

L'idrologia in Piemonte

2016

La pioggia caduta nel corso dell'anno 2016 è stata pari a circa 1100 mm: tale dato è superiore del 12 % rispetto al valore storico di riferimento con il contributo più significativo in occasione dell'evento alluvionale avvenuto a fine novembre. La siccità meteorologica registrata ad inizio anno è stata compensata dalle abbondanti apporti degli ultimi due mesi. L'inverno 2015-16 è stato caratterizzato da minori apporti di neve e da una scarsa disponibilità di risorsa nivale.

Complessivamente, l'analisi dei deflussi superficiali ha evidenziato valori medi annui delle portate di poco inferiori ai valori medi storici. Alla chiusura del bacino del Po piemontese, la portata media annua è risultata di poco inferiore al valore medio degli ultimi 18 anni.

Arpa Piemonte
Sistemi Previsionali

Torino, giugno 2017

L'idrologia in Piemonte

a cura del Dipartimento Sistemi Previsionali, Struttura Idrologia ed Effetti al Suolo con la collaborazione della Struttura Meteorologia e Clima



ARPA PIEMONTE
Dipartimento Sistemi Previsionali
Via Pio VII, 9 - 10135 Torino
Tel. 011 19681350 – fax 011 19681341
Sito web: www.arpa.piemonte.it
E-mail: sistemi.previsionali@arpa.piemonte.it
P.E.C.: sistemi.previsionali@pec.arpa.piemonte.it

Autori:

Mariella Graziadei, Alessio Salandin, Davide Tiranti, Milena Zaccagnino
ARPA Piemonte Dipartimento Sistemi Previsionali Struttura Idrologia ed Effetti al Suolo

Christian Ronchi
ARPA Piemonte Dipartimento Sistemi Previsionali Struttura Meteorologia e Clima

Coordinamento e revisione:
Secondo Barbero
ARPA Piemonte Dipartimento Sistemi Previsionali

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
2	PRECIPITAZIONI.....	4
	2.1 Piogge osservate.....	4
	2.2 Indice meteorologico di siccità	12
	2.3 Confronto climatologico.....	15
	2.4 Neve.....	16
3	PORTATE	18
	3.1 Deflussi superficiali osservati	18
	3.2 Bilanci idrologici.....	22
	3.3 Asta di Po.....	23
5	CONSIDERAZIONI FINALI.....	27
6	APPROFONDIMENTI	28

1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto contiene il quadro complessivo della situazione idrica relativa all'anno 2016 della porzione piemontese del bacino idrografico del fiume Po.

Come di consueto l'analisi viene condotta a partire dai dati di monitoraggio della Rete Regionale di Arpa Piemonte.

Nella prima parte vengono descritte ed analizzate le precipitazioni: le valutazioni si basano sul confronto fra le osservazioni del periodo in esame ed i valori medi del periodo storico di riferimento disponibile. Sono, inoltre, calcolati gli indici di siccità a livello di bacino idrografico al fine di consentire una valutazione dei differenti impatti del deficit di precipitazione sulle risorse idriche.

Nella seconda parte viene descritta ed analizzata la situazione dei bacini in termini di deflussi superficiali e di bilancio idrologico, con un approfondimento di maggior dettaglio per quanto riguarda l'asta del fiume Po.

2 PRECIPITAZIONI

2.1 Piogge osservate

La pioggia caduta nel corso dell'anno 2016, sulla parte del bacino del fiume Po chiuso alla confluenza con il Ticino, è stata pari a circa 1100 mm: tale dato è superiore del 12 % rispetto al valore storico di riferimento (anni 60-90). I bacini su cui si sono registrati i quantitativi maggiori di precipitazione sono stati quelli a nord del fiume Po, dallo Stura di Lanzo al Toce (figura 1).

