO  
2011

---

Pioggia, temperature, neve e dissesti



# RENDICONTO IDRO-METEOROLOGICO 2011

---

Pioggia, temperature, neve e dissesti

## RENDICONTO IDRO-METEOROLOGICO 2011

Pioggia, temperatura, neve e dissesti

## RAPPORT HYDRO-METEOROLOGIQUE 2011

Pluie, température, neige et éboulements

---

**Pubblicazione a cura della**  
**Publié par les soins de la**

Regione Autonoma Valle d'Aosta  
Assessorato opere pubbliche, difesa del suolo  
e edilizia residenziale pubblica  
Dipartimento difesa del suolo e risorse idriche  
Centro funzionale regionale

*Région Autonome Vallée d'Aoste  
Assessorat des ouvrages publics, de la protection des sols  
et du logement public  
Département de la protection des sols  
et des ressources hydriques  
Centre fonctionnel régional*

---

**Coordinamento operativo**  
**Coordination opérationnelle**

Sara Maria Ratto

---

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

Marco Cauduro  
Denise Ponziani  
Hervé Stevenin

---

**Revisione dei testi**  
**Révision des textes**

Ketty Carere  
Giulio Contri  
Sara Maria Ratto

---

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

Marco Armand  
Fabio Brunier  
Umberto Pellegrini  
ARPA Valle d'Aosta nelle persone di:  
Edoardo Cremonese  
Fabrizio Diotri

---

**Impaginazione e stampa**  
**mise en page et imprimé par**

Tipografia Valdostana S.p.A. - Aosta, 2012

---

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

Copyright © 2012 – Tutti i diritti riservati

## PRESENTAZIONE

Lo scorso aprile è stato effettivamente così caldo? Giugno così piovoso? Era già successo che a metà di maggio la neve sparisse al colle del Gran San Bernardo?

A queste e ad altre domande tenta di rispondere il rendiconto annuale del Centro funzionale regionale della Valle d'Aosta nell'ottica di dare un riscontro alle percezioni collettive. Non sempre, infatti, le sensazioni soggettive sono coerenti con le evidenze derivanti dai dati misurati. Solo un'analisi rigorosa e scientifica permette di dare una risposta a domande apparentemente così semplici.

Una conoscenza approfondita dei dati, di fatto, serve a conservare, come collettività, una memoria storica degli episodi meteorologici più oggettiva in modo da non cadere vittima del sensazionalismo mediatico, che ci spinge continuamente a cercare record legati alla meteorologia (piogge e nevicate eccezionali, temperature massime o minime registrate, etc.).

Tali elaborazioni servono, inoltre, a costruire serie storiche che saranno una base fondamentale per affrontare il tema del cambiamento climatico, argomento di grande attualità, che sarà trattato in un futuro aggiornamento dell'Atlante climatico della Valle d'Aosta. Le previsioni indotte da tali cambiamenti sono di fondamentale importanza per la valutazione degli effetti che potranno verificarsi anche sul territorio valdostano e che interesseranno la collettività.

Nell'ottica di creare una cultura sostenibile del rischio, l'Assessorato, ed in questo caso il Centro funzionale, si è anche impegnato in progetti di formazione presso le scuole di vario ordine e grado, tra cui desidero citare il Progetto "Minimeteo, sono io che faccio le previsioni!" rivolto alle scuole primarie, proprio con l'obiettivo di formare i nostri ragazzi e far capire loro che l'attività di raccolta e di analisi ponderata di dati meteorologici costituisce un patrimonio unico per la collettività, utile in diversi campi: dall'agricoltura alla produzione di energia elettrica, dalla prevenzione dei rischi naturali alla quantificazione delle risorse idriche ad uso potabile, solo per citarne alcuni.

*L'Assessore alle opere pubbliche,  
difesa del suolo e edilizia residenziale pubblica*

**MARCO VIERIN**

## PRÉSENTATION

Le mois d'avril dernier a-t-il vraiment été si chaud? Et le mois de juin si pluvieux? Avait-on déjà vu fondre la neige au col du Grand-Saint-Bernard à la mi-mai?

Le rapport annuel du Centre fonctionnel régional de la Vallée d'Aoste tente de répondre, entre autres, à ces questions dans le but de vérifier les perceptions collectives. En effet, celles-ci ne correspondent pas toujours à la réalité des mesures effectuées, c'est pourquoi seule une analyse rigoureuse et scientifique permet de répondre précisément à des questions pourtant apparemment très simples.

Une solide connaissance des chiffres nous permet de conserver, en tant que collectivité, une mémoire historique des épisodes météorologiques plus objective et d'éviter de tomber dans le sensationnalisme médiatique, qui nous pousse régulièrement à chercher des records climatiques (pluies ou chutes de neige exceptionnelles, températures extrêmes, etc.).

Par ailleurs, ces données servent également à élaborer des séries historiques, qui constituent une base fondamentale pour l'étude des changements climatiques, thème très actuel, qui sera traité prochainement dans l'Atlas climatique de la Vallée d'Aoste. Les prévisions liées à ces modifications du climat sont déterminantes aux fins de l'évaluation des effets auxquels nous pouvons nous attendre sur le territoire valdôtain et qui nous touchent tous.

Dans l'optique de créer une culture durable du risque, l'Assessorat – avec, dans ce cas précis, le Centre fonctionnel – s'est engagé dans des projets de formation destinés aux écoles de divers ordres et degrés: je tiens à citer notamment le projet «Minimétéo, c'est moi qui fais les prévisions!», qui vise les écoles primaires et a pour objectif de former les jeunes et de leur faire comprendre que la collecte et l'analyse des données météorologiques représentent un patrimoine unique pour la collectivité et sont utiles dans plusieurs domaines: de l'agriculture à la production d'énergie électrique, de la prévention des risques naturels à la quantification des ressources hydriques destinées à la consommation humaine, pour n'en citer que quelques-uns.

*L'Assesseur aux ouvrages publics,  
à la protection des sols et au logement public*

**MARCO VIERIN**



## INTRODUZIONE

Il Centro funzionale della Valle d'Aosta, tra le varie 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 al fine di restituire al pubblico i dati raccolti attraverso elaborazioni e curiosità derivanti dal confronto con i dati storici, senza trascurare il rigore scientifico.

Il presente volume restituisce, quindi, un quadro generale dell'anno 2011 che, dal punto di vista delle temperature, si presenta come un anno caldo, con temperatura sopra la media soprattutto ad alte quote ed in autunno. I mesi di aprile e settembre sono risultati molto caldi e in molte stazioni la temperatura media ha segnato il record della serie storica di misura. Degno di nota il confronto con l'anno 2010, che è stato uno degli anni più freddi degli ultimi 15 anni. Considerati i dati restituiti dai nivometri nell'inverno 2011, l'altezza del manto nevoso è risultata nella media fino al mese di marzo; in seguito, le alte temperature primaverili, in particolare l'aprile caldo e secco, hanno causato un rapido abbassamento del manto nevoso che ne ha determinato, già nel mese di maggio, la completa fusione anche a quote superiori ai 2.000 metri s.l.m. Le precipitazioni annuali sono risultate nella media, con valori più abbondanti nelle valli del Lys e nella valle di Champorcher. Non si sono registrati eventi pluviometrici di particolare intensità e di conseguenza il livello dei torrenti, nelle diverse sezioni monitorate, si è attestato ampiamente al di sotto del livello di esondazione. Il numero totale di dissesti segnalati è, inoltre, risultato in linea con gli anni precedenti.

Gli eventi meteorologici principali sono stati quelli di inizio giugno, caratterizzato da nevicata anche a bassa quota, e di inizio novembre, concomitante con i terribili eventi alluvionali che hanno interessato la Liguria; nel territorio regionale non hanno comunque generato situazioni di particolare criticità dal punto di vista dei dissesti e delle esondazioni.

*Il Dirigente del Centro funzionale regionale*  
**SARA MARIA RATTO**

## INTRODUCTION

Dans le cadre de ses activités, le Centre fonctionnel de la Vallée d'Aoste s'occupe de rassembler, de valider, d'élaborer et de diffuser les données issues du réseau des stations hydro-météorologiques. À ce propos, chaque année, le Centre fonctionnel publie un rapport afin de faire connaître au public les données collectées à l'aide d'élaborations et de curiosités par rapport aux données historiques, mais dans la plus grande rigueur scientifique.

Cette publication propose donc un cadre général de l'année 2011, qui se présente, du point de vue des températures, comme une année chaude, avec des températures au-dessus de la moyenne, surtout en altitude et en automne. Les mois d'avril et de septembre ont été très chauds et, dans de nombreuses stations, la température moyenne a atteint le record de la série historique des mesures. La différence avec l'année 2010, qui a été l'une des plus froides de ces 15 dernières années, est donc remarquable. D'après les chiffres enregistrés par les nivomètres durant l'hiver 2011, l'épaisseur du manteau neigeux s'est maintenue dans la moyenne jusqu'au mois de mars. Par la suite, les températures élevées du printemps - notamment le mois d'avril chaud et sec - ont causé une diminution rapide du manteau neigeux puis, dès le mois de mai, sa fonte totale, notamment à plus de 2000 mètres d'altitude. Les précipitations annuelles sont restées dans la moyenne, tout en ayant été un peu plus abondantes dans les vallées du Lys et de Champorcher. Nous n'avons pas enregistré d'événement pluviométrique particulièrement intense et, par conséquent, dans les diverses stations surveillées, le niveau des torrents est resté très au-dessous des niveaux de crue. En outre, le nombre total des dégradations hydrogéologiques signalées est en ligne avec celui des années précédentes.

Les principaux événements météorologiques ont été observés au début du mois de juin, avec des chutes de neige à basse altitude, et début novembre, lorsque de terribles inondations ont frappé la Ligurie. Cela dit, sur le territoire régional, ces événements n'ont pas généré de situations trop critiques en termes de dégradations hydrogéologiques et d'inondations.

*Le Dirigeant du Centre fonctionnel régional*  
**SARA MARIA RATTO**



# INDICE

<b>Al lettore</b> .....	8
<b>1. PRECIPITAZIONI</b> .....	11
<b>1.1 Il 2011 in Valle d'Aosta</b> .....	12
Precipitazioni annuali .....	12
Precipitazioni stagionali e mensili .....	14
Precipitazioni massime .....	15
Indici climatici .....	16
<b>1.2 Quattro stazioni a confronto con la storia</b> .....	19
Precipitazioni annuali .....	19
Precipitazioni stagionali e mensili .....	21
Precipitazioni massime .....	26
Indici climatici .....	27
<b>2. TEMPERATURE</b> .....	30
<b>2.1 Il 2011 in Valle d'Aosta</b> .....	31
Temperatura media annuale .....	31
Temperatura stagionale e mensile .....	32
Indici climatici per dodici stazioni rappresentative .....	35
<b>2.2 Quattro stazioni a confronto con la storia</b> .....	41
Temperatura media annuale .....	41
Temperatura media mensile .....	42
Indici climatici .....	44
<b>3. LIVELLI E PORTATE NELLA DORA BALTEA</b> .....	46
Dalla misura dei livelli alla stima delle portate .....	47
Portate massime e coefficienti di deflusso .....	48
<b>4. NEVE</b> .....	50
Altezza della neve al suolo .....	51
Copertura nevosa ed equivalente in acqua della neve .....	53
<b>5. DISSESTI</b> .....	57
Dissesti del 2011 in Valle d'Aosta .....	58
<b>6. SINTESI DEGLI EVENTI</b> .....	60
1° giugno 2011 .....	60
4 novembre 2011 .....	62

# 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 109 stazioni automatiche e 19 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.

Nelle elaborazioni riguardanti la precipitazione sono stati considerati i dati ricavati da pluviometri in grado di fondere la neve (riscaldati o a peso), in modo da poter stimare anche la quantità di precipitazione invernale. Le stazioni automatiche dotate di tali pluviometri sono attualmente 47.

Le stazioni meteorologiche dotate di un termometro per la misura della temperatura dell'aria sono complessivamente 101, di cui 13 manuali. Il numero di stazioni automatiche è stato incrementato a seguito dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000. Per il confronto con serie storiche lunghe più di 30 anni, sono stati considerati principalmente i dati provenienti dalle stazioni manuali.

Le serie storiche a disposizione derivano talvolta dall'unione di misure manuali e misure automatiche. Nel tempo, inoltre, si è assistito a sostituzioni di sensori, spostamento della strumentazione e avvicendamento di osservatori: tutti questi elementi possono creare problemi sull'omogeneità della serie e devono essere tenuti in considerazione durante le elaborazioni dei dati.

Per questo motivo le serie storiche più lunghe individuate per il confronto sono poco numerose e non sempre omogeneamente distribuite sul territorio regionale.

Per alcune elaborazioni, in cui è necessario un numero consistente di stazioni (ad esempio la spazializzazione dei dati di pioggia e temperatura), per il confronto tra il 2011 e la serie storica antecedente, sono stati presi in considerazione serie di soli 10 anni di dati (o meno), non avendo a disposizione un numero sufficiente di stazioni con serie storiche più lunghe.

In alcune elaborazioni puntuali è stato possibile un confronto con serie storiche di lunghezza maggiore (dai 30 ai 110 anni) e, quindi, relative a periodi diversi; questo potrebbe dare origine a commenti differenti. Bisogna tenere in considerazione questo fatto nell'interpretazione dei risultati delle elaborazioni.

Le elaborazioni incluse in questo volume riguardano principalmente i dati raccolti dal 1° gennaio al 31 dicembre 2011, con alcune eccezioni. Le elaborazioni dei dati in base alle stagioni, tengono conto della definizione di stagione *meteorologica*: l'inverno inizia il 1° dicembre e termina il 28 febbraio, la primavera comprende 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. In questo caso, quindi, le elaborazioni terranno in considerazione i dati dal 1° dicembre 2010 al 30 novembre 2011 (dicembre 2011 non è quindi incluso). Nei capitoli sulle portate e sulla neve viene preso in considerazione l'anno idrologico (1° ottobre 2010 - 30 settembre 2011).

## Suddivisione del territorio regionale in zone di allerta

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

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

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.

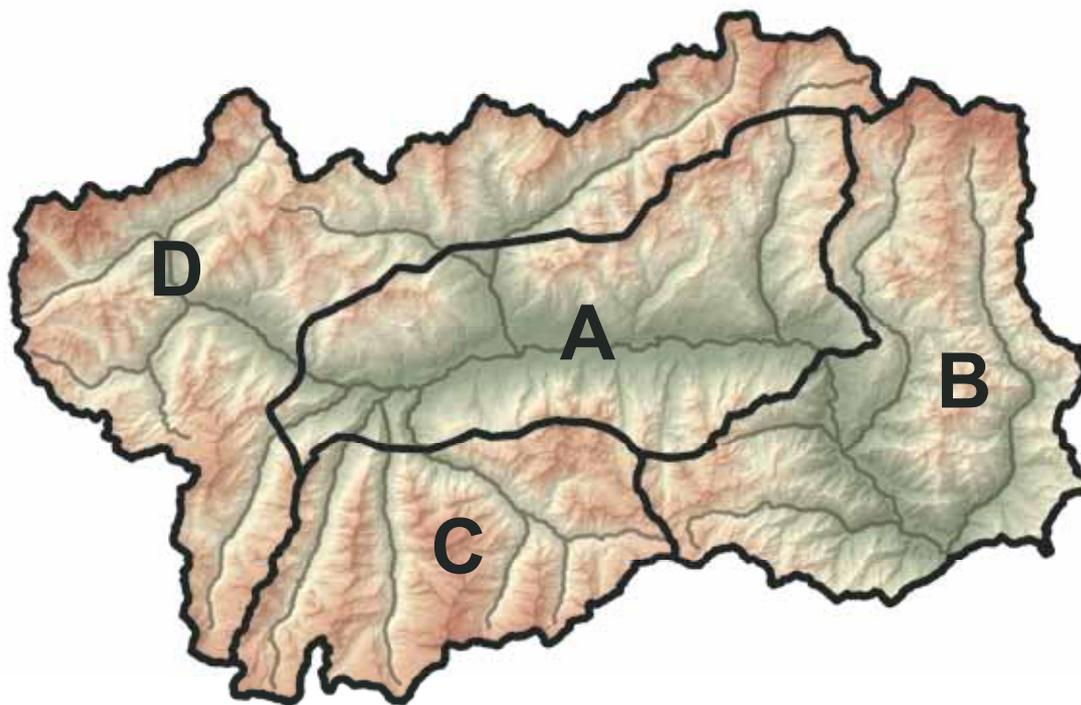
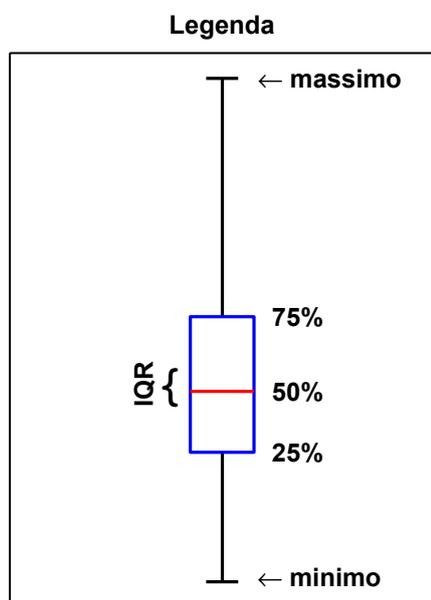


Fig. 1. Carta delle zone di allerta.

## Guida alla lettura dei grafici

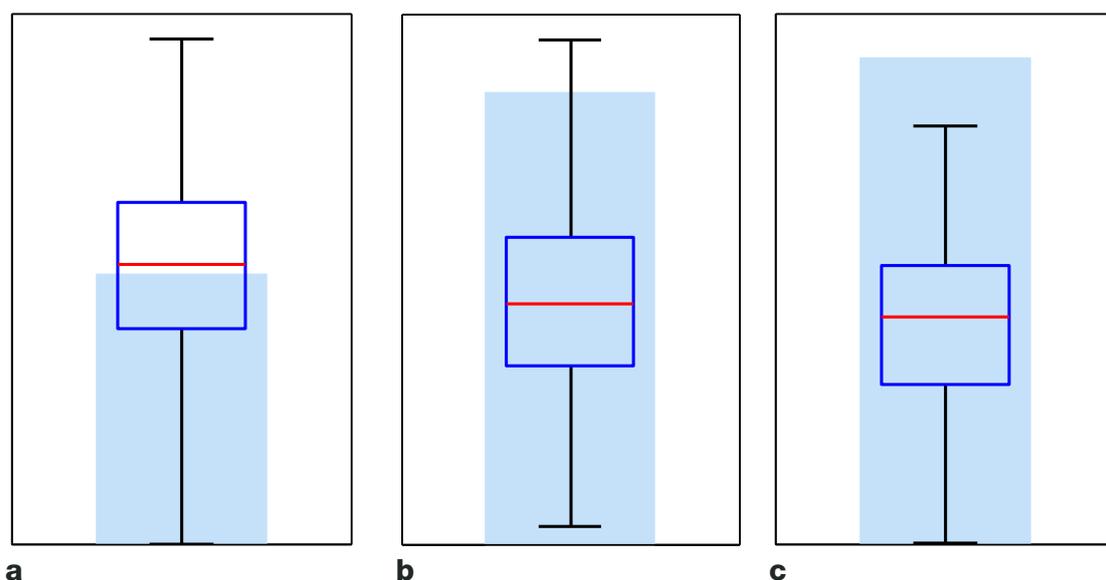


Questo grafico (figura 2), chiamato *boxplot*, è stato utilizzato per riassumere e schematizzare una serie storica di dati misurati in una stazione meteorologica.

Gli estremi rappresentano i valori massimo e minimo assoluto registrati.

Nel rettangolo centrale IQR (*Inter Quantile Range*) ricade la metà dei dati misurati: i valori compresi al suo interno possono essere considerati “nella norma”. 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. Il 50% dei dati ricade quindi tra il 25° e il 75° percentile, all'interno del rettangolo IQR. La mediana è definita anche come 50° percentile.

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



**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).

Questo grafico può essere utile per confrontare un dato relativo all'ultimo anno (ad esempio la precipitazione annuale totale) con i dati storici e verificare quanto questo valore sia più o meno vicino alla media della serie storica.

Il valore dell'ultimo anno è stato rappresentato da una barra colorata (si veda figura 3): qualora essa cada all'interno del rettangolo IQR (figura 3a), il dato dell'ultimo anno 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); quando la barra colorata è superiore al massimo (figura 3c) o inferiore al minimo, corrisponde al caso in cui il valore misurato per l'ultimo anno non è mai stato misurato in precedenza per tale stazione.

# 1. PRECIPITAZIONI

Il capitolo riguardante le precipitazioni è diviso in due parti. Nella prima parte è presentata l'analisi delle precipitazioni registrate nell'anno 2011, analizzando la loro distribuzione sul territorio regionale e confrontandole con quelle registrate dall'anno 2000; per alcune analisi è stata presa in considerazione la suddivisione del territorio in 4 zone di allerta, per la cui definizione si veda la premessa per il lettore. Sono stati considerati solo i dati provenienti da pluviometri in grado di stimare anche le precipitazioni invernali (pluviometri riscaldati o a peso).

Una seconda parte è dedicata all'analisi delle precipitazioni registrate in quattro stazioni (Aosta, Rhêmes-Notre-Dame, Pontboset, 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.

## “MASSIME & MINIME ...”

La precipitazione totale del 2011 in Valle d'Aosta è risultata in media pari a 894 mm. Confrontato con gli ultimi 10 anni, la precipitazione del 2011 è stata prossima alla media.

Le zone in cui si sono registrate le precipitazioni più abbondanti sono la Valle del Lys e la Valle di Champorcher. La precipitazione massima annuale, di 1620 mm, è stata registrata nella stazione del Gran San Bernardo, nel comune di Saint-Rhémy-en-Bosses, e la minima a Etroubles, nella stazione posta in località Chevière (515 mm), che curiosamente si trovano nella stessa valle.

I mesi più piovosi sono stati giugno e novembre e quelli più secchi gennaio, febbraio e aprile. I mesi di giugno e luglio 2011 sono stati i più piovosi degli ultimi 11 anni; nel complesso, le precipitazioni estive risultano tra le più abbondanti, mentre quelle primaverili tra le più scarse degli ultimi 11 anni. Le precipitazioni invernali e autunnali risultano invece prossime alla media.

Nel grafico in figura 1.1 è riportata la precipitazione giornaliera misurata dalla stazione di Aosta, nel corso del 2011: sono evidenti l'assenza di precipitazioni ad aprile e la presenza di precipitazioni particolarmente abbondanti a cavallo tra maggio e giugno, nei primi giorni di novembre e a metà dicembre.

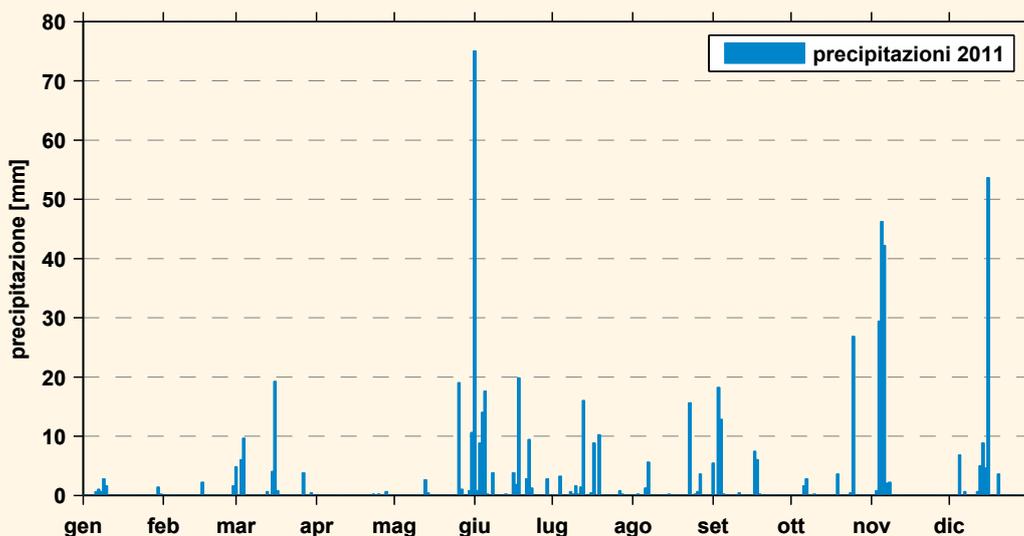


Fig. 1.1. Precipitazione giornaliera misurata ad Aosta, in piazza Plouves, nel 2011.

## 1.1 IL 2011 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: 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 annuale in funzione della quota. Le zone in cui sono state registrate le precipitazioni più abbondanti (superiori a 1000 mm) sono la Valle del Lys, la Valle di Champorcher e la dorsale a cavallo tra il Monte Bianco e il Gran San Bernardo. Le zone più secche sono la piana di Aosta e le aree limitrofe, per le quali sono state registrate precipitazioni complessive inferiori a 600 mm.

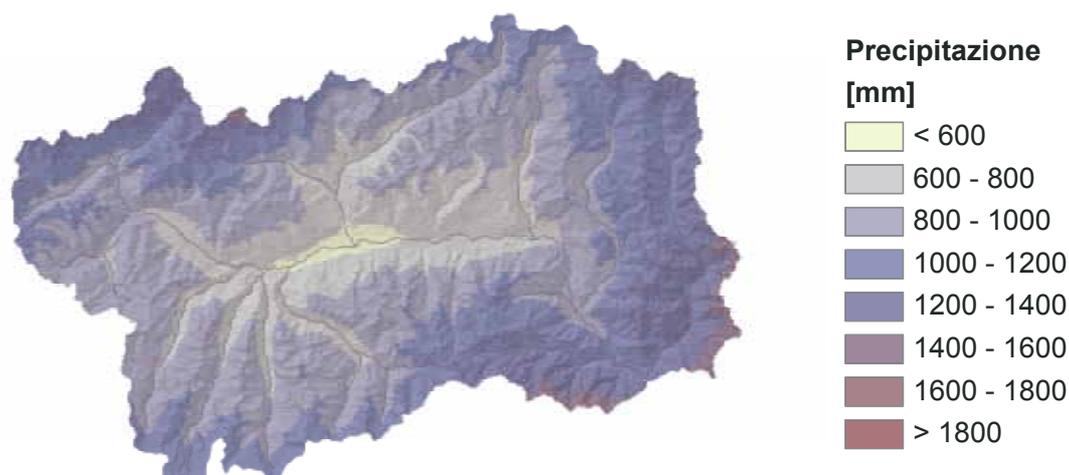


Fig. 1.2. Carta delle precipitazioni totali del 2011.

Alcune stazioni automatiche sono attive da circa dieci anni ed è possibile un confronto tra la precipitazione registrata nel 2011 e la precipitazione media degli anni precedenti.

Nella carta in figura 1.3 sono evidenziate le differenze tra i due valori: si osserva che nella zona del Monte Bianco le precipitazioni del 2011 sono state inferiori alla media degli anni precedenti di oltre 200 mm, mentre nelle valli di Cogne, Champorcher e bassa Valle del Lys, sono state superiori alla media degli anni precedenti di circa 100 mm.

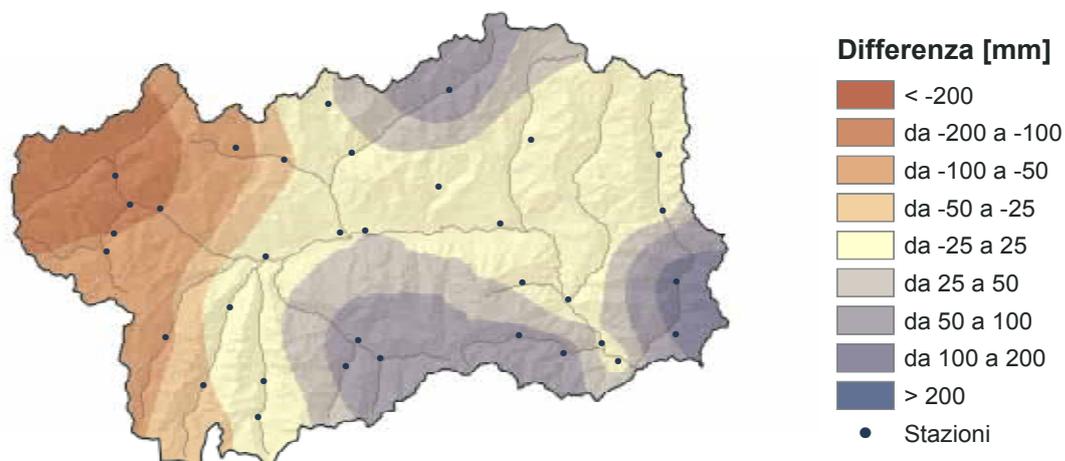


Fig. 1.3. Confronto tra la precipitazione totale del 2011 rispetto alla precipitazione media 2000-2010 per alcune stazioni meteorologiche.

