> Annuario idrologico della Svizzera 2015

Deflussi, livelli idrometrici e qualità delle acque in Svizzera

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Nota editoriale

Editore
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente,
dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Autori
Divisione Idrologia dell'UFAM
Meteo: Ufficio federale di meteorologia e climatologia (MeteoSvizzera)
Neve: Istituto per lo studio della neve e delle valanghe (SLF)
Ghiacciai: Dipartimento di geoscienze dell'Università di Friburgo
e Laboratorio di ricerca in campo idraulico, idrologico e glaciologico (VAW)
del PF Zurigo

Indicazione bibliografica
UFAM 2016: Annuario idrologico della Svizzera 2015.
Stato dell'ambiente n. UZ-1617-I.
Ufficio federale dell'ambiente, Berna. 36 pag.

Correzione bozze
Jacqueline Dougoud, Zurigo

Traduzione
Martina De Bartolomei, La Sagne

Grafica e impaginazione
Magma – die Markengestalter, Berna

Foto di copertina
Una forte corrente si riversa dal lago glaciale Faverges
(ghiacciaio della Plaine Morte, inizio agosto 2015).
Autore: Matthias Huss, Dipartimento di geoscienze
dell'Università di Friburgo

Credito fotografico
Pag. 15: Matthias Huss, Dipartimento di geoscienze
dell'Università di Friburgo

Basi di dati
Le analisi idrologiche si basano su dati provvisori del 2015.

Link per scaricare la versione PDF
www.bafu.admin.ch/uz-1617-i
La versione cartacea non può essere ordinata.

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco, francese e inglese.

Approfondimenti e dati:
www.bafu.admin.ch/acqua

© UFAM 2016

> Indice

Prefazione 3
Abstracts 4
Compendio 5

1 Fatti che hanno segnato il 2015 6

2 Condizioni meteorologiche 13

3 Neve e ghiacciai 14

4 Acque superficiali 16

5 Acque sotterranee 32

Allegato 35

> Prefazione

L'anno idrologico 2015 è stato segnato da due eventi idrologici marcati molto diversi tra loro: una settimana di grosse piene tra fine aprile e inizio maggio e un lungo periodo caldo e molto secco estesosi dalla primavera all'inverno 2015/16. Sebbene contrasti del genere possano naturalmente ricorrere in ogni momento, ripetute situazioni meteorologiche estreme rafforzano l'impressione della popolazione che le conseguenze dei cambiamenti climatici comincino, in modo lento ma inesorabile, a farsi sentire. Anche i media hanno ripreso questo tema, come dimostrano le numerose domande inoltrate all'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) nel corso dell'estate del 2015.

In collaborazione con MeteoSvizzera e altri uffici federali, l'UFAM ha istituito una nuova rete per i servizi climatici, il «National Centre for Climate Services» (NCCS), che si propone di mettere a disposizione dei decisori e della popolazione informazioni sui cambiamenti climatici e sulle loro conseguenze. La divisione Idrologia ha assunto la guida dei progetti relativi al tema «Basi idrologiche per l'adattamento ai cambiamenti climatici» per rispondere a domande dell'economia (agricoltura, gestione delle acque) oppure della collettività, ad esempio nell'ambito della protezione contro le piene.

I testi e le tabelle dell'Annuario idrologico si fondano su una grande quantità di dati che vengono raccolti, registrati, analizzati e valorizzati. Menzionare in questa sede tutte le attività necessarie per poter approntare dati di elevata qualità sarebbe eccessivo. Per il 2015 è però opportuno sottolineare in particolare la raccolta e la trasmissione dei dati: la divisione Idrologia dell'UFAM ha elaborato, in collaborazione con l'Istituto federale di metrologia (METAS), un piano volto a rinnovare la dotazione elettronica delle stazioni idrometriche con l'obiettivo di standardizzare l'equipaggiamento di tutte le stazioni e di modernizzare la trasmissione dei dati. Dai test effettuati in 15 stazioni nell'arco di sei mesi è emerso che la tecnologia selezionata è affidabile, robusta e versatile.

Con la pubblicazione dell'«Annuario idrologico 2015» torniamo a un ritmo di pubblicazione regolare. Cogliamo l'occasione per ringraziare tutti coloro che vi hanno contribuito. L'UFAM ritiene che il formato attuale dell'Annuario idrologico sia convincente e adeguato anche in vista delle edizioni future.

Olivier Overney
Capo della divisione Idrologia
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

> Abstracts

The Hydrological Yearbook of Switzerland is published by the Federal Office for the Environment (FOEN) and gives an overview of the hydrological situation in Switzerland. It shows the changes in water levels and discharge rates of lakes, rivers and groundwater and provides information on water temperatures and the physical and chemical properties of the principal rivers in Switzerland. Most of the data is derived from FOEN surveys.

Keywords:
hydrology, rivers, lakes, groundwater, water level, discharge, water temperature, water quality

Das «Hydrologische Jahrbuch der Schweiz» wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegeben und liefert einen Überblick über das hydrologische Geschehen auf nationaler Ebene. Es zeigt die Entwicklung der Wasserstände und Abflussmengen von Seen, Fliessgewässern und Grundwasser auf und enthält Angaben zu Wassertemperaturen sowie zu physikalischen und chemischen Eigenschaften der wichtigsten Fliessgewässer der Schweiz. Die meisten Daten stammen aus Erhebungen des BAFU.

Stichwörter:
Hydrologie, Fliessgewässer, Seen, Grundwasser, Wasserstand, Abfluss, Wassertemperatur, Wasserqualität

Publié par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Annuaire hydrologique de la Suisse donne une vue d'ensemble des événements hydrologiques de l'année en Suisse. Il présente l'évolution des niveaux et des débits des lacs, des cours d'eau et des eaux souterraines. Des informations sur les températures de l'eau ainsi que sur les propriétés physiques et chimiques des principaux cours d'eau suisses y figurent également. La plupart des données proviennent des relevés de l'OFEV.

Mots-clés:
hydrologie, cours d'eau, lacs, eaux souterraines, niveaux d'eau, débits, température de l'eau, qualité de l'eau

L'«Annuario idrologico della Svizzera», edito dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), fornisce una visione d'insieme degli eventi idrologici in Svizzera. Illustra l'andamento dei livelli idrometrici e delle portate dei laghi, dei corsi d'acqua e delle acque sotterranee e contiene informazioni sulle temperature e sulle proprietà fisiche e chimiche dei principali corsi d'acqua in Svizzera. I dati in esso pubblicati provengono in gran parte da rilevazioni effettuate dall'UFAM.

Parole chiave:
idrologia, corsi d'acqua, laghi, acque sotterranee, livelli delle acque, portate, temperatura dell'acqua, qualità dell'acqua

> Compendio

Condizioni meteorologiche

Nel 2015, in gran parte delle regioni della Svizzera la temperatura annua ha superato di 1,0–1,4 °C il valore medio del periodo 1981–2010. Le precipitazioni annue hanno raggiunto al nord delle Alpi perlopiù soltanto il 60–85 % di detto valore. Nelle Alpi si è toccato diffusamente l'80–100 % della media, mentre al sud delle Alpi il 70–95 %.

Neve e ghiacciai

Durante l'intera stagione invernale 2014/15, sul versante sudalpino (ad eccezione delle valli meridionali dei Grigioni) e nelle zone limitrofe settentrionali e occidentali l'altezza della neve è stata superiore alla media; nel resto del Paese rientrava appena nella media. Nel 2015 i ghiacciai delle Alpi svizzere hanno riportato perdite di massa al di sopra della media. Nonostante le elevate temperature del mese di luglio abbiano causato un notevole scioglimento dei ghiacciai, le temperature più fresche nei mesi di agosto e settembre hanno impedito che venissero raggiunti valori record.

Deflussi

Nel 2015, i deflussi annui delle acque superficiali hanno registrato valori in gran parte al di sotto del valore medio pluriennale. Nei bacini imbriferi ghiacciati hanno segnato valori nella media o superiori. Un evento di piena a inizio maggio ha causato picchi di portata molto elevati nella Svizzera occidentale tra il lago Lemano e Basilea. La seconda metà dell'anno è stata estremamente secca. Presso numerose stazioni di misura, da luglio a dicembre sono stati registrati ogni mese deflussi inferiori alla media. In alcune zone, a partire da luglio i valori mensili non hanno mai superato l'80 % della media pluriennale. Al nord delle Alpi sono state registrate diffusamente nuove minime mensili.

Livelli dei laghi

A maggio sono stati rilevati nuovi massimi mensili. Il lago di Neuchâtel e il lago Lemano hanno fatto segnare livelli medi di circa 30 cm superiori alla media mensile pluriennale. Il livello del lago di Neuchâtel non è mai stato tanto elevato dalla seconda correzione delle acque del Giura. La seconda metà dell'anno, caratterizzata da un lungo periodo piuttosto secco, non si è tradotta in livelli delle acque bassi per tutti i laghi. Alcuni hanno potuto beneficiare dei livelli relativamente elevati raggiunti dopo le piene di maggio. I laghi che non hanno potuto godere di tale effetto hanno segnato in autunno nuove minime stagionali.

Temperature delle acque

Nel complesso, le medie annue del 2015 hanno seguito la tendenza all'aumento, finora ininterrotta, osservata per le temperature delle acque a partire dal 1960. In primavera l'andamento delle temperature dei corsi d'acqua è stato nella media. A contrastare tale andamento è subentrato a luglio un periodo canicolare. Il conseguente aumento delle temperature delle acque, in parte molto pronunciato, è stato a più riprese interrotto da periodi più freschi anche più tardi nel corso dell'estate e dell'autunno.

Isotopi stabili

Anche nel 2015 gli isotopi stabili nelle precipitazioni sono stati caratterizzati da valori δ bassi per la stagione invernale. A causa della canicola, durante l'estate sono stati misurati valori δ superiori alla media. Un'altra conseguenza dell'estate canicolare è il fatto che in questo periodo nei deflussi erano presenti quantità maggiori di acqua di scioglimento dei ghiacciai, con valori δ più negativi.

Acque sotterranee

Il 2015 è iniziato con livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti nella media ed è finito con livelli bassi a causa della persistente siccità verificatasi a partire da giugno.

1 > Fatti che hanno segnato il 2015

All'inizio del mese di maggio 2015, precipitazioni intense hanno causato una situazione di piena. Il livello di alcuni corsi d'acqua e laghi ha raggiunto il livello di pericolo 4. I mesi estivi di luglio e agosto, invece, sono stati eccezionalmente secchi e caldi. L'autunno è stato caratterizzato da precipitazioni nettamente al di sotto della media stagionale. Questa situazione è stata particolarmente marcata a metà novembre nell'Altipiano e nel Giura.

1.1 Evento di piena di inizio maggio 2015

A inizio maggio, precipitazioni eccezionalmente intense hanno fatto innalzare notevolmente il livello dei corsi e degli specchi d'acqua al nord delle Alpi, in particolare nella Svizzera occidentale. Dalla valutazione meteorologica e climatologica delle abbondanti piogge effettuata da MeteoSvizzera si evince che le correnti occidentali e sudoccidentali in quota hanno fatto confluire sulla regione alpina aria molto umida e viepiù mite di origine subtropicale. Il fronte ha interessato la Svizzera per un periodo prolungato, rimanendo quasi stazionario sul nostro Paese e dando origine a rovesci persistenti e in parte abbondanti. Durante tutti i sei giorni di pioggia sono state misurate quantità elevate di precipitazioni.

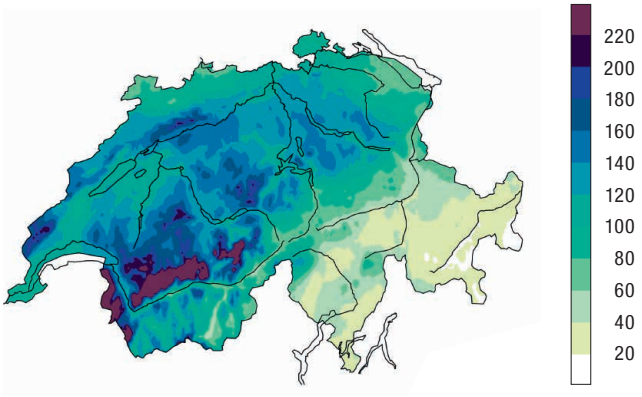

Fig. 1.1 *Distribuzione geografica delle precipitazioni tra il 30 aprile e il 6 maggio 2015. Sono raffigurati i valori assoluti in millimetri. Fonte: MeteoSvizzera.*

Un maggio più piovoso del solito

Dal 30 aprile al 6 maggio, su tutta la Svizzera si sono registrati in media circa 100 mm di precipitazioni. I quantitativi maggiori sono caduti nel basso Vallese, nelle Alpi vodesi e nelle regioni limitrofe dell'Oberland bernese. Attorno ai Dents de Midi e a Les Diablerets fino nella regione del Wildstrubel, a quote elevate si sono riversati 200 e più millimetri di pioggia (fig. 1.1). Ciò corrisponde localmente fino al 140 % delle precipitazioni abituali dell'intero mese di maggio.

Forti innalzamenti di corsi e specchi d'acqua

Le intense piogge hanno fatto salire rapidamente e in misura considerevole i fiumi e i laghi nelle regioni interessate. I primi picchi di portata sono stati osservati già la sera di venerdì 1° maggio. La mattina di sabato 2 maggio molti corsi d'acqua di piccole dimensioni avevano raggiunto livelli massimi che non erano più stati misurati da tempo o addirittura mai negli ultimi decenni. A causa delle continue piogge dei giorni successivi, anche corsi e specchi d'acqua più grandi come l'Aare il Reno, il lago di Thun e i laghi ai piedi del Giura hanno raggiunto livelli elevati. Per alcuni di essi, il livello di pericolo si è attestato a 4 (pericolo di piena elevato). Le forti precipitazioni hanno inoltre causato localmente un aumento repentino e marcato dei livelli delle acque sotterranee.

In alcuni momenti il Reno ha fatto segnare una portata tale che la navigazione ha dovuto essere interrotta. Grazie alla regolazione a fini preventivi dei laghi è stato possibile evitare picchi di portata e danni di piena ancora maggiori dell'Aare. Localmente la situazione è stata critica e si sono verificate frane a causa dei suoli saturi.

Eventi di piena di inizio maggio 2015 – Corsi d'acqua

Nome della stazione	Durata del periodo (anni)	Massima registrata finora (m^3/s)	Data (mese/anno)	Massima di maggio registrata finora (m^3/s)	Data (anno)	HQ_{2015} (m^3/s)	Data (giorno)	Ora	Periodo di ritorno	Livello di pericolo massimo raggiunto
Aare – Bern, Schönau	80	613	5/1999	613	1999	510	04.05.15	17:42	30–50	4
Aare – Brügg, Aegerten	80	761	5/1999	761	1999	737	07.05.15	23:40	50–100	4
Aare – Murgenthal	80	1262	8/2007	926	1985	**974**	04.05.15	08:55	10–30	3
Aare – Thun	80	564	5/1999	564	1999	480	05.05.15	10:22	50–100	4
Arve – Genève, Bout du Monde	80	840	9/1968	548	1999	**905***	02.05.15	08:02	>100	5
Broye – Payerne, Caserne d'aviation	95	415	12/1944	161	1977	**253**	02.05.15	00:15	10–30	3
Grande Eau – Aigle	80	123	11/1944	52,3	1999	**60,2**	04.05.15	08:17	10–30	3
Gürbe – Belp, Mülimatt	92	60,8	8/2014	44,6	1999	**51,4**	04.05.15	07:07	10–30	3
Murg – Murgenthal, Walliswil	34	57,3	8/2007	27,7	2013	**53,4**	01.05.15	21:35	10–30	3
Rhône – Chancy, Aux Ripes	80	1700	11/1944	1305	1999	1238	02.05.15	07:45	10–30	2
Rhône – Genève, Halle de l'Ile	80	740	11/2002	650	1978	**689**	07.05.15	06:05	30–50	–
Sarine – Broc, Château d'en bas	92	460	9/1940	269	1999	**325**	02.05.15	02:35	10–30	3
Simme – Latterbach	29	316	8/2005	225	1999	213	04.05.15	07:41	10–30	2
Simme – Oberwil	94	200	11/1944	136	1999	128	04.05.15	07:25	10–30	3
Veveyse – Vevey, Copet	31	155	7/2007	76,4	1999	**159***	02.05.15	02:25	30–50	4

Eventi di piena di inizio maggio 2015 – Laghi

Nome della stazione	Durata del periodo (anni)	Massima registrata finora (m s.l.m.)	Data (mese/anno)	Massima registrata finora in maggio (m s.l.m.)	Data (anno)	HW_{2015} (m s.l.m.)	Data (giorno)	Ora		Livello di pericolo massimo raggiunto
Bielersee – Ligerz, Klein Twann	32	430,88	8/2007	430,19	1999	**430,51**	06.05.15	15:15		4
Brienzersee – Ringgenberg	74	566,05	8/2005	565,36	1999	564,76	06.05.15	08:35		2
Lac de Neuchâtel – Neuchâtel, Port	32	430,27	8/2007	430,05	1999	**430,44***	08.05.15	14:55		3
Lac Léman – St-Prex	72	372,88	12/1965	372,43	1986	**372,43**	07.05.15	04:35		2
Murtensee – Murten	32	430,47	4/2006	430,09	1983	**430,44**	08.05.15	18:05		3
Thunersee – Spiez, Kraftwerk BKW	74	559,25	8/2005	559,17	1999	558,39	05.05.15	03:32		4
Vierwaldstättersee – Luzern	79	435,23	8/2005	434,94	1999	434,15	06.05.15	21:55		2
Zugersee – Zug	85	414,49	5/1999	414,49	1999	414,06	07.05.15	03:45		2

* nuovi valori massimi assoluti
In neretto: nuove massime di maggio

Nuovi record per l'Arve e il lago di Neuchâtel

A Ginevra l'Arve ha registrato deflussi mai osservati prima dall'inizio delle misurazioni, nel 1935. Il 2 maggio ha fatto segnare una piena ultracentennale. A Neuchâtel l'8 maggio il lago ha registrato un nuovo massimo: con un livello idrometrico pari a 430,44 m s.l.m. ha superato di 17 cm la massima precedente, che risaliva ad agosto 2007 ed era di 430,27 m s.l.m.