Pioggia cumulata 2016 [mm]

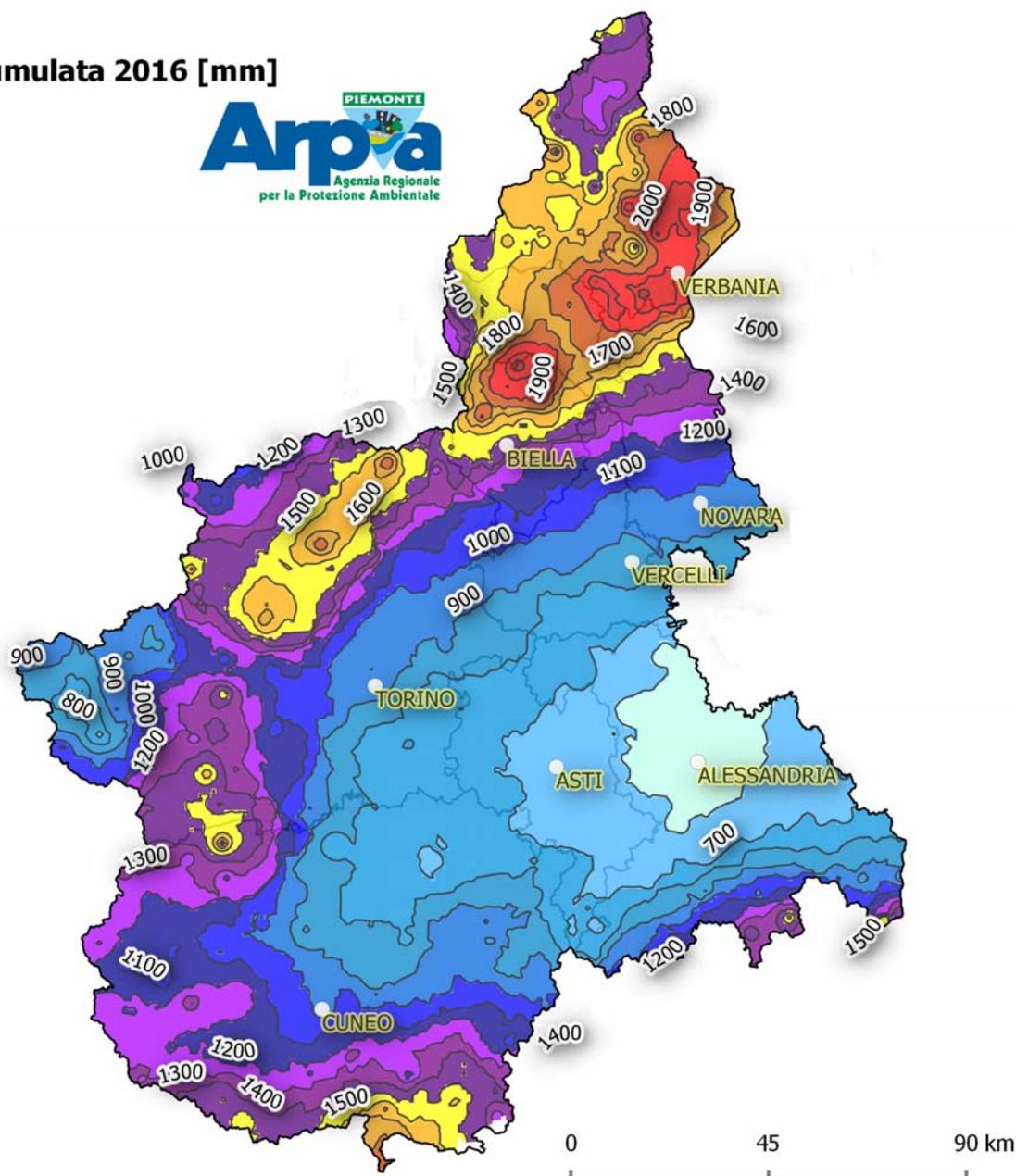
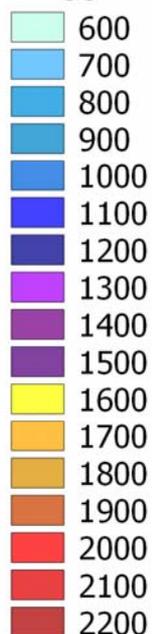