Il grafico in figura 1.4 mostra l'andamento della precipitazione annuale media dal 2000 al 2011. Tale valore è ottenuto in questo caso come media matematica dei valori misurati dalle stazioni disponibili per ogni anno.

Il numero e la disposizione delle stazioni non è costante nei dieci anni, tuttavia le stazioni considerate sono state scelte tra quelle a disposizione in modo che la loro distribuzione sul territorio fosse il più possibile uniforme. Dopo l'anno 2000 il numero di stazioni automatiche è aumentato ogni anno e d'altra parte alcune stazioni manuali sono state dismesse; per un confronto con gli anni precedenti non è dunque stato possibile utilizzare un insieme fisso di stazioni.

Occorre, quindi, puntualizzare che la serie di dati utilizzati non è omogenea e che è possibile una sottostima della precipitazione media dei primi anni per la carenza di stazioni posizionate ad alta quota. Negli anni precedenti il 2000 il numero di stazioni disponibile 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. L'anno 2011 può essere considerato nella media; il valore della precipitazione media annua è prossimo a quello del 2010.

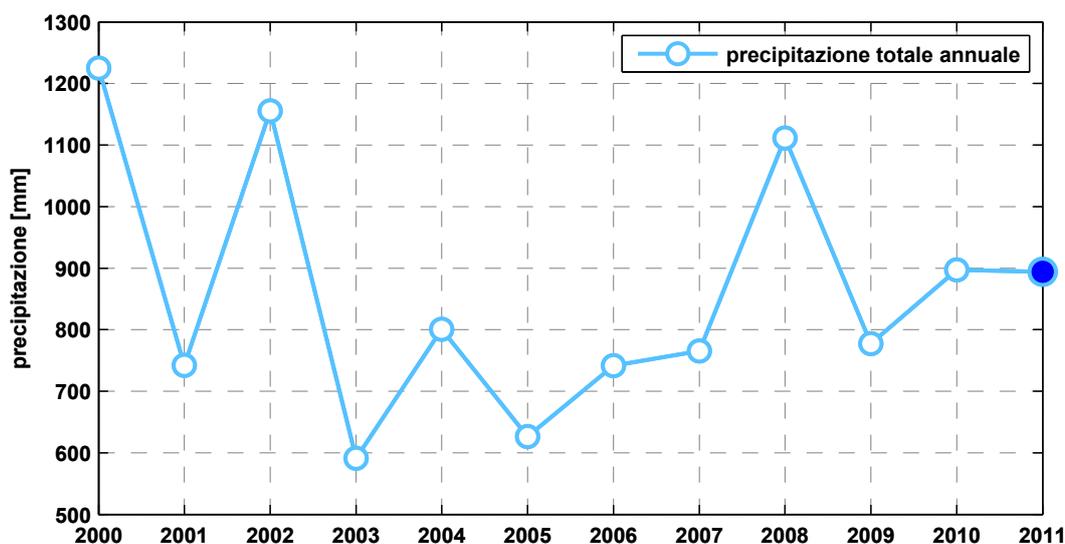


Fig. 1.4. Precipitazione totale annuale: valore medio per le stazioni meteorologiche considerate dal 2000 ad oggi.

Nella tabella 1.1 sono riportati i valori (media, minimo e massimo) di precipitazione totale del 2011, riferiti a tutta la Valle d'Aosta e alle quattro zone di allerta. Il valore medio è stato calcolato come media dei valori registrati dalle stazioni della rete meteorologica. La massima precipitazione annua è stata registrata nel comune di Saint-Rhémy-en-Bosses, dalla stazione del Gran San Bernardo (1620 mm) e la minima a Etroubles, dalla stazione posta in località Chevrière (515 mm).

Precipitazione totale del 2011 [mm]	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
<b>Massimo</b>	<b>1620</b>	880	1606	1000	<b>1620</b>
<b>Minimo</b>	<b>515</b>	541	793	664	<b>515</b>
<b>Media</b>	<b>894</b>	656	1156	802	859

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

Nel grafico in figura 1.5 la barra colorata rappresenta la variabilità di valori di precipitazione annuale misurati dalle stazioni meteorologiche per ogni zona di allerta e il punto blu il loro valore medio. Il grafico evidenzia quanto la precipitazione totale annua sia diversa per le varie zone della Valle: la zona B risulta l'area più piovosa, mentre la zona A quella meno piovosa. La zona D invece risulta essere poco omogenea; essa, infatti, comprende entrambe le stazioni che hanno registrato la massima e la minima precipitazione di tutta la Valle d'Aosta.

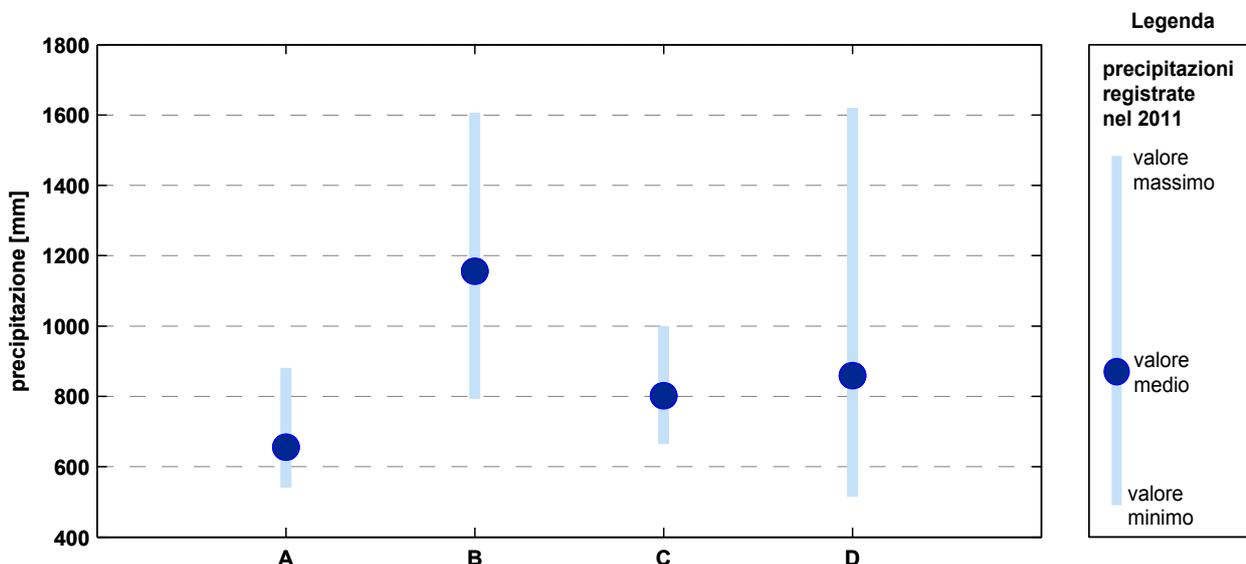


Fig. 1.5. Distribuzione della precipitazione totale annuale nelle diverse zone di allerta.

## Precipitazioni stagionali e mensili

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

Il grafico in figura 1.6 rappresenta la precipitazione media di ogni mese del 2011, confrontata con le precipitazioni mensili medie degli undici anni precedenti. I rettangoli azzurri rappresentano la variabilità dei valori delle precipitazioni mensili dal 2000 al 2010 (valori mensili medi rispetto alle stazioni) e il punto blu la loro media. Il grafico evidenzia quanto la precipitazione totale annua sia diversa per le varie zone della Valle: la zona B risulta l'area più piovosa, mentre la zona A quella meno piovosa. La zona D invece risulta essere poco omogenea; essa, infatti, comprende entrambe le stazioni che hanno registrato la massima e la minima precipitazione di tutta la Valle d'Aosta.

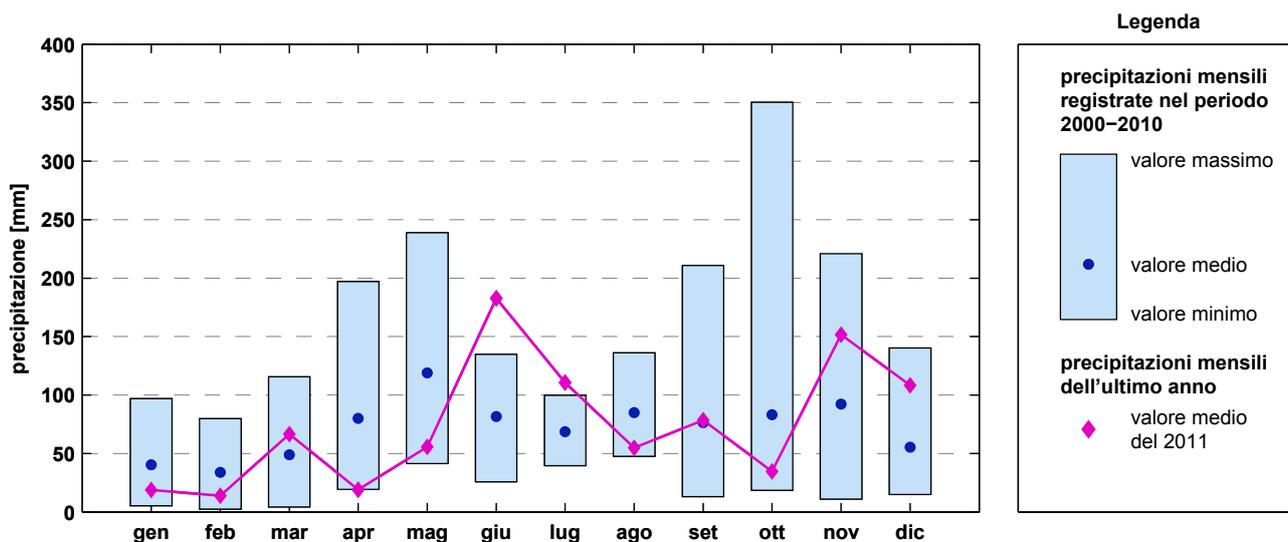


Fig. 1.6. Precipitazioni mensili del 2011 a confronto con le precipitazioni degli ultimi dieci anni.

In viola sono presentate le precipitazioni mensili dell'ultimo anno, ottenute come media dei valori mensili registrati dalle diverse stazioni della Valle d'Aosta. Il mese di aprile appare tra i meno piovosi degli ultimi anni, rispetto ai dati storici a nostra disposizione, mentre le piogge di giugno e luglio hanno superato tutte quelle registrate, per i corrispondenti mesi, negli ultimi undici anni.

Se consideriamo gli eventi in un contesto stagionale, la primavera del 2011 (marzo-aprile-maggio), con 143 mm di media, risulta essere tra le più secche registrate dal 2000 ad oggi, superata solo dalla primavera del 2003 (87 mm); al contrario l'estate del 2011 (giugno-luglio-agosto) risulta essere tra le estati più piovose registrate negli ultimi anni, con 348 mm di media, rispetto ai 374 mm del 2002. Le precipitazioni della stagione invernale e di quella autunnale risultano prossime alla media.

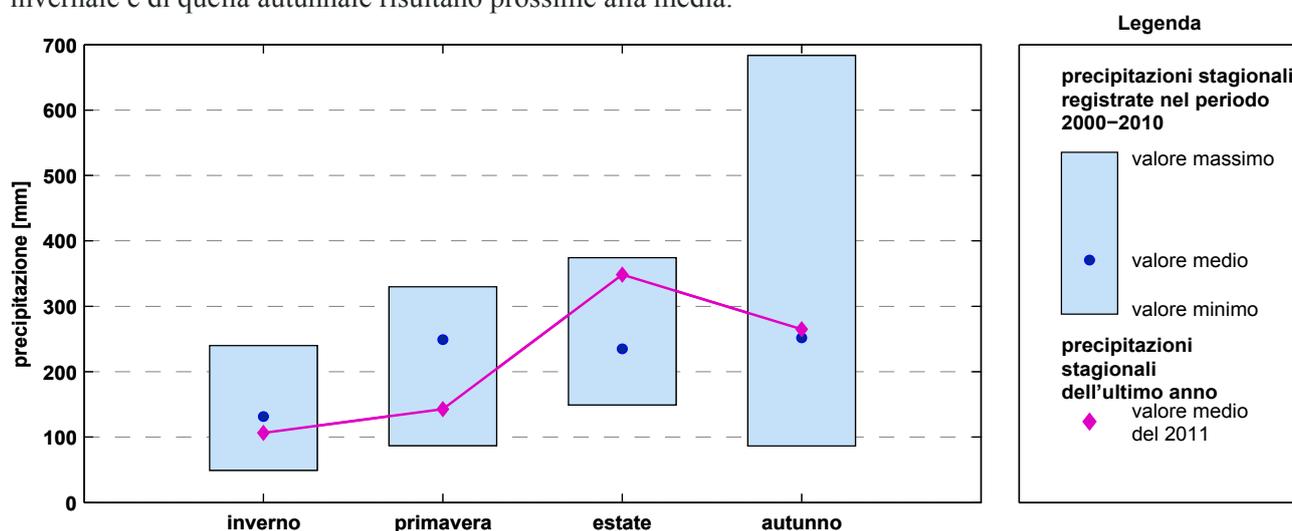


Fig. 1.7. Precipitazioni stagionali del 2011 a confronto con le precipitazioni stagionali degli ultimi 11 anni.

## Precipitazioni massime

Nella tabella seguente sono riportate le precipitazioni massime, giornaliere e orarie, suddivise per zona di allerta. In evidenza le precipitazioni massime rispetto a tutta la Valle d'Aosta che per il 2011 sono state misurate a Lillianes e a Champorcher (entrambe zona B).

Zona	Precipitazione	Max [mm]	Dove	Quando
A	Giornaliera	86	Fénis, Clavalité	1 giugno
	Oraria	23	Saint-Marcel, Surpian	23 agosto
B	Giornaliera	<b>158</b>	<b>Lillianes, Granges</b>	<b>6 novembre</b>
	Oraria	<b>38</b>	<b>Champorcher, Petit-Mont-Blanc</b>	<b>13 luglio</b>
C	Giornaliera	94	Cogne, Lillaz	1 giugno
	Oraria	25	Cogne, Lillaz	29 giugno
D	Giornaliera	99	Saint-Rhémy-en-Bosses, Gran San Bernardo	16 dicembre
	Oraria	33	Pré-Saint-Didier, Plan Praz	22 agosto

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

I massimi orari sono generalmente associati a temporali estivi. Tra gli eventi registrati si segnala quello registrato a Pré-Saint-Didier, pari a 33 mm di pioggia caduti in un'ora: a seguito di questo evento si sono verificate colate detritiche che hanno interessato i torrenti Sec, Quereux e Champex.

Nel grafico in figura 1.8 sono riportate le precipitazioni massime giornaliere 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 comprese 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 e hanno una media di 42 mm; il valore massimo di precipitazione oraria, registrato nel 2011, di 38 mm, è dunque prossimo alla media.

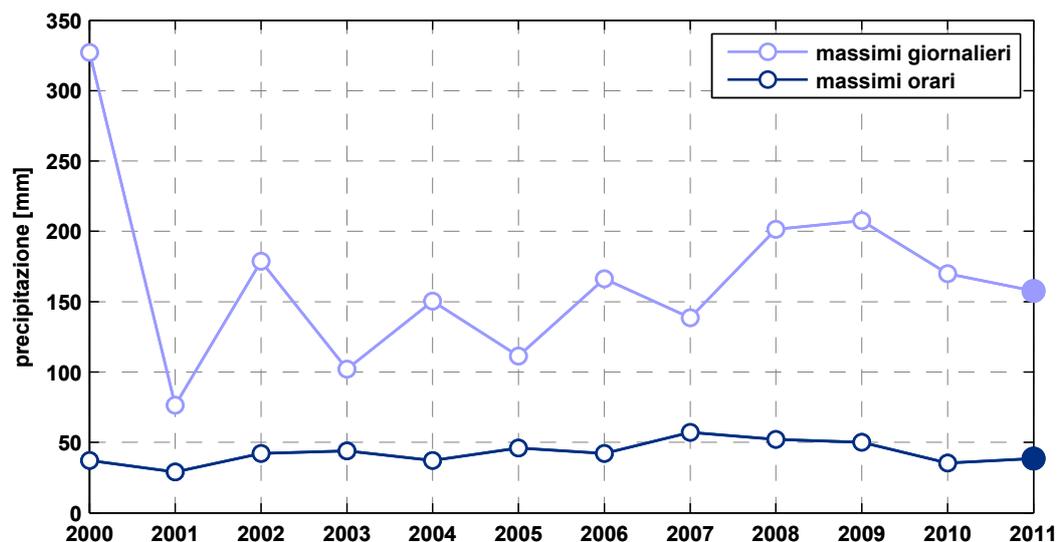


Fig. 1.8. Valori massimi, giornalieri e orari, registrati dalle stazioni meteorologiche della Valle d'Aosta.

## 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.

Nella tabella 1.3 sono elencati i valori medi del 2011 di tali indici, calcolati per tutto il territorio valdostano e per le zone di allerta. I valori medi sono ottenuti come media dei valori registrati dalle stazioni meteorologiche. In evidenza i valori massimi.

Valori medi degli indici di precipitazione [numero giorni in un anno]	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
<b>Giorni di pioggia</b>	<b>87</b>	71	89	85	<b>95</b>
<b>Giorni di pioggia forte</b>	<b>8</b>	6	<b>12</b>	7	7
<b>Giorni di pioggia molto forte</b>	<b>3</b>	2	<b>6</b>	3	1
<b>Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia</b>	<b>8</b>	7	<b>9</b>	7	8

Tab. 1.3. Numero medio di giorni di pioggia per tutta la Regione e per le zone di allerta.

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

La zona B risulta essere l'area che ha registrato il maggior numero di giornate di pioggia forte e molto forte. Il numero totale di giorni di pioggia risulta invece mediamente più alto nella zona D. La zona A risulta quella meno piovosa.

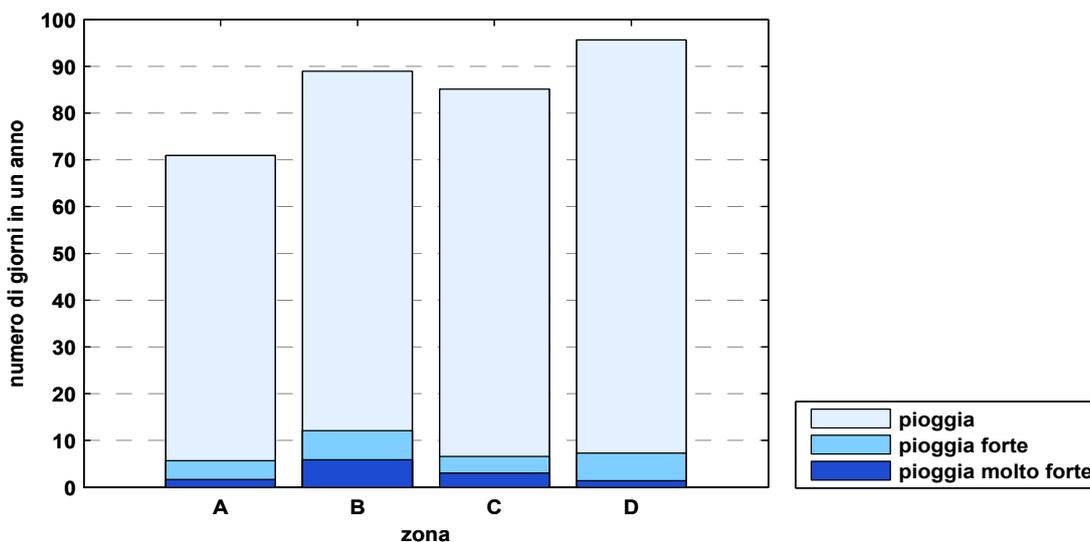


Fig. 1.9. Numero di giorni di pioggia per le zone di allerta.

Nella tabella 1.4 sono indicate le stazioni meteorologiche che hanno registrato il numero massimo e il numero minimo di giorni di pioggia. Il massimo numero di giorni di pioggia è stato registrato a Cervinia - Cime Bianche, stazione con pluviometro a peso posta a 3100 m s.l.m.

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 con precipitazione maggiore di 1 mm. In relazione anche a questo aspetto, prima di effettuare elaborazioni, i dati di tutti i pluviometri sono stati validati e corretti in tutti quei casi in cui era evidente la presenza di tale fenomeno. Dal 2011 sono attive undici stazioni poste ad alta quota e dotate di pluviometri a peso. Il numero di queste stazioni è stato incrementato rispetto agli anni precedenti. Il numero di giorni di pioggia mostra, nonostante le correzioni, una dipendenza dalla quota non trascurabile.

Massimi e minimi degli indici di precipitazione [numero giorni in un anno]	Massimo	Dove	Minimo	Dove
<b>Giorni di pioggia</b>	<b>134</b>	Cervinia, Cime Bianche	<b>59</b>	Aosta, piazza Plouves
<b>Giorni di pioggia forte</b>	<b>20</b>	Champorcher Petit-Mont-Blanc	<b>2</b>	Etroubles, Chevrière
<b>Giorni di pioggia molto forte</b>	<b>9</b>	Gressoney-S.J. , Vallone di Loo	<b>0</b>	Chamois, Lac de Lou
<b>Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia</b>	<b>11</b>	Lillianes, Granges	-	

Tab. 1.4. Numero massimo e minimo di giorni di pioggia e luogo in cui sono stati registrati.

I seguenti indici *Numero di giorni senza pioggia* e *consecutivi senza pioggia* indicano rispettivamente il numero totale e il numero massimo di giorni consecutivi in un anno con precipitazione inferiore a 1 mm.

Nella tabella 1.5 sono riportati i valori medi del 2011 per la Valle d'Aosta e per le zone di allerta, calcolati in base alle stazioni a disposizione.

Valori medi degli indici di precipitazione [numero giorni in un anno]	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
<b>Giorni senza pioggia</b>	<b>278</b>	<b>294</b>	276	280	270
<b>Numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia</b>	<b>34</b>	36	<b>31</b>	34	35

Tab. 1.5. Numero medio di giorni senza pioggia per le zone di allerta.

Nella tabella 1.6 sono riportati i luoghi in cui si sono verificati il numero minimo e il numero massimo di giorni senza pioggia.

Massimi e minimi degli indici di precipitazione [numero giorni in un anno]	Massimo	Dove	Minimo	Dove
<b>Giorni senza pioggia</b>	<b>306</b>	Aosta, piazza Plouves	<b>231</b>	Cervinia, Cime Bianche
<b>Numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia</b>	<b>52</b>	Saint-Rhémy-en-Bosses, Crévacol	-	-

Tab. 1.6. Numero massimo e minimo di giorni senza pioggia.

## 1.2 QUATTRO STAZIONI A CONFRONTO CON LA STORIA

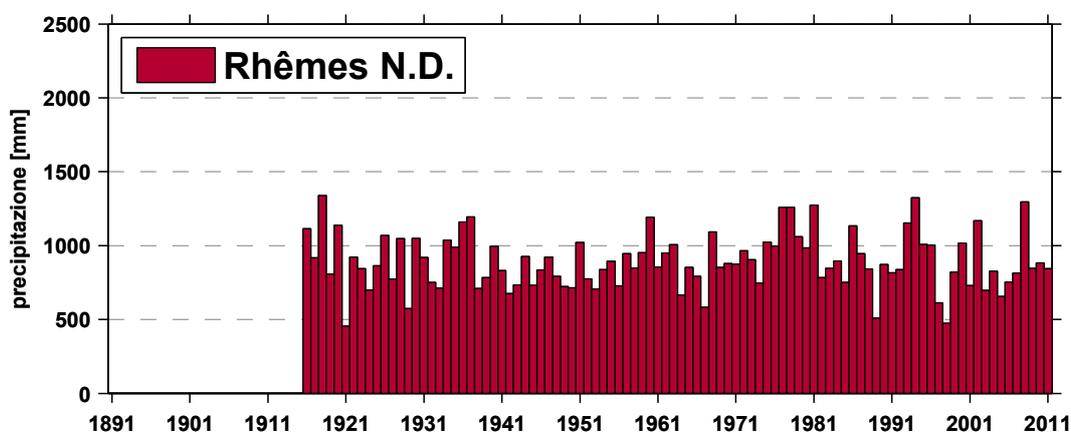
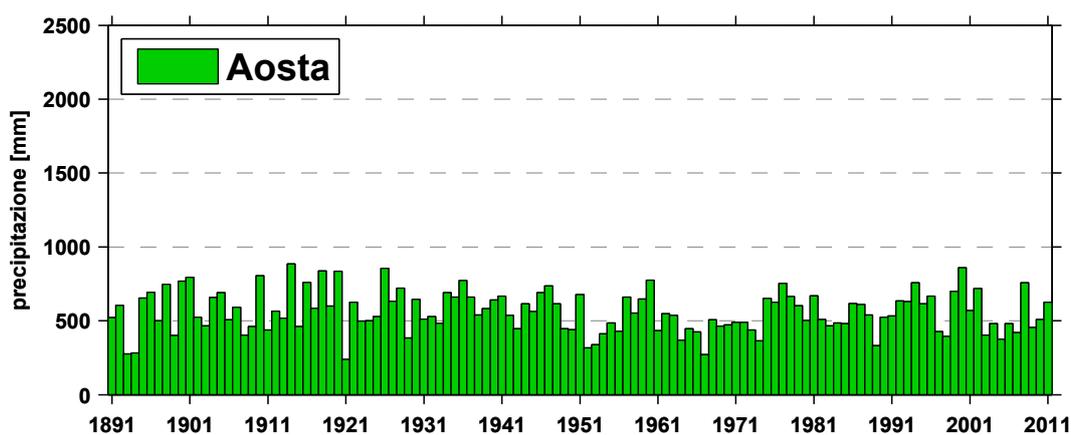
### Precipitazioni annuali

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 vicine. La stazione di Aosta è quella che presenta la serie storica più lunga. Si dispone di dati digitalizzati, continuativamente, dal 1891 ad oggi.

Nella tabella 1.7 sono indicate le precipitazioni totali del 2011 e nei grafici seguenti è riportato l'andamento della precipitazione annuale dall'inizio della serie di misure ad oggi.

Precipitazione totale annuale [mm]	Aosta	Rhêmes N.D.	Pontboset	Gressoney L.T.
Anno 2011	625	844	1296	1102

Tab. 1.7. Cumulate annuali del 2011 delle quattro stazioni considerate per lo storico.