Livelli massimi mai raggiunti prima per il mese di maggio sono stati registrati ad esempio dalla Broye, dall'Aare a Murgenthal, dalla Birse a Moutier, dalla Gürbe a Belp, dalla Venoge a Ecublens, dalla Veveyse a Vevey (piena trentennale) nonché dai laghi di Bienne, di Morat e dal Lemano.

La tabella riassuntiva a pagina 7 e la figura 1.2 forniscono dati dettagliati sui livelli massimi e sui livelli di pericolo massimi raggiunti.

Normalizzazione dei livelli delle acque

Con la diminuzione delle precipitazioni, nella maggior parte dei casi i livelli dei laghi e i deflussi dei fiumi sono tornati a scendere. Sono invece rimasti elevati i livelli dei laghi nell'Oberland bernese, dei laghi ai piedi del Giura come pure dell'Aare a valle del lago di Thun e di quello di Bienne. Grazie alle condizioni meteorologiche favorevoli che ne sono seguite, nella seconda metà di maggio la situazione di piena si è tuttavia normalizzata anche per questi corsi e specchi d'acqua.

Situazione delle piene dei corsi d'acqua
a inizio maggio 2015

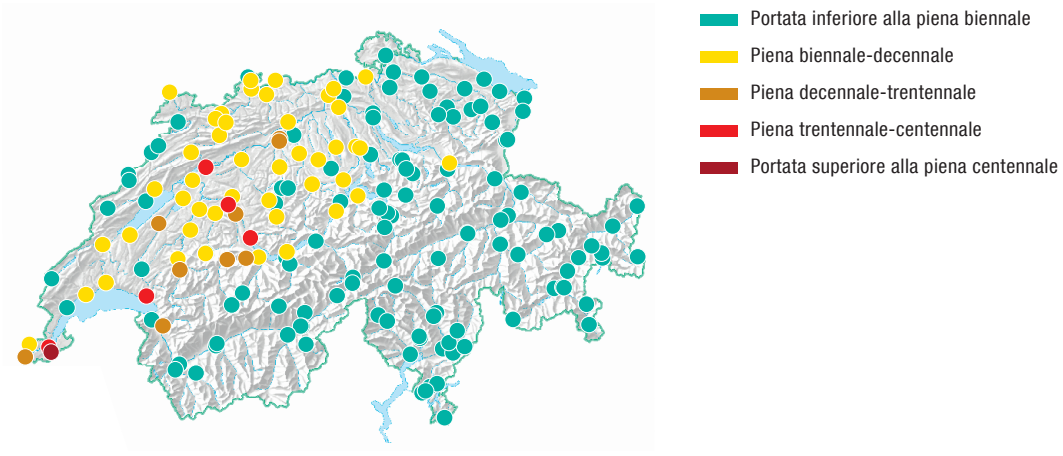

Fig. 1.2 *Deflussi massimi e statistica sulle piene a confronto.*

1.2 Siccità nel periodo estivo e autunnale 2015

Dopo un primo semestre caratterizzato nel complesso da una situazione che rientrava appena nella media o caratterizzata da una leggera umidità, a partire da fine giugno 2015 in vaste parti della Svizzera le precipitazioni sono state eccezionalmente ridotte (fig. 1.3). La siccità che ne è conseguita ha influito in modo apparente sui livelli idrometrici dei corsi e degli specchi d'acqua.

Già a partire da metà luglio presso alcune stazioni di misura nell'Altipiano occidentale sono stati osservati deflussi che in media ricorrono soltanto ogni 2–10 anni. Nel corso dei mesi di agosto e settembre, la situazione di acque basse si è inasprita. Anche corsi d'acqua medio-piccoli nel Giura e nell'Altipiano centrale e orientale sono stati sempre più colpiti da portate eccezionalmente basse, riscontrabili soltanto ogni 2–10 anni o ancora più di rado. In alcune regioni, a partire da luglio le autorità locali hanno emanato restrizioni e divieti per quanto riguarda il prelievo di acqua da corsi d'acqua.

Anche numerosi laghi hanno viepiù registrato livelli nettamente al di sotto della media stagionale. Particolarmente toccati sono stati il lago Bodanico, il lago di Walen e, nella Svizzera centrale, i laghi di Sarnen, dei Quattro Cantoni e di Zugo. In agosto e settembre, il lago di Zurigo e il lago di Pfäffikon hanno addirittura segnato nuove minime mensili. I livelli idrometrici dei laghi ai piedi del Giura, del lago di Thun e del lago di Brienz sono invece rimasti nella media stagionale. La maggior parte dei fiumi alpini alimentati dai ghiacciai ha registrato valori di portata nella media stagionale oppure, a causa dello scioglimento eccezionalmente forte dei ghiacciai, addirittura superiori.

A seguito delle precipitazioni, la situazione di magra è leggermente migliorata nel periodo compreso tra fine settembre e metà ottobre. Sebbene i deflussi siano rimasti diffusamente inferiori alla media, i livelli dei laghi (ad eccezione di quello di Zugo) sono gradualmente tornati nella media stagionale pluriennale.

La situazione di magra si è poi nuovamente accentuata durante la forte siccità iniziata a fine ottobre. In questa stagione i livelli idrometrici sono solitamente piuttosto bassi, ma nel 2015 la situazione è stata particolarmente critica. Anche i grandi fiumi, in particolare l'Aare a partire dal lago di Bienne, la Limmat, la Thur e il Reno a valle del lago Bodanico, hanno registrato deflussi pari soltanto alla metà dei valori stagionali pluriennali e che in termini statistici ricorrono soltanto ogni 2–10 anni (fig. 1.4). A metà novembre molti ruscelli e piccoli fiumi al nord delle Alpi hanno segnato deflussi minimi che ricorrono ancora più raramente. Particolarmente interessati sono stati i corsi d'acqua nel Giura e alcuni nelle Prealpi. Singoli ruscelli e tratti di fiumi, come ad esempio il corso superiore della Töss, si sono addirittura interamente prosciugati. Localmente si è dovuto procedere alla cattura e al trasferimento dei pesci.

Somma delle precipitazioni semestrali 2015 in % della media pluriennale (periodo di riferimento: 1981–2010)

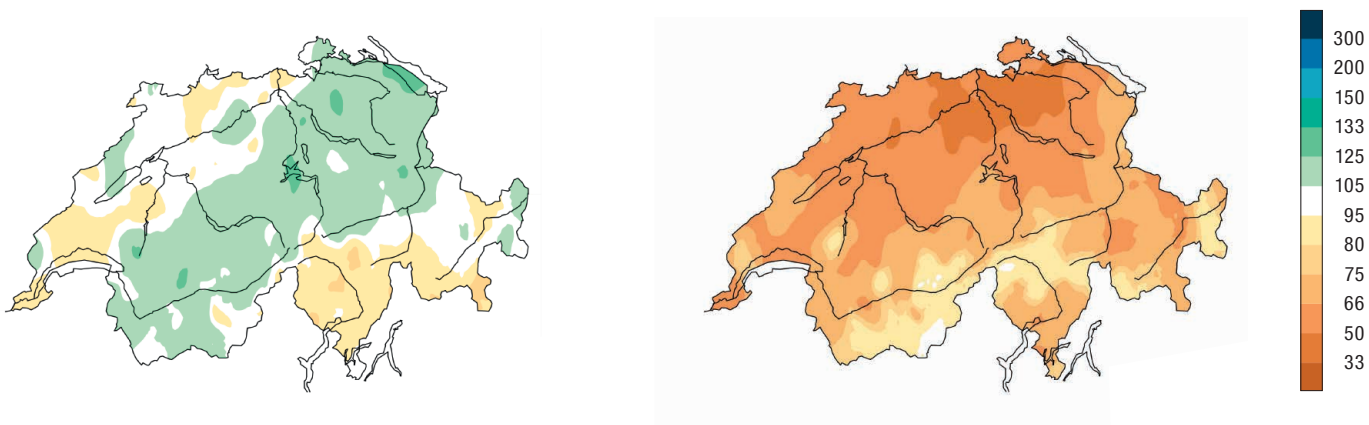

Fig. 1.3 *La somma delle precipitazioni dei due semestri del 2015 è stata molto diversa: da gennaio a giugno in gran parte della Svizzera le precipitazioni sono state superiori alla media, mentre da luglio a dicembre è stata chiaramente al di sotto del valore medio del periodo 1981–2010 in tutto il Paese. Fonte: MeteoSvizzera.*

Anche la maggior parte dei laghi è tornata a valori marcatamente al di sotto della media. Ai laghi interessati si sono aggiunti il lago di Brienz, i laghi ai piedi del Giura e il Ceresio. Il lago di Sarnen e il lago di Zurigo hanno raggiunto nuovi minimi per il mese di novembre. I livelli dei laghi di Ägeri e di Pfäffikon sono stati i più bassi dall'inizio delle misurazioni, rispettivamente nel 1974 e nel 1987.

Le precipitazioni cadute al nord delle Alpi a partire dal 20 novembre hanno migliorato la situazione, in particolare dei corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni. Il mese di dicembre, anch'esso secco, ha tuttavia causato una nuova riduzione delle portate. Hanno registrato deflussi eccezionalmente ridotti in particolare le stazioni di misura nelle Alpi, ad esempio quelle lungo il Rodano e nel bacino imbrifero del Reno alpino.

L'estrema scarsità di precipitazioni sul sud delle Alpi ha comportato anche in Ticino portate di magra che ricorrono ogni 2–10 anni (fig. 1.4). Inoltre, i livelli del lago Maggiore e del Ceresio hanno registrato valori molto bassi.

Situazione delle magre dei corsi d'acqua
2015

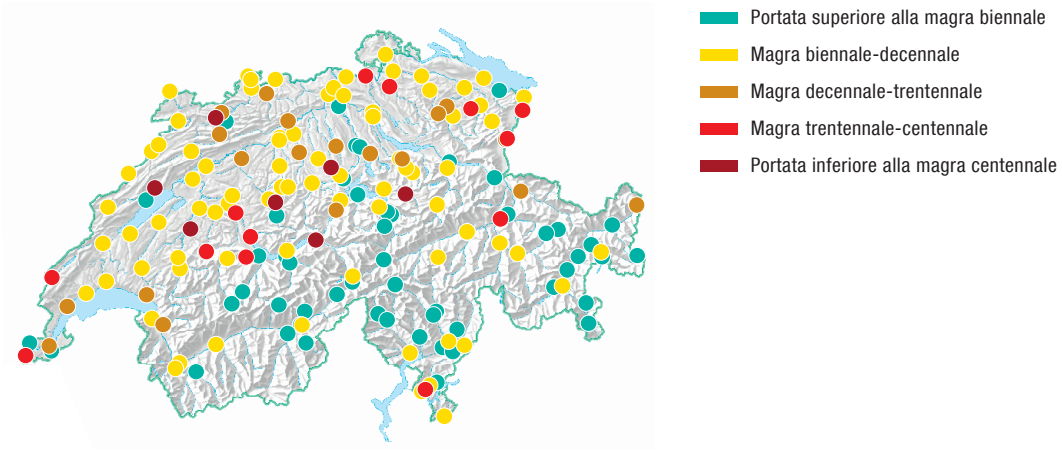

Fig. 1.4 *Deflussi minimi (media su 7 giorni) e statistica sulle magre a confronto.*

Livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti sempre più bassi

La siccità che ha imperversato a partire da giugno non ha in un primo momento avuto conseguenze di rilievo sulle acque sotterranee e sulle portate delle sorgenti, in quanto dopo le precipitazioni superiori alla media cadute a maggio presentavano un livello da normale ad elevato. Durante l'estate i livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti hanno pertanto ancora segnato diffusamente valori nella media (cap. 5.1). Tuttavia, con il persistere della siccità i livelli hanno continuato a scendere. Livelli bassi delle acque sotterranee si sono dapprima osservati soltanto nelle piccole valli fluviali del Giura, dell'Altipiano e delle Prealpi. Una riduzione delle portate è stata inoltre registrata nelle sorgenti carsiche del Giura e in quelle di roccia incoerente dell'Altipiano alimentate da falde acquifere superficiali. Nell'estate 2015, i livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti sono tuttavia stati generalmente superiori a quelli dell'estate canicolare del 2003.

In autunno le temperature dell'aria più basse hanno rallentato lo scioglimento dei ghiacciai nelle Alpi e di conseguenza anche l'infiltrazione nelle acque sotterranee di acqua fluviale proveniente dai grandi fiumi alpini. I livelli delle acque sotterranee hanno quindi continuato a scendere anche lungo i grandi fiumi. A seguito della siccità persistente i livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti sono poi diminuiti diffusamente, attestandosi al di sotto di quelli del 2003. Nel Giura, i livelli più bassi per il 2015 si sono registrati a metà novembre. Ciò è da ricondurre al fatto che le precipitazioni in parte abbondanti del 20 e 21 novembre sono state all'origine di un rinnovamento degno di nota delle acque sotterranee.

Nelle altre regioni i livelli più bassi dell'anno, concernenti sia le acque sotterranee che le portate delle sorgenti, sono stati registrati a fine dicembre. Localmente sono stati rilevati nuovi minimi per il mese di dicembre, come presso la stazione di misura di Glattfelden (fig. 1.5).