Figura 1. Pioggia cumulata nell'anno 2016

Le precipitazioni medie mensili osservate in Piemonte sono state confrontate con quelle relative al periodo 1960-1990, preso come riferimento 'climatologico': per consentire valutazioni d'insieme alla scala dei principali bacini idrografici, non è stato fatto un confronto puntuale dei dati delle singole stazioni della rete di monitoraggio di Arpa Piemonte ma si è preferito effettuare un'analisi a scala di bacino.

Nella figura 2 sono riportati i bacini idrografici per i quali sono stati calcolati:

- la pioggia media mensile,
- lo scostamento, espresso in percentuale, rispetto al valore medio storico calcolato sul campione delle piogge mensili disponibili.

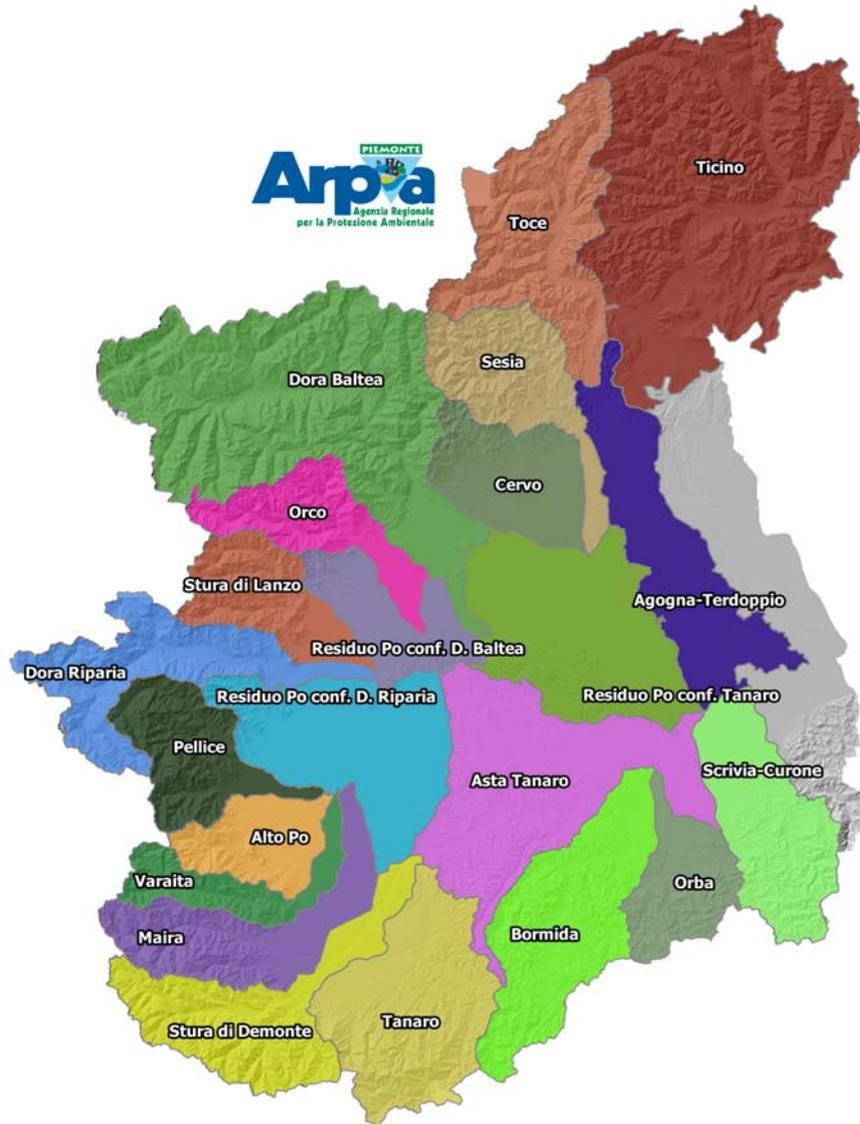


Figura 2. Bacini idrografici

Il 2016 si è posizionato al 37^{esimo} dal 1913 nella classifica della piovosità: la sua particolarità è stata, senza ombra di dubbio, l'evento alluvionale avvenuto a fine novembre.