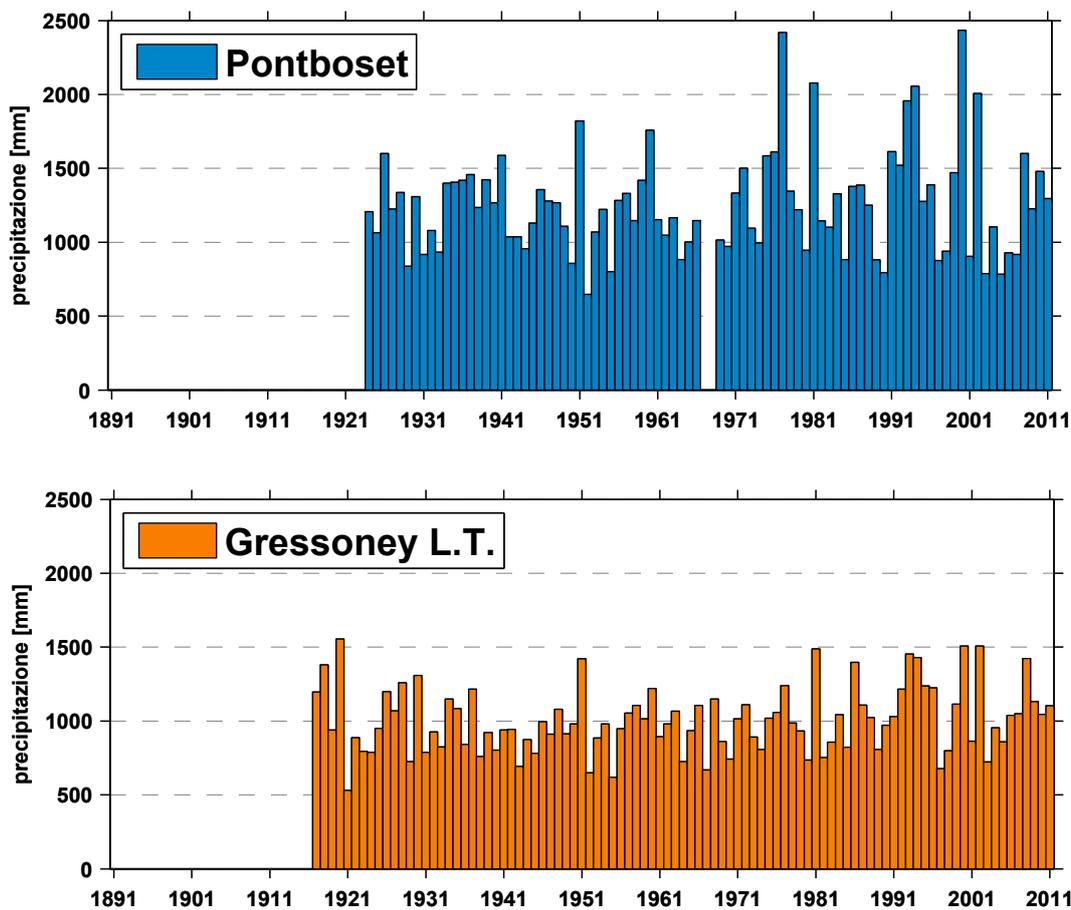


Fig.1.10. Serie storica delle precipitazioni annuali per le quattro stazioni.

Il grafico in figura 1.11 propone un confronto tra la precipitazione dell'ultimo anno e i dati della serie storica: la distribuzione dei dati storici è rappresentata dal *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 240 mm misurati nel 1921 ad Aosta e 2434 mm a Pontboset nel 2000.

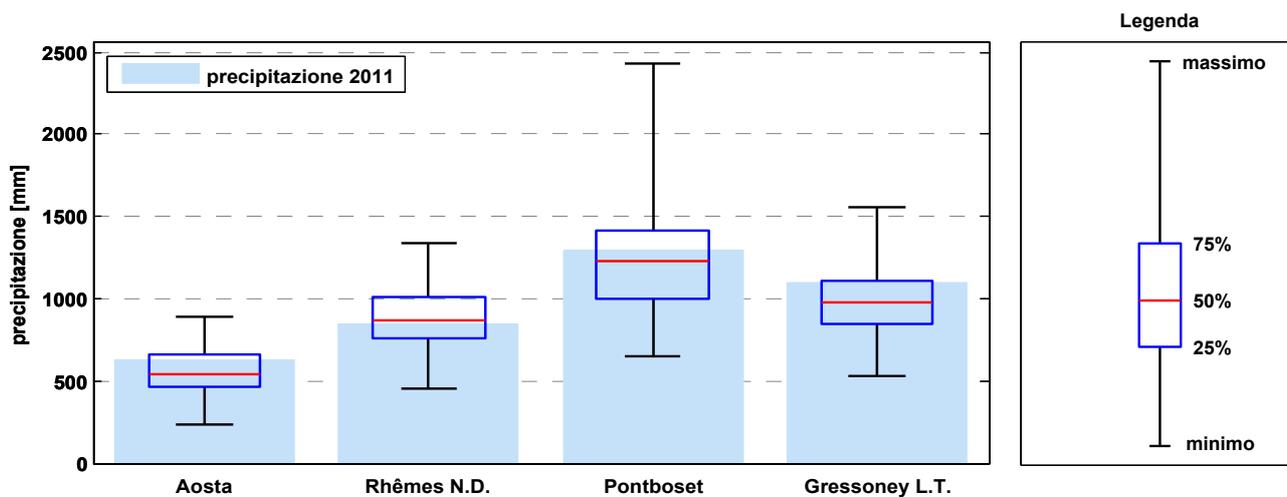


Fig.1.11. Precipitazione totale del 2011 a confronto con i dati della serie storica.

Per tutte le stazioni la precipitazione del 2011 ricade all'interno dell'intervallo di valori misurati in passato, e in particolare tra il 25° e il 75° percentile delle serie storiche.

## Precipitazioni stagionali e mensili

### • Aosta

Il grafico in figura 1.12 rappresenta le precipitazioni mensili per il 2011, messe a confronto con i dati della serie storica. Secondo i dati storici il mese mediamente più piovoso è ottobre, il valore record di 296 mm è stato registrato nel 2000. Per quanto riguarda il 2011, i mesi di giugno, novembre e dicembre appaiono più piovosi della norma, mentre i mesi di gennaio, febbraio e aprile meno piovosi.

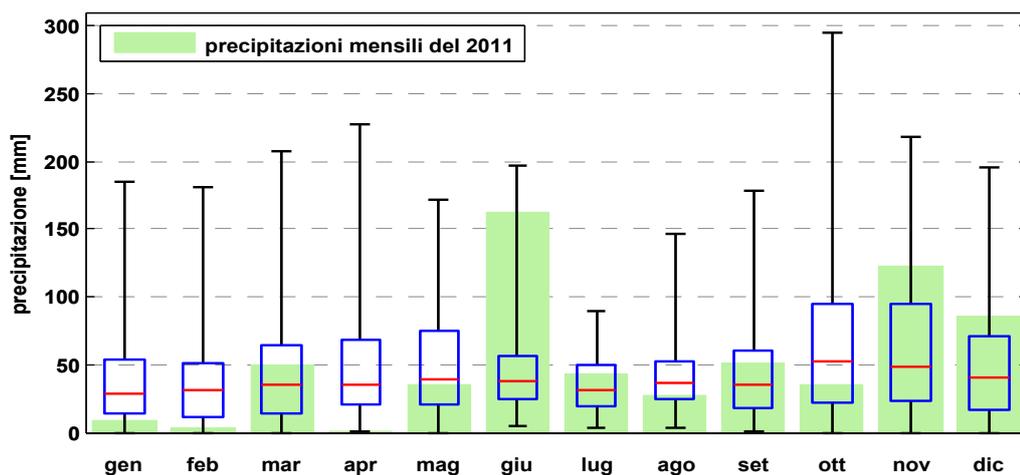


Fig. 1.12. Precipitazioni mensili della stazione di Aosta.

Le precipitazioni sono generalmente più abbondanti in primavera ed in autunno, la media primaverile e autunnale si attestano intorno a 150 mm, mentre quella invernale e estiva intorno a 110 mm. I valori estremi delle precipitazioni stagionali, misurati storicamente, sono riportati in tabella 1.8.

I valori di precipitazione invernale e primaverile del 2011 risultano inferiori alla norma, considerata tra il 25° e il 75° percentile. La precipitazione estiva risulta superiore alla norma, e vicina al massimo della serie storica. La precipitazione autunnale risulta nella norma.

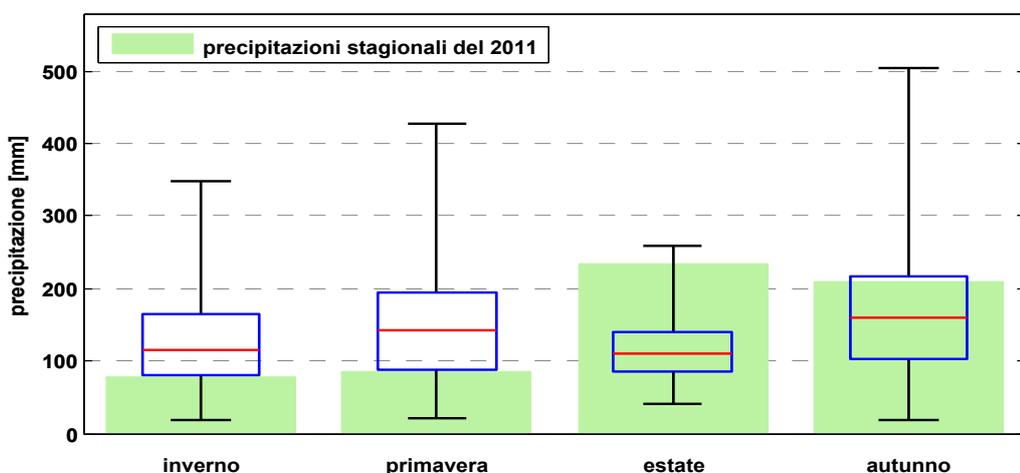


Fig. 1.13. Precipitazioni stagionali della stazione di Aosta.

Nella tabella 1.8 sono riportati i valori massimi e minimi di precipitazione stagionale e l'anno in cui sono stati registrati.

L'autunno del 2000 risulta il più piovoso per la stazione di Aosta, anche confrontato con gli altri massimi stagionali. Le abbondanti precipitazioni della primavera 1898 sono riportate nelle cronache dell'epoca, e sono legate alle abbondanti nevicate all'inizio del mese di marzo. L'inverno del 1902 è ricordato nelle cronache per le abbondanti nevicate che fecero crollare alcuni tetti, mentre le piogge dell'estate 1957 sono principalmente imputabili all'evento alluvionale che ha colpito la Valle d'Aosta nei giorni 12-15 giugno.

Aosta	Max [mm]	quando	Min [mm]	quando
inverno	349	1902	19	1949
primavera	427	1898	21	1938
estate	259	1957	42	1923
autunno	504	2000	20	1989

Tab. 1.8. Valori massimi e minimi stagionali e anno in cui si sono verificati.

#### • Rhêmes-Notre-Dame

Il grafico in figura 1.14 rappresenta le precipitazioni mensili a Rhêmes-Notre-Dame, per il 2011, messe a confronto con i dati della serie storica. 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). I mesi di giugno e dicembre 2011 appaiono più piovosi della norma, mentre i mesi di gennaio, febbraio, aprile e ottobre meno piovosi.

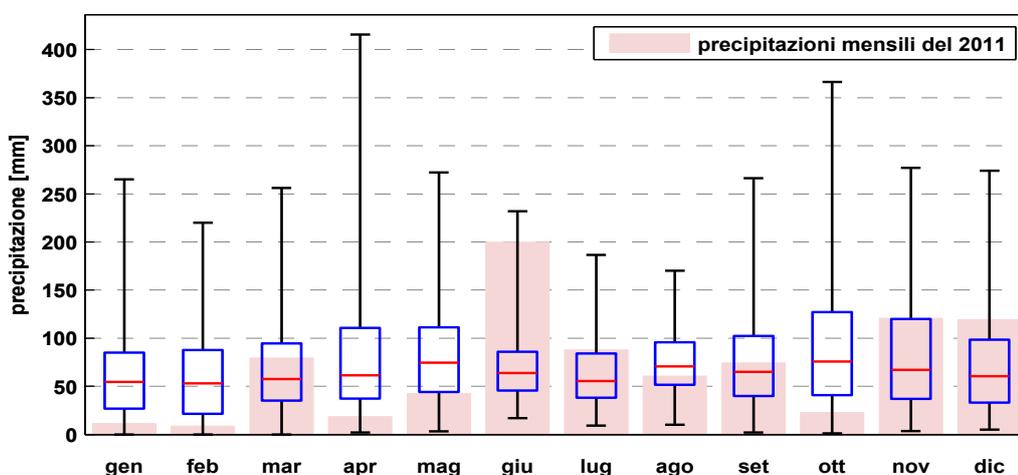


Fig. 1.14. Precipitazioni mensili per la stazione di Rhêmes-Notre-Dame.

In un contesto stagionale, i valori di precipitazione invernale (dicembre 2010 - febbraio 2011) e primaverile (marzo - maggio) risultano inferiori al 25° percentile, mentre quelle estive (giugno - agosto) risultano superiori alla norma. Nella tabella 1.9 sono riportati i valori massimi e minimi di precipitazione stagionale e l'anno in cui sono stati registrati. La primavera del 1918 è la stagione in cui si sono registrate le massime precipitazioni, associate principalmente alle abbondanti nevicate verificatesi nel mese di aprile (416 cm).

Anche per la stazione di Rhêmes-Notre-Dame l'autunno del 2000 risulta il più piovoso della serie di dati. Le precipitazioni dell'inverno del 1955 e l'estate del 1973 non sono associate a eventi di particolare intensità.

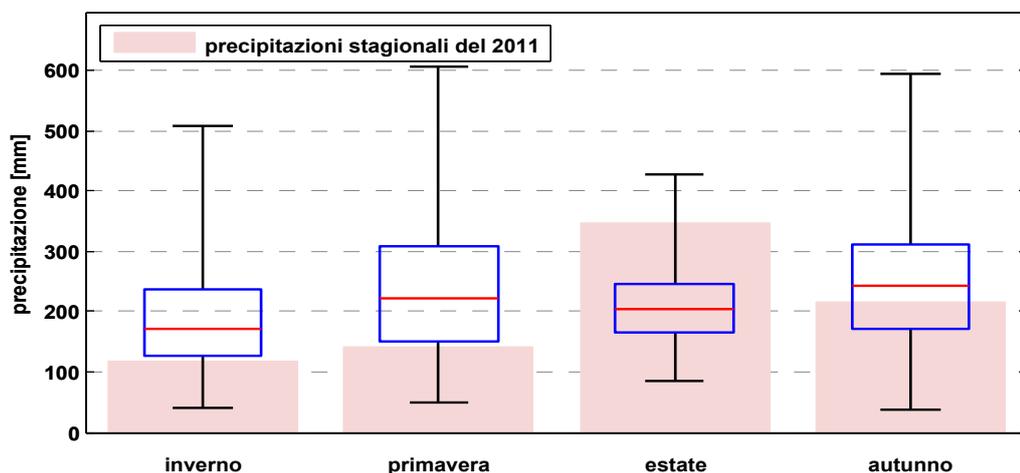


Fig. 1.15. *Precipitazioni stagionali per la stazione di Rhêmes-Notre-Dame.*

Rhêmes N.D.	Max [mm]	quando	Min [mm]	quando
inverno	507	1955	41	1929
primavera	606	1918	51	1997
estate	428	1973	84	1919
autunno	593	2000	38	1989

Tab. 1.9. *Valori massimi e minimi stagionali e anno in cui si sono verificati.*

#### • Pontboset

Il grafico in figura 1.16 rappresenta le precipitazioni mensili a Pontboset, per il 2011, messe a confronto con i dati della serie storica. Il mese mediamente più piovoso, secondo i dati storici di questa stazione, è maggio, tuttavia il valore massimo assoluto (879 mm) è stato registrato a ottobre, in corrispondenza dell'alluvione del 2000. Per quanto riguarda il 2011, i mesi di marzo, giugno, luglio e novembre appaiono più piovosi della norma, mentre i mesi di gennaio, febbraio, aprile, maggio e ottobre meno piovosi.

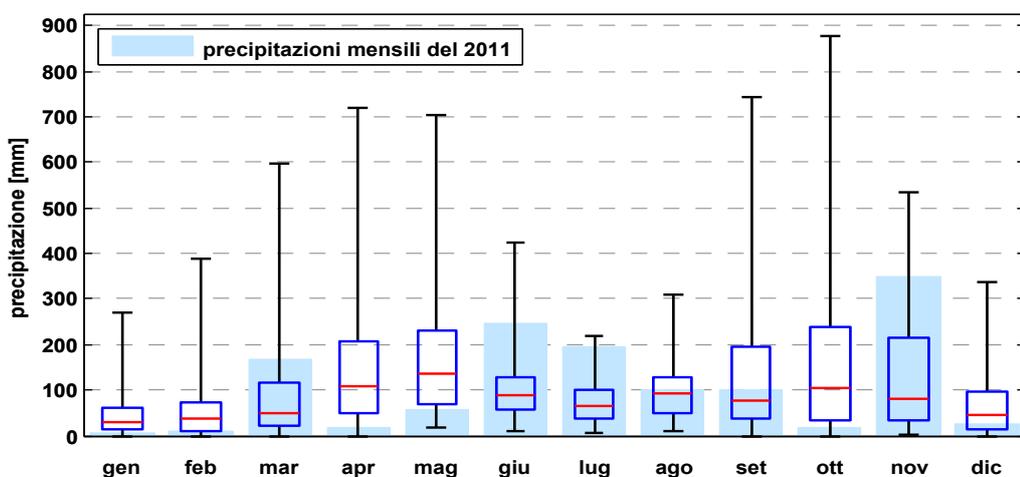


Fig. 1.16. *Precipitazioni mensili per la stazione di Pontboset.*

Le precipitazioni estive del 2011, a Pontboset, risultano superiori alla norma, mentre quelle invernali e primaverili inferiori alla norma. Le precipitazioni autunnali sono prossime alla media.

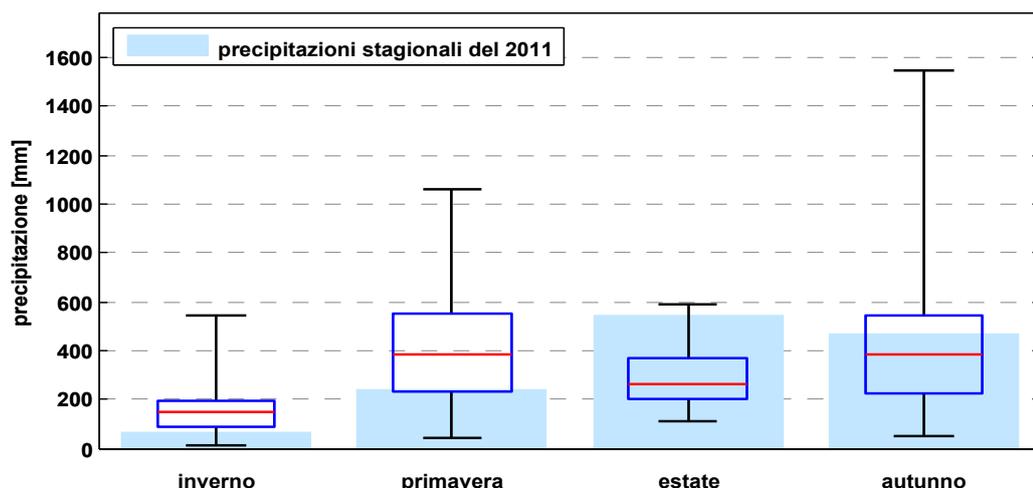


Fig. 1.17. Precipitazioni stagionali per la stazione di Pontboset.

Nella tabella 1.10 sono riportati i valori massimi e minimi di precipitazione stagionale e l'anno in cui sono stati registrati. Si evidenzia come le precipitazioni dell'autunno 2000 sono le massime precipitazioni stagionali registrate a Pontboset dal 1924. Esse superano di quasi 500 mm quelle della primavera 1981, in cui le forti precipitazioni della fine del mese di marzo (632 mm) chiudono una stagione invernale particolarmente secca (minimo storico di 11 mm). Le precipitazioni dell'inverno 1974 non sono associate a singoli eventi di particolare entità, mentre durante l'estate 2002 è stato registrato un evento alluvionale nel mese di giugno più intenso nella parte sud-orientale della Regione.

Pontboset	Max [mm]	quando	Min [mm]	quando
inverno	543	1974	11	1981
primavera	1060	1981	39	1955
estate	586	2002	110	1962
autunno	1547	2000	50	1946

Tab. 1.10. Valori massimi e minimi stagionali e anno in cui si sono verificati.

#### • Gressoney-La-Trinité

Il grafico in figura 1.18 rappresenta le precipitazioni mensili registrate a Gressoney-La-Trinité nel 2011, a confronto con i dati della serie storica. Il mese mediamente più piovoso, secondo i dati storici, è maggio, con una media che supera i 100 mm; la massima precipitazione mensile è stata invece registrata a dicembre 1916.

Per quanto riguarda il 2011, le precipitazioni registrate a Gressoney-La-Trinité nei mesi di gennaio, febbraio, aprile, agosto e ottobre, risultano inferiori alla media storica. Quelle dei mesi di giugno, luglio e novembre risultano invece superiori alla media. Le precipitazioni stagionali del 2011 a Gressoney-La-Trinité risultano nella norma, tranne per la stagione estiva, in cui risultano più abbondanti.

Nella tabella 1.11 sono riportati i valori massimi e minimi di precipitazione stagionale, e l'anno in cui sono stati registrati. Si può notare che per la stazione di Gressoney-La-Trinité le precipitazioni autunnali del 2000 sono superate, di pochi millimetri, da quelle della primavera del 1981, associate ad un evento intenso a

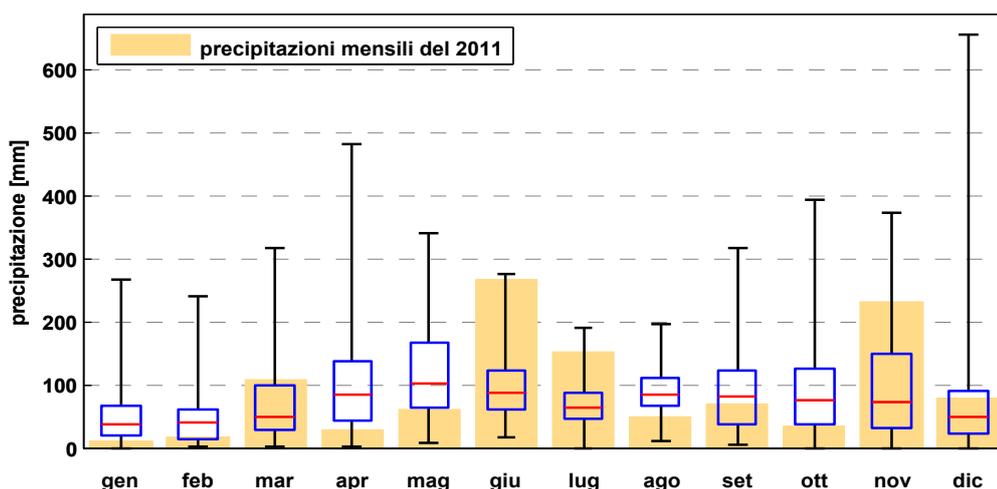


Fig. 1.18. Precipitazioni mensili per la stazione di Gressoney-La-Trinité.

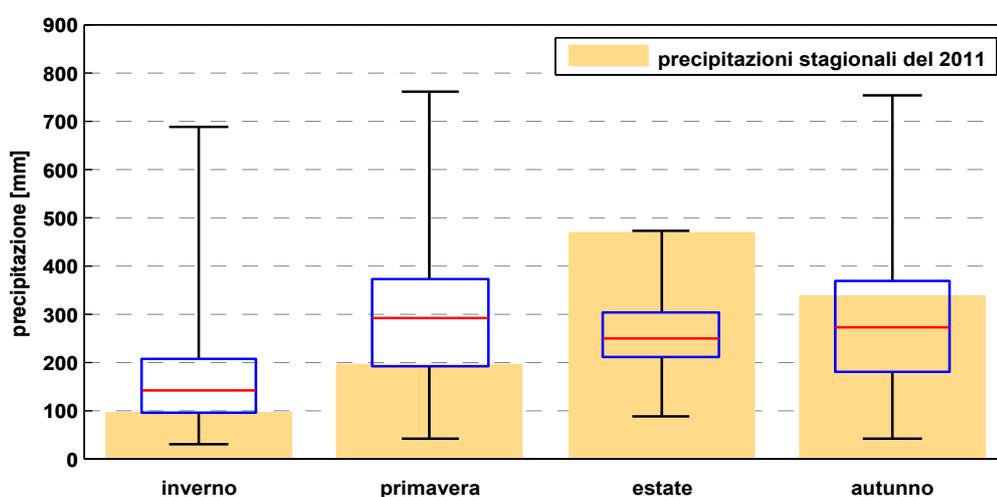


Fig. 1.19. Precipitazioni stagionali per la stazione di Gressoney-La-Trinité.

fine marzo, che ha interessato particolarmente le Valli del Lys, di Champorcher, del Gran Paradiso; 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.

L'inverno del 1916-1917 è ricordato negli annali meteorologici per le abbondanti nevicate e per le temperature rigide; in base ai dati a disposizione risulta tra gli inverni più nevosi per numerose località valdostane.

L'estate 2002 è ricordata come una stagione piovosa in particolare nella parte sud-orientale della Regione.

Gressoney L.T.	Max [mm]	quando	Min [mm]	quando
inverno	685	1917	27	1949
primavera	759	1981	42	1919
estate	470	2002	88	1923
autunno	752	2000	39	1921

Tab. 1.11. Valori massimi e minimi stagionali e anno in cui si sono verificati.

## 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 il 2011 sono riportati in tabella 1.12.

Non è possibile un confronto con i dati storici per quanto riguarda i massimi orari, in quanto storicamente i dati di precipitazione sono misurati manualmente una volta ogni 24 ore e, dunque, non sono disponibili dati orari per l'intero periodo storico considerato.

Precipitazioni massime 2011 [mm]	Aosta	Rhêmes N.D.	Pontboset	Gressoney L.T.
giornaliera	75	63	129	80
oraria	14	10	37	14

Tab. 1.12. Precipitazioni massime giornaliere e orarie del 2011.

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.

I massimi giornalieri registrati nel 2011, per la stazione di Aosta, sono superiori al 75° percentile, mentre per le altre stazioni risultano prossimi alla media.

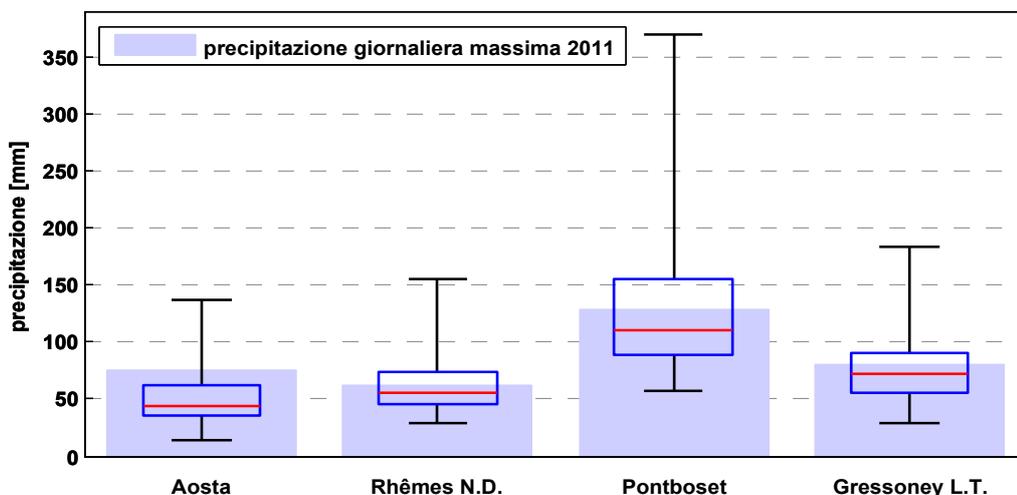


Fig. 1.20. Precipitazione giornaliera massima del 2011 a confronto con i dati storici.

## Indici climatici

In questo paragrafo si confrontano gli indici climatici introdotti nella sezione precedente con i dati storici; la tabella 1.13 riporta i valori degli indici calcolati per le quattro stazioni in esame per il 2011.

Indici di precipitazione 2011 [numero giorni in un anno]	Aosta	Rhêmes N.D.	Pontboset	Gressoney L.T.
<b>Giorni di pioggia</b>	59	91	78	<b>98</b>
<b>Giorni di pioggia forte</b>	6	5	<b>13</b>	11
<b>Giorni di pioggia molto forte</b>	3	3	6	<b>7</b>
<b>Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia</b>	5	7	7	<b>10</b>
<b>Giorni senza pioggia</b>	<b>306</b>	274	287	267
<b>Numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia</b>	<b>46</b>	34	36	26

Tab. 1.13. Indici di pioggia del 2011 per le quattro stazioni.