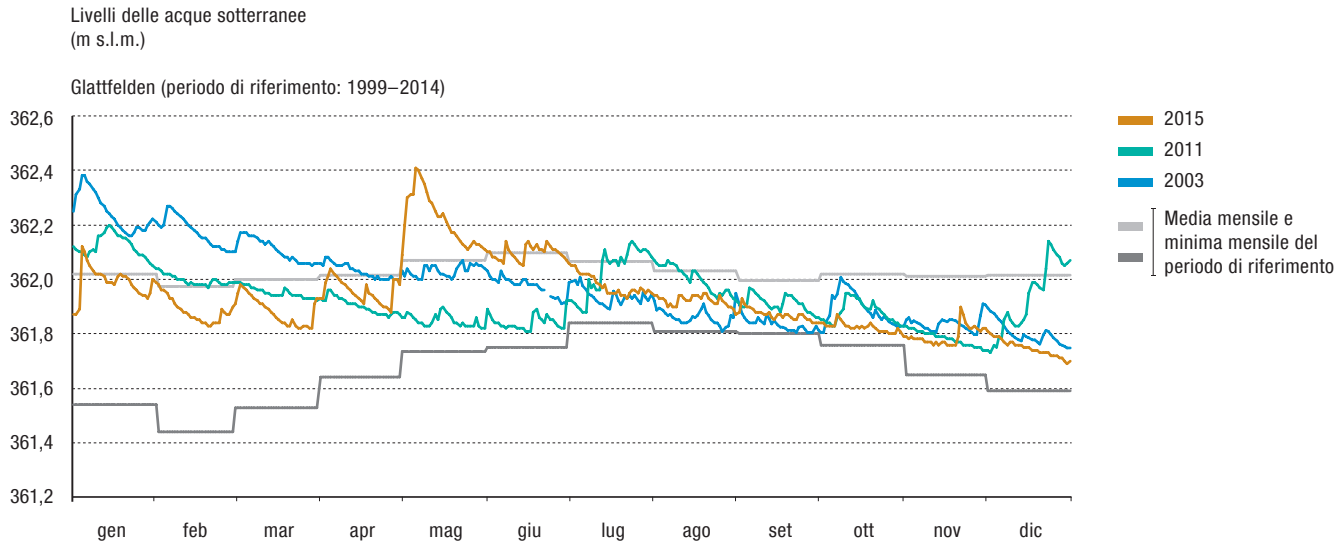

Fig. 1.5 *Livello delle acque sotterranee a Glattfelden: valori registrati nel 2015, valori degli anni di siccità 2003 e 2011 e valori statistici pluriennali del periodo di riferimento 1999–2014 a confronto.*

Temperature elevate delle acque durante la canicola di luglio 2015

Nella primavera del 2015 le temperature delle acque rientravano ancora nella tendenza pluriennale del periodo 1988–2014 (fig. 1.6). Per questo motivo, nonostante l'ondata estiva di caldo, nel 2015 le medie massime annue registrate negli anni precedenti sono state superate soltanto presso poche stazioni. A partire da giugno e nei mesi successivi sono tuttavia stati osservati cambiamenti eccezionalmente repentini delle condizioni di temperatura come pure forti escursioni, con picchi di temperatura seguiti da bruschi raffreddamenti (v. anche cap. 4.3). In particolare a luglio, lungo Aare, Emme, Piccola Emme e Reno come pure presso altre stazioni, le temperature delle acque misurate hanno così superato in modo marcato le medie giornaliere delle serie di misura pluriennali.

A seguito delle temperature eccessivamente elevate delle acque e in assenza di prolungati periodi di maltempo che avrebbero avuto un effetto rinfrescante, localmente si sono verificate morie di pesci. Poiché la canicola ha coinciso con il periodo di magra, le ripercussioni negative sono state ancora più gravi. Con un dispendio non indifferente, le trote amanti del freddo, ad esempio nell'Emmental e nel Fricktal, hanno dovuto essere pescate e trasferite in corsi d'acqua più freschi. Se la temperatura supera il livello di tolleranza dei pesci, gli effetti sono molteplici: i giovani pesci si sviluppano più velocemente, la concorrenzialità e la resistenza alle malattie dei salmonidi diminuisce e di conseguenza predominano i pesci della famiglia delle carpe, amanti del caldo, e altre specie meno sensibili. Vanno così persi degli spazi vitali, per lo meno sul breve periodo, e vi è il rischio che altre specie si installino e a lungo termine si diffondano.

Nell'ultimo trimestre del 2015, in particolare a novembre e dicembre, le temperature delle acque hanno spesso superato i valori delle serie di misura pluriennali (fig. 1.6). Le massime giornaliere sono state superate a più riprese presso numerose stazioni (fig. 4.12). Nonostante le temperature elevate rientrino nel livello di tolleranza dei pesci, anche in questa stagione sono da prevedere effetti indiretti sullo sviluppo delle popolazioni nei corsi e negli specchi d'acqua: lo sviluppo embrionale può essere più veloce e la schiusa primaverile può avvenire prima del solito.

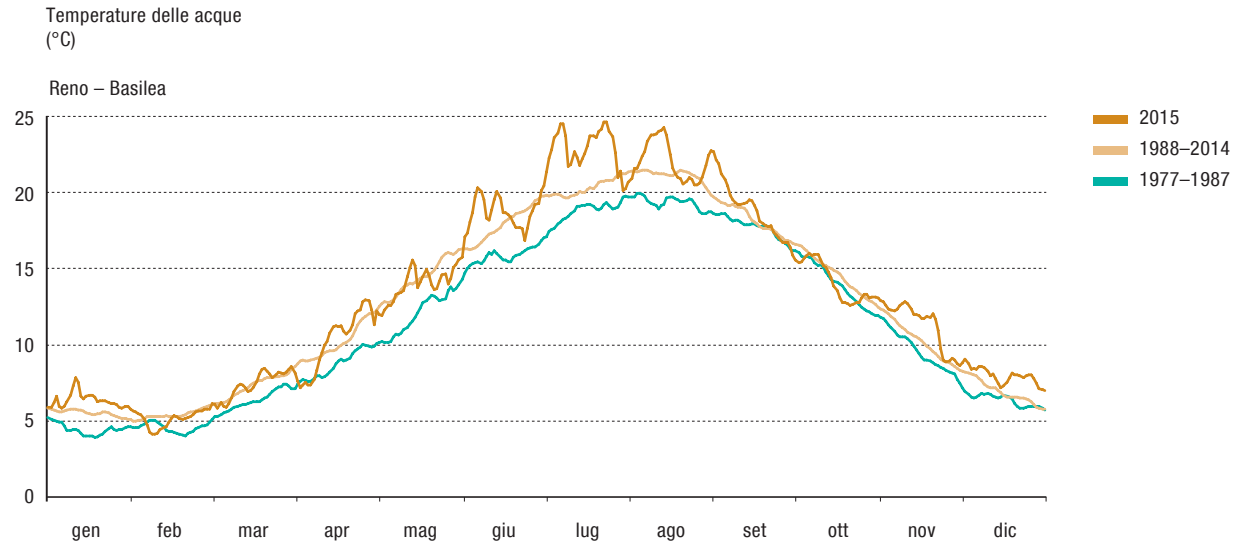

Fig. 1.6 *Temperature delle acque del Reno a Basilea: medie giornaliere registrate nel periodo 1977–1987 e nel periodo 1988–2014 e medie giornaliere del 2015 a confronto.*

2 > Condizioni meteorologiche

Nel 2015 in gran parte delle regioni della Svizzera la temperatura annua ha superato di 1,0–1,4 °C il valore medio del periodo 1981–2010. Le precipitazioni annue hanno raggiunto al nord delle Alpi perlopiù soltanto il 60–85 % di detto valore. Nelle Alpi si è toccato diffusamente l'80–100 % della media, mentre al sud delle Alpi il 70–95 %.

Nella prima metà di gennaio il tempo in Svizzera è stato perlopiù determinato da correnti miti occidentali e sudoccidentali. Nella seconda metà del mese, correnti provenienti da nord-ovest e da nord hanno tuttavia riportato l'inverno in Svizzera. Il mese di febbraio è stato tipicamente invernale con temperature che hanno registrato diffusamente valori al di sotto della media, con precipitazioni nevose fino a basse quote sia al nord che al sud delle Alpi. Malgrado il freddo del mese di febbraio, nel complesso la temperatura media dell'inverno del 2015 ha superato di 0,7 °C quella del periodo 1981–2010.

Dopo un inizio grigio e bagnato, la prima metà di marzo è stata contrassegnata da uno splendido tempo anticiclonico. Il mese si è poi concluso con una nevicata tardiva che ha portato neve fino a 600 m di quota e venti tempestosi sia a nord che a sud delle Alpi. In aprile le condizioni meteorologiche sono perlopiù risultate stabili, con un tempo primaverile soleggiato e mite.

Con l'arrivo di maggio si è instaurata una situazione depressionaria. In un lasso di sei giorni su tutta la Svizzera si sono avuti in media circa 100 mm di precipitazioni. I quantitativi maggiori sono caduti nel Basso Vallese, nelle Alpi vodesi e nelle regioni limitrofe dell'Oberland bernese. In queste zone, in alta quota si sono riversati 200 e più mm di acqua. A causa di ulteriori precipitazioni abbondanti attorno alla metà del mese, presso numerose stazioni, soprattutto nelle Alpi occidentali e nell'Oberland bernese, il maggio del 2015 è stato il più piovoso dall'inizio delle misurazioni.

L'estate del 2015 è entrata nella storia come la seconda più calda in Svizzera dopo quella del 2003 dall'inizio delle misurazioni, 152 anni fa. Al sud delle Alpi, in Engadina, nel Vallese e nella Svizzera occidentale il mese di luglio è risultato in assoluto il mese più caldo mai registrato. Dal 1° al 7 luglio 2015 la Svizzera ha vissuto uno dei periodi canicolari più estremi. Al termine della settimana, a Ginevra è stata rilevata una temperatura di 39,7 °C, in assoluto la più alta mai misurata a nord delle Alpi. A sud delle Alpi il periodo di canicola ha preso avvio a metà luglio.

Già in estate le precipitazioni sono state ampiamente al di sotto della media. Il deficit pluviometrico è continuato anche in autunno. Precipitazioni superiori alla media su vasta scala si sono verificate soltanto a settembre nei punti più remoti della Svizzera occidentale come pure in Ticino e nei Grigioni. A ottobre i quantitativi di pioggia sono risultati ampiamente al di sotto della media, mentre nelle prime tre settimane di novembre in tutta la Svizzera non vi sono state precipitazioni. Al sud delle Alpi si è registrato il periodo novembre-dicembre più secco dall'inizio delle misurazioni, con solo 0,8 mm di acqua caduti a Lugano e a Locarno-Monti, rispetto a una media di 200–250 mm.

Le temperature estremamente miti e la scarsità di precipitazioni sono state all'origine, in tutta la Svizzera, di un innevamento estremamente ridotto per la stagione.

Fonte: Ufficio federale di meteorologia e climatologia (MeteoSvizzera)

Somma delle precipitazioni annue (in % della media pluriennale)

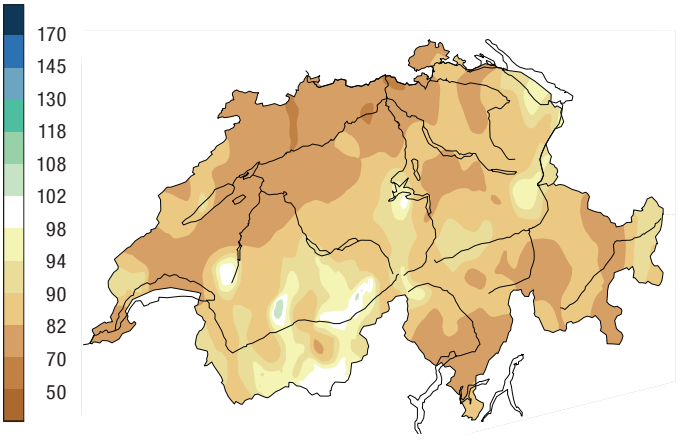

Fig. 2.1 *Nella maggior parte delle regioni della Svizzera, nel 2015 le precipitazioni annue hanno segnato valori nettamente al di sotto della media. Al nord delle Alpi tali valori corrispondevano soltanto al 60–85 % della media del periodo 1981–2010.*

3 > Neve e ghiacciai

Durante l'intera stagione invernale 2014/15, sul versante sudalpino (ad eccezione delle valli meridionali dei Grigioni) e nelle zone limitrofe settentrionali e occidentali l'altezza della neve è stata superiore alla media; nel resto del Paese rientrava appena nella media. Nel 2014/15, i ghiacciai alpini svizzeri hanno riportato perdite di massa al di sopra della media. Le temperature elevate di luglio hanno causato un notevole scioglimento dei ghiacciai.

3.1 Neve

Nella prima metà del mese di ottobre 2014 il quadro meteorologico è stato dominato da una situazione di sbarramento a sud, con precipitazioni nevose soltanto in alta quota. Il 21 ottobre un importante fronte freddo ha determinato un crollo delle temperature.

Nel mese di novembre il limite delle nevicate perlopiù al di sopra dei 2000 m s.l.m. ha consentito la formazione di uno spesso manto nevoso in alta quota nell'Alto Vallese, sul versante sudalpino centrale, ma anche nelle zone limitrofe più a nord, dalla parte orientale dell'Oberland bernese alla Surselva. Questo manto nevoso ha fatto sì che l'altezza della neve fosse superiore alla media durante tutto l'inverno.

Il mese di dicembre è stato eccezionalmente mite e caratterizzato da scarse nevicate. Soltanto a fine dicembre un fronte freddo è stato all'origine di precipitazioni nevose che hanno ricoperto in particolare l'Altipiano con grandi quantità di neve.

A sud e in Engadina il mese di gennaio ha registrato precipitazioni abbondanti, mentre nel resto del Paese le precipitazioni erano nella media. La prima metà di gennaio è stata caratterizzata da temperature miti primaverili e in alcune regioni il limite delle nevicate si situava nettamente al di sopra dei 2000 m s.l.m. Nella seconda metà di gennaio è tornato l'inverno, e in seguito a una serie di fronti freddi è nevicato a più riprese anche nell'Altipiano e nel Giura. Alla fine del mese le quantità di neve erano considerevoli anche a ovest e a nord.

Le nevicate del mese di febbraio sono state nettamente al di sopra della media al sud e leggermente al di sotto della media al nord. La neve è caduta copiosa in particolare nell'Alto Vallese, sulla catena centrale alpina e nel Ticino settentrionale, soprattutto a metà febbraio.

A nord, il mese di marzo è stato particolarmente soleggiato. Le nevicate di inizio mese e in particolare un'abbondante nevicata a fine mese a ovest e a nord hanno tuttavia fatto sì che la neve raggiungesse altezze nella media o leggermente superiori alla media.

Il mese di aprile ha portato precipitazioni nevose nella media soltanto nelle Prealpi. In special modo a sud, le precipitazioni sono state scarse e in alcuni periodi sussisteva il pericolo di incendio di boschi.

L'inizio del mese di maggio è stato caratterizzato da intense precipitazioni sulle Alpi occidentali e settentrionali. Dato che il limite delle nevicate era per lo più alto, la pioggia ha sciolto la neve ancora presente. Si sono nuovamente avute forti nevicate, scioltesi però rapidamente, a metà mese sul versante sudalpino e dal 18 al 22 maggio sulle Alpi centrali e orientali.

Malgrado singoli periodi più freschi rispetto all'estate record del 2003, tra giugno e agosto 2015 non vi sono pratica-

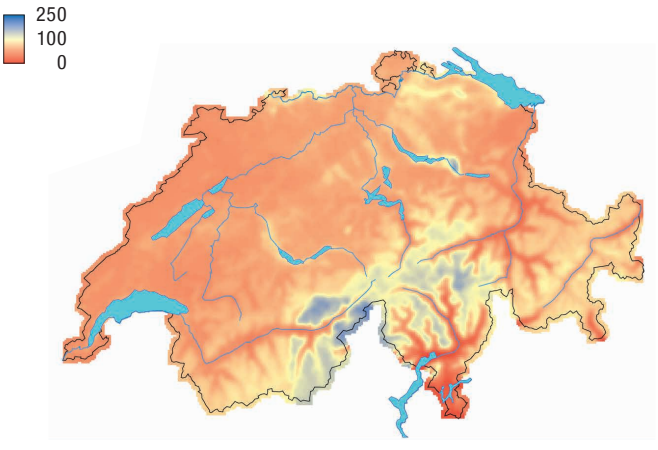

Fig. 3.1 *Altezza della neve nell'inverno 2014/15 rispetto al periodo 1971–2000. Mesi considerati: da novembre ad aprile.*

mente state nevicate estive al di sotto dei 3000 m s.l.m. Prima della canicola di luglio, verso il 20 giugno, in diverse regioni del nostro Paese il limite inferiore delle nevicate si situava a circa 2000 m s.l.m.

Fonte: Istituto per lo studio della neve e delle valanghe (SLF)

3.2 Ghiacciai

Nell'anno idrologico 2014/15 sono state effettuate misurazioni del bilancio di massa di 21 ghiacciai svizzeri. A metà aprile 2015 le quantità di neve rilevate sui ghiacciai erano nella media. Il disgelo ha preso avvio soltanto con l'inizio della canicola a luglio. Il tempo estivo caldo e stabile protrattosi con poche interruzioni fino a metà agosto ha tuttavia causato uno scioglimento dei ghiacciai eccezionalmente consistente. Un raffreddamento marcato e nevicate sopraggiunte nella seconda metà di agosto e a settembre hanno messo fine a questa fase caratterizzata da notevoli perdite di massa dei ghiacciai.