Le precipitazioni di gennaio sul Piemonte sono state deboli o localmente moderate e a carattere sparso con conseguente poco innevamento sulle Alpi e -66% rispetto alla media storica mensile, mentre febbraio è stato caratterizzato oltre che da un buon innevamento su tutto l'arco alpino anche da episodi pluviometrici intensi, in particolar modo tra il 27 e il 29. Mediamente a febbraio si è avuto un surplus dell'80% circa sul bacino del fiume Po chiuso a Ponte Becca (PV).

Tra marzo e aprile si è assistito a fenomeni precipitativi soprattutto di tipo nevoso sia in montagna che in pianura (anche se a quote basse i valori sono stati deboli) ma complessivamente i valori sono stati al di sotto delle medie mensili storiche di riferimento (esempio Dora Baltea a marzo -40% e Orba e Bormida ad aprile tra i -80 e -90%).

Il mese di maggio è stato caratterizzato da una spiccata variabilità con frequenti episodi temporaleschi spesso associati a violente grandinate, raffiche di vento e forti rovesci. Precipitazioni intense sono state registrate l'11, il 12, il 14 e il 19 maggio. I bacini maggiormente colpiti sono stati quelli a nord del Po, dall'Orco all'Agogna.

A giugno e a luglio le precipitazioni sono risultate superiori (di circa il 30%) al valore della media mensile storica grazie ad un buon numero di episodi temporaleschi: in particolare, a giugno sono stati colpiti soprattutto i bacini di Dora Baltea, Sesia, Toce e Agogna-Terdoppio mentre a luglio le precipitazioni pur essendo state quantitativamente inferiori hanno interessato quasi tutto il Piemonte ad eccezione dei bacini di Bormida, Orba e Scrivia-Curone (rispettivamente -6%, -42% e -26%).

Precipitazioni scarse hanno caratterizzato il mese di agosto ad eccezione dei temporali avvenuti tra la serata del 29 e la mattinata del 30 che hanno interessato sostanzialmente tutta la regione piemontese e localmente sono stati associati a forti grandinate.

Nel corso della prima decade di settembre sulla maggior parte del territorio le piogge sono risultate assenti; solo tra la serata del 14 e le prime ore del 15 settembre, si sono verificati forti temporali su quasi tutto il territorio piemontese: ed è proprio a metà mese che si è avuto il passaggio da condizioni tipicamente estive a valori più conformi al periodo. Nonostante ciò, anche ad ottobre sul Piemonte le precipitazioni sono state scarse e al valore di 81 mm totali ragguagliati a Ponte Becca (PV) corrisponde un deficit del 25%.

Molto umido è risultato novembre, con temperature superiori alla norma e con precipitazioni medie mensili a Ponte Becca (PV) pari a 239 mm: a tale valore corrisponde un surplus pluviometrico del 153% rispetto alla media del periodo 1960-1990. In particolare, tra il 21 e il 25 si è verificato un evento alluvionale caratterizzato da precipitazioni forti con particolare insistenza, inizialmente, nel cuneese ed alessandrino al confine con la Liguria, e successivamente, il 22 e 23 novembre, nelle zone del vercellese, biellese e alto torinese.