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. Il numero di giornate piovose del 2011 risulta nella norma per le stazioni di Rhêmes-Notre-Dame, Pontboset e Gressoney-La-Trinité; per la stazione di Aosta è invece leggermente inferiore alla norma, considerata tra 60 e 80 giorni.

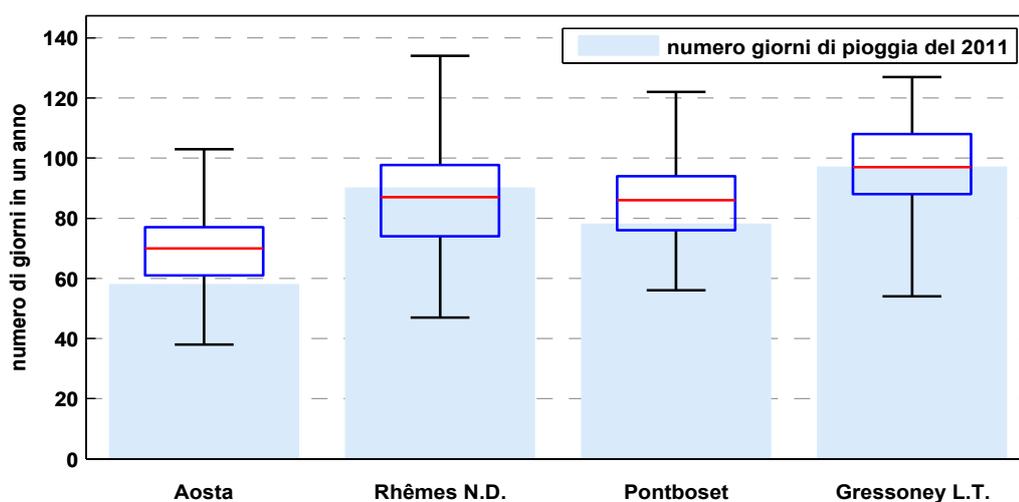


Fig. 1.21. Numero di giorni di pioggia del 2011.

Il numero di giorni di pioggia forte è maggiore a Pontboset rispetto alle altre stazioni, dove risulta mediamente 13 giorni e dove non sono mai stati misurati più di 26 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 8 e 9 giorni. Il numero di giorni di pioggia forte del 2011, rispetto ai dati storici a disposizione, risulta coincidente con la media per la stazione di Pontboset e superiore alla norma per la stazione di Aosta. Per le stazioni di Rhêmes-Notre-Dame e Gressoney-La-Trinité, il numero di giorni di pioggia forte coincide rispettivamente con il 25° e il 75° percentile.

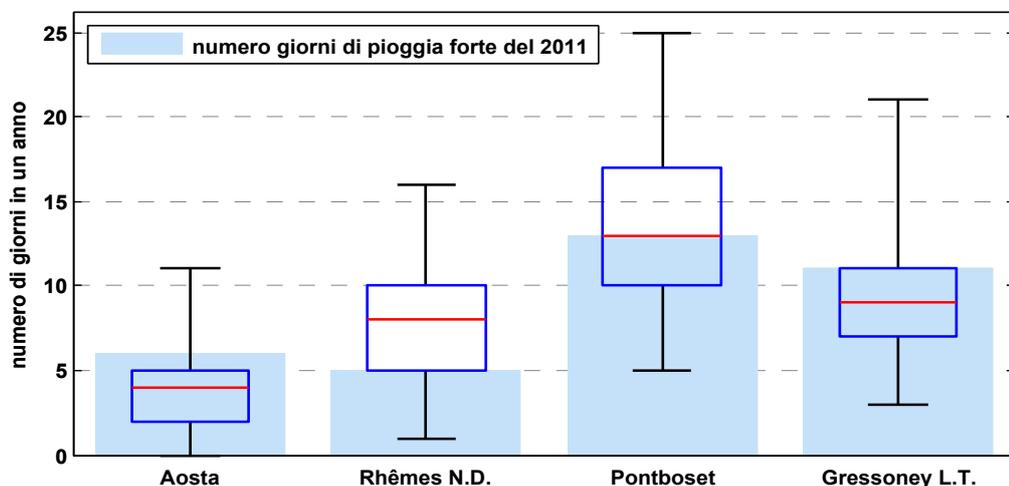


Fig. 1.22. Numero di giorni con precipitazione superiore a 15 mm.

Il numero di giorni con precipitazione superiore a 45 mm è nella norma per la stazione di Pontboset e di Rhêmes-Notre-Dame, mentre risulta superiore alla norma per Aosta e Gressoney-La-Trinité.

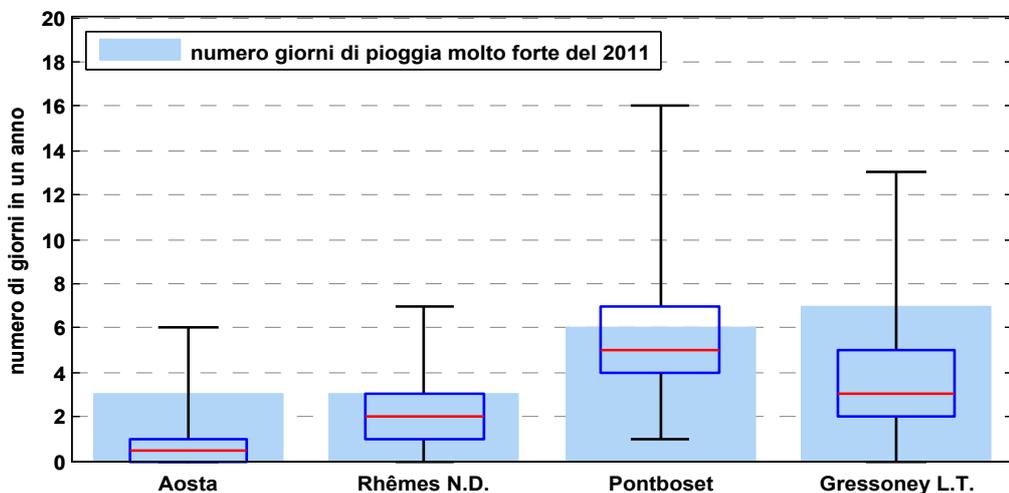


Fig. 1.23. Numero di giorni con precipitazione superiore a 45 mm.

Il numero massimo di giorni consecutivi di pioggia è mediamente molto simile per le quattro stazioni, tra 5 e 7 giorni. Non sono mai stati misurati più di 17 giorni consecutivi di pioggia. Questo indice per il 2011 è superiore alla norma per la stazione di Gressoney-La-Trinité (10 giorni) e nella norma per le altre stazioni.

Il numero di giorni senza pioggia del 2011 è nella norma per tutte le stazioni.

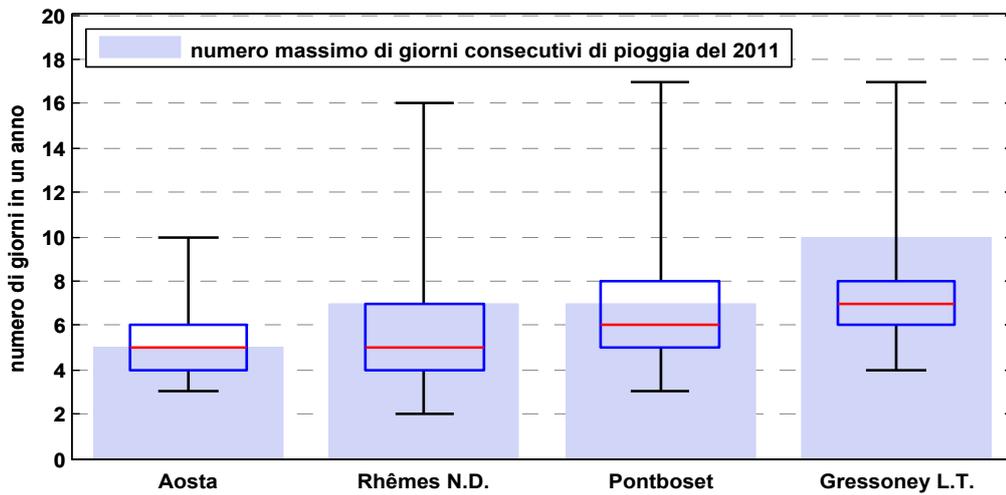


Fig. 1.24. Numero massimo di giorni consecutivi di pioggia del 2011, a confronto con i dati storici.

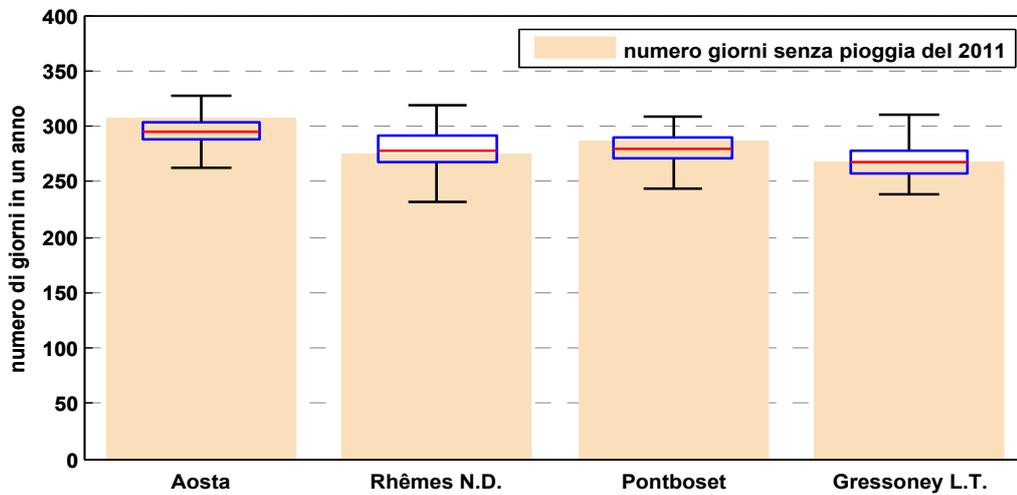


Fig. 1.25. Confronto del numero di giorni senza pioggia del 2011 con i dati storici.

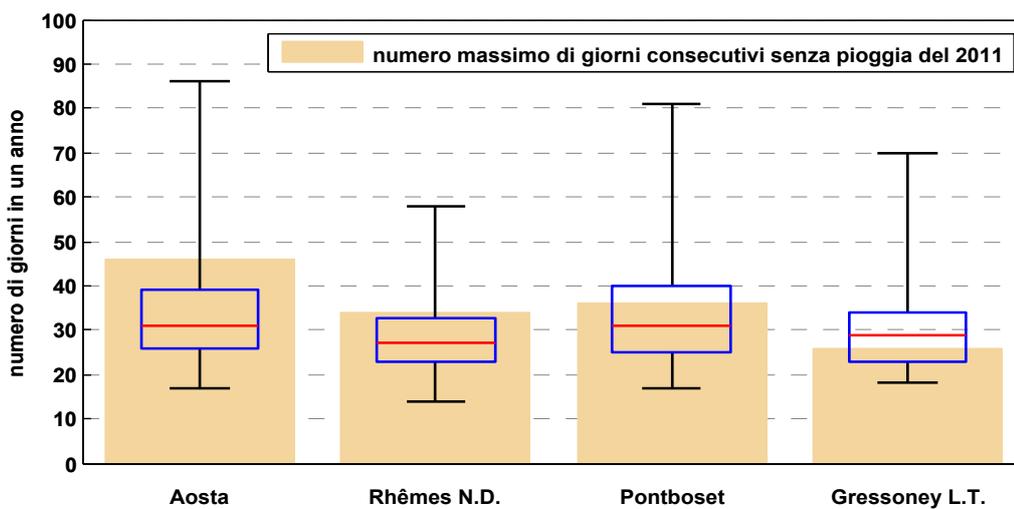


Fig. 1.26. Numero massimo di giorni senza pioggia consecutivi, per il 2011 e per gli anni precedenti.

## 2. TEMPERATURE

Il presente capitolo è diviso in due parti. 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, per le temperature, molte serie sono risultate non omogenee.

### “MASSIME E MINIME ...”

Il 2011 è stato un anno caldo, la sua temperatura media è risultata superiore a quella degli ultimi 11 anni, in particolare ad alte quote. Per molte stazioni meteorologiche la temperatura media del 2011 segna il record della serie storica di misure. Questo nonostante la stagione estiva non sia stata caratterizzata da temperature particolarmente elevate, bensì vicine alla media; si sono registrate, tuttavia, giornate con temperature tipiche estive durante tutto il periodo da fine marzo alla prima metà di ottobre.

La temperatura massima registrata ad Aosta è stata di 35.5 °C il 19 agosto e la minima di -6.2 °C il 22 gennaio. Il mese più caldo è stato agosto, in particolare nei giorni dal 19 al 22, in cui sono state registrate le temperature massime del 2011. La media di agosto, ad Aosta, è stata di 22.5 °C. Da segnalare anche i mesi di aprile e settembre con valori medi decisamente superiori alla norma. Il mese più freddo è stato gennaio, la cui temperatura media, ad Aosta, è stata di 1.7 °C e per il quale sono state registrate 19 giornate con temperatura minima inferiore a 0 °C.

Nel grafico sono rappresentate le temperature massime e minime giornaliere, misurate nella stazione meteorologica di Aosta situata in piazza Plouves. Si può notare un rapido innalzamento delle temperature massime e minime dalla metà del mese di marzo alla metà di aprile, superando la soglia dei 30 °C. La temperatura massima di 31.5 °C, registrata a Saint-Christophe, risulta essere il massimo dal 1974 ad oggi. Da osservare anche un improvviso abbassamento delle temperature nei primi giorni di giugno e valori di temperatura prossimi a quelli estivi fino alla prima metà di ottobre.

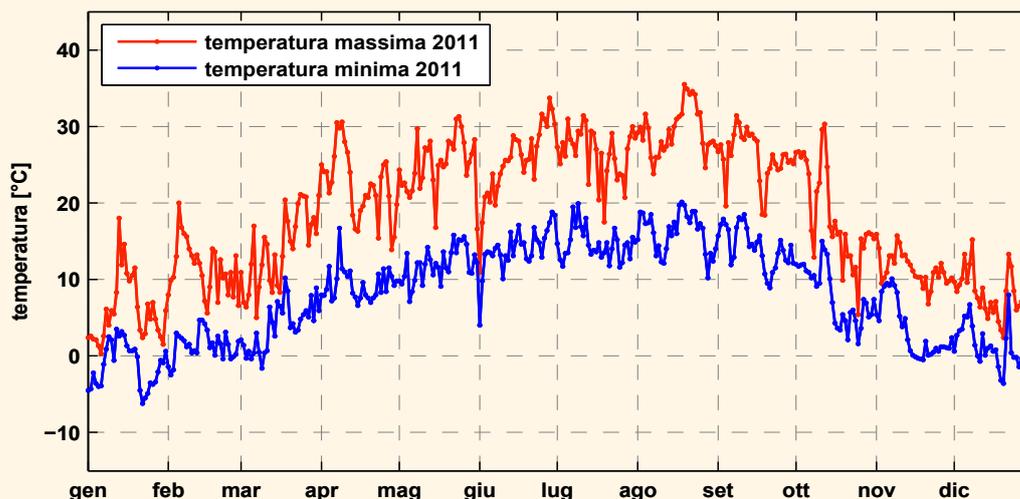


Fig. 2.1. Temperature massime e minime giornaliere registrate dalla stazione meteorologica di Aosta, piazza Plouves.

## 2.1 IL 2011 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 dunque 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.

Dalla carta in figura 2.2, per esempio, si evince che ad Aosta la temperatura media del 2011 è superiore a 12 °C (più precisamente il suo valore è 13 °C).

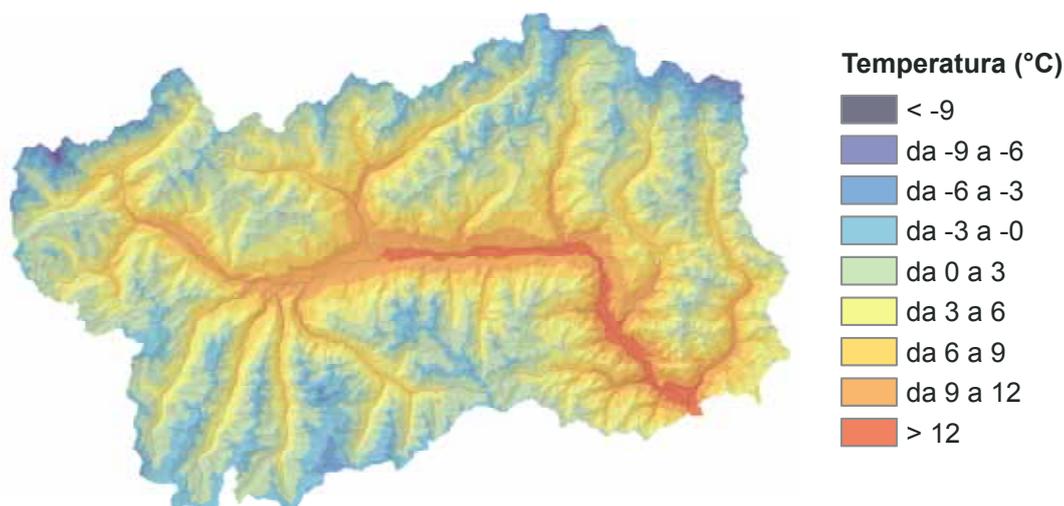


Fig. 2.2. Carta della temperatura media del 2011.

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 2011, mentre quelli in grigio alla temperatura media degli 11 anni precedenti. 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 del 2011 con quella degli anni precedenti. Si evince che a tutte le quote l'anno 2011 è stato più caldo della media di riferimento; si osserva, inoltre, che questa differenza si accentua con la quota.

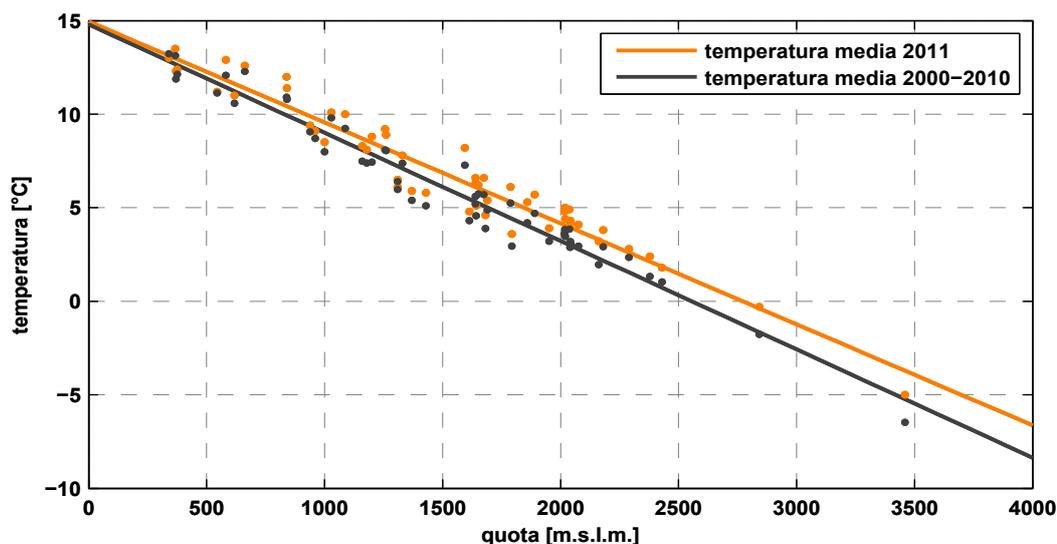


Fig. 2.3. Temperatura media in funzione della quota. Confronto tra il 2011 e la media degli 11 anni precedenti.

## Temperatura stagionale e mensile

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 del 2011 comprende, quindi, anche il mese di dicembre del 2010, mentre il mese di dicembre 2011 non è stato incluso in questo tipo di elaborazione.

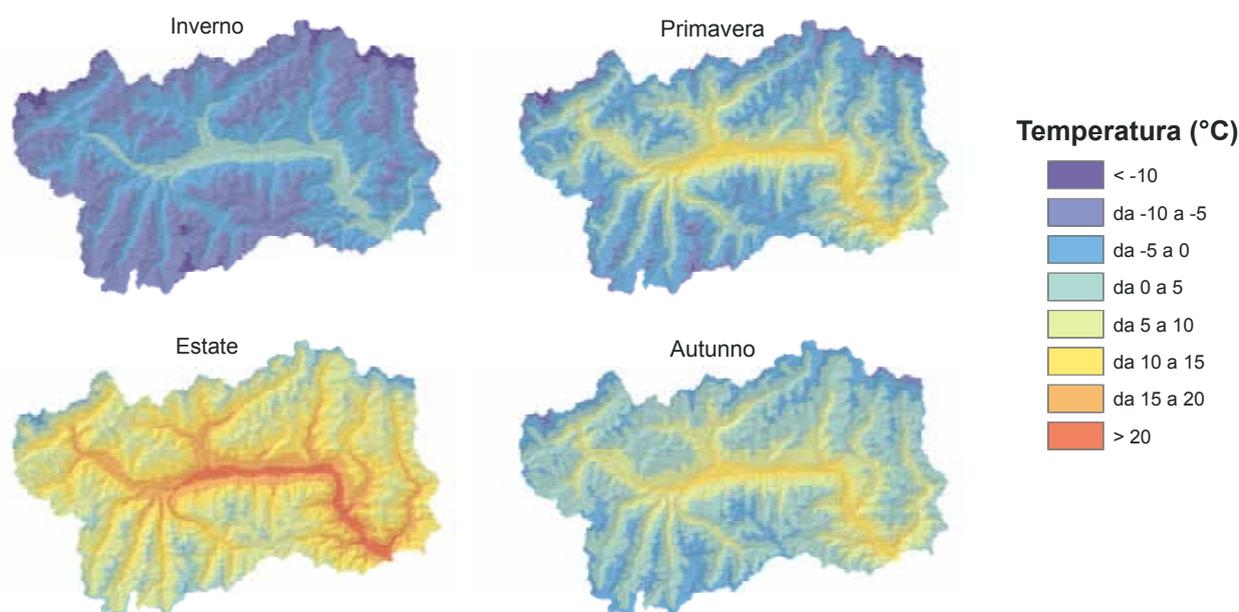


Fig. 2.4. Carte delle temperature medie stagionali del 2011.

Dalle carte in figura 2.4 si può osservare, ad esempio, che la temperatura media di Aosta è compresa tra 0 e 5 °C in inverno, mentre è superiore a 20 °C in estate.

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 il 2011 e confrontarla con il valore ottenuto per gli anni precedenti. Il risultato è riportato nei grafici seguenti (figura 2.5): si osservi che la temperatura invernale del 2011 coincide con la media degli 11 anni precedenti; la temperatura media primaverile è superiore alla media di circa 1 °C; quella estiva appare inferiore alla media di circa mezzo grado a basse quote, e nella media a quote alte; la temperatura autunnale è infine superiore alla media e la differenza si acuisce con la quota.

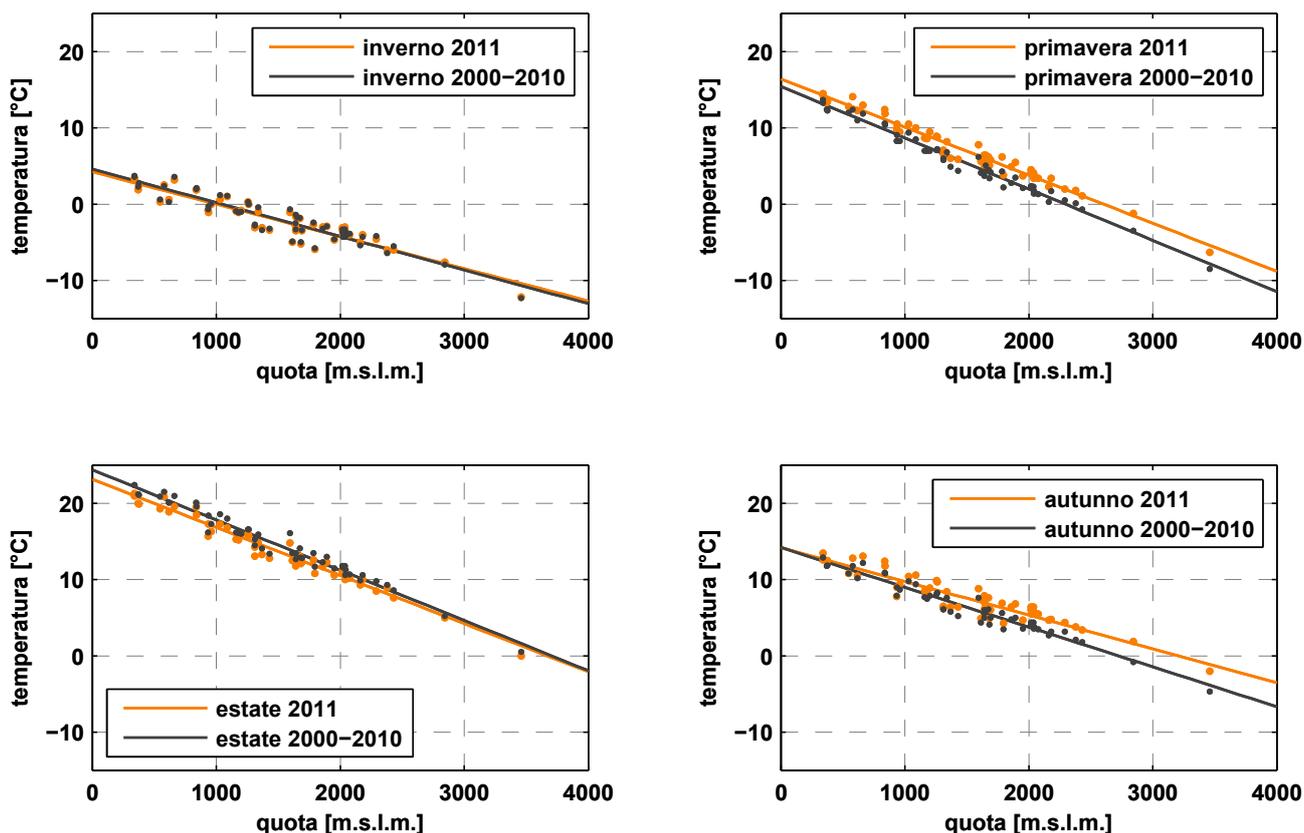


Fig. 2.5. Temperatura media stagionale del 2011 e confronto con la media degli ultimi 11 anni.

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 del 2011 è comparata alle temperature medie mensili calcolate negli undici anni precedenti, i cui valori sono inclusi nei rettangoli colorati.

Anche da questa analisi, la temperatura media dei mesi primaverili risulta superiore alla media degli anni precedenti, in particolare per il mese di aprile, quella dei mesi estivi di giugno e luglio inferiore alla media, poi superata dal mese di agosto. I mesi autunnali sono caratterizzati da una temperatura superiore alla media, in particolare settembre e novembre.

Il mese di settembre è risultato il più caldo degli ultimi 11 anni; gli altri mesi rientrano tutti nella variabilità dei valori misurati. Da segnalare anche il mese di aprile, con una temperatura media di circa 4 °C, superiore alla media degli anni precedenti.