Nel 2015, le differenze nel bilancio di massa tra un ghiacciaio e l'altro sono state particolarmente rilevanti. Lo scioglimento meno grave, con una perdita di massa glaciale media attorno ai 70 cm, si è avuta nel Vallese meridionale (Findelen, Allalin). Fortemente colpiti sono invece stati i ghiacciai tra l'Oberland bernese e il Vallese, dove sono state riscontrate perdite di spessore notevoli, oltre i 250 cm (Tsanfleuron e Plaine Morte). Nella maggior parte dei casi, sia al nord che al sud delle Alpi, i ghiacciai svizzeri hanno registrato perdite di spessore tra 100 e 200 cm. A essere maggiormente colpiti dal periodo di canicola sono stati i ghiacciai di dimensioni più ridotte situati a basse quote, dove la neve accumulata durante l'inverno si è completamente sciolta già nel mese di luglio.

Se si considerano tutti i ghiacciai della Svizzera, la perdita di volume per l'anno idrologico 2014/15 è stimata a 1300 milioni di m^3. Ciò equivale a un calo del volume totale di ghiaccio ancora presente di quasi il 2,5 %. Sebbene lo scioglimento dei ghiacciai sia stato chiaramente al di sopra della media, non sono stati raggiunti i valori record dell'estate canicolare del 2003. Nell'anno idrologico 2014/15 il bilancio di massa dei ghiacciai svizzeri si situa sullo stesso livello di quello degli anni 2006 e 2011, altrettanto negativi.

Fonte: Dipartimento di geoscienze dell'Università di Friburgo e Laboratorio di ricerche idrauliche, idrologiche e glaciologiche (VAW)

Fig. 3.2 *Già a inizio agosto 2015 i ghiacciai avevano subito un disgelo fino ad alta quota. Il ghiacciaio del Brunegg ai piedi del Bishorn, in Vallese.*

4 > Acque superficiali

Nel 2015, i deflussi annui rientravano perlopiù nella media pluriennale. Le zone ghiacciate hanno segnato deflussi nella media o superiori alla media. Un evento di piena a inizio maggio ha causato picchi di portata molto elevati nella Svizzera occidentale. La seconda metà dell'anno è stata estremamente secca. Al nord delle Alpi sono state registrate diffusamente nuove minime mensili. La canicola di luglio è la causa delle temperature record dei corsi d'acqua.

4.1 Deflussi dei fiumi

Nel 2015 i deflussi medi annui dei grandi bacini fluviali, ovvero il Rodano fino al lago Lemano, il Ticino, l'Inn e il Reno alpino, rientravano nella media del periodo di riferimento 1981–2010. I deflussi di Aare, Reuss, Limmat, Thur e Doubs erano inferiori alla media pluriennale nella misura del 10–15 %. I fiumi Birs e Maggia hanno convogliato soltanto tre quarti delle quantità consuete di acqua. Nei bacini imbriferi di dimensioni medio-grandi (fig. 4.2) sono riconoscibili gli effetti dello scioglimento delle nevi e dei ghiacciai. Nelle zone fortemente ghiacciate, nonostante le precipitazioni contenute, sono stati raggiunti deflussi nella media o addirittura superiori alla media. La Saltina, la Massa e la Reuss ad Andermatt hanno superato la media del 15 % circa, il torrente Roseg persino del 20 %.

In diverse zone della Svizzera occidentale e dell'Altipiano i deflussi corrispondevano al 70–90 % delle quantità medie. I deflussi più ridotti (65 % della media pluriennale) sono stati registrati dalla Mentue. I bacini imbriferi con deflussi nella media (90–110 %) si trovano nell'Oberland bernese, nelle Prealpi centrali e orientali, in Ticino e in Engadina. I valori medi annui, tuttavia, non sono rivelatori delle condizioni nell'arco dell'anno. In alcune zone, i deflussi medi annui derivano da un semestre piovoso e da uno secco. Questa bipartizione è particolarmente evidente nel caso dell'Aare, della Reuss e della Limmat (fig. 4.3), ma anche dell'Emme, della Thur e della Muota (fig. 4.4).

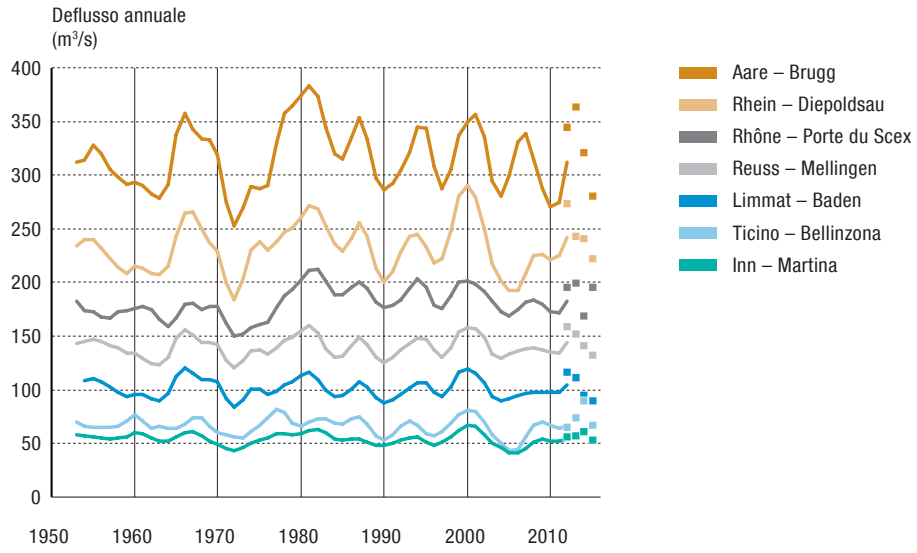

Fig. 4.1 *Variazione del deflusso annuale di alcuni grandi bacini imbriferi dal 1950. Sono raffigurati la media mobile settennale (linee continue) e gli ultimi quattro deflussi annuali (punti).*

Tra gennaio e giugno, la Thur ad Andelfingen ha registrato un deflusso quasi del 20 % superiore alla media pluriennale. Da luglio a dicembre, tuttavia, la portata era meno della metà del consueto.

I mesi del primo semestre che più risaltano sono gennaio e maggio, con deflussi in parte notevolmente superiori alla media pluriennale. La depressione ciclonica proveniente da nord che i primi giorni dell'anno ha interessato la regione alpina ha convogliato sulla Svizzera molta umidità e anche aria molto mite. Associate allo scioglimento delle nevi, le precipitazioni hanno fatto sì che il livello delle acque si innalzasse fortemente nella Svizzera settentrionale e nordorientale. L'evento di spicco nella prima metà dell'anno è tuttavia stata la piena di inizio maggio (cap. 1). A maggio l'Aare, la Reuss, la Limmat e anche il Reno hanno registrato deflussi che hanno segnato la media mensile più elevata dell'anno. Anche lungo la Lütschine a Gsteig nello stesso mese sono stati misurati deflussi nettamente superiori alla media. I deflussi mensili di giugno, luglio e quasi tutto agosto, tuttavia, sono stati ancora più elevati rispetto al mese di maggio (fig. 4.4). Ciò è da ricondurre al fatto che la Lütschine si trova in un bacino imbrifero fortemente influenzato dai ghiacciai. I deflussi più abbondanti si riscontrano in piena estate, nel periodo di scioglimento delle nevi e dei ghiacciai.

L'eccezionale scarsità di precipitazioni nella seconda metà dell'anno (fig. 1.3) è il motivo per cui presso numerose stazioni di misura tutti i mesi da luglio a dicembre sono stati registrati deflussi inferiori alla media. In alcune zone, a partire da luglio, i valori mensili non hanno mai superato l'80 % della media pluriennale. La Dünnern a Olten e la Töss a Neftenbach sono rimaste da giugno a fine anno addirittura del 40 % al di sotto della media pluriennale.

In caso di periodi di acque basse così prolungati c'è da attendersi che in alcune località vengano segnate nuove minime mensili e che vengano battuti nuovi record. Da luglio a dicembre ogni mese sono stati registrati nuovi record di magra, in particolare al nord delle Alpi. È degno di rilievo il mese di novembre, quando nell'Altipiano a est dell'Aare numerose stazioni di misura hanno stabilito nuovi record minimi mensili. Nel periodo da luglio a dicembre, la Glatt a Herisau ha stabilito sei nuovi record mensili. Ciò non è tuttavia bastato per stabilire un nuovo valore minimo annuo, poiché, come detto, i deflussi della prima metà dell'anno sono stati relativamente elevati.

Per quanto concerne le piene, il 2015 è stato un anno caratterizzato da pochi eventi. Oltre alla piena di inizio maggio (cap. 1) si sono verificati pochi eventi di piena degni di nota. L'evento di inizio anno che ha interessato il nord delle Alpi ha fatto segnare nuove massime mensili ad esempio nel caso della Sorne, della Töss e della Glatt a Herisau. La piena di maggio è stato di gran lunga l'evento principale dell'anno: oltre una decina di stazioni di misura tra il lago Lemano e Basilea hanno registrato nuove massime per il mese di maggio.

Deflussi in alcuni bacini imbriferi di dimensioni medio-grandi

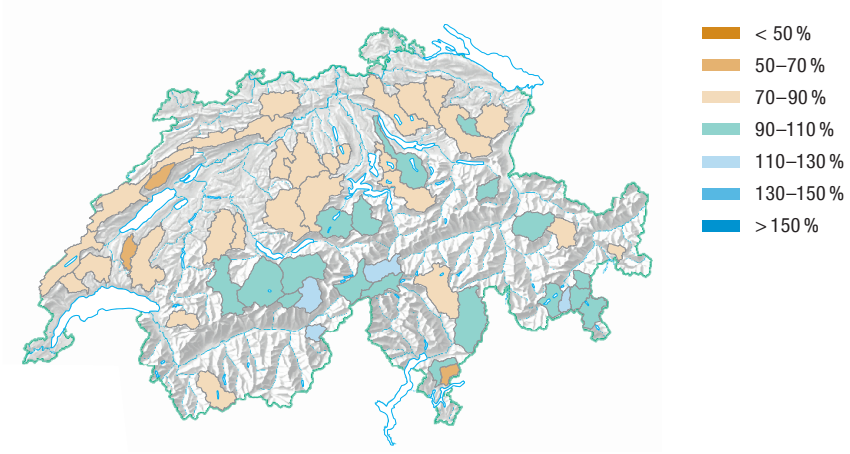

Fig. 4.2 *Media annuale 2015 e media del periodo 1981–2010 a confronto [in %] per alcuni bacini imbriferi di dimensioni medio-grandi.*

Medie mensili dei deflussi di alcuni bacini imbriferi di grandi dimensioni

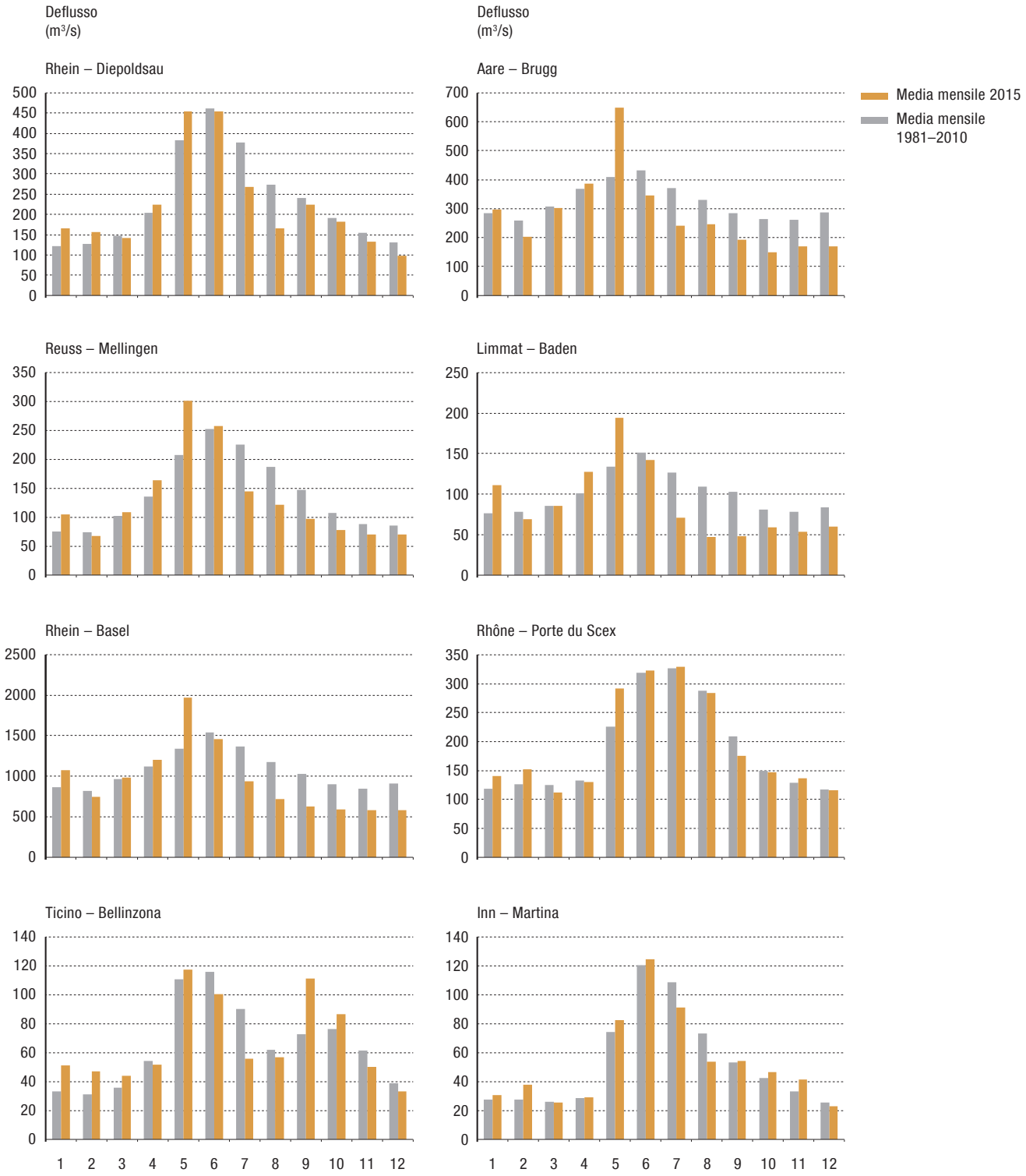

Fig. 4.3 *Media mensile dei deflussi 2015 (in arancione) e medie mensili del periodo 1981–2010 (in grigio) a confronto.*

Medie mensili dei deflussi di alcuni bacini imbriferi di medie dimensioni

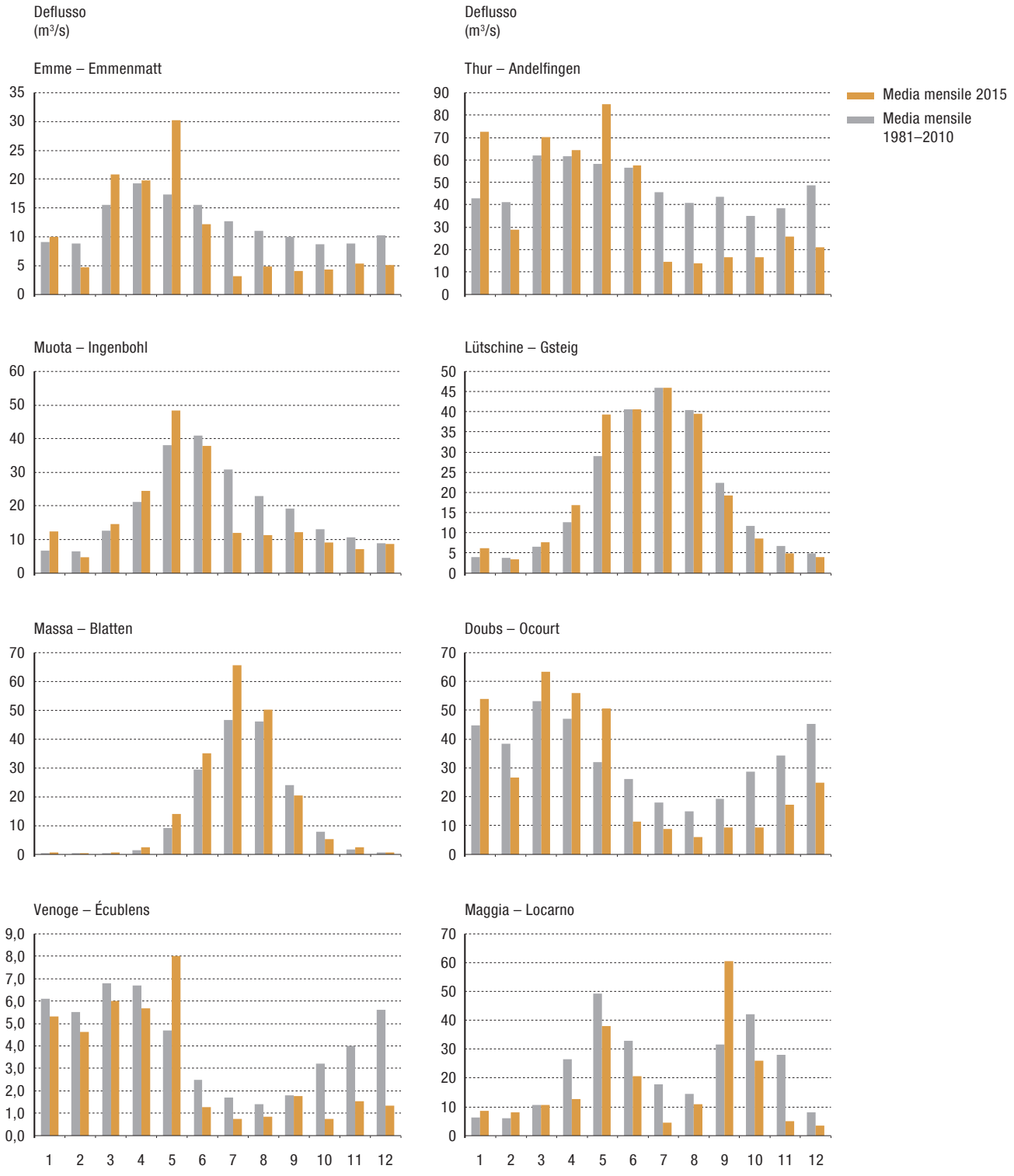

Fig. 4.4 *Media mensile dei deflussi 2015 (in arancione) e medie mensili del periodo 1981–2010 (in grigio) a confronto.*