Le precipitazioni più intense di tutto l'evento sono state registrate il 24 sul settore occidentale e ancora al confine con la Liguria nell'alta valle Tanaro. Durante la giornata del 25 le precipitazioni hanno ulteriormente coinvolto il torinese e l'alta provincia di Cuneo. Dalla pioggia ragguagliata mensile riportata in figura 3 si evince come le precipitazioni medie, ragguagliate ai bacini idrografici, siano risultate più significative per Tanaro, Bormida, Orba e Stura di Demonte e nel Piemonte occidentale per l'alto Po, Pellice, Varaita, Maira e Dora Riparia.

Il 2016 si è concluso con un dicembre mite, nebbioso e con precipitazioni inferiori alla media storica. Alla fine dell'anno, l'arco alpino manifestava un buon innevamento (il valore dell'equivalente idrico dello snow water equivalent pari a 1181 Mmc calcolato sull'intero bacino, è stato molto più alto del limite inferiore di variabilità media (1° decile di riferimento storico pari a 239 Mmc).

Nella figura 3 vengono mostrate le mappe di precipitazione mensile. In tabella 1 vengono invece riportati i dati e le statistiche della pioggia media mensile [mm] relativa ai principali bacini idrografici regionali (vedi figura 2).

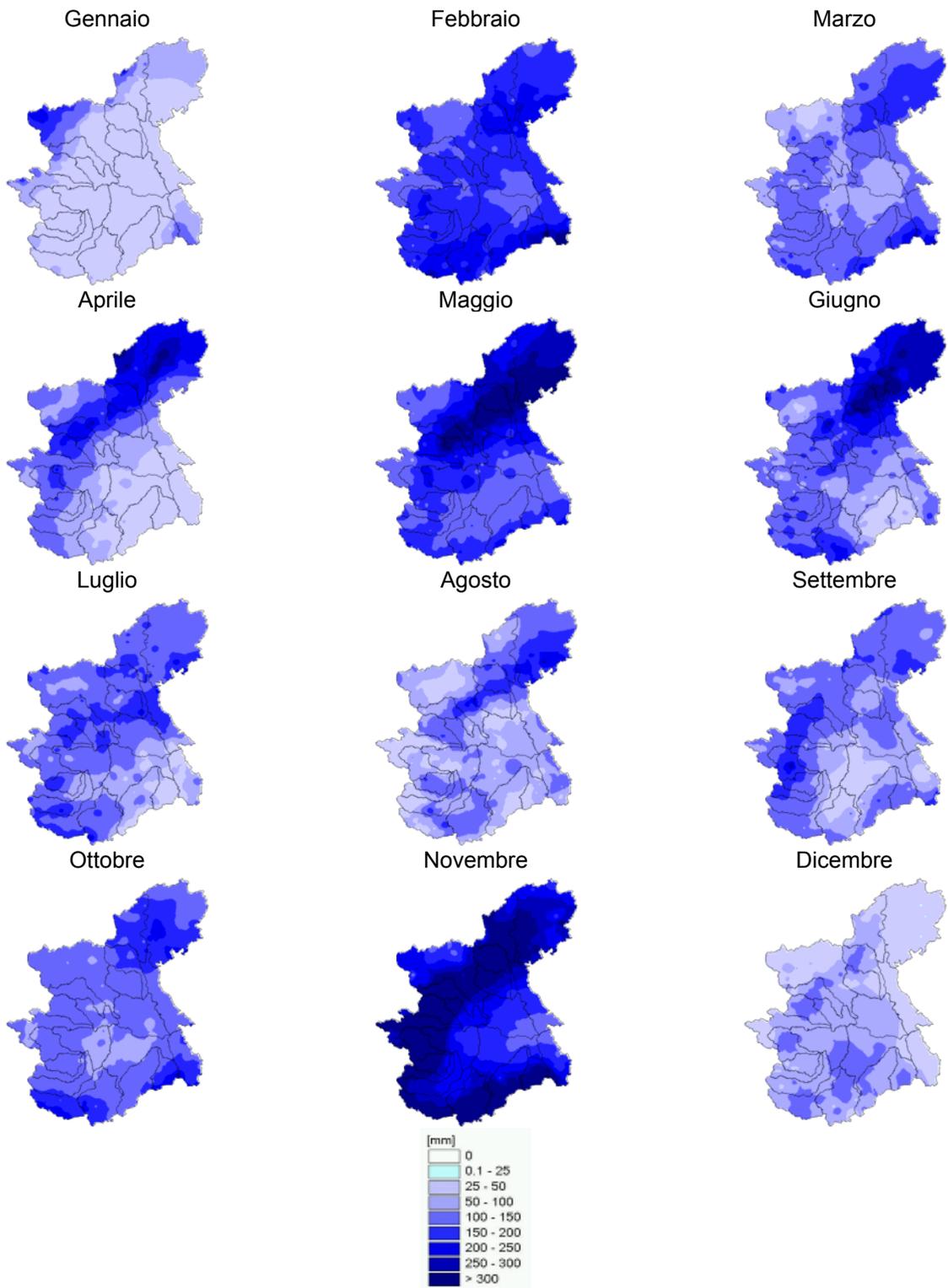


Figura 3. Precipitazioni mensili registrate nel 2016

Tabella 1. Precipitazione media mensile [mm] relativa ai principali bacini idrografici regionali, scostamento pluviometrico [%]. Lo scostamento è dato da (pioggia mensile - pioggia mensile storica)/pioggia mensile storica. Il periodo storico è: 1960 – 1990.

Bacino	Area [Km ²]	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	TOTALE
ALTO PO	717	4	127	76	66	109	81	80	59	88	73	327	35	1126
		-91%	115%	-4%	-38%	-12%	-19%	58%	-24%	29%	-22%	385%	-19%	23%
PELLICE	975	13	130	64	82	115	63	66	27	119	68	435	47	1229
		-75%	124%	-16%	-26%	-10%	-31%	46%	-61%	70%	-32%	533%	4%	35%
VARAITA	601	7	126	71	51	96	82	63	36	77	70	260	37	975
		-84%	140%	1%	-48%	-11%	-5%	39%	-45%	26%	-16%	304%	-17%	19%
MAIRA	1214	9	133	70	48	99	83	84	40	69	81	214	41	973
		-81%	127%	-9%	-52%	-9%	1%	97%	-37%	12%	-6%	194%	-17%	26%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	1778	4	113	51	51	128	65	67	36	45	54	204	47	864