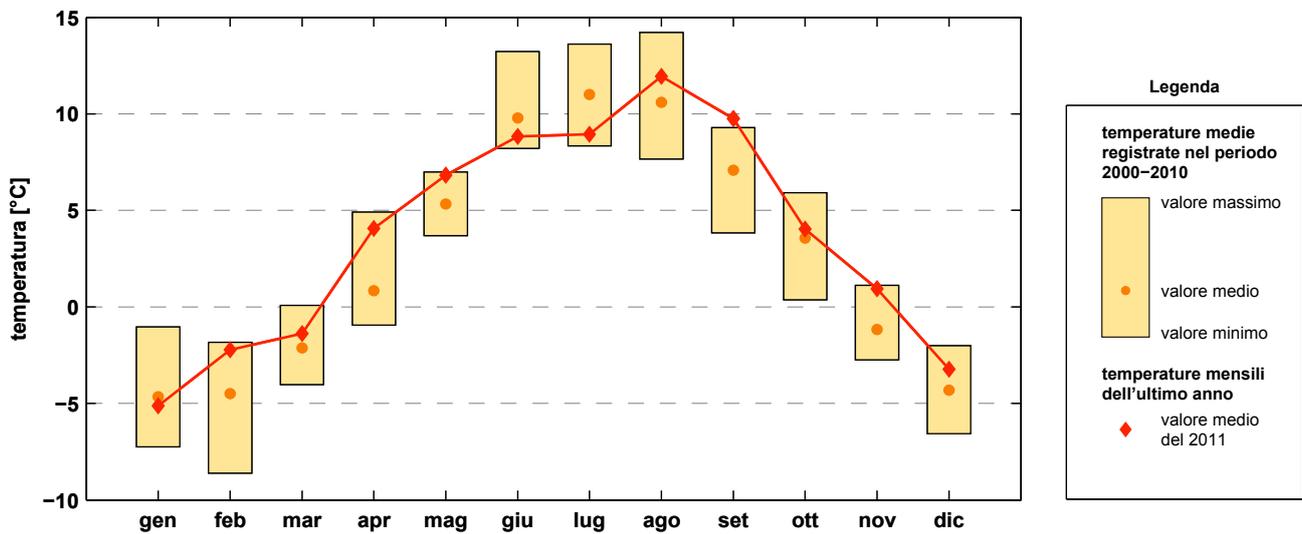


Fig. 2.6. Andamento della temperatura media mensile e confronto con la media degli ultimi 11 anni.

I dati riportati nelle figure 2.7 e 2.8 si riferiscono ai mesi di novembre e di dicembre, che presentano alcune anomalie interessanti; il tipo di elaborazione in figura 2.7 è analogo a quelle sopra riportate. Dall'analisi del grafico in figura 2.7/a si evince che il mese di novembre 2011 è stato più freddo rispetto alla media storica alla basse quote (300-500 m s.l.m.) e più caldo a quote superiori, con differenze positive di quasi 5 °C a 3500 m s.l.m. Dall'analisi della carta di geopotenziale (figura 2.8/a) si può notare che tale mese è caratterizzato dalla presenza di un promontorio anticiclonico responsabile del bel tempo, cielo sereno e alte temperature in quota. Queste condizioni favoriscono la formazione di inversioni termiche, che tendono a raffreddare i fondivalle.

Dall'analisi delle figure 2.7/b e 2.8/b si deduce che, invece, il mese di dicembre è stato caratterizzato da condizioni opposte a quelle di novembre. Si assiste, infatti, alla preponderanza di una circolazione atmosferica con correnti nordoccidentali; questo ha implicato frequenti episodi di foehn, in genere molto più avvertibili a quote medio-basse nell'incremento della temperatura rispetto alle alte quote.

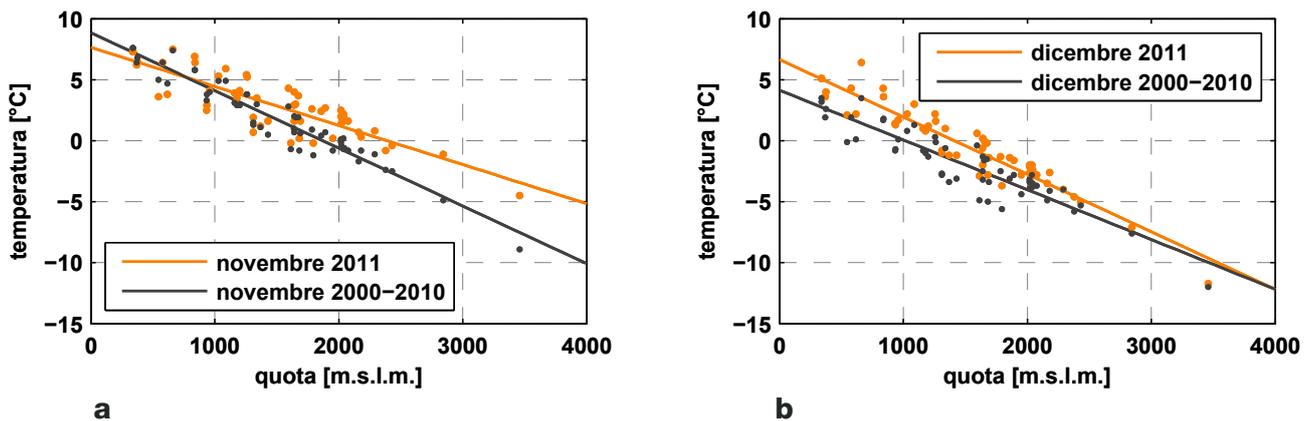


Fig. 2.7. Temperatura e quota di novembre e dicembre 2011 a confronto con la media dei mesi di novembre e dicembre precedenti.

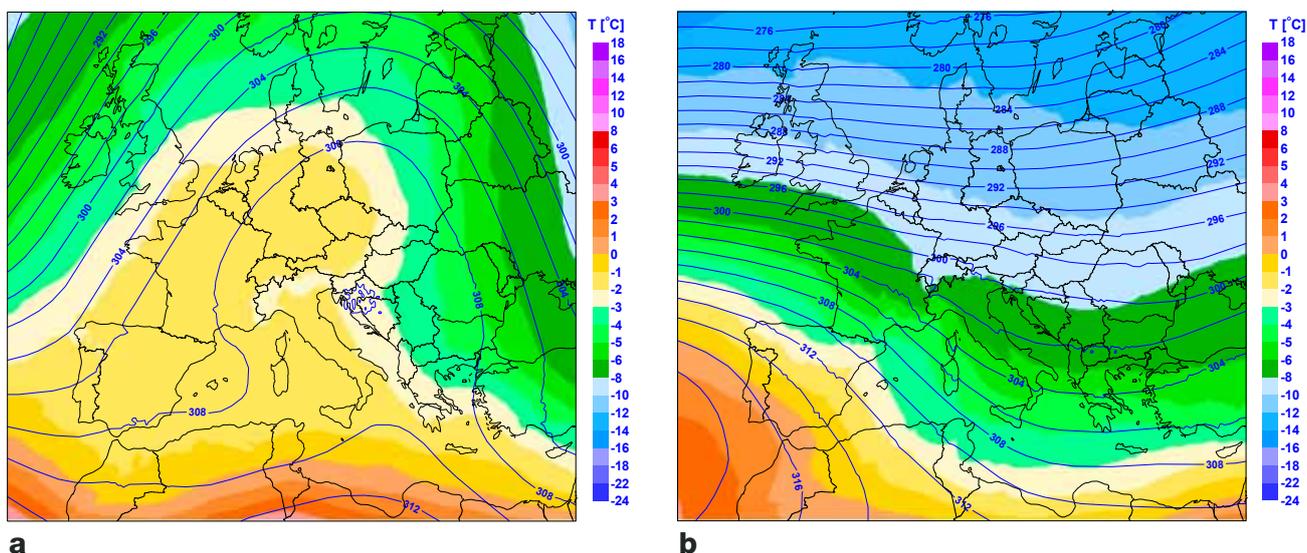


Fig. 2.8. Carta di geopotenziale medio dei mesi di novembre (a) e dicembre (b) 2011, utilizzata per identificare le strutture meteorologiche principali che hanno caratterizzato i rispettivi mesi.

## Indici climatici per dodici stazioni rappresentative

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

Le stazioni esaminate sono state scelte a titolo di esempio tra quelle della rete di monitoraggio, situate nelle diverse vallate e a diverse quote. La quota è la grandezza che maggiormente influisce sulla temperatura.

Per ognuna di esse è stato calcolato il valore di alcuni semplici indici climatici sull'anno 2011; 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
Saint-Rhémy-en-Bosses	Gran San Bernardo	2360
Valtournenche	Lago Goillet	2541
Brusson	Tchampats	1288
Gressoney-Saint-Jean	Bieltschocke	1370
Pontboset	Fournier	1087
Cogne	Valnontey	1682
Valsavarenche	Pont	1951
Rhêmes-Saint-Georges	Capoluogo	1179
Valgrisenche	Menthieu	1859

Tab. 2.1. Località e quota delle 12 stazioni considerate.

### • *Temperature massime e minime*

Nella tabella 2.2 sono riportate le temperature massime e minime registrate nel 2011, e la data relativa, per le 12 stazioni esaminate. In evidenza le massime e minime assolute, rispettivamente 35.5 e -17.9 °C.

Dalla tabella si può evidenziare che le giornate più calde del 2011 sono state quelle tra il 19 e il 22 agosto, mentre le più fredde quelle tra il 3 e il 5 gennaio e tra il 20 e il 25 gennaio.

Stazione	T Max (°C)	Quando	T Min (°C)	Quando
Verrès	32.3	22 agosto	-4.8	25 gennaio
Aosta	<b>35.5</b>	19 agosto	-6.2	22 gennaio
Morgex	31.8	20 agosto	-11.5	22 gennaio
Saint-Rhémy-en-Bosses	22.6	21 agosto	-16.4	21 gennaio
Valtournenche	21.4	21 agosto	<b>-17.9</b>	22 gennaio
Brusson	28.2	22 agosto	-12.9	19 gennaio
Gressoney-Saint-Jean	26.2	22 agosto	-13.6	20 gennaio
Pontboset	26.9	20 agosto	-6.8	05 gennaio
Cogne	27.8	22 agosto	-17.3	05 gennaio
Valsavarenche	24.0	21 agosto	-16.3	04 gennaio
Rhêmes-Saint-Georges	31.1	20 agosto	-10.0	03 gennaio
Valgrisenche	25.1	21 agosto	-15.3	05 gennaio

Tab. 2.2. *Temperature massime e minime assolute registrate nel 2011.*

### • *Temperatura media*

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

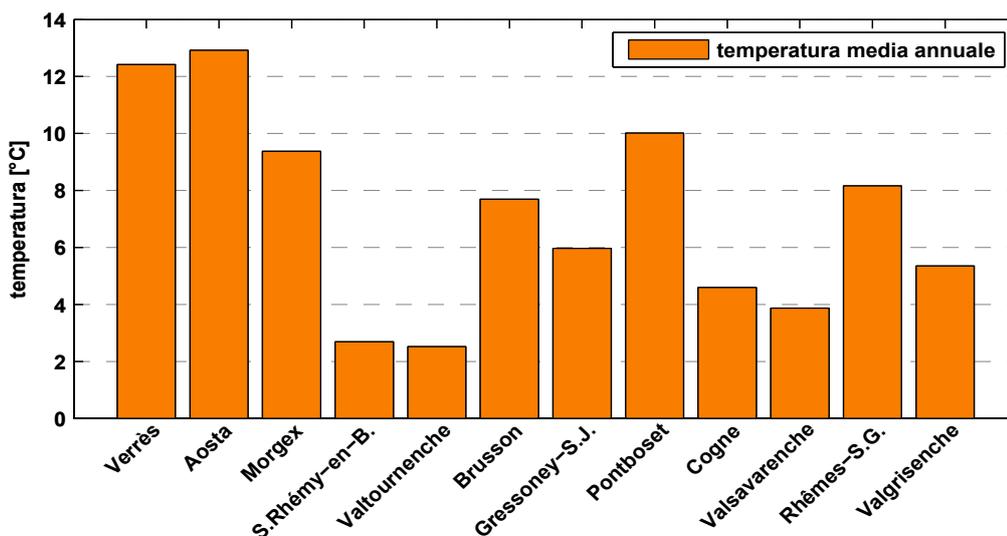


Fig. 2.9. *Temperature medie annuali di dodici stazioni.*

### • Giornate di gelo e ghiaccio

I *giorni di gelo* (FD) sono quelli in cui la temperatura minima è risultata inferiore a 0 °C. Nel 2011 il numero di giorni di gelo, per le stazioni esaminate, è compreso tra un minimo di 40 ad Aosta e a Verrès e un massimo di 204 al Lago Goillet, in Valtournenche. I giorni in cui la temperatura rimane inferiore a 0 °C per tutte le 24 ore sono chiamati *giorni di ghiaccio* (ID). Nel 2011 non sono stati rilevati giorni di ghiaccio ad Aosta e Verrès, mentre ne sono stati misurati 55 alla stazione di Saint-Rhémy-en-Bosses e 52 in Valsavarenche.

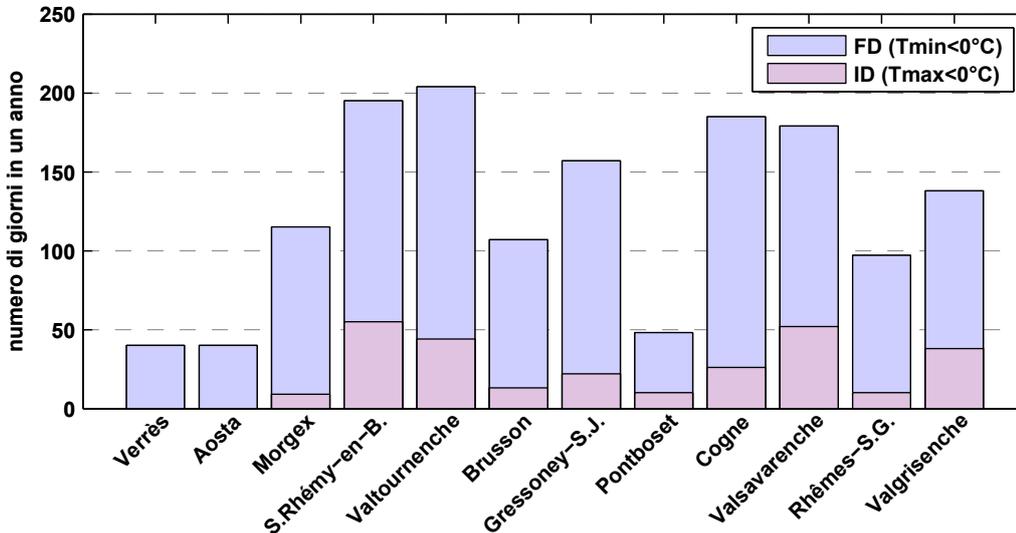


Fig. 2.10. Numero di giorni di gelo e di ghiaccio in dodici stazioni per il 2011.

### • Giornate estive e notti tropicali

Si considerano *giornate estive* (SU) quelle in cui la temperatura raggiunge valori superiori a 25 °C. Il numero di giornate estive del 2011 è 122 ad Aosta, ed è legato strettamente alla quota, nonché al contesto locale in cui è posizionata la stazione. Come indice climatico si considera, inoltre, il numero di notti in cui la temperatura minima rimane superiore a 20 °C (*notti tropicali* - TR); nel 2011 si sono registrate notti tropicali solo per le stazioni di Aosta (1) e di Pontboset (3).

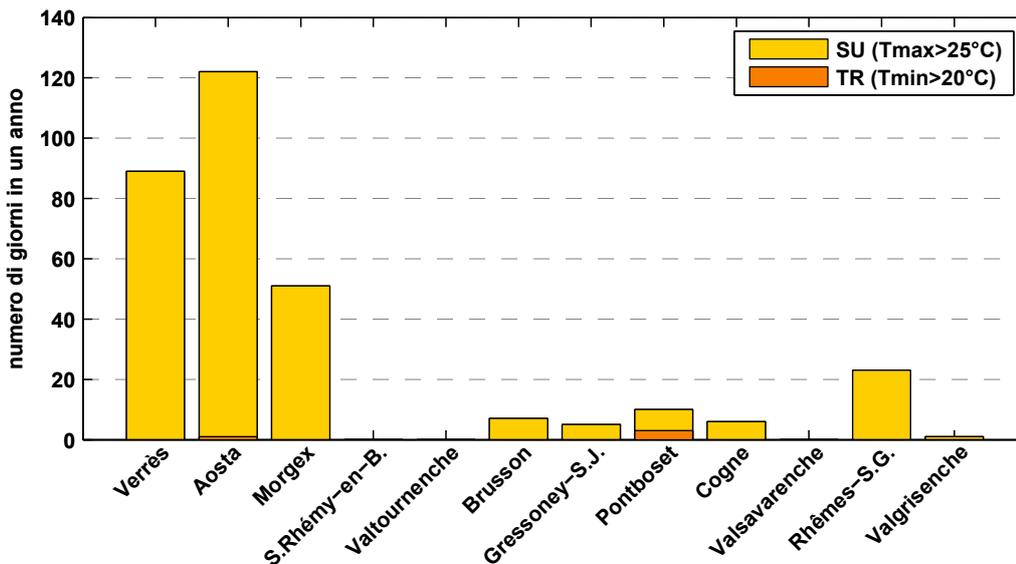


Fig. 2.11. Numero di giornate estive e di notti tropicali in 12 stazioni, nel 2011.

### • Escursione termica media giornaliera

L'escursione termica giornaliera è ottenuta come differenza tra la temperatura massima e la temperatura minima; la media annuale delle escursioni termiche giornaliere (**DTR**) è compresa, per le stazioni esaminate, tra 6 e 12 °C. Il valore di tale indice dipende molto dall'esposizione della stazione.

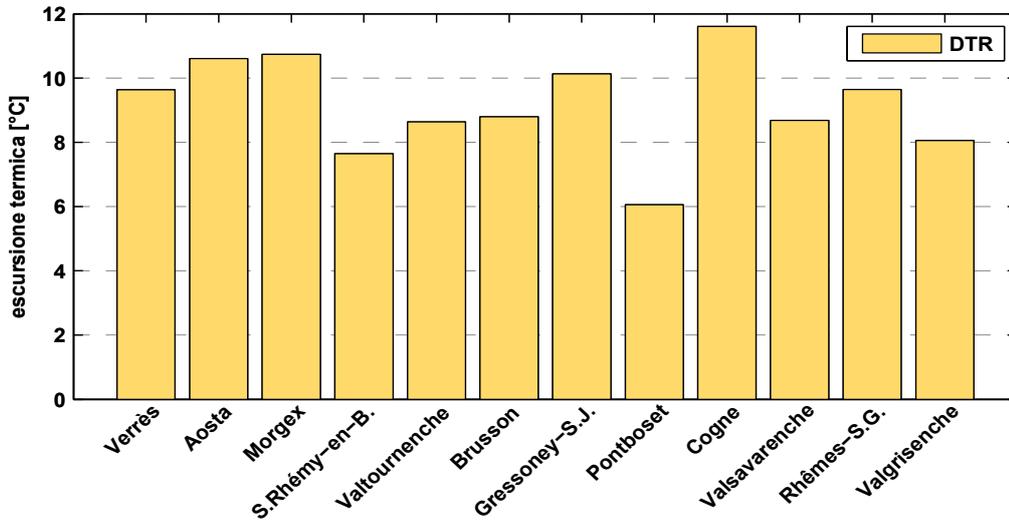
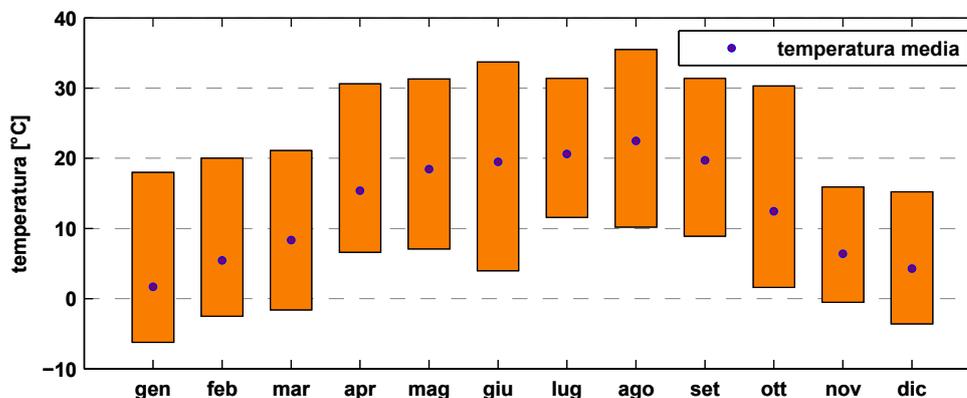


Fig. 2.12. Escursione termica media in 12 stazioni, per il 2011.

### • Indici climatici mensili

Nei grafici seguenti è rappresentato il dettaglio mensile degli indici climatici introdotti nelle pagine precedenti; tali indici sono rappresentati solamente per tre stazioni del fondovalle (Aosta, Verrès e Morgex), scelte come esempio. Si può notare che la temperatura media dei mesi di giugno e luglio ha valori simili (punti viola), tuttavia lo spettro di temperature misurate nel mese di giugno è più ampio rispetto a quello di luglio, a causa dell'abbassamento della temperatura avvenuto all'inizio del mese di giugno, e il successivo rapido innalzamento fino a valori superiori ai 30 °C. Osservazione simile si può fare per il mese di ottobre, caratterizzato da una prima metà molto calda e un successivo abbassamento delle temperature, fino a raggiungere valori in linea con la media mensile. Il mese più caldo dell'anno è stato agosto, che presenta una temperatura media e un numero di giornate estive superiori a quelle degli altri mesi dell'anno. Il mese più freddo è stato gennaio, la cui temperatura media è stata di 1.7 °C ad Aosta e Verrès e di -2 °C a Morgex e in cui si è misurato il maggior numero di giorni di gelo.

#### AOSTA - PIAZZA PLOUVES



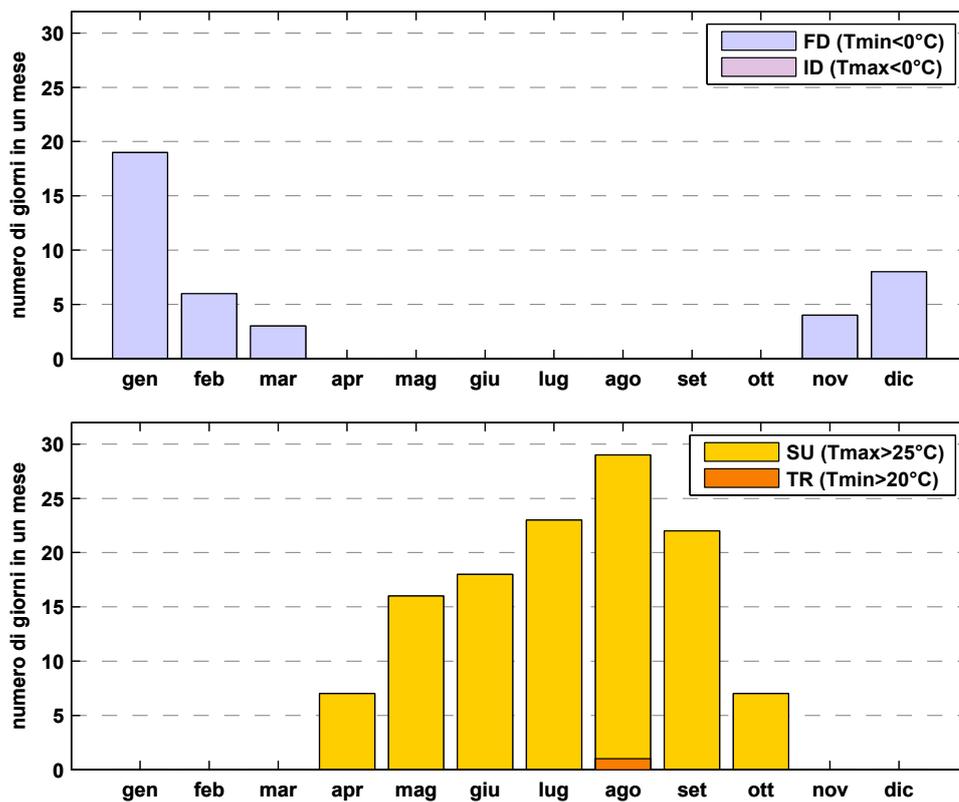
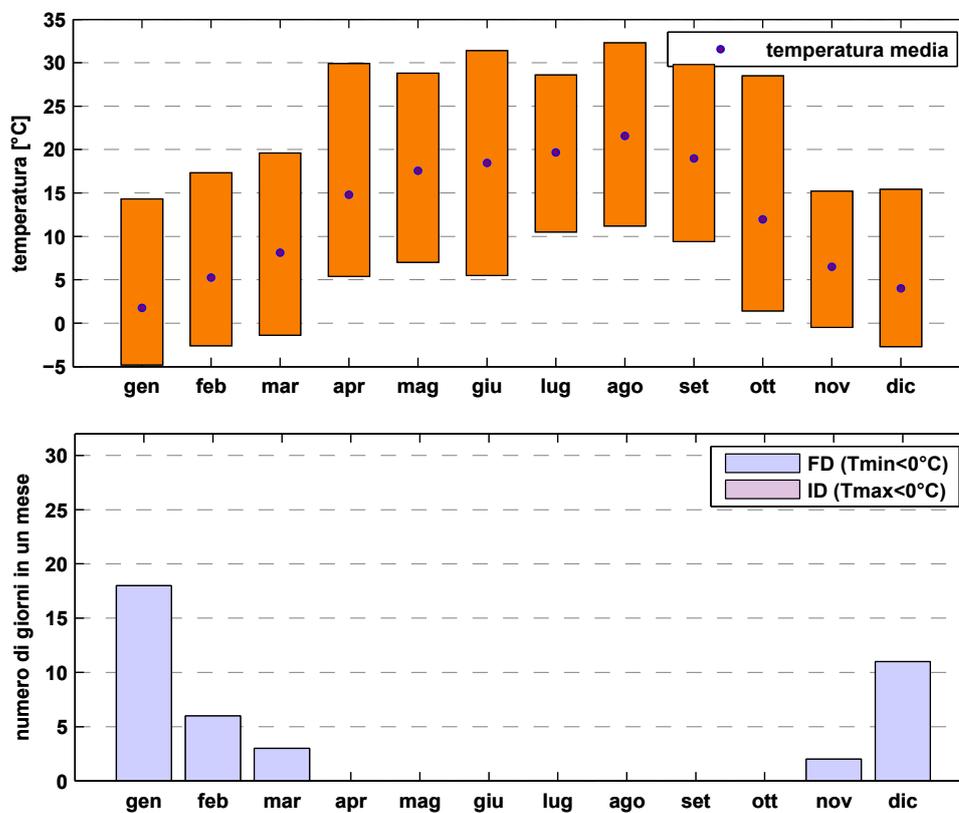


Fig. 2.13. Indici mensili del 2011 per la stazione di Aosta.

### VERRÈS - CAPOLUOGO



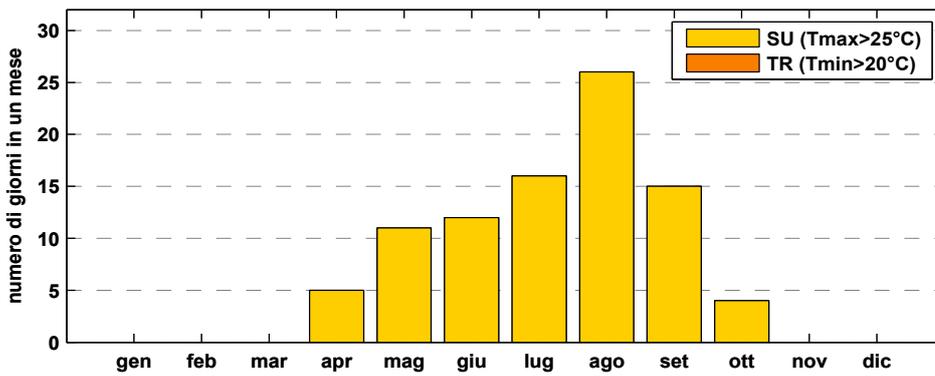


Fig. 2.14. Indici mensili del 2011 per la stazione di Verrès.