Medie giornaliere dei deflussi di alcuni bacini imbriferi di grandi dimensioni (1/2)

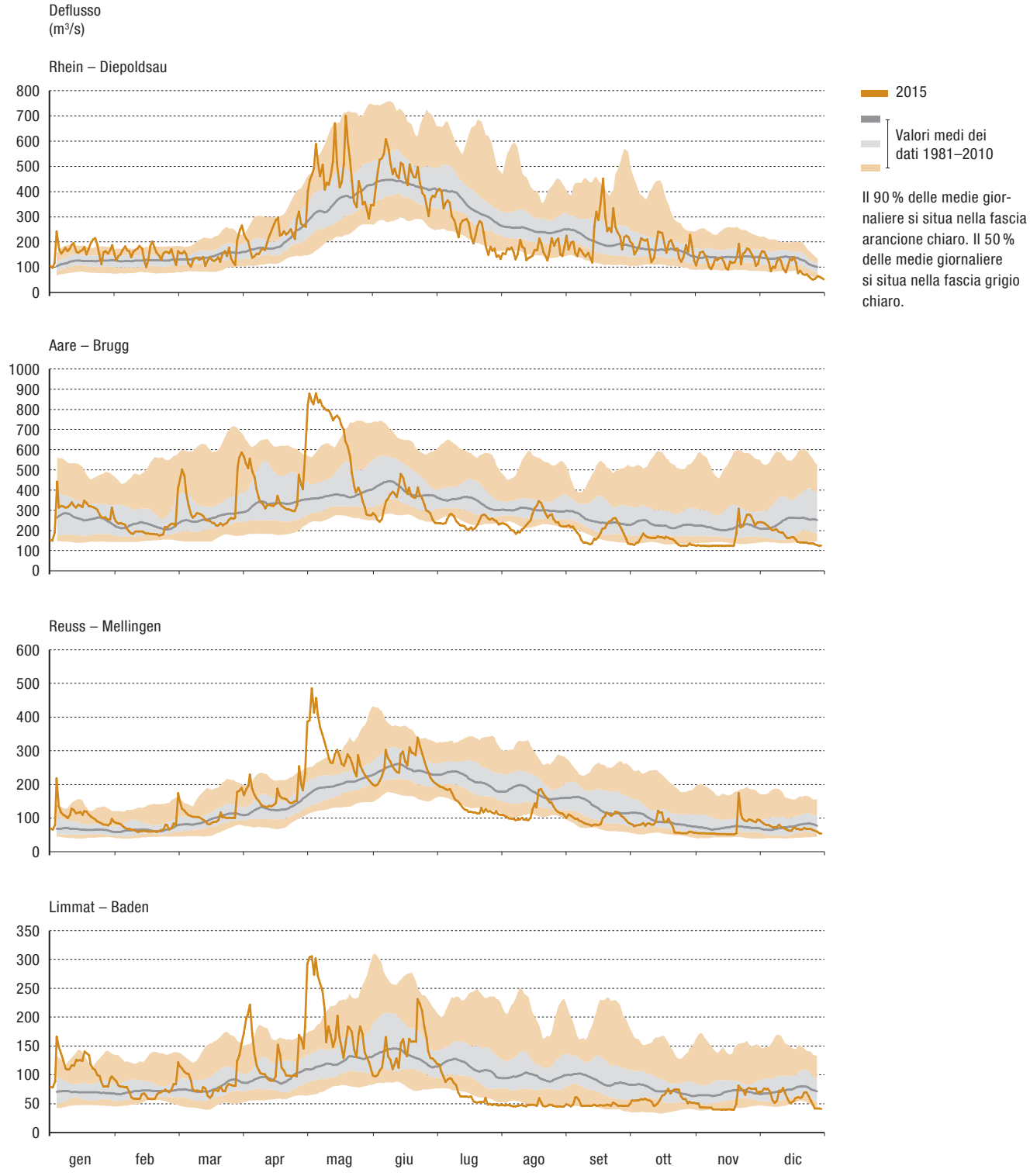

Fig. 4.5 *Media giornaliera dei deflussi 2015 (in arancione) e medie giornaliere del periodo 1981–2010 a confronto.*

Medie giornaliere dei deflussi di alcuni bacini imbriferi di grandi dimensioni (2/2)

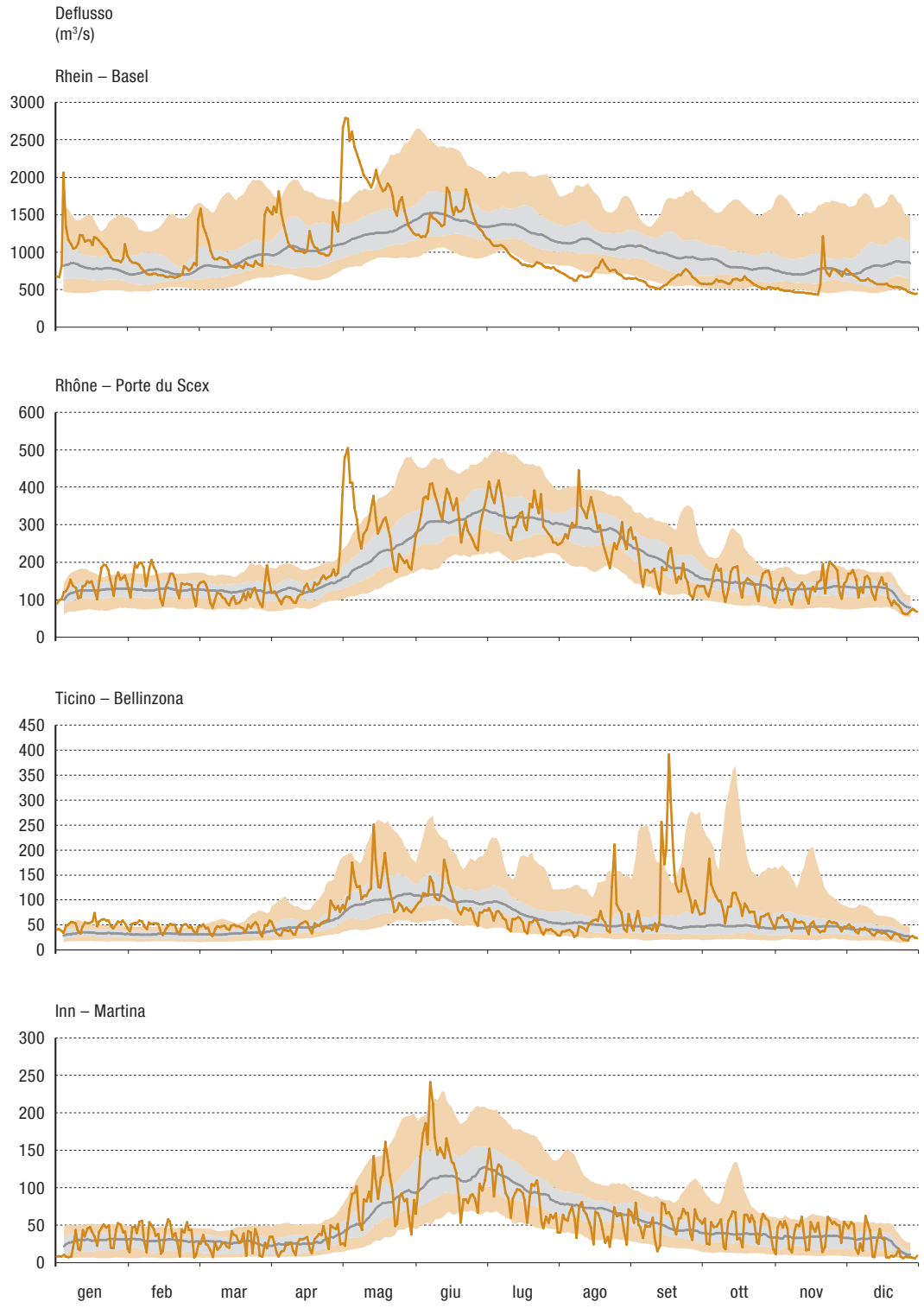

Fig. 4.6 *Media giornaliera dei deflussi 2015 (in arancione) e medie giornaliere del periodo 1981–2010 a confronto.*

Medie giornaliere dei deflussi di alcuni bacini imbriferi di medie dimensioni (1/2)

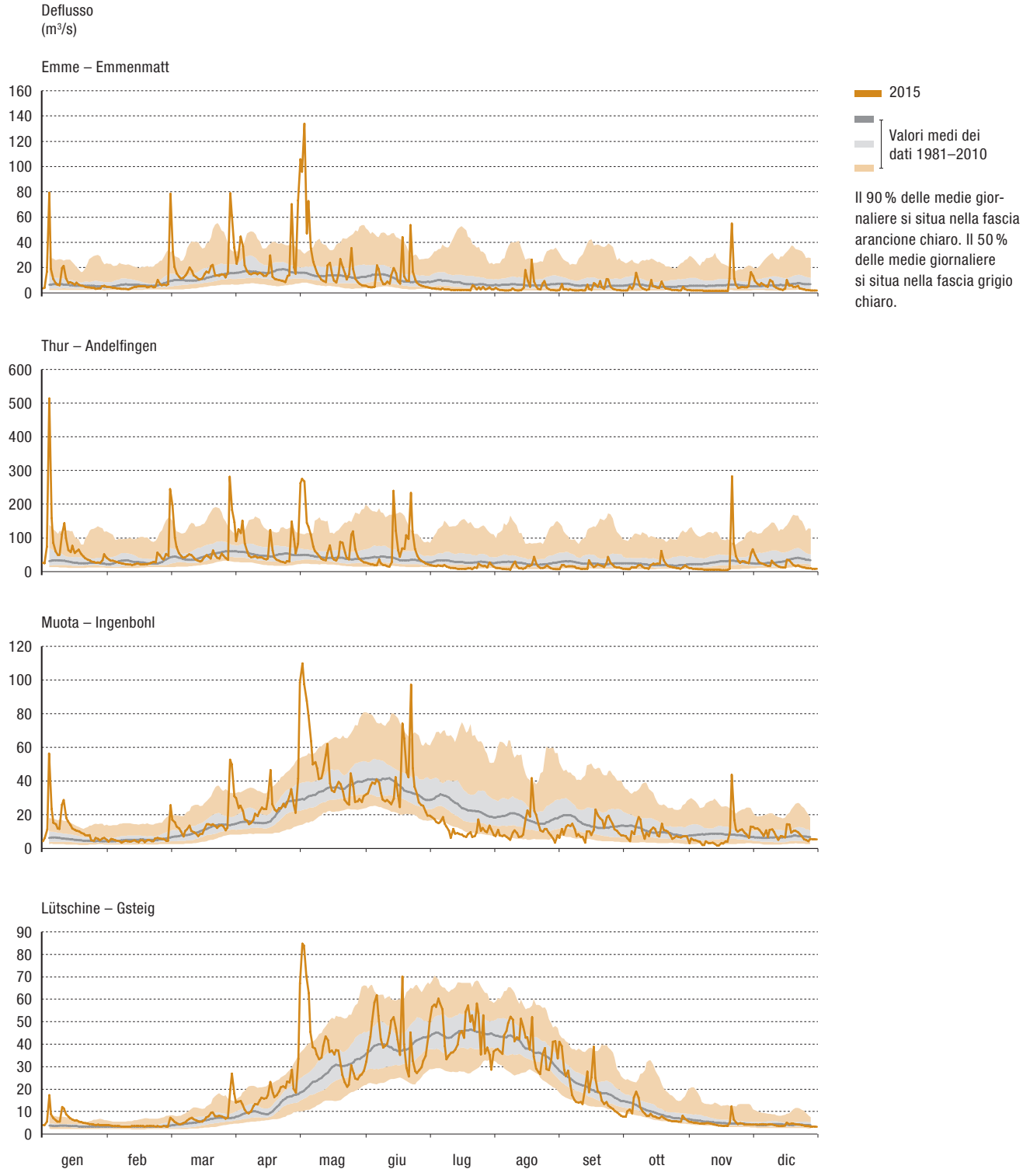

Fig. 4.7 *Media giornaliera dei deflussi 2015 (in arancione) e medie giornaliere del periodo 1981–2010 a confronto.*

Medie giornaliere dei deflussi di alcuni bacini imbriferi di medie dimensioni (2/2)

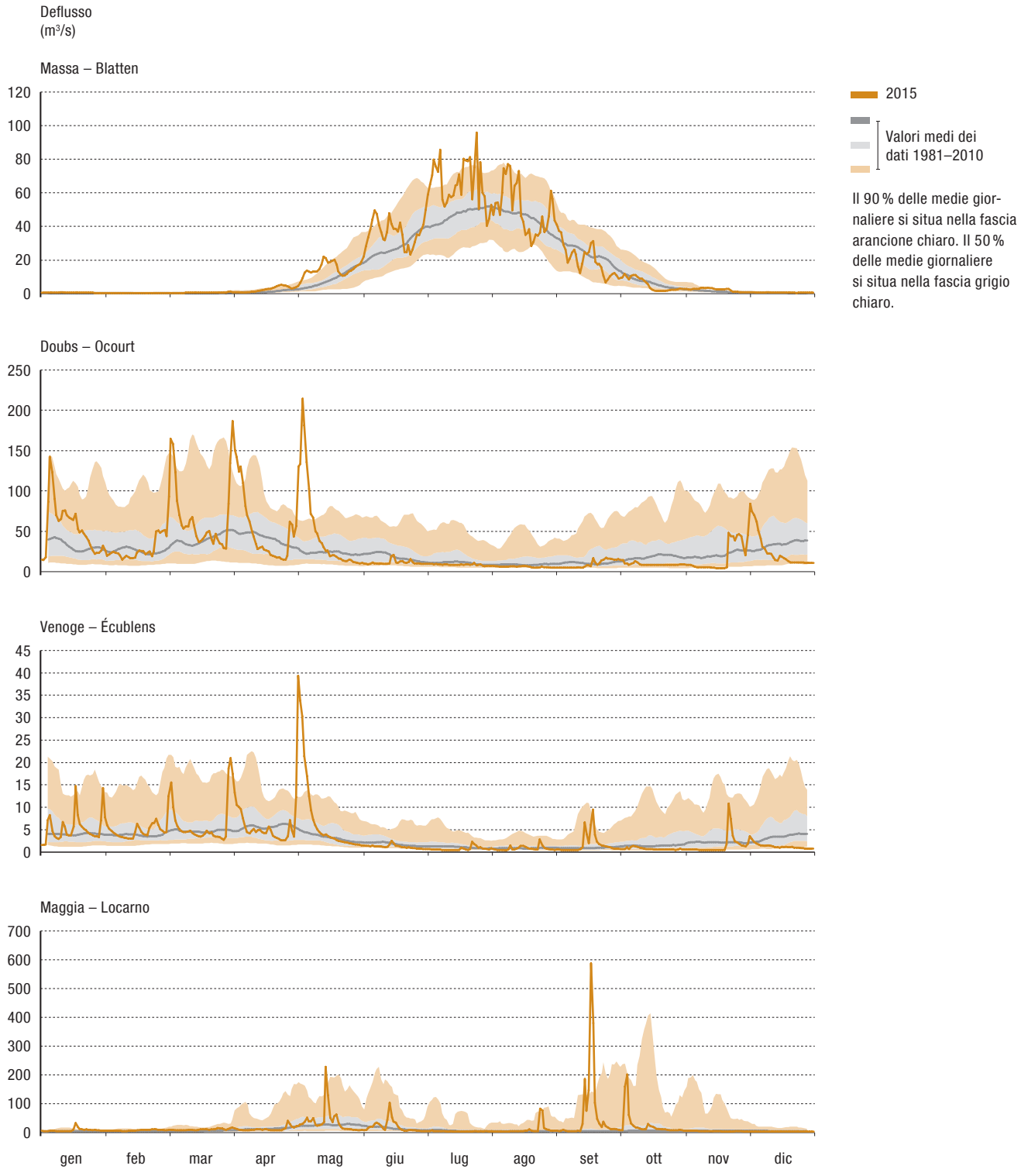

Fig. 4.8 *Media giornaliera dei deflussi 2015 (in arancione) e medie giornaliere del periodo 1981–2010 a confronto.*

4.2 Livelli dei laghi

In generale, i livelli medi annui dei principali laghi svizzeri si scostano soltanto di pochi centimetri dai valori medi pluriennali. Spesso nell'arco di un anno le oscillazioni temporanee si compensano. È più o meno ciò che si è verificato anche nel 2015. I livelli erano perlopiù di alcuni centimetri al di sotto della media, ad eccezione di alcuni laghi il cui livello era appena superiore. Sono degni di nota i livelli del lago Ceresio, del lago di Zugo e del lago di Walen, che sono stati soggetti a forti scarti negativi (rispettivamente –8, –9 e –13 cm). Per il 2015 costituisce un'eccezione il lago Bodanico, che ha registrato una marcata variazione positiva (+12 cm).