		-90%	118%	-21%	-43%	22%	-20%	58%	-42%	-19%	-33%	231%	24%	12%
DORA RIPARIA	1337	36	83	50	67	94	63	67	21	71	56	293	26	927
		-31%	50%	-23%	-24%	-8%	-16%	42%	-66%	13%	-36%	338%	-46%	14%
STURA DI LANZO	886	24	115	78	121	185	79	95	63	100	62	412	48	1382
		-50%	79%	-7%	-5%	26%	-24%	46%	-24%	23%	-46%	457%	-1%	33%
ORCO	913	27	97	59	125	214	101	89	55	95	59	333	42	1295
		-42%	55%	-28%	4%	51%	-3%	30%	-38%	18%	-46%	329%	-3%	26%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	781	7	111	57	68	183	92	101	58	51	53	244	46	1069
		-83%	102%	-20%	-36%	53%	1%	82%	-18%	-22%	-41%	261%	19%	23%
DORA BALTEA	3939	66	98	39	77	138	82	73	40	63	64	202	21	963
		36%	78%	-40%	-9%	44%	14%	27%	-42%	8%	-25%	180%	-56%	19%
CERVO	1019	7	126	71	97	259	180	92	67	49	72	276	29	1327
		-88%	73%	-29%	-29%	59%	38%	4%	-37%	-50%	-41%	177%	-39%	8%
SESIA	1132	13	150	90	138	269	204	99	86	62	94	330	37	1571
		-78%	93%	-11%	-6%	51%	53%	7%	-24%	-38%	-27%	224%	-29%	22%
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	2021	11	99	45	27	117	75	69	28	49	57	130	32	739
		-75%	66%	-37%	-67%	26%	10%	51%	-56%	-15%	-31%	76%	-21%	-6%
STURA DEMONTE	1472	12	161	88	49	110	99	92	41	58	125	278	49	1163
		-81%	118%	-4%	-57%	-8%	15%	91%	-41%	-22%	16%	190%	-23%	15%
TANARO	1812	5	165	86	25	103	98	77	56	33	92	374	46	1161
		-92%	119%	-7%	-76%	-12%	5%	36%	-29%	-52%	-9%	306%	-24%	16%
BORMIDA	1733	5	138	87	13	99	27	33	29	50	71	288	45	887
		-91%	100%	5%	-83%	18%	-48%	-6%	-50%	-10%	-27%	239%	-14%	10%
ORBA	776	24	170	116	9	108	21	17	25	64	124	292	43	1014
		-65%	101%	15%	-89%	36%	-53%	-42%	-57%	-6%	4%	173%	-37%	11%
ASTA TANARO	2403	7	109	52	18	87	47	46	41	20	53	132	47	660
		-86%	84%	-23%	-75%	10%	-13%	33%	-27%	-58%	-34%	88%	8%	-8%
SCRIVIA - CURONE	1364	40	172	104	11	101	54	28	48	43	112	158	13	883
		-51%	119%	13%	-87%	31%	3%	-26%	-29%	-40%	-3%	38%	-84%	-7%
AGOGNA - TERDOPPIO	1598	13	134	62	41	170	104	94	51	48	76	149	15	957
		-75%	101%	-26%	-60%	45%	13%	48%	-39%	-38%	-25%	63%	-68%	-2%
TOCE	1784	39	138	93	191	218	175	90	62	81	109	275	27	1497
		-37%	77%	0%	38%	33%	46%	0%	-44%	-16%	-17%	165%	-51%	20%
Po a Ponte Becca (PV)	37874	22	128	73	74	152	104	74	54	61	81	239	30	1092
		-66%	79%	-11%	-24%	47%	32%	29%	-29%	-16%	-25%	153%	-54%	12%