### MORGEX – CAPOLUOGO

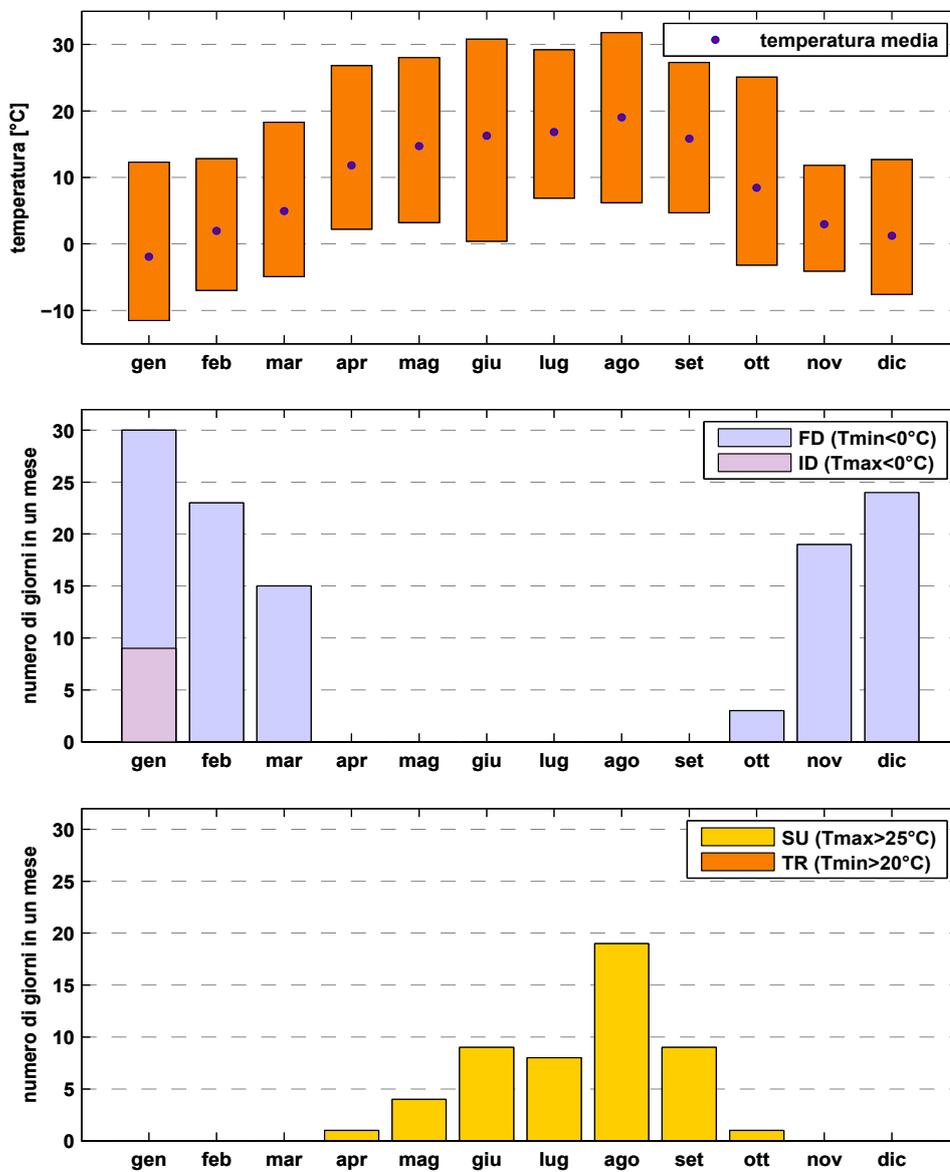


Fig. 2.15. Indici mensili del 2011 per la stazione di Morgex.

## 2.2 QUATTRO STAZIONI A CONFRONTO CON LA STORIA

### Temperatura media annuale

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. Occorre dunque precisare che il metodo non è perfettamente coerente con il procedimento utilizzato nella prima parte del capitolo, in cui sono stati utilizzati dati delle stazioni automatiche.

Nel grafico in figura 2.16 è rappresentato l'andamento delle temperature medie annuali delle quattro stazioni (Saint-Christophe, Issime, Valgrisenche e Gressoney-La-Trinité) per gli anni a disposizione. Si osservano, generalmente, i valori minimi delle serie 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 innalzamento delle temperature. Si può notare che la temperatura media del 2011, in ogni stazione, ha un valore tra i più alti delle rispettive serie e di ben 2 °C superiore a quella del 2010.

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.

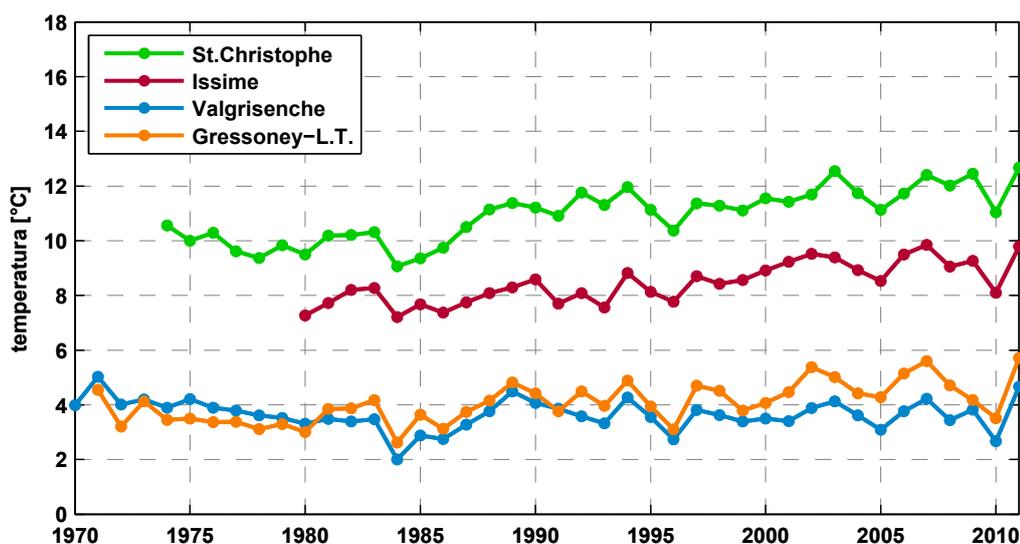


Fig. 2.16. Serie storica della temperatura media annua delle quattro stazioni.

Per un confronto tra la temperatura media del 2011 e la serie storica si osservi il grafico in figura 2.17. La temperatura media del 2011 è rappresentata dalla barra arancione, mentre i valori della serie storica sono rappresentati dal *boxplot*.

Si può osservare che, per le stazioni di Saint-Christophe e di Gressoney-La-Trinité, le temperature medie del 2011 (rispettivamente 12.7 e 5.7 °C) superano i valori massimi delle rispettive serie. Per la stazione di Issime la temperatura media eguaglia il massimo di 9.8 °C raggiunto solo nel 2007.

La temperatura media misurata a Valgrisenche nel 2011 è stata di 4.7 °C, valore superiore al 75° percentile della serie.

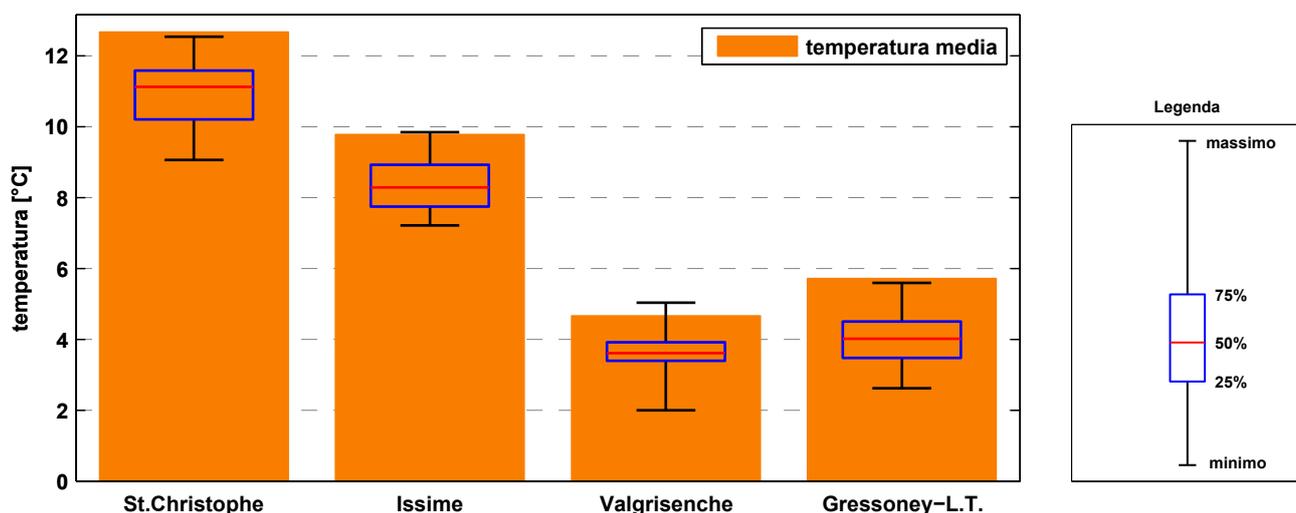


Fig. 2.17. Temperatura media del 2011 per quattro stazioni, a confronto con le relative serie storiche.

## Temperatura media mensile

Nei grafici seguenti sono rappresentati i valori della temperatura media mensile del 2011, per le quattro stazioni introdotte nel paragrafo precedente, confrontati con le relative serie storiche di dati.

In generale, si può osservare che la temperatura media mensile del 2011 in molti casi è stata superiore alla norma, in particolare per i mesi di aprile e di settembre. Solo per il mese di luglio la temperatura è in alcuni casi inferiore alla norma. Il mese più caldo è stato per tutte le stazioni agosto, mentre quello più freddo gennaio.

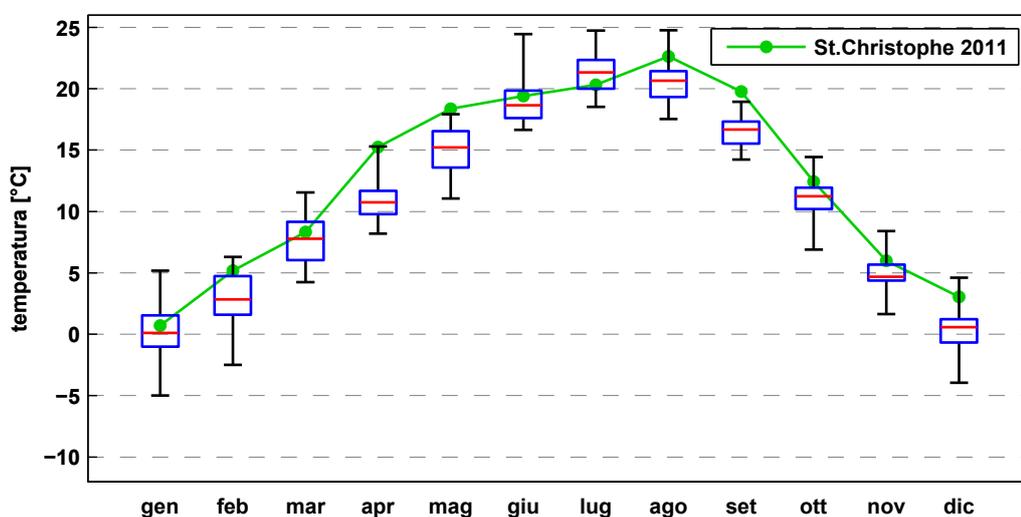


Fig. 2.18. Temperatura media mensile del 2011 per la stazione di Saint-Christophe, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

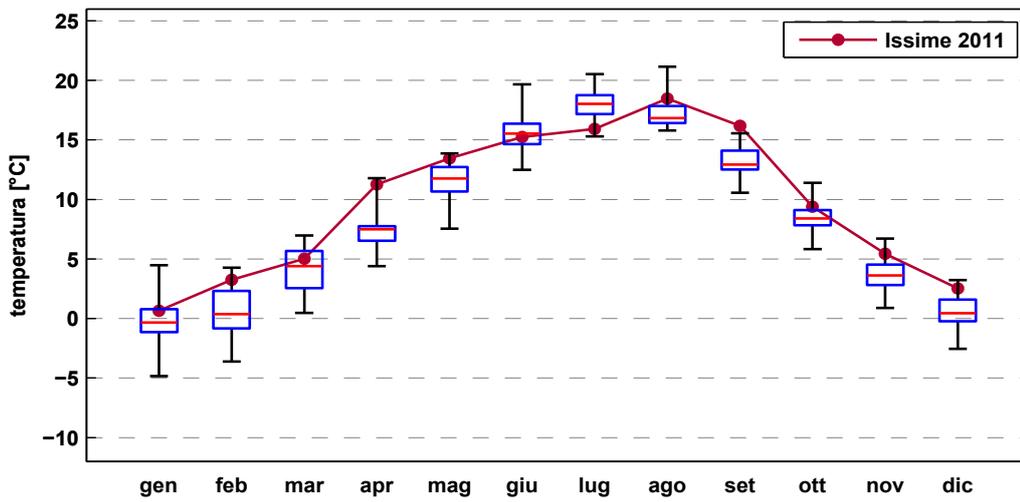


Fig. 2.19. Temperatura media mensile del 2011 per la stazione di Issime, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

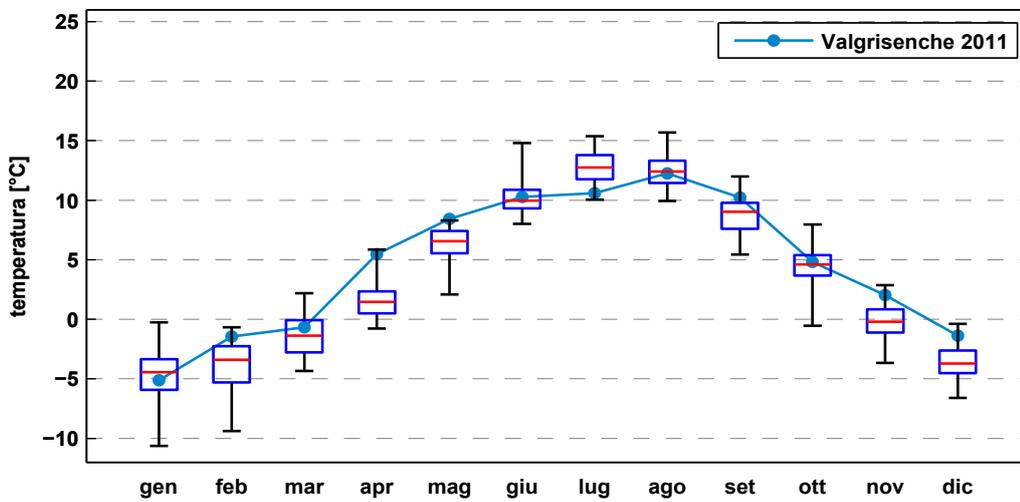


Fig. 2.20. Temperatura media mensile del 2011 per la stazione di Valgrisenche, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

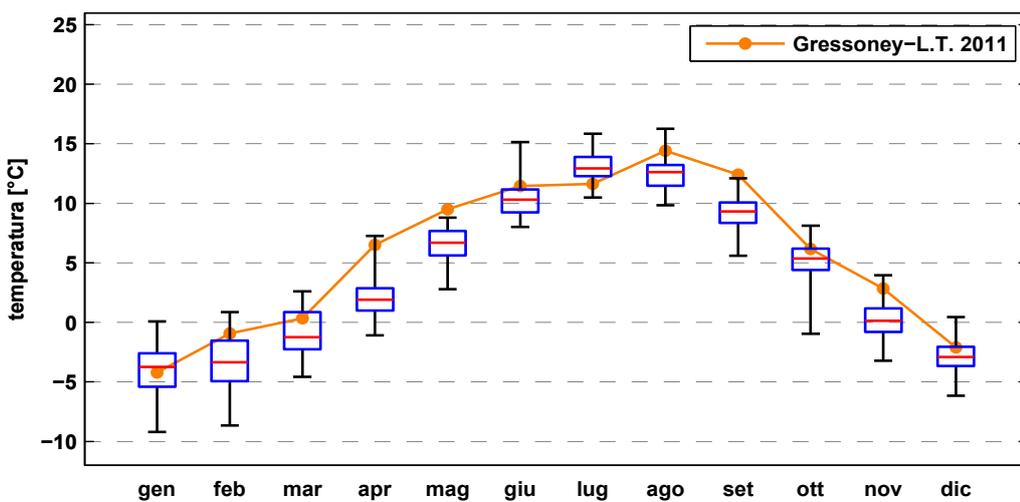


Fig. 2.21. Temperatura media mensile del 2011 per la stazione di Gressoney-La-Trinité, a confronto con i valori ottenuti per la serie storica.

## Indici climatici

### • 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. I giorni di gelo del 2011 per le quattro stazioni sono stati rispettivamente 102, 90, 186 e 147; questi valori sono tutti inferiori alla media storica.

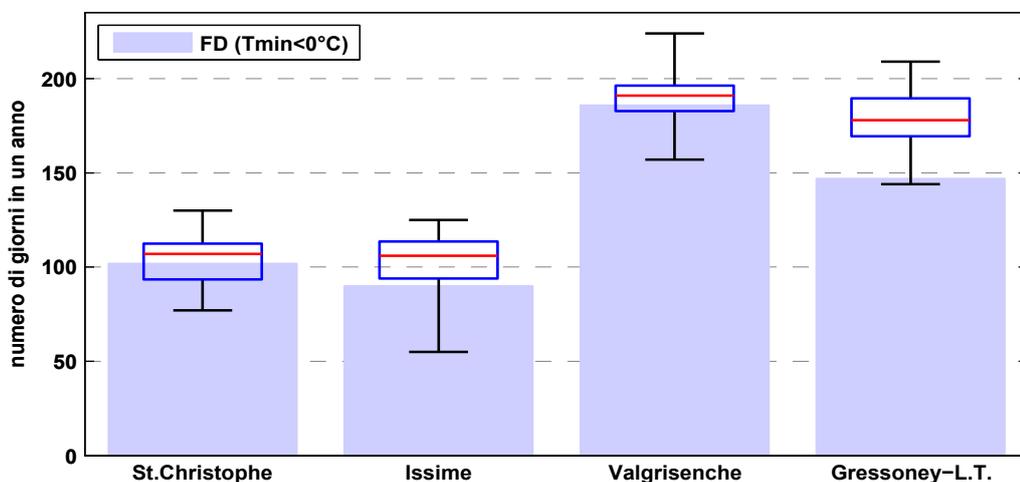


Fig. 2.22. Giorni di gelo (FD) del 2011 per le quattro stazioni, a confronto con i valori delle relative serie storiche.

### • Giorni di ghiaccio

Il numero di *giorni di ghiaccio* (ID) è il numero di giornate in un anno in cui anche la temperatura massima è inferiore a 0 °C. Nel 2011 questo indice è rispettivamente di 0, 5, 27, 38, valori inferiori alla norma degli ultimi 40 anni.

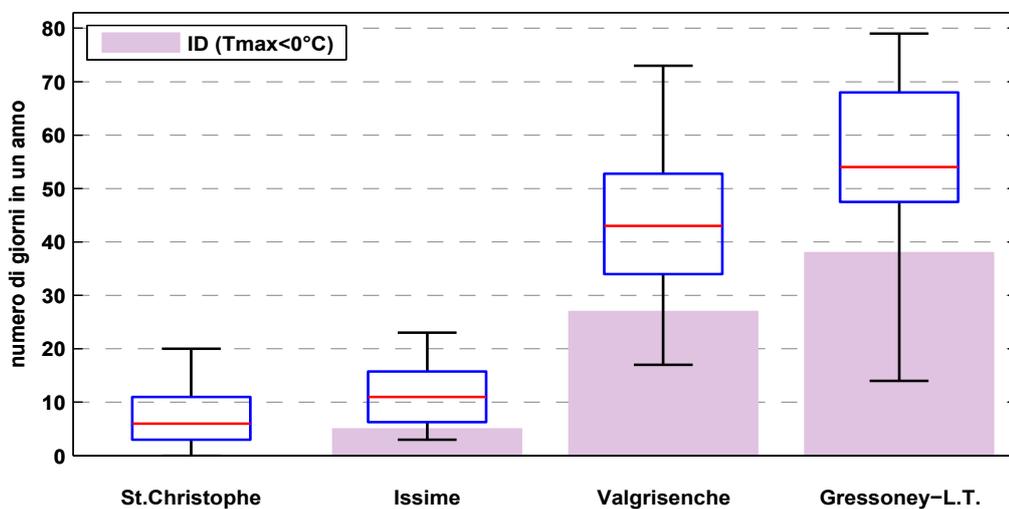


Fig. 2.23. Giorni di ghiaccio (ID) delle quattro stazioni a confronto con i valori ottenuti per le relative serie storiche.

### • 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. Per la stazione di Saint-Christophe il numero di giorni estivi del 2011 è stato 137: dalla figura

2.24 si deduce che tale valore supera di molto il valore massimo della serie storica, ossia 125 giornate, raggiunto nel 2009. Per le altre stazioni, situate a quote più alte, il numero di giorni estivi del 2011 è decisamente inferiore e risulta nella norma.

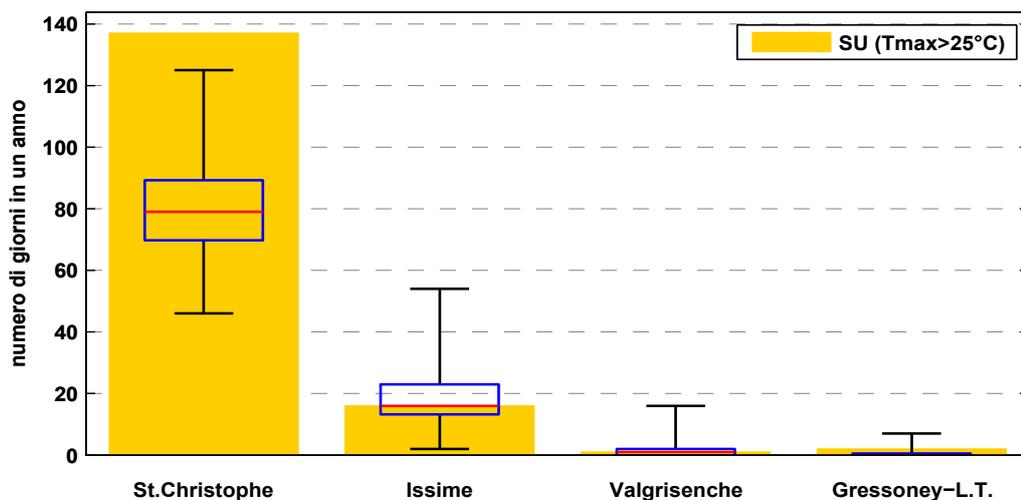


Fig. 2.24. Numero di giornate estive (SU) del 2011 per le quattro stazioni, a confronto con i valori ottenuti per le relative serie storiche.

#### • 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 si verifica raramente e generalmente per le stazioni valdostane situate a bassa quota. Per le quattro stazioni considerate non sono state rilevate notti tropicali nel 2011.

#### • Escursioni termiche giornaliere

Le escursioni termiche sono calcolate come differenza tra la temperatura massima e quella minima registrate per ogni giorno dell'anno. Il grafico illustra la media delle escursioni termiche giornaliere (DTR) calcolate per l'anno 2011 per ogni stazione, a confronto con i valori calcolati per la serie storica. L'escursione termica media del 2011 risulta superiore alla norma per le stazioni di Saint-Christophe, Issime e Valgrisenche, mentre è nella norma per Gressoney-La-Trinité.

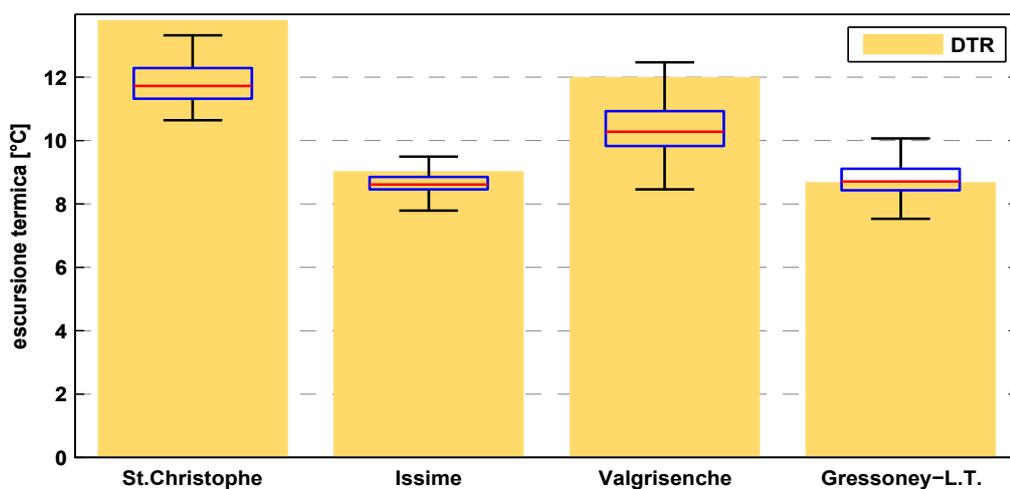


Fig. 2.25. Escursione termica media (DTR) del 2011 per le quattro stazioni, a confronto con le relative serie storiche.

### 3. LIVELLI E PORTATE NELLA DORA BALTEA

In questo capitolo sono presentati i dati di altezza idrometrica e di portata raccolti in quattro stazioni di misura lungo il corso della Dora Baltea. Per ogni sezione è stato effettuato un bilancio idrico ed è stato calcolato un 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 2010 al 30 settembre 2011.

#### “MASSIME E MINIME ...”

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

Per tutti gli idrometri valdostani la portata massima è stata misurata o il 18 giugno o il 13 luglio, mentre per l'idrometro di Quincinetto la portata massima è stata registrata a novembre.

Tali portate sono frutto della combinazione della fusione nivale e di precipitazioni diffuse di moderata intensità.

La portata massima istantanea, misurata a Hône, è pari a 350 m<sup>3</sup>/s, valore tra i più bassi registrati dal 1998, anno in cui sono iniziate le misure.

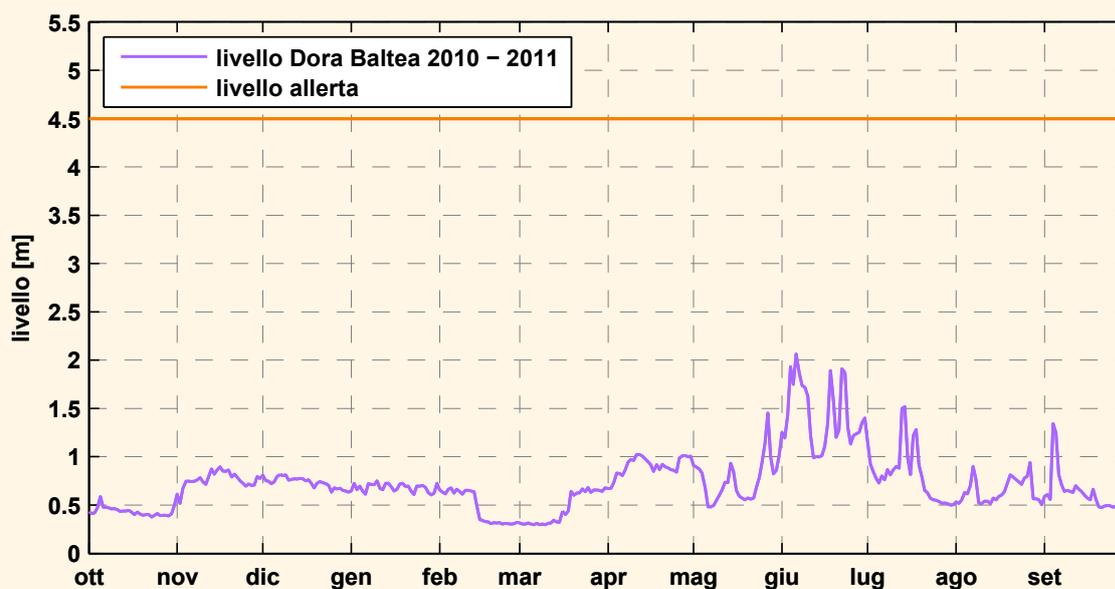


Fig. 3.1. Livello della Dora Baltea misurato nella stazione di Hône per l'anno idrologico 2010-2011.