Un punto in comune dei laghi rappresentati nella figura 4.9 è che nel 2015 tutte le medie mensili da gennaio a maggio sono risultate superiori ai valori medi mensili pluriennali di riferimento. Ciò nonostante, le condizioni di inizio anno non sono state dappertutto le stesse. A fine 2014 e inizio 2015, il lago Bodanico presentava un livello delle acque relativamente elevato. La media mensile superava a gennaio di quasi 50 cm e a febbraio ancora di oltre 30 cm le corrispondenti medie pluriennali. Anche il livello medio del lago Maggiore a gennaio e febbraio è stato superiore alla media di oltre 30 cm. A inizio anno, il lago di Neuchâtel e il Lemano presentavano livelli consoni alla stagione. Mentre nella seconda metà dell'anno le medie mensili relative a questi due laghi hanno ricalcato la media pluriennale, tra luglio e settembre il lago Bodanico ha registrato livelli marcatamente inferiori alla media. Ad agosto, il livello idrometrico del lago Maggiore si situava al di sotto della media mensile pluriennale di 30 cm scarsi, mentre in dicembre di oltre 60 cm.

Nel mese di maggio sono stati rilevati nuovi record mensili. Il lago di Neuchâtel e il Lemano presentavano livelli medi di circa 30 cm superiori alla media mensile pluriennale. Nel caso del primo, il livello massimo segnato l'8 maggio, 430,44 m s.l.m., non ha costituito un record soltanto per il mese di maggio (record precedente: 430,05 m s.l.m. nel 1999), bensì anche in generale per il lago (record precedente: 430,27 m s.l.m. nell'agosto del 2007). Il livello del lago non è mai stato tanto elevato dopo la seconda correzione delle acque del Giura. Le soglie di allarme sono state superate su 15 giorni, anche se non sono stati raggiunti i due livelli di pericolo più elevati (430,50 e 430,75 m s.l.m.). Degno di nota non è stato soltanto il livello elevato delle acque, bensì anche il dinamismo non indifferente. Nell'arco di sette giorni il lago si è innalzato di oltre 90 cm, da un livello normale per la stagione a un nuovo livello record. Una dinamica simile nel mese di maggio è stata osservata anche per il lago Lemano. In pochi giorni, il livello di quest'ultimo è salito di 70 cm. Le soglie di allarme sono state superate su tre giorni (livello 2).

Il lungo periodo secco della seconda metà dell'anno non si è tradotto in livelli delle acque molto bassi per i laghi rappresentati nella figura 4.10. Ciò è da ricondurre, in particolare per il lago Bodanico, ai livelli relativamente elevati che hanno fatto seguito alle piene di maggio. All'inizio dell'estate, il livello del lago Bodanico era alto per la stagione e pertanto, anche dopo un lungo periodo di continuo abbassamento, la soglia del 5° percentile non è stata superata. Il lago di Zurigo (non rappresentato nelle figure), che è regolato, non ha potuto beneficiare di tale effetto. A partire da metà luglio, il livello delle acque è sempre rientrato nei valori minimi stagionali. I mesi di agosto, settembre e novembre del 2015 hanno fatto segnare nuove minime mensili per il lago di Zurigo.

Medie mensili dei livelli idrometrici di alcuni laghi

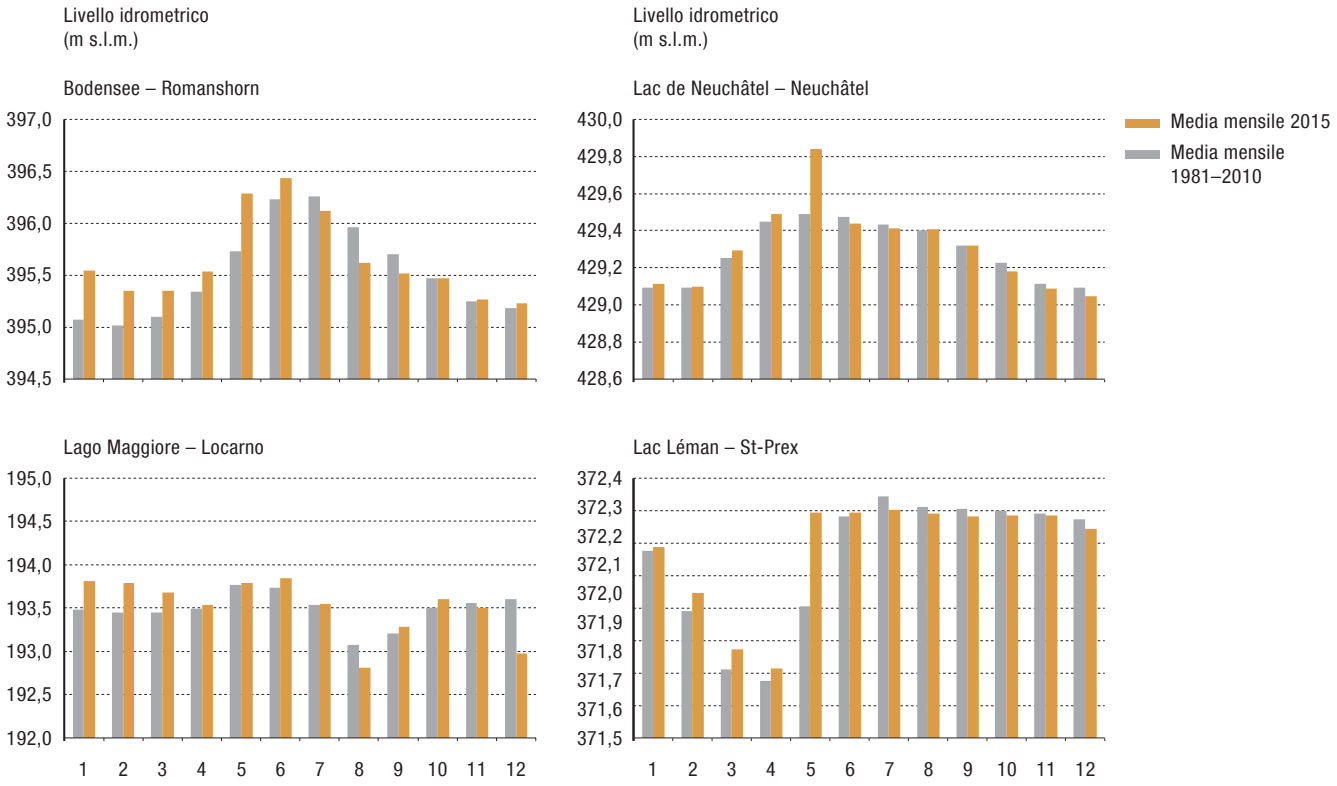

Fig. 4.9 *Medie mensili dei livelli idrometrici 2015 (in arancione) e medie mensili del periodo 1981–2010 (in grigio) a confronto.*

Livelli idrometrici giornalieri di alcuni laghi

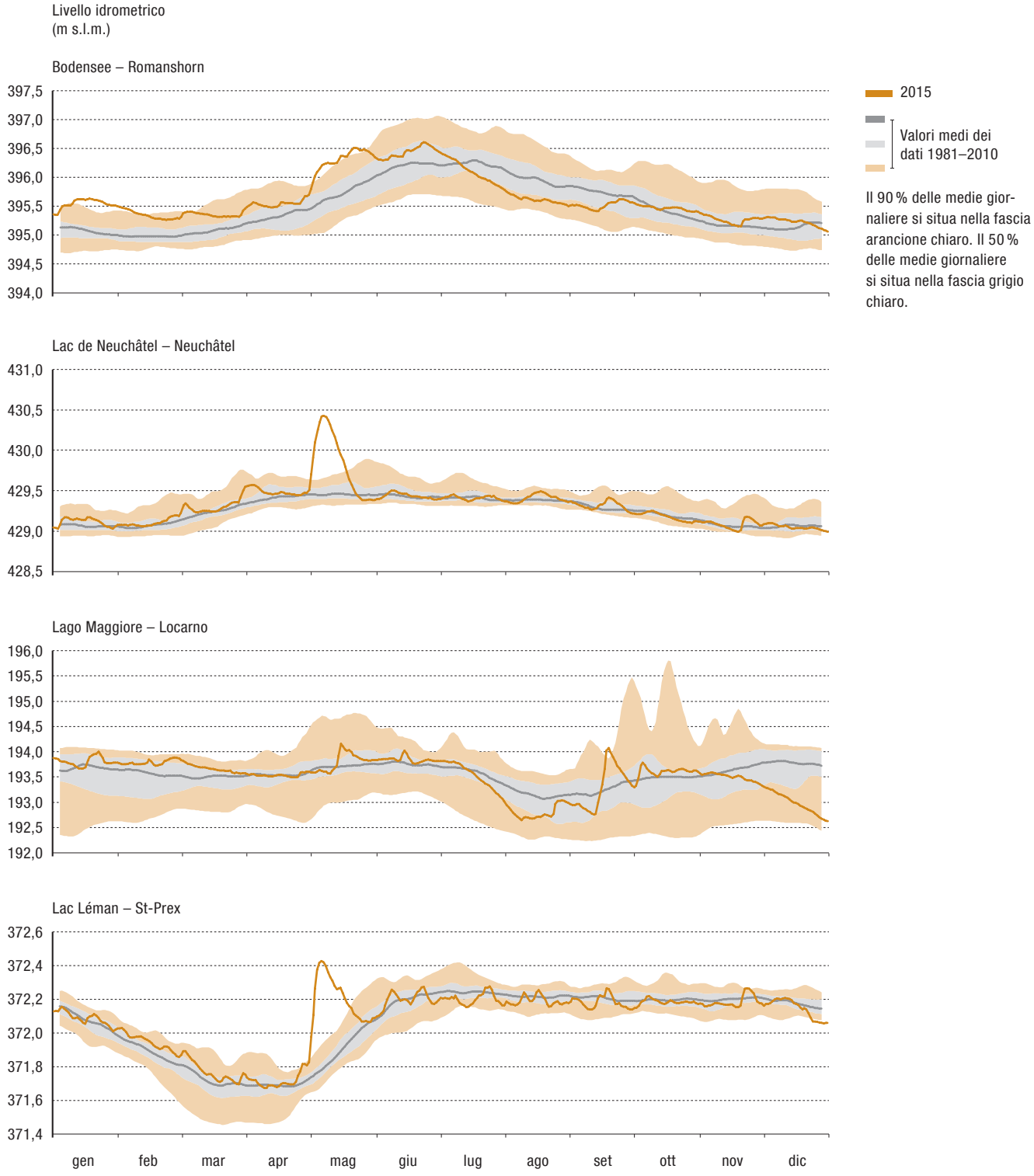

Fig. 4.10 *Media giornaliera dei livelli dei laghi 2015 (linea arancione) e medie giornaliere del periodo 1981–2010 a confronto.*

4.3 Temperature delle acque

Dopo che nel 2011 e nel 2014 è stato battuto un numero eccezionalmente elevato di record per quanto riguarda le medie annue delle temperature delle acque, il 2015 è stato caratterizzato da pochi superamenti dei valori medi annui presso le stazioni. La primavera è stata mite, ma anche ricca di precipitazioni, il che ha fatto sì che l'andamento delle temperature dei corsi d'acqua rientrasse nella media. Soltanto a luglio a contrastare tale andamento è subentrata una canicola estesa. Il conseguente aumento delle temperature delle acque, in parte molto pronunciato, è stato a più riprese interrotto da periodi più freschi, anche più tardi nel corso dell'estate e dell'autunno. Ciò è all'origine di fluttuazioni cicliche pronunciate delle temperature con massime elevate e un conseguente abbassamento al di sotto della temperatura media o addirittura della minima pluriennale. È stato il caso presso la stazione Rhône – Porte du Scex (fig. 4.12). Soltanto i periodi prolungati di bel tempo in autunno e inverno hanno fatto sì che gli idrogrammi fossero costituiti da linee relativamente ininterrotte con temperature delle acque elevate.

Nel complesso, le medie annue del 2015 hanno seguito la tendenza all'aumento, finora ininterrotta, osservata per le temperature delle acque a partire dal 1960. Sebbene la temperatura media annua sia stata leggermente inferiore a quella del 2014, ad esempio presso la stazione di Rhein – Basel, era comunque nettamente superiore a quella del 2012 o del 2013 (fig. 4.11).

Andamento ciclico delle temperature dalla primavera all'autunno

Il 2015 è stato caratterizzato da una canicola eccezionale a luglio. Di conseguenza, molti corsi d'acqua hanno segnato nuovi record. Presso alcune stazioni di misura sono state registrate nuove massime per il mese di luglio o addirittura temperature massime assolute nelle serie di misurazioni degli ultimi 30–40 anni. Negli ultimi 40 anni non c'era mai stato un luglio così caldo come ad esempio lungo l'Aare presso le stazioni di misura di Thun e Berna oppure lungo la Reuss a Lucerna e Mellingen. Nuove massime assolute sono state segnate dalla Glatt a Rheinsfelden, ma anche dall'Aare a Hagneck e Brügg e, anche se con temperature più basse, dall'Aa di Engelberg a Buochs. Nettamente più basse rispetto a quelle nell'Altipiano sono state le temperature delle acque nei bacini imbriferi alpini interessati dallo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai. Singoli temporali e fronti freddi sono stati all'origine di condizioni più fredde e, diffusamente, di un marcato abbassamento delle temperature delle acque. Di conseguenza, fino in autunno gli andamenti delle temperature sono stati in gran parte ciclici, in particolare nel bacino imbrifero del Reno.

Temperature elevate in autunno e inverno del 2015

A fine 2015, a causa del perdurare del bel tempo associato a un apporto costante di aria mite, presso diverse stazioni è stato osservato un andamento tendenzialmente invariato o soltanto leggermente oscillante delle temperature delle acque.