A completamento del quadro sulla situazione idrica, nella seguente tabella si riportano i valori totali di precipitazione annua [mm] in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei principali bacini della Regione ed i relativi scostamenti pluviometrici [%].

Tabella 2. Analisi riassuntiva delle precipitazioni ragguagliate ai bacini dei principali corsi d'acqua e del relativo deficit pluviometrico

Bacino	Sezione	Stazione idrometrica di riferimento	Area [Km ²]	Precipitazione gennaio-dicembre 2016 [mm]	Scostamento rispetto al valore medio storico [%]
MAIRA	Chiusura	Racconigi	1214	973	26
PELLICE	Chiusura	Villafranca	975	1229	35
DORA RIPARIA	Chiusura	Torino	1337	927	14
STURA DI LANZO	Chiusura	Torino	886	1382	33
DORA BALTEA	Chiusura	Verolengo	3939	963	19
CERVO	Chiusura	Quinto Vercellese	1019	1327	8
SESIA	Confluenza Cervo	Palestro	2151	1109	8
TOCE	Chiusura	Candoglia	1784	1497	20
STURA DI DEMONTE	Chiusura	Fossano	1472	1163	15
ORBA	Chiusura	Casalcermeli	776	1014	11
BORMIDA	Monte Confluenza Orba	Cassine	1733	887	10
	Confluenza Tanaro	Alessandria	2509	926	10
TANARO	Confluenza Stura	Alba	3284	1162	15
	Chiusura	Montecastello	8196	942	8
PO	Confluenza Maira	Carignano	3507	1076	23
	Monte confluenza Dora Riparia	Torino	5285	1004	19
	Confluenza Tanaro