## Dalla misura dei livelli alla stima delle portate

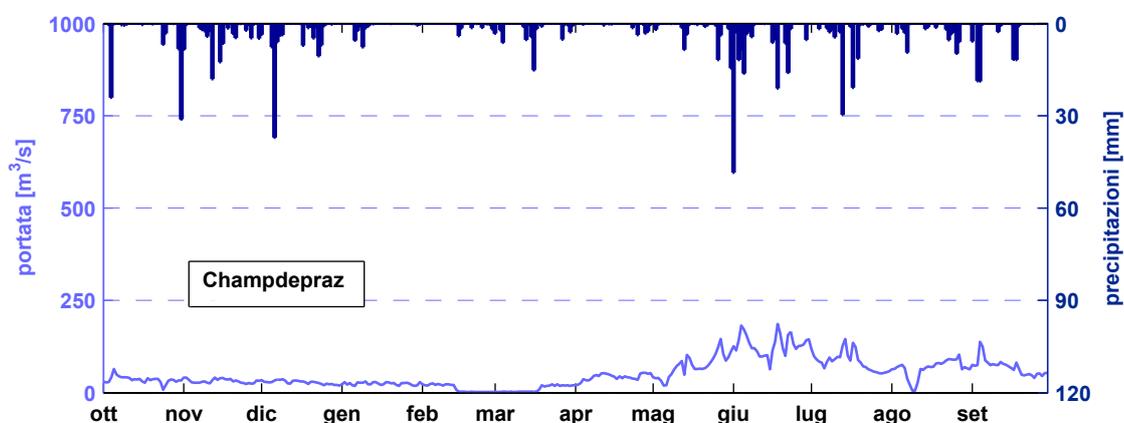
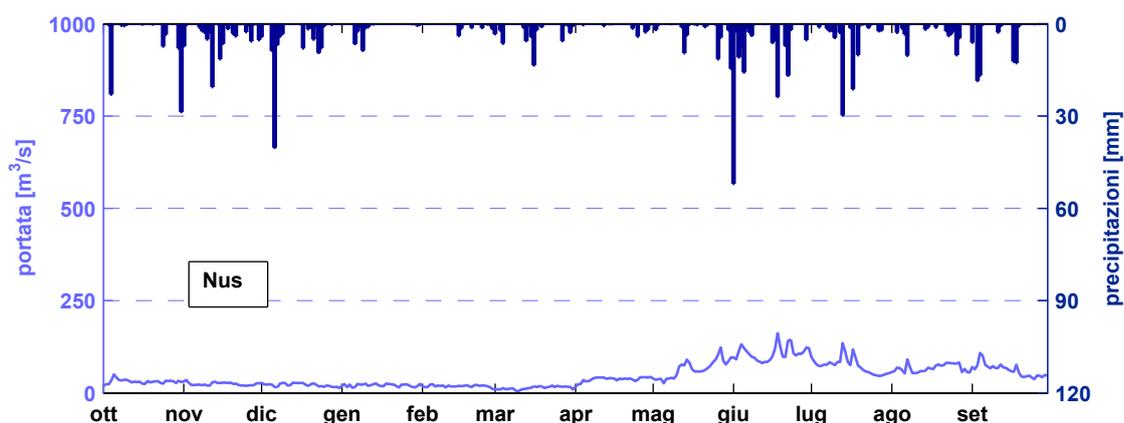
La misura dei livelli idrometrici è effettuata ogni 30 minuti ed è utilizzata sia ai fini di protezione civile (previsione e monitoraggio di un'eventuale esondazione), sia per il calcolo della portata del corso d'acqua. In generale, il livello della Dora Baltea risulta stabile nei mesi invernali (da 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, che nel 2011 si sono verificate, ad esempio, nei primi giorni di giugno e a metà luglio.

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 Quincinetto. 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 naturalmente a partire dalla fine del mese di aprile fino alla metà del mese di giugno, poi gradualmente diminuisce raggiungendo nuovamente i valori minimi alla fine del mese di settembre.

Oscillazioni dei valori di portata si osservano in corrispondenza degli eventi di precipitazione.



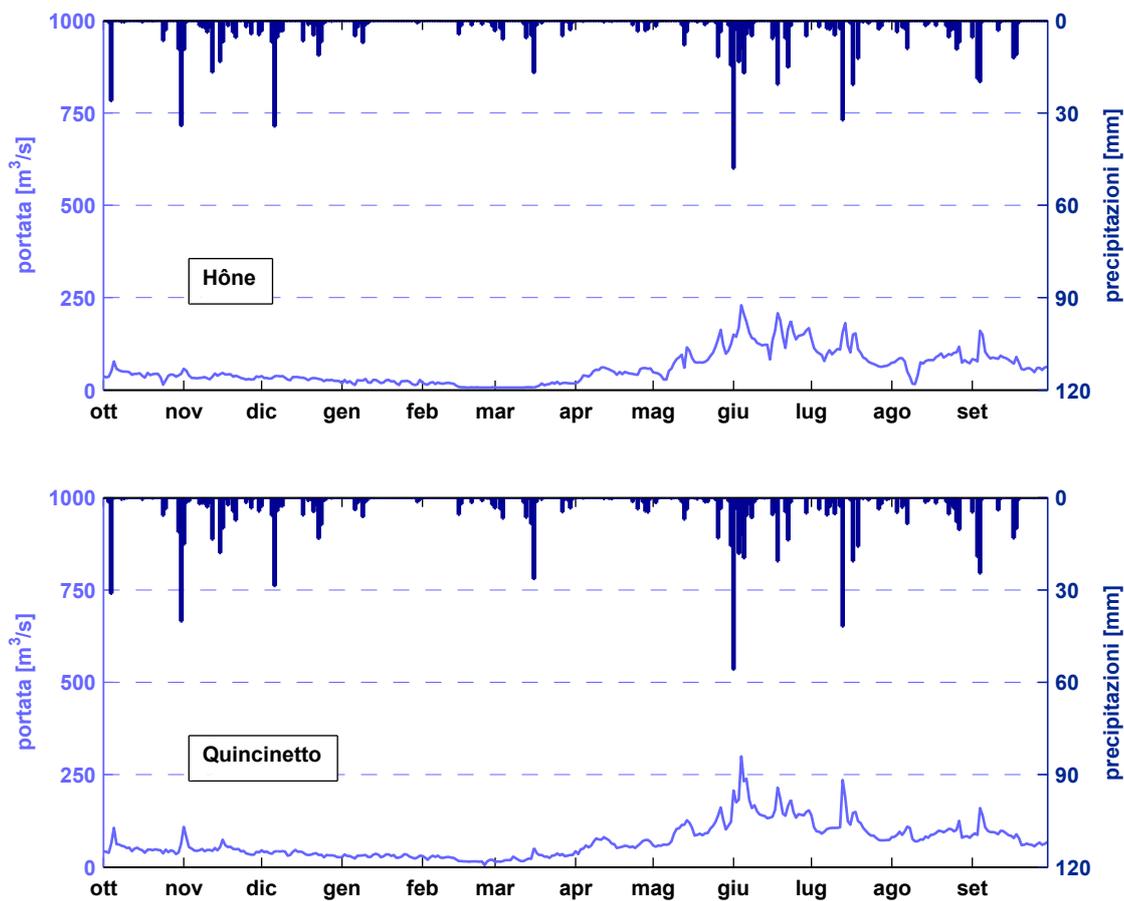


Fig. 3.2. Portata giornaliera media per l'anno idrologico 2010-2011 per quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea.

## Portate massime e coefficienti di deflusso

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimi di portata registrati per l'anno solare 2011 e i coefficienti di deflusso, per quattro stazioni lungo il corso della Dora Baltea: Nus, Champdepraz, Hône e Quincinetto.

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

stazione	portata massima [m <sup>3</sup> /s]	quando	coefficiente di deflusso
Nus	213	18 giugno e 13 luglio	0,98
Champdepraz	277	19 giugno	0,98
Hône	350	13 luglio	0,97
Quincinetto	691	6 novembre	0,76

Tab. 3.1. Massimi orari di portata e coefficienti di deflusso delle quattro stazioni.

fusione della neve, tale valore è calcolato in base all'anno idrologico. Il valore è teoricamente 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.

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 2011.

Nel 2011 non si sono verificati eventi alluvionali e i massimi di portata sono tra i valori più bassi registrati dal 1998. Si osservino i massimi di portata corrispondenti agli eventi del 2000 e del 2008.

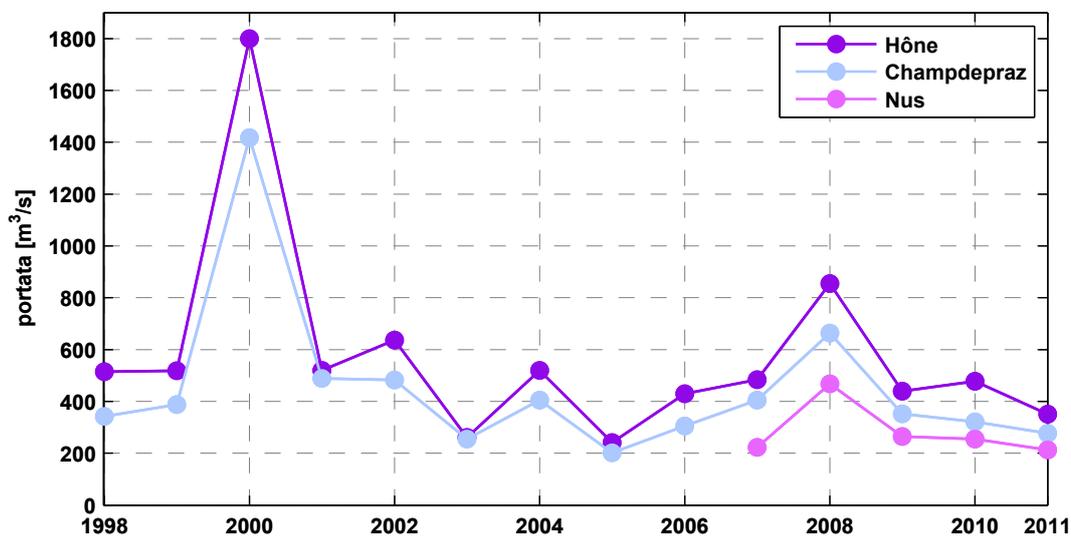


Fig. 3.3. Portate massime registrate dal 1998 al 2011 lungo la Dora Baltea.

## 4. NEVE

In questo capitolo sono analizzati i dati relativi al manto nevoso. I dati raccolti riguardano l'altezza della neve al suolo. 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 2010 al 30 settembre 2011), in modo da includere tutto il periodo invernale.

### “MASSIME E MINIME ...”

Nel grafico seguente è riportata l'altezza della neve al suolo rilevata dalla stazione di Gressan-Pila, a quota 2280 m s.l.m. Le prime nevicate della stagione si sono verificate nella seconda metà di ottobre 2010; l'altezza del manto nevoso è, invece, diminuita rapidamente sin dall'inizio del mese di aprile, a causa delle temperature eccezionalmente elevate di questo periodo. All'inizio del mese di maggio non è più presente neve al suolo. Si osserva una nevicata tardiva nei primi giorni di giugno, di quasi 50 centimetri.



Fig. 4.1. Altezza media giornaliera della neve al suolo misurata nella stazione di Gressan-Pila a quota 2280 m s.l.m.

L'anno idrologico 2010/2011 ha mostrato, nel periodo invernale, valori di copertura nevosa del suolo minori rispetto agli ultimi due anni ma vicini alla media dell'ultimo decennio (circa 82% del territorio regionale). Il periodo estivo, invece, mostra valori che si attestano tra i più bassi registrati nel decennio 2000-2010 e vicini a quelli dell'estate calda del 2003.

Il valore massimo di copertura nevosa è stato raggiunto nel mese di dicembre, mentre i massimi valori di contenuto totale di acqua nella neve si sono registrati nel mese di marzo, anticipatamente rispetto agli anni precedenti, a causa dell'intensa fusione della neve nei mesi di aprile e maggio e della conseguente rapida diminuzione dell'estensione della copertura nevosa.

## Altezza della neve al suolo

La carta in figura 4.2 rappresenta l'altezza totale della neve caduta durante l'anno idrologico 2010-2011. Il calcolo della neve totale caduta è stato effettuato utilizzando i dati di 36 stazioni automatiche e i dati manuali di 22 stazioni, 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. La relazione tra la neve caduta e la quota è di tipo esponenziale; tale relazione ha permesso di estrapolare l'altezza della neve anche a quote superiori ai 2900 metri ed è stata utilizzata per la realizzazione della mappa in figura 4.2.

La neve caduta a quota 2000 metri, nella stagione 2010-2011, varia tra 250 cm, nel settore centrale della Valle d'Aosta, e 600 cm nella zona del Monte Bianco.

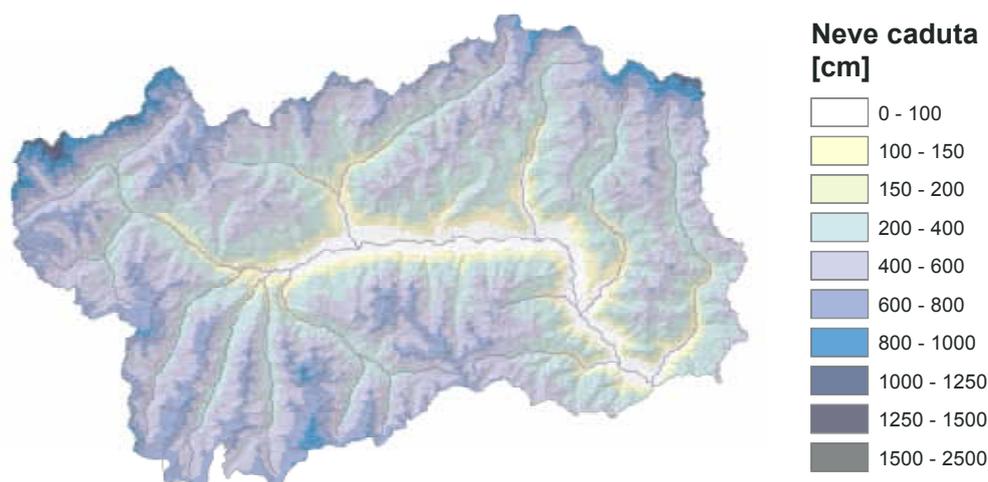


Fig. 4.2. Carta dell'altezza totale di neve caduta 2010-2011.

Stazione (comune)	Posizione	Quota [m s.l.m.]	Lunghezza della serie storica
<b>Courmayeur</b>	Ferrache	2290	2001-2011
<b>Pré-Saint-Didier</b>	Plan Praz	2044	1998-2011
<b>Saint-Rhémy-en-Bosses</b>	Crévacol	2018	2001-2011
<b>Gressoney-Saint-Jean</b>	Weissmatten	2038	2002-2011

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

Nei seguenti grafici (figura 4.3) è riportata l'altezza media mensile del manto nevoso, per alcune stazioni. L'altezza relativa al 2010-2011 è confrontata con le misure effettuate dalla stessa stazione negli anni precedenti a disposizione (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.

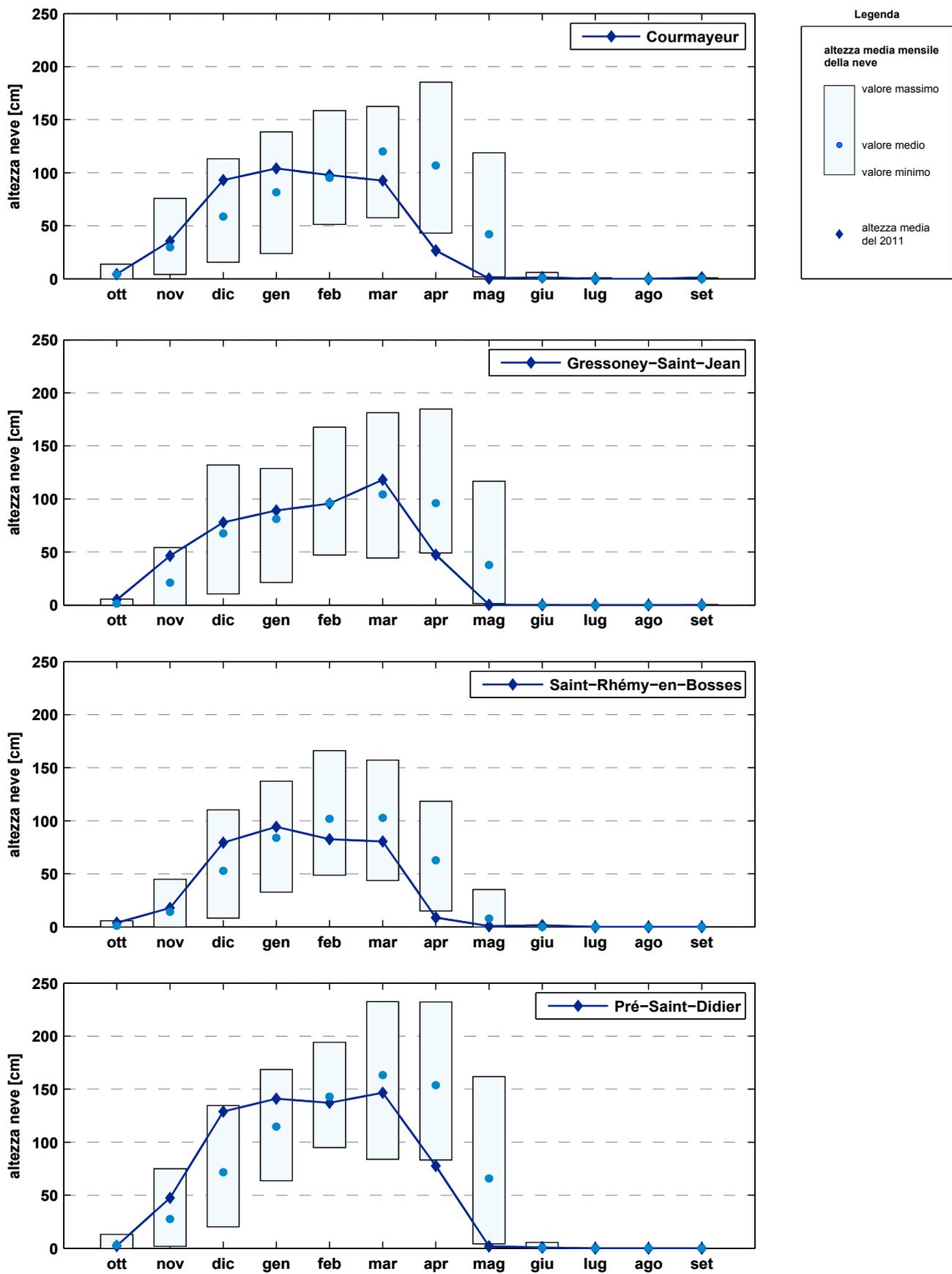


Fig. 4.3. Media mensile dell'altezza del manto nevoso per quattro stazioni e confronto con i dati degli anni passati.

Dai grafici (figura 4.3), nel complesso, si osserva che l'altezza del manto nevoso, nei primi mesi della stagione, risulta uguale o superiore alla media, per poi diminuire bruscamente e raggiungere, nei mesi di aprile e maggio, un livello inferiore al valore minimo misurato negli anni precedenti.

Ad eccezione della stazione di Gressoney-Saint-Jean, si osserva che l'altezza della neve, generalmente massima nei mesi di febbraio e marzo, nel 2011 ha raggiunto il massimo in gennaio ed è in seguito diminuita.

A Gressoney-Saint-Jean, località Weismatten, l'altezza del manto nevoso ha raggiunto il massimo nel mese di marzo, diminuendo poi bruscamente e risultando anch'essa inferiore al minimo nel mese di aprile.

## 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 l'ARPA Valle d'Aosta (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) ha istituito nel 2004 un'area operativa dedicata allo studio di questi effetti. Una delle attività svolte da tale struttura riguarda il monitoraggio di due indicatori 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 dell'Esercito Italiano, 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*) è indice della 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 per il periodo invernale (valori osservati nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio) e per quello estivo (valori di giugno, luglio e agosto).

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

L'anno idrologico 2010/2011 ha mostrato valori invernali minori rispetto agli ultimi due anni, ma vicini alla media dell'ultimo decennio (82%). Il periodo estivo, invece, mostra valori che si attestano tra i più bassi registrati nel decennio 2000-2010 e vicini a quelli dell'estate calda del 2003.

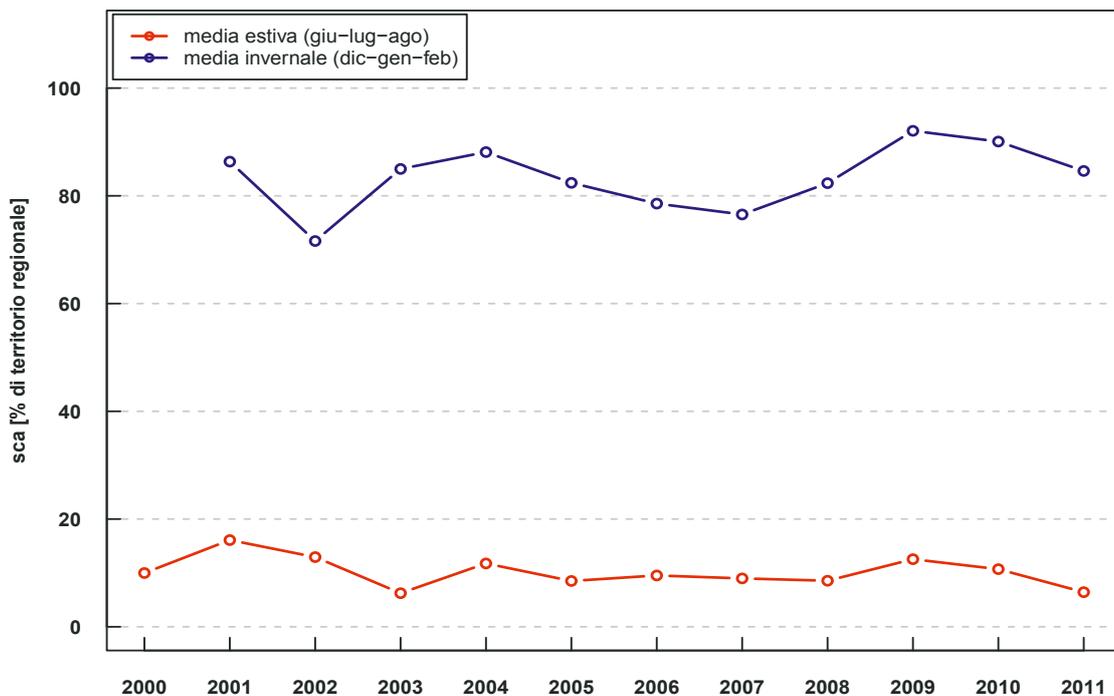


Fig. 4.4. Andamento della copertura nevosa media per le stagioni invernali ed estive dal 2000 al 2011.

In figura 4.5 si riporta l'andamento della copertura nevosa per l'anno idrologico 2010/2011. 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 (2000 - 2010). E' possibile notare come i mesi invernali mostrino valori di SCA vicini alla media dell'ultimo decennio; eccezionale risulta essere, invece, il mese di maggio che ha mostrato il valore minimo assoluto rispetto al periodo 2000-2010.

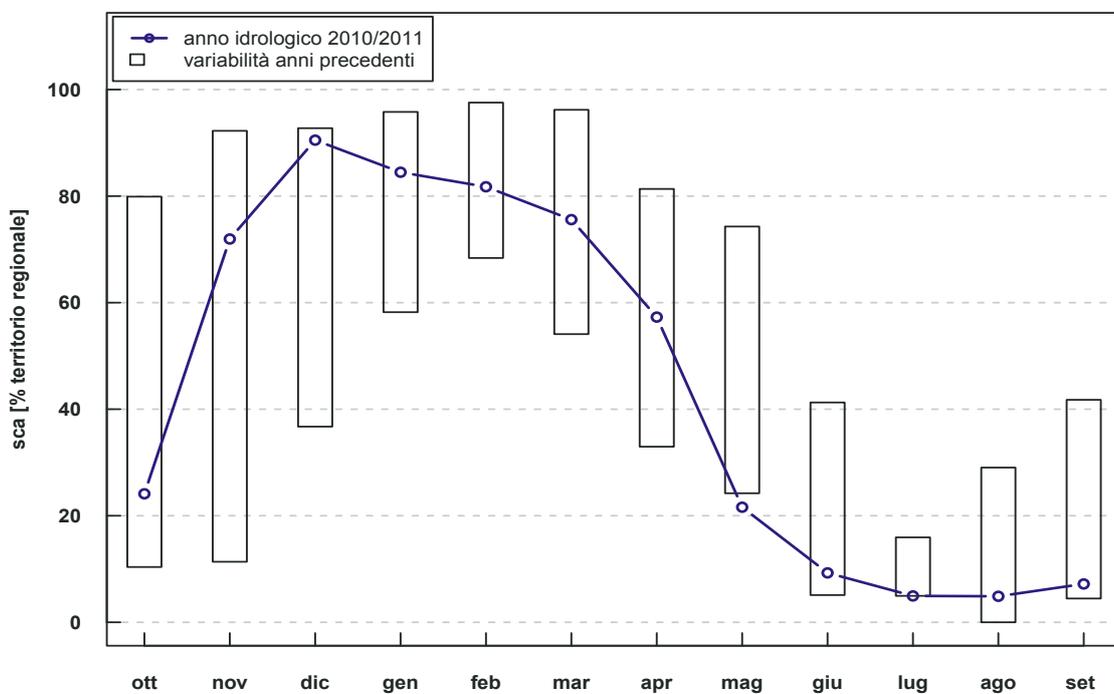


Fig. 4.5. Evoluzione mensile della copertura nevosa per la stagione 2010/2011.

#### • *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, mediante un modello matematico, su tutto il territorio valdostano a partire dai rilievi puntuali. Il modello matematico che permette di stimare la distribuzione spaziale di altezza e densità della neve 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

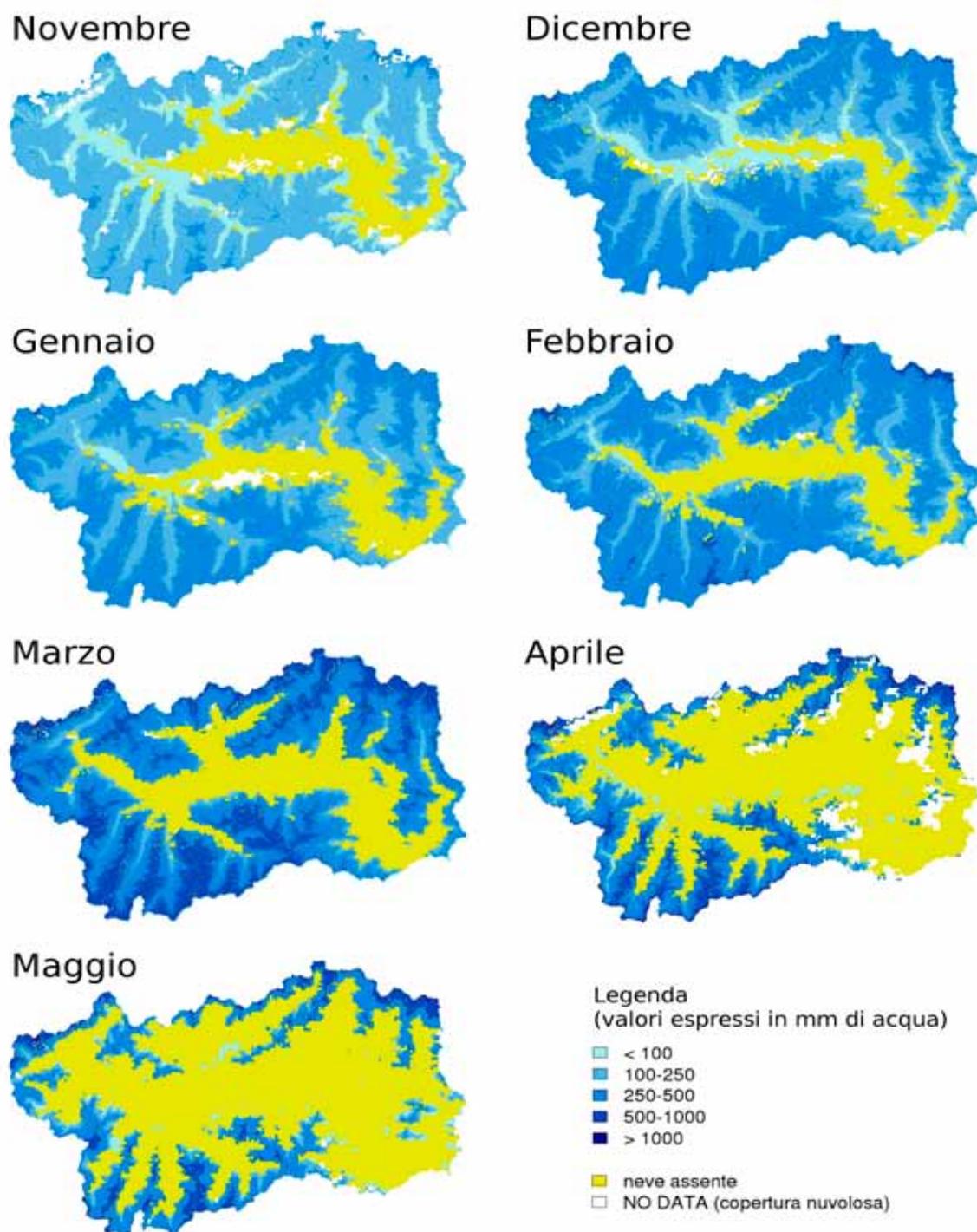


Fig. 4.6. Distribuzione spaziale del contenuto di acqua nel manto nevoso, novembre-maggio 2010/2011.