(continuazione a pag. 29)

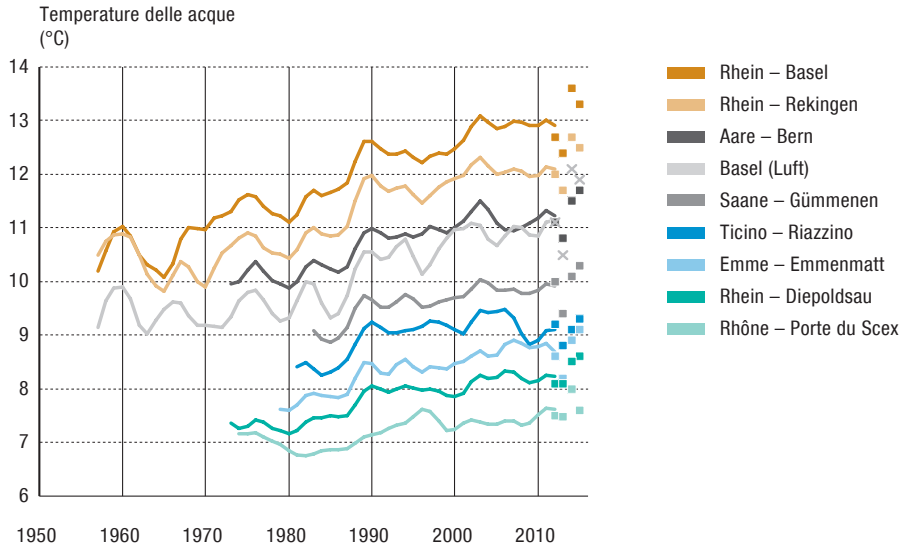

Fig. 4.11 *Evoluzione delle temperature delle acque in alcuni fiumi svizzeri (1954–2015). Sono raffigurati la media mobile settennale (linee continue) e gli ultimi quattro deflussi medi annuali (punti o croci [aria]).*

Temperature medie giornaliere presso alcune stazioni di misura

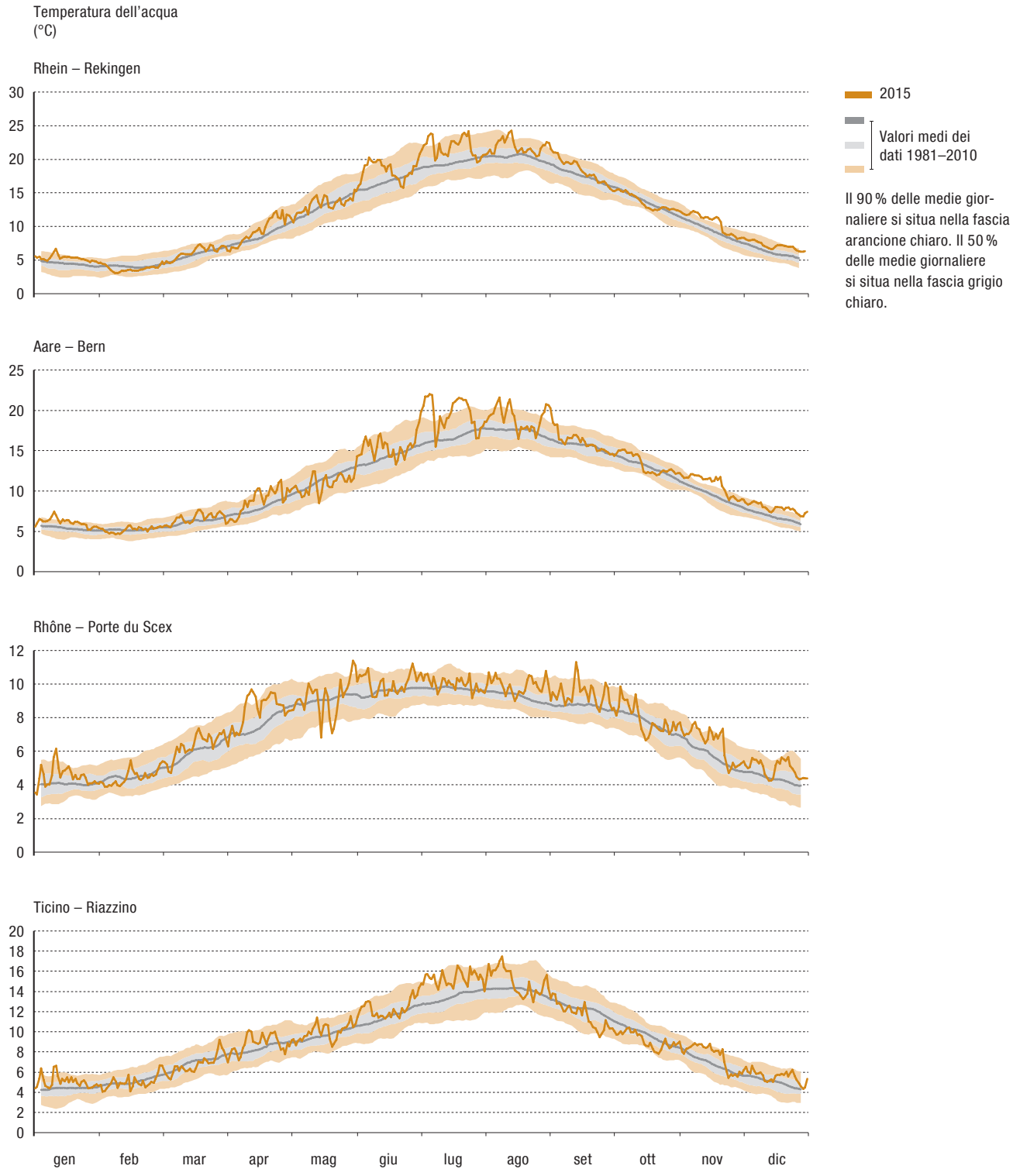

Fig. 4.12 *Media giornaliera delle temperature 2015 (linea arancione) e medie giornaliere del periodo 1981–2010 a confronto.*

(continuazione da pag. 27)

Ne sono conseguite, in parte, situazioni nelle quali, contrariamente alla tendenza pluriennale, a novembre nell'arco di più settimane il livello delle temperature delle acque è rimasto relativamente costante, causando un superamento delle serie di misura pluriennali, ad esempio presso le stazioni Rhein – Rekingen o Aare – Bern (fig. 12). Soltanto a fine novembre ha fatto seguito un raffreddamento. A dicembre si è poi ripresentata un situazione simile, che è perdurata fino alla fine dell'anno. Ciò è stato osservato in modo chiaro ad esempio per l'Aare a Thun, Berna, Hagneck e Brugg, la Linth a Weesen o ancora lungo il Reno (Rheinfelden, Laufenburg) o in singoli casi presso stazioni lungo il Rodano e alcuni fiumi ticinesi.

4.4 Isotopi stabili

Gli isotopi stabili dell'acqua delle precipitazioni, delle acque superficiali e delle acque sotterranee sono traccianti naturali utilizzati quali importanti supporti informativi aggiuntivi in studi regionali sul clima, sull'ambiente e sulle acque. Consentono di differenziare i singoli componenti dell'acqua oppure di stimare l'altezza media di un bacino imbrifero. Negli ultimi anni, sempre più spesso gli studi di meteorologia si sono occupati del rapporto tra gli isotopi stabili dell'acqua e la temperatura o l'umidità relativa nelle zone d'origine delle precipitazioni. Nel quadro del modulo ISOT della rete d'osservazione NAQUA viene rilevato l'andamento regionale di lungo periodo del deuterio (^{2}H) e dell'ossigeno-18 (^{18}O) in 13 stazioni pluviometriche rappresentative e in 9 stazioni di misura dislocate lungo i corsi d'acqua (fig. 4.13). Sono dunque disponibili dati di riferimento per questo genere di analisi.

Seguendo la tendenza generale al rialzo delle temperature, anche i valori ^{2}H e ^{18}O nelle precipitazioni sono aumentati dal 1980 circa all'inizio di questo secolo presso praticamente tutte le stazioni di misura. Tuttavia, l'andamento generale non è costante, bensì caratterizzato da oscillazioni stagionali. Negli ultimi dieci anni questa tendenza sembra essersi interrotta. Durante i semestri invernali si sono nuovamente osservati valori δ nettamente più negativi. Anche nel 2015 gli isotopi stabili nelle precipitazioni sono stati caratterizzati da valori δ bassi per la stagione invernale. Sulla scia dell'estate canicolare del 2015, durante l'estate sono stati misurati valori δ superiori alla media.

Anche nei corsi d'acqua è riconoscibile l'andamento stagionale dei valori $\delta^{2}H$ e $\delta^{18}O$. Questo risalta tuttavia in maniera molto meno marcata a causa dei rapporti di mescolamento nel deflusso, molto diversi a seconda delle regioni (ad es. nel caso dell'Aare, del Reno e del Rodano). Anche in questo caso si osserva un cambiamento di tendenza negli ultimi anni: i valori δ misurati dal 2013 lungo l'Aare, il Reno a Weil e il Rodano a monte del lago Lemano, che nel raffronto pluriennale si situano al di sotto della media, si sono mantenuti nel 2015. Un'altra conseguenza dell'estate canicolare del 2015 è il fatto che in questo periodo nei deflussi erano presenti quantità

Stazioni di misura dell'Osservazione nazionale delle acque sotterranee NAQUA (modulo ISOT)

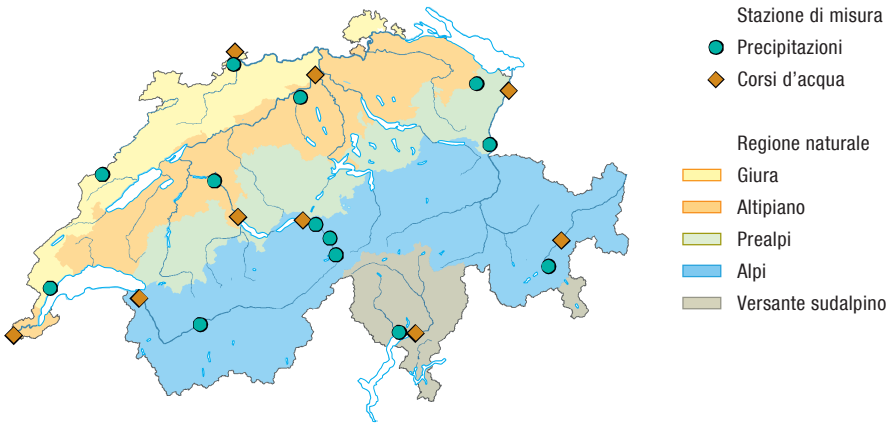

Fig. 4.13 *Stazioni di misura del modulo ISOT (rete NAQUA) per l'osservazione degli isotopi nelle precipitazioni e nei corsi d'acqua della Svizzera (stato 2015).*

maggiori di acqua di scioglimento dei ghiacciai, con valori δ più negativi. Nel mese di luglio del 2015, nei principali fiumi alpini sono quindi stati osservati diffusamente valori δ bassi.

4.5 Qualità delle acque e proprietà chimico-fisiche

L'UFAM monitora lo stato e l'andamento della qualità delle acque svizzere nell'ambito del Monitoraggio nazionale continuo dei corsi d'acqua svizzeri (NADUF), effettuando rilevamenti in 17 stazioni di misura (fig. 4.14), come pure nel quadro del Programma di osservazione nazionale della qualità delle acque superficiali (NAWA) gestito in collaborazione con i Cantoni, cui sono associate 111 stazioni di misura. Scopo delle misurazioni è osservare gli sviluppi delle sostanze presenti nelle acque (ad es. nutrienti e microinquinanti), ma anche permettere di valutare l'efficacia delle misure di protezione delle acque. A tal fine vengono analizzate le variazioni di lungo periodo, più significative delle oscillazioni stagionali. Dette analisi, suddivise per tema, vengono in seguito pubblicate nell'«Annuario idrologico». In Internet sono disponibili informazioni e dati di approfondimento (cfr. pag. 35).

Tenore di fosforo nei fiumi

In generale, negli ultimi decenni l'inquinamento da nutrienti nelle acque è notevolmente diminuito. Presso la maggior parte delle stazioni NADUF si osserva un calo significativo del tenore di fosforo, particolarmente marcato in seguito all'entrata in vigore, nel 1986, del divieto di utilizzare fosfati nelle liscive. Con il continuo potenziamento degli impianti di depurazione delle acque di scarico, il tenore ha continuato a diminuire anche dopo il 1990. Concentrazioni elevate si riscontrano soltanto temporaneamente, ad esempio in caso di eventi di piena. I piccoli fiumi dell'Altipiano che scorrono in zone con alta densità demografica e nel cui bacino imbrifero è molto praticata l'agricoltura intensiva, la diminuzione dopo il 1986 è piuttosto discontinua (ad es. nel caso della Glatt, fig. 4.15). Nei grandi fiumi con bacini imbriferi caratterizzati da laghi e tipi diversi di utilizzo del suolo (ad es. Reno e Aare), il calo è piuttosto progressivo. Il tenore di fosforo nelle acque presenta oscillazioni stagionali, poiché nella bella stagione le concentrazioni diminuiscono a causa del consumo di questa sostanza da parte delle piante. Nei fiumi emissari, il divieto di utilizzare fosfati nelle liscive ha consentito di attenuare notevolmente anche queste oscillazioni stagionali. In fiumi alpini situati in bacini imbriferi con una bassa densità demografica e dove si pratica poco l'agricoltura intensiva (ad es. Rodano), invece, il tenore di fosforo presenta poche variazioni a lungo termine.

Stazioni di misura del Monitoraggio nazionale continuo dei corsi d'acqua svizzeri (NADUF)

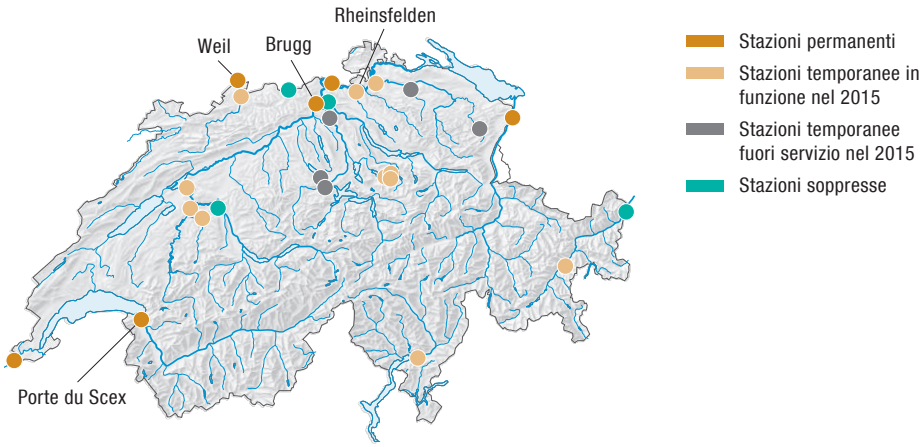

Fig. 4.14 *Stazioni di misura del Monitoraggio nazionale continuo dei corsi d'acqua svizzeri (NADUF) per il monitoraggio della qualità delle acque in Svizzera (stato 2015).*

Tenore complessivo di fosforo nei fiumi 1974–2015

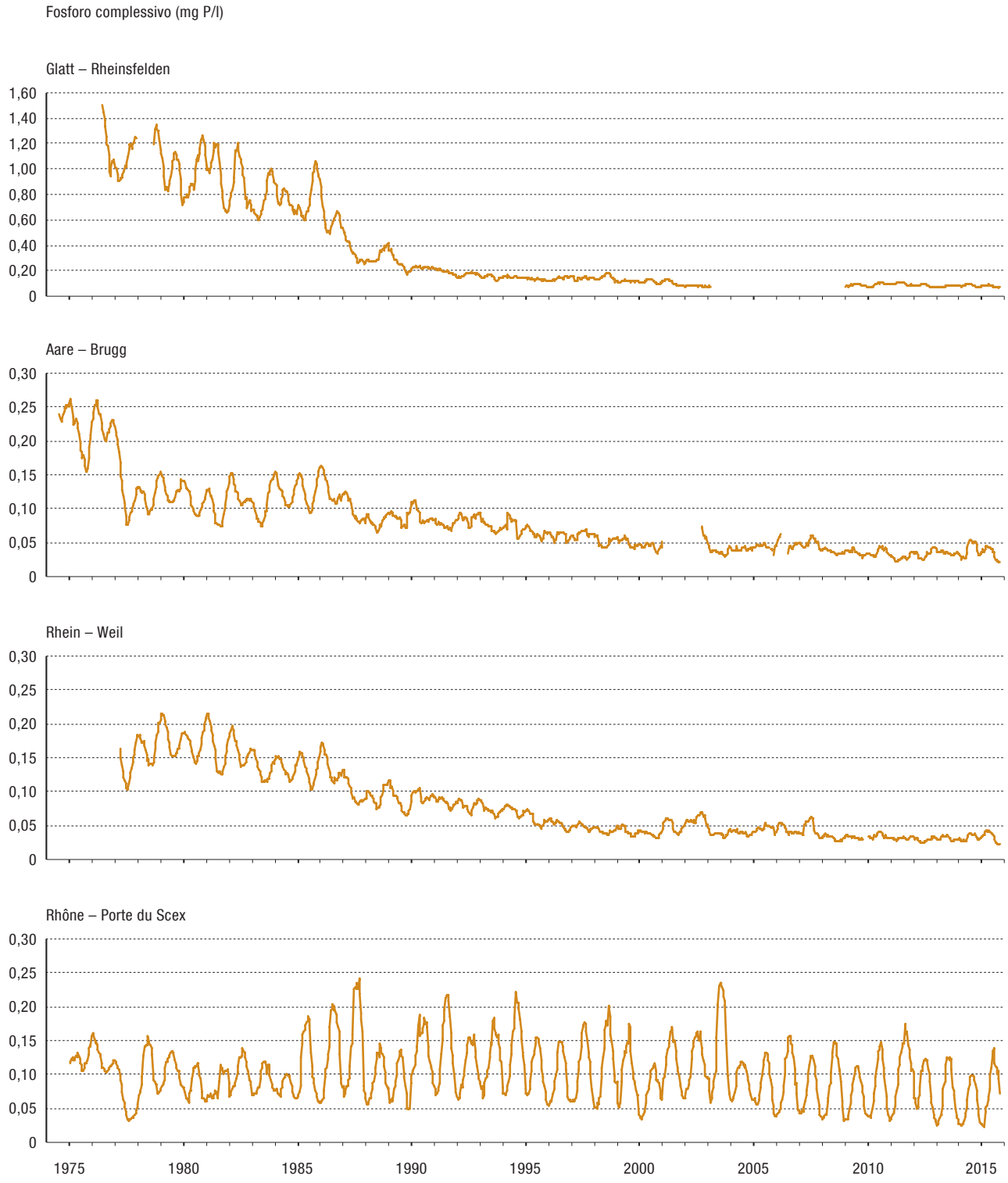

Fig. 4.15 *Sviluppo del tenore complessivo di fosforo in campioni raccolti in 14 giorni, dal 1974 al 2015, presso alcune stazioni NADUF. È raffigurata la media mobile su 11 campioni.*

5 > Acque sotterranee

Il 2015 è iniziato con livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti nella media ed è finito con livelli bassi a causa della persistente siccità verificatasi a partire da giugno.

5.1 Quantità delle acque sotterranee

Circa cento stazioni di misura rappresentative nel quadro del modulo QUANT della rete d'osservazione NAQUA effettuano un monitoraggio continuo dei livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti, documentando in termini quantitativi lo stato e l'evoluzione delle acque sotterranee della Svizzera. I risultati forniscono inoltre informazioni su possibili ripercussioni sulle risorse idriche sotterranee dovute ai cambiamenti climatici (ad es. il previsto aumento di eventi estremi come piene e siccità).

In tutto il Paese, il 2015 è iniziato con livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti nella media. A gennaio, in vaste regioni della Svizzera le precipitazioni sono state superiori alla media per questo mese. Mentre al sud delle Alpi a febbraio i quantitativi di pioggia sono stati nettamente al di sopra della media, al nord lo stesso mese è stato relativamente secco. Nel mese di marzo, i livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti sono risultati nella media in tutto il Paese, ma con una tendenza non omogenea (fig. 5.1, Stato delle acque sotterranee al 09.03.2015).

A inizio maggio sulle Alpi e al nord delle Alpi le precipitazioni sono state eccezionalmente abbondanti, fatto che

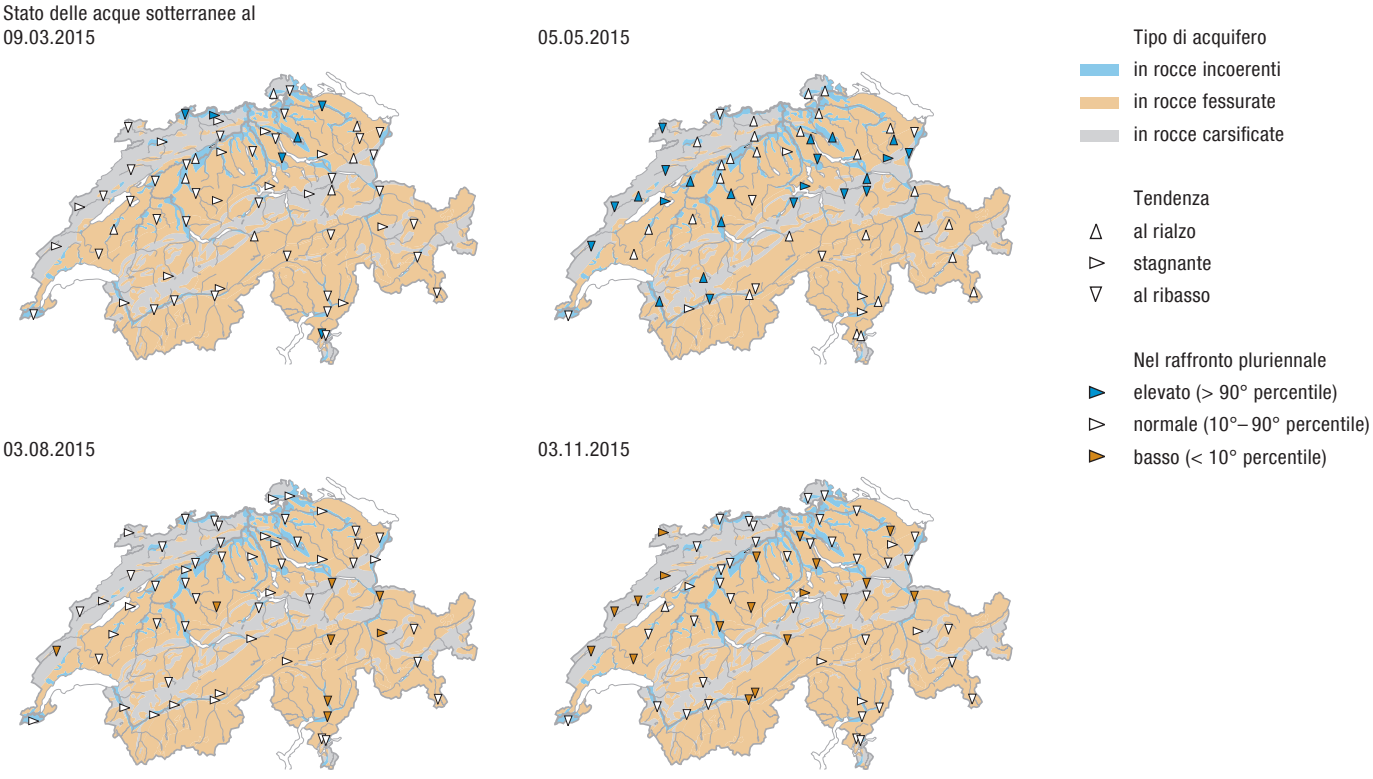

Fig. 5.1 *Livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti e relativo sviluppo tendenziale in quattro giorni di riferimento del 2015 rispetto alle misurazioni del periodo 2000–2014.*

durante le piene nel Basso Vallese, nella Svizzera occidentale e nella Svizzera orientale ha portato a un innalzamento dei livelli delle acque sotterranee lungo i corsi d'acqua (cap. 1). Dato che nel complesso questo mese è stato caratterizzato da precipitazioni abbondanti, i livelli delle acque erano generalmente elevati e anche le sorgenti hanno segnato un aumento delle portate. In Ticino, tuttavia, sono stati osservati livelli delle acque sotterranee nella norma a causa delle precipitazioni inferiori alla media nei due mesi precedenti (fig. 5.1, Stato delle acque sotterranee al 05.05.2015).

La persistente siccità a partire da giugno ha inizialmente avuto poche ripercussioni sulle risorse idriche sotterranee della Svizzera, in quanto all'inizio del periodo di siccità i livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti erano elevati. Le rocce incoerenti lungo i principali fiumi alpini, inoltre, hanno beneficiato di una forte infiltrazione di acqua fluviale dovuta a uno scioglimento eccezionalmente elevato dei ghiacciai durante il mese canicolare di luglio. In agosto i livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti erano in calo, ma si collocavano comunque perlopiù ancora nella media (fig. 5.1, Stato delle acque sotterranee al 03.08.2015).

A causa della prolungata siccità, i livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti hanno continuato a diminuire. A inizio novembre, a nord delle Alpi erano bassi e presentavano una tendenza al ribasso. Al sud, invece, a seguito delle precipitazioni nella media o al di sopra della media a settembre e ottobre, le acque sotterranee segnavano ancora valori nella media (fig. 5.1, Stato delle acque sotterranee al 03.11.2015).

Delle precipitazioni in parte abbondanti di fine novembre hanno potuto beneficiare soltanto singoli acquiferi locali nelle Alpi e nel Giura neocastellano e bernese. A seguito della scarsità di precipitazioni in dicembre, alla fine del 2015 a nord delle Alpi sono stati rilevati livelli delle acque sotterranee e delle portate delle sorgenti nella media o bassi. I mesi di novembre e dicembre, in particolare a sud delle Alpi, sono stati eccezionalmente secchi, il che alla fine di dicembre ha portato a livelli delle acque sotterranee bassi anche in questa regione.

5.2 Qualità delle acque sotterranee

In Svizzera la qualità delle acque sotterranee è considerata globalmente da buona a molto buona. Tuttavia, nelle aree urbane e nelle zone dove si pratica un'agricoltura intensiva le acque sotterranee contengono talvolta tracce di sostanze sintetiche indesiderate.

Lo stato e l'evoluzione della qualità delle acque sotterranee vengono monitorati nell'ambito dell'Osservazione nazionale delle acque sotterranee NAQUA in 550 stazioni di misura rappresentative dislocate su tutto il territorio nazionale (fig. 5.2). Oltre all'individuazione tempestiva di sostanze problematiche e sviluppi indesiderati, l'attenzione è posta sul controllo dell'efficacia delle misure di protezione delle acque

Stazioni di misura dell'Osservazione nazionale delle acque sotterranee NAQUA (moduli TREND e SPEZ)

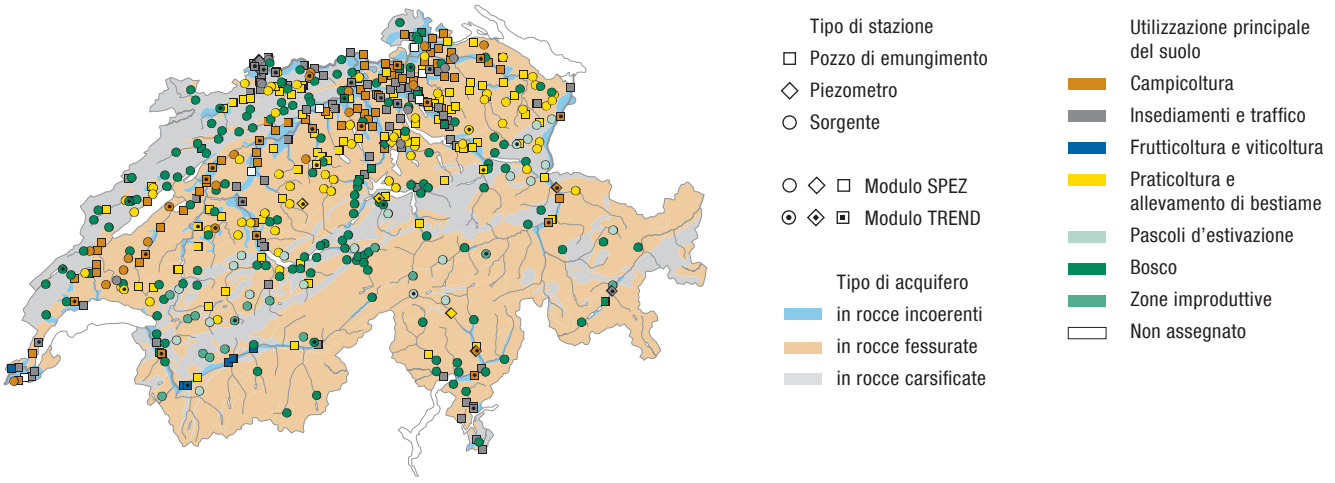

Fig. 5.2 *Stazioni di misura dei moduli TREND e SPEZ (rete NAQUA) per l'osservazione della qualità delle acque sotterranee, utilizzazione principale del suolo nel bacino imbrifero e tipo di acquifero (stato 2015).*

sotterranee. Le analisi relative alla qualità delle acque sotterranee si concentrano quindi sulle variazioni di lungo periodo, statisticamente più significative delle oscillazioni stagionali. Per questo motivo i dati non vengono pubblicati nell'ambito dell'«Annuario idrologico». In Internet sono disponibili informazioni e dati di approfondimento (pag. 35).

> Allegato

Glossario

Livello di pericolo

Per i comunicati d'allerta in caso di pericolo di piena, l'UFAM impiega la scala prevista dall'ordinanza sull'allerta e l'allarme (OAll) comprensiva di cinque livelli d'allerta. I livelli d'allerta informano sull'intensità dell'evento, sulle possibili conseguenze e sui comportamenti da adottare. Per i laghi, il limite di piena segna il passaggio dal livello «pericolo marcato» al livello «pericolo forte». Con un tale livello delle acque, aumenta il rischio di esondazione con possibili danni a edifici e infrastrutture.

Monitoraggio nazionale continuo dei corsi d'acqua svizzeri (NADUF)

Il programma di misurazione segue l'andamento delle sostanze presenti in alcuni corsi d'acqua svizzeri.

Osservazione nazionale della qualità delle acque superficiali (NAWA)

In collaborazione con i Cantoni, l'UFAM crea le basi per documentare e valutare lo stato e l'evoluzione delle acque superficiali sul territorio nazionale.

Osservazione nazionale delle acque sotterranee (NAQUA)

L'Osservazione nazionale delle acque sotterranee NAQUA si compone dei quattro moduli QUANT, TREND, SPEZ e ISOT. Il modulo QUANT monitora la quantità delle acque sotterranee, i due moduli TREND e SPEZ ne rilevano la qualità e il modulo ISOT garantisce l'osservazione degli isotopi nelle precipitazioni e nei corsi d'acqua.

Percentile

Un percentile è un parametro di posizione utilizzato in statistica. Un percentile indica la percentuale dei dati di una distribuzione che si colloca al di sopra o al di sotto di un determinato limite. Il 95° percentile, per esempio, indica il valore tale per cui il 95 % delle osservazioni risulta inferiore e il 5 % superiore. Il percentile più noto è la mediana (il 50° percentile), che divide i valori della distribuzione in due parti uguali.

Valore medio

Per descrivere le condizioni climatologiche o idrologiche medie di una stazione si utilizzano i valori medi di diversi parametri basati su misurazioni pluriennali. Nel presente annuario si utilizza per quanto possibile il periodo di riferimento 1981–2010.

^{2}H, ^{18}O

Il deuterio (^{2}H) è un isotopo naturale stabile dell'idrogeno; l'ossigeno-18 (^{18}O) un isotopo naturale stabile dell'ossigeno. Gli isotopi sono atomi di uno stesso elemento che hanno il medesimo numero di protoni, ma diverso numero di neutroni.

Valori δ: sono i quozienti dei corrispondenti isotopi $\delta(^{2}H/^{1}H)$, abbreviato $\delta^{2}H$, e $\delta(^{18}O/^{16}O)$, abbreviato $\delta^{18}O$.

Approfondimenti in Internet

Per approfondimenti sull'«Annuario idrologico», sulle reti idrometriche dell'UFAM e sui dati attuali e storici si rimanda al sito www.bafu.admin.ch/annuarioidrologico

> Misurazioni attuali e storiche: www.hydrodaten.admin.ch/it
> Bollettino idrologico dell'UFAM: www.hydrodaten.admin.ch/it/hydro_bulletin.html
> Bollettino delle acque sotterranee dell'UFAM: www.hydrodaten.admin.ch/it/bollettino-sulle-acque-sotterranee.html
> Risultati dell'Osservazione nazionale delle acque sotterranee NAQUA: www.bafu.admin.ch/naqua
> Risultati del Monitoraggio nazionale continuo dei corsi d'acqua svizzeri (NADUF) – download (in tedesco e inglese): www.eawag.ch/de/abteilung/wut/schwerpunkte/chemie-wasserressourcen/naduf/
> Monitoraggio nazionale continuo dei corsi d'acqua svizzeri (NADUF) – descrizione della rete di misurazione: www.bafu.admin.ch/naduf
> Indicatori sulle acque e ulteriori informazioni sulle acque: www.bafu.admin.ch/acqua
> National Centre for Climate services (NCCS): www.nccs.ch