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 2007, con cadenza mensile, nel periodo compreso tra novembre e maggio.

La figura 4.6 presenta tutte le mappe dello SWE relative alla stagione 2010/2011, da novembre a maggio. 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. Il valore dello SWE deriva da una combinazione dell'estensione della copertura nevosa e dell'altezza e della densità del manto: 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, lo spessore e la densità della neve, a seguito delle precipitazioni invernali e dei fenomeni di compattazione e trasformazione, aumentano (predominanza di blu scuro). Tuttavia, a causa dell'intensa fusione della neve causata dalle temperature particolarmente elevate dei mesi di aprile e maggio 2011, a differenza degli anni precedenti, il valore massimo di SWE si raggiunge nel mese di marzo.

In figura 4.7 si riporta l'andamento mensile dello SWE per l'anno idrologico 2010/2011 (linea blu); i rettangoli rappresentano la variabilità dei valori dello SWE relativa agli anni precedenti (2007-2009). È possibile notare come l'inizio dell'inverno presenti valori vicini alla media degli anni precedenti, mentre gennaio, febbraio e marzo siano vicini a minimi. Eccezionalmente bassi (minimi osservati a partire dal 2007) risultano essere i mesi di aprile e maggio.

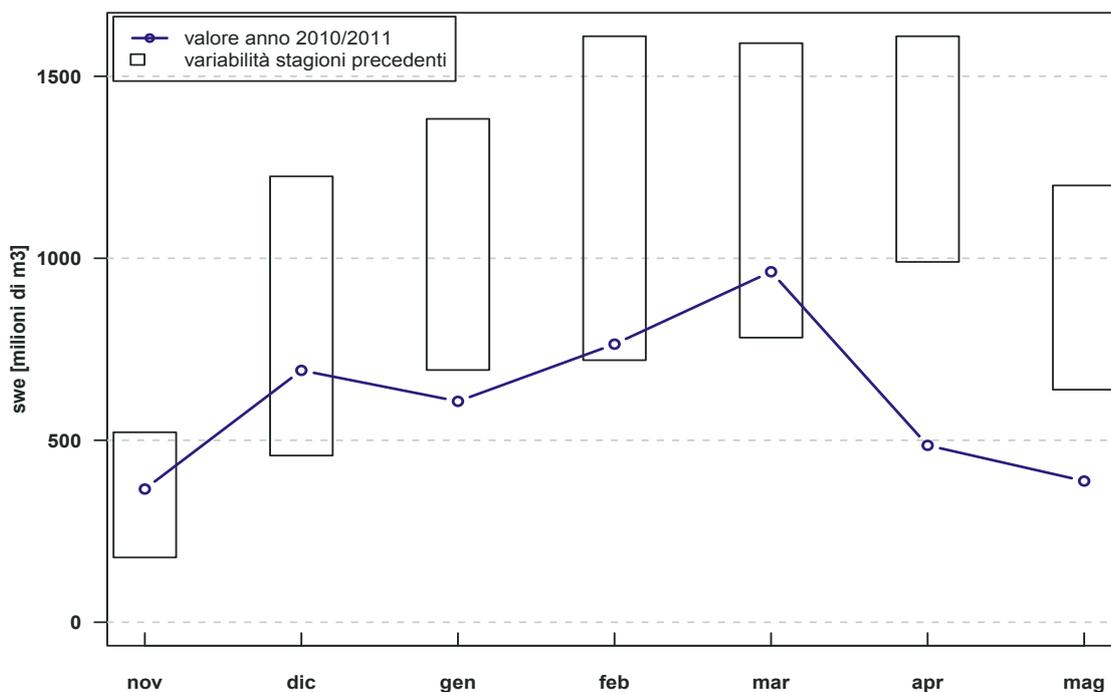


Fig. 4.7. Andamento mensile dello Snow Water Equivalent (SWE), novembre-maggio 2010/2011.

Confrontando i grafici dello SCA e dello SWE si evidenzia che la massima copertura nevosa è stata osservata nel mese di dicembre, mentre il massimo contenuto di acqua nella neve è stato registrato nel mese di marzo. Entrambi i risultati differiscono dagli anni precedenti in cui generalmente si osserva il massimo di copertura nevosa nei mesi di gennaio-febbraio, mentre i massimi valori di contenuto di acqua nella neve nei mesi di marzo-aprile, quando generalmente una minor estensione di copertura di neve è bilanciata da valori maggiori di altezza e densità del manto nevoso.

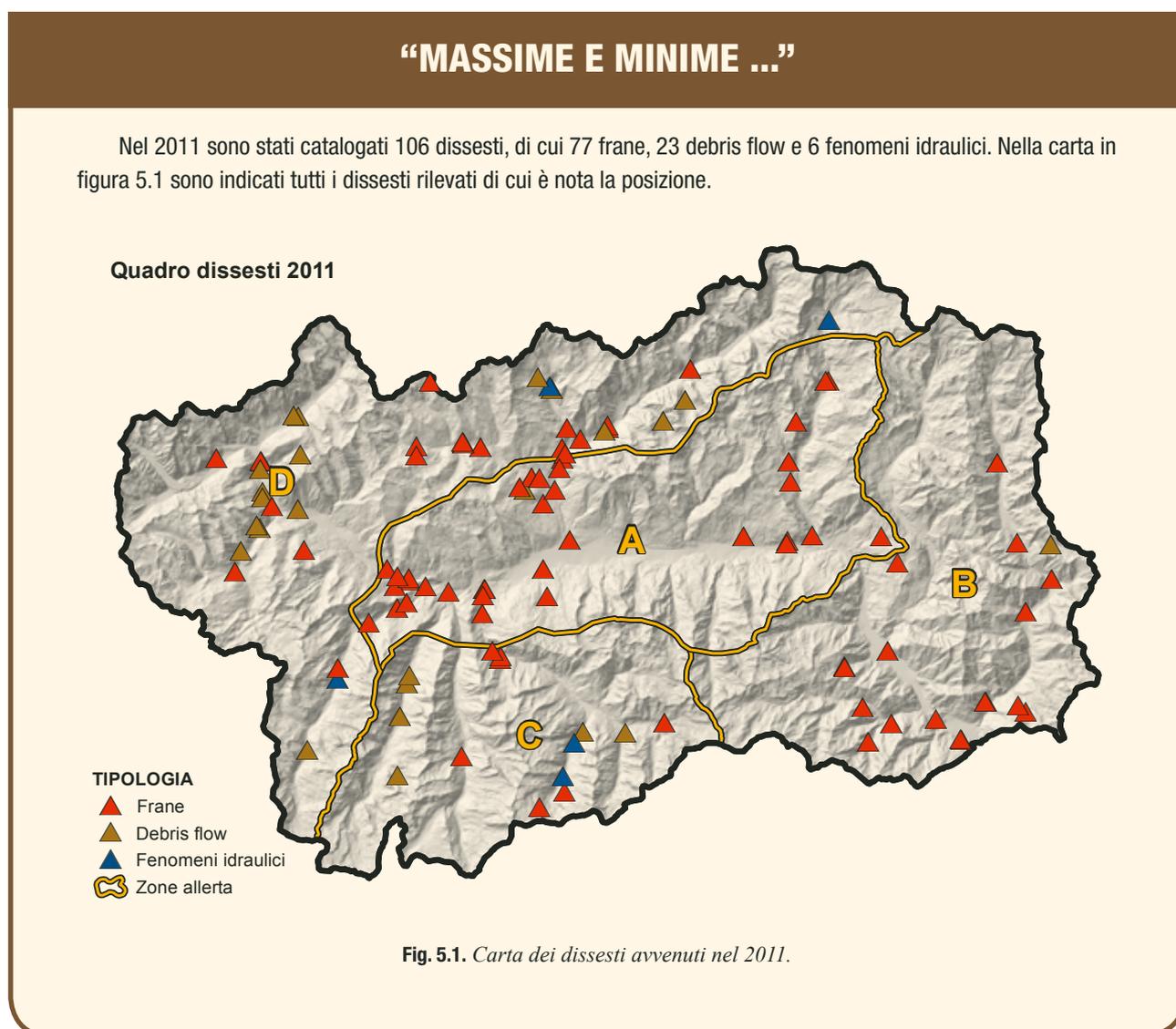
## 5. DISSESTI

I dissesti presenti nell'archivio del Centro funzionale regionale sono stati censiti dagli operatori del Corpo forestale della Valle d'Aosta, dal Servizio geologico o segnalati da diversi soggetti tramite la Protezione civile.

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.



## Dissesti del 2011 in Valle d'Aosta

Durante il 2011 sono stati censiti in Valle d'Aosta 106 dissesti, di cui il 72% risultano frane, il 22% debris-flow e il restante 6% fenomeni idraulici (si veda il grafico in figura 5.2).

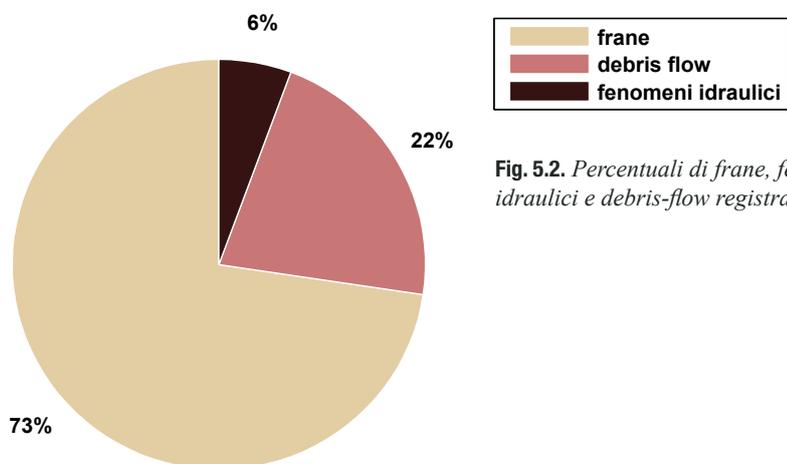


Fig. 5.2. Percentuali di frane, fenomeni idraulici e debris-flow registrati nel 2011.

Frane	numero eventi 2011
caduta massi	49
frana di crollo	17
frana di scivolamento	1
frana di colamento	7
frana complessa	0
frana generica	3
<b>Debris-Flow</b>	
debris flow	23
<b>Fenomeni Idraulici</b>	
erosione di sponda	2
esondazione	4

Tab. 5.1. Elenco dissesti catalogati nel 2011.

La frequenza dei dissesti varia mensilmente, come si può verificare dal grafico in figura 5.3. Nel 2011 il mese in cui è stato registrato il maggior numero di frane è giugno, con 25 fenomeni catalogati, seguito da luglio, con 18.

Si nota, inoltre, un incremento dei dissesti durante il mese di marzo dovuto all'aumento dei cicli di gelo-disgelo che portano ad una degradazione dei volumi rocciosi; il successivo imponente aumento nel mese di giugno è avvenuto, invece, in corrispondenza di eventi pluviometrici intensi.

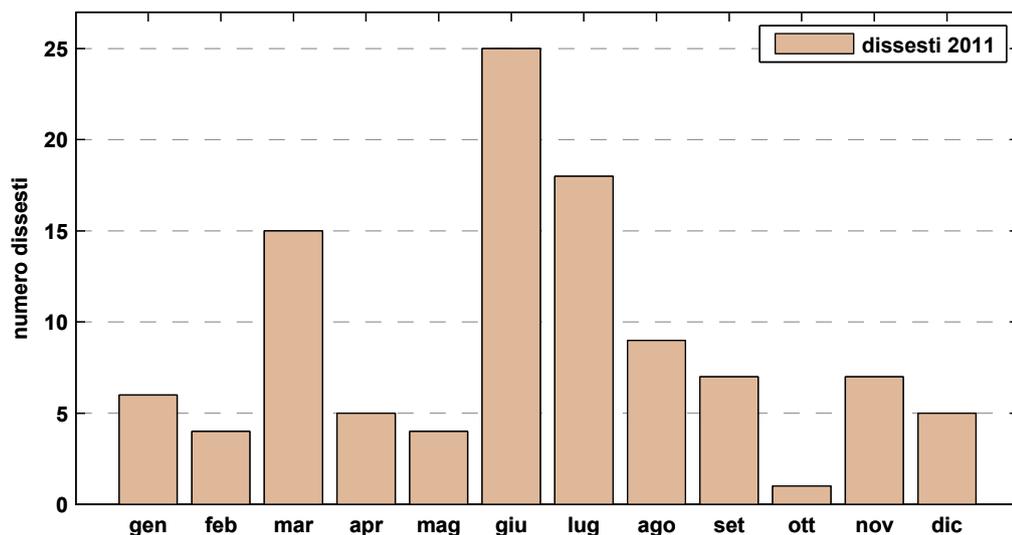


Fig. 5.3. Frequenza mensile delle frane verificatesi nel 2011 in Valle d'Aosta.

Analizzando la tipologia delle frane, si nota che il cinematismo più frequente interessa i volumi rocciosi, la caduta massi rappresenta il 64% dei casi, seguita dalle frane di crollo (22%) - si veda il grafico 5.4.

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.

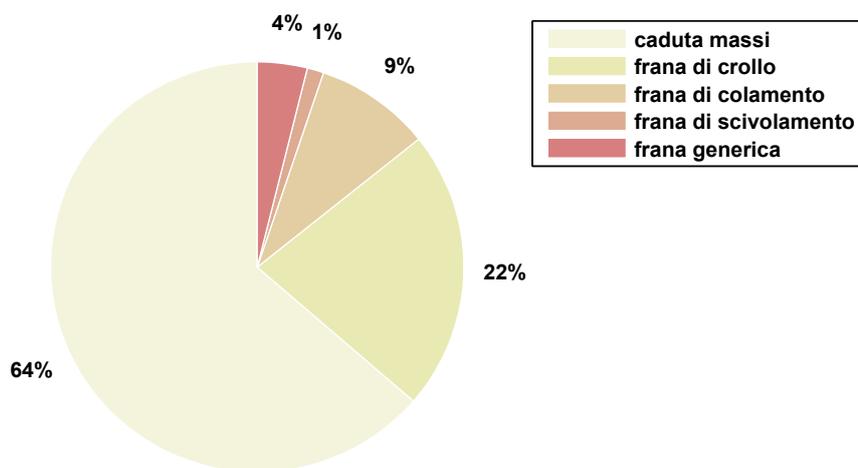


Fig. 5.4. Tipologia di frane rilevate nel 2011.

## 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 per il 2011 si sono verificati il 1° giugno e il 4 novembre. Per ogni evento si riporta una sintesi del quadro meteorologico, dell'andamento delle piogge, dei livelli dell'acqua, della quota dello zero termico e dei dissesti registrati.

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. I dati sono presentati tramite tabelle e carte.

La prima tabella riporta la pioggia registrata dall'inizio alla fine dell'evento, sulle diverse zone di allerta. Nella stessa tabella è riportato, come dato di confronto, un valore corrispondente alla precipitazione totale mensile media, individuata in base ai dati di precipitazione degli ultimi dieci anni e riferita al mese in cui si è verificato l'evento. La seconda tabella indica le quote minime e massime dello zero termico calcolate per le diverse zone e per l'intero territorio. La terza tabella riporta il livello e la portata registrata per la Dora Baltea, in corrispondenza di quattro stazioni. Sono indicate nella stessa tabella, per ogni stazione, soglie, corrispondenti a due diversi gradi di allerta, denominati H1 (livello di esondazione del corso d'acqua in tratti che interessano solamente zone non antropizzate) e H2 (livello di esondazione che interessa anche zone antropizzate).

Una carta riporta la distribuzione sul territorio dei dissesti registrati a seguito dell'evento. 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.

### 1° giugno 2011

---

**DURATA EVENTO:** 30 maggio 2011 ore 16.00 – 2 giugno 2011 ore 20.00

#### • **Analisi meteo**

L'evoluzione di una saccatura atlantica in un minimo chiuso, che si è posizionato sul Golfo del Leone, è stata responsabile di un intenso flusso umido orientale che ha determinato l'intensificazione delle precipitazioni e un deciso calo della quota dello zero termico con il temporaneo ritorno di condizioni prettamente invernali.

#### • **Piogge**

Le aree con precipitazioni più intense sono state l'alta Valle di Cogne, la Valle di Champorcher e la bassa Valle del Lys, con valori molto forti. L'abbassamento delle temperature ha influenzato fortemente la tipologia delle precipitazioni che sono risultate a carattere nevoso anche al di sotto dei 1000 m s.l.m. Nelle zone A, C e D la quota di permanenza della neve è risultata comunque pari a circa 1500 m s.l.m.

In zona B la precipitazione media cumulata è stata pari a 101 mm, con il valore massimo registrato a Gressoney-Saint-Jean, presso il Lago di Seebna, pari a 154 mm. L'intensità massima è stata raggiunta a Lillianes, con 14 mm in un'ora, nella mattinata del 1° giugno.

#### • **Corsi d'acqua**

A causa della quota neve bassa durante l'evento, i corsi d'acqua hanno mostrato deboli incrementi solo nel corso della serata del 1° giugno 2011, in concomitanza con il rialzo termico. L'incremento più significativo si è registrato nella stazione di Issime – Capoluogo, con valori comunque al disotto del livello di allerta H1.

- **Neve**

La neve caduta ha registrato valori mediamente compresi tra 10 e 40 cm a seconda della zona, con valori più intensi nella zona C.

- **Zero termico**

Nel corso della nottata compresa tra martedì e mercoledì si è avuto un brusco calo dello zero termico che ha raggiunto valori minimi, compresi tra 1600 e 2100 m s.l.m. a seconda delle zone, nel corso della mattinata del 1 giugno 2011. A causa della forte intensità delle precipitazioni, la quota neve minima è risultata pari a circa 800 m s.l.m.

- **Dissesti**

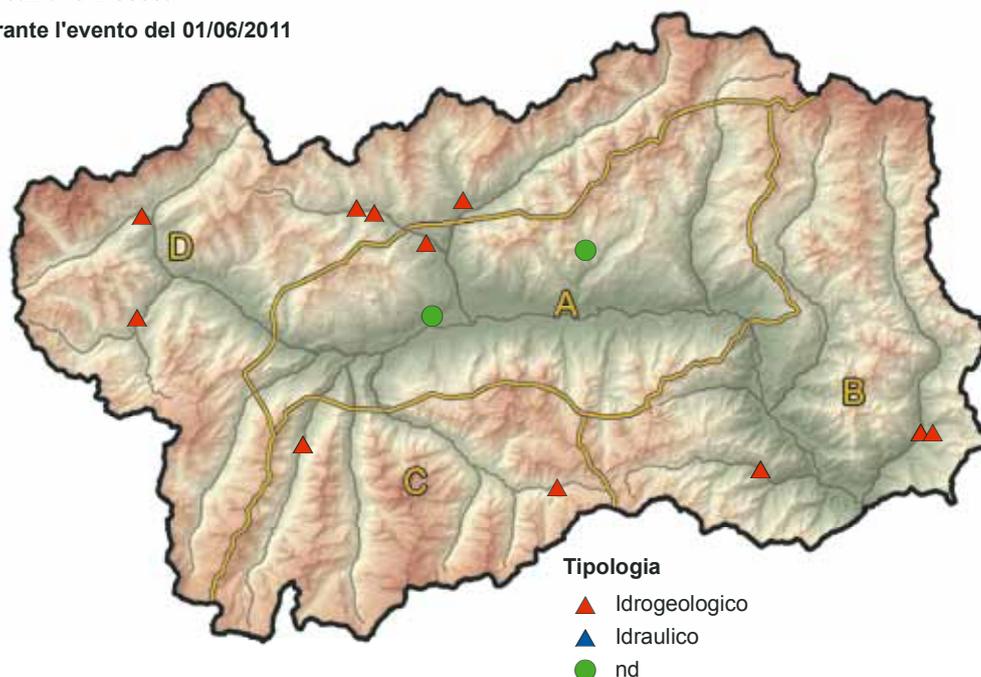
Si segnalano sporadici dissesti, riconducibili principalmente a fenomeni di caduta massi (Pontboset e Courmayeur) e frane superficiali (Gignod e Allein).

Pioggia cumulata da inizio evento	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Media [mm]	77	67	101	97	55
Massimo [mm]	154	87	154	118	76
Media storica mensile [mm]	75	62	88	61	76

Zero termico	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Quota max [m.s.l.m.]	3500	3300	3500	3400	3200
Quota min [m.s.l.m.]	1600	1600	2400	1800	1700

Portata e Livello Dora Baltea	Portata [m³/s]		Livello acqua [m]		
	Massimo	Media storica mensile	Massimo	Livello di allerta 1	Livello di allerta 2
Aymavilles	78	109	1,7	3,0	3,5
Nus	57	80	0,3	1,2	2,0
Champdepraz	80	94	0,9	3,7	4,2
Hône	112	134	1,2	4,5	5,5

Ubicazione Dissesti  
durante l'evento del 01/06/2011



## 4 novembre 2011

**DURATA EVENTO:** 3 novembre 2011 ore 13.00 – 7 novembre 2011 ore 0.00

### • **Analisi meteo**

Una vasta saccatura che ha stazionato sul Mediterraneo occidentale, a causa dello sbarramento di un robusto anticiclone sull'Europa orientale, ha favorito l'ingresso di correnti perturbate dai quadranti sud-orientali, responsabili delle precipitazioni che hanno interessato il nostro territorio, più intense sul settore sud-orientale.

### • **Piogge**

Sulla Regione si sono registrate precipitazioni mediamente forti (pioggia cumulata media pari a 134 mm), con valori moderati sulla zona D (82 mm), forti in zona A e C (105 e 125 mm) e molto forti in zona B (217 mm). Le precipitazioni massime sono risultate comprese tra 385 mm sulla zona B (Lillianes) e 144 mm sulla zona A (Saint-Vincent - Terme). L'intensità massima è stata raggiunta a Lillianes, con 18 mm in un'ora nella mattinata del 6 novembre.

### • **Corsi d'acqua**

I livelli dei corsi d'acqua (Dora Baltea e torrenti laterali principali) hanno in generale registrato lievi aumenti con valori comunque al di sotto dei livelli di allerta. Solo nella bassa Valle del Lys si registrano aumenti più significativi, con la sezione di Issime che ha superato il livello di allerta H1.

### • **Zero termico**

Durante il periodo di precipitazione più intensa (4 – 6 novembre) lo zero termico è risultato stabile con valori compresi tra 2200 e 2700 m s.l.m.

### • **Dissesti**

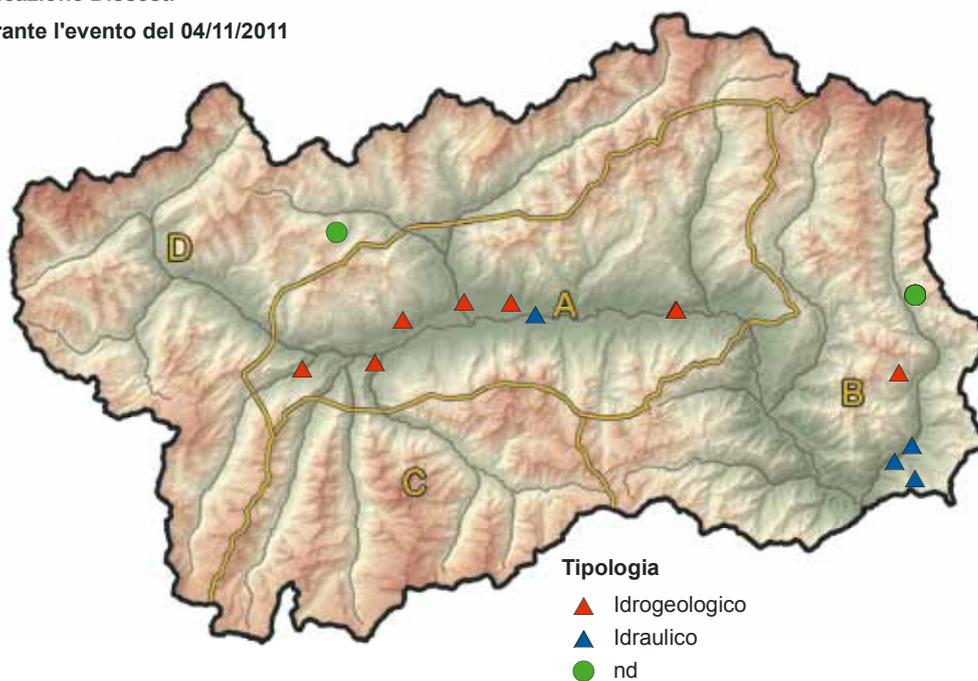
Si segnalano sporadici dissesti, riconducibili principalmente a fenomeni di caduta massi, nella valle centrale nel tratto compreso tra Arvier e Châtillon. Nella Valle del Lys si registrano fenomeni di allagamento legati ai corsi d'acqua laterali senza danni significativi.

Pioggia cumulata da inizio evento	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Media [mm]	134	105	217	125	82
Massimo [mm]	385	144	385	196	177
Media storica mensile [mm]	75	56	106	48	61

Zero termico	Valle d'Aosta	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
Quota max [m.s.l.m.]	2700	2600	2600	2500	2700
Quota min [m.s.l.m.]	1800	1900	2100	1800	1900

Portata e Livello Dora Baltea	Portata [m³/s]		Livello acqua [m]		
	Massimo	Media storica mensile	Massimo	Livello di allerta 1	Livello di allerta 2
Aymavilles	63	7	1,3	3,0	3,5
Nus	22	17	0,2	1,2	2,0
Champdepraz	50	10	0,7	3,7	4,2
Hône	124	11	1,2	4,5	5,5

Ubicazione Dissesti  
durante l'evento del 04/11/2011





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

---

**Assessorat des ouvrages publics,  
de la protection des sols et  
du logement public**

**Assessorato opere pubbliche,  
difesa del suolo e  
edilizia residenziale pubblica**

Dipartimento difesa del suolo e risorse idriche  
Centro funzionale regionale  
Via C. Promis, 2/a - 11100 Aosta  
Telefono +39 0165 272749  
Telefax +39 0165 272291  
[centrofunzionale@regione.vda.it](mailto:centrofunzionale@regione.vda.it)  
[www.regione.vda.it](http://www.regione.vda.it)



**CENTRO FUNZIONALE**  
REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA



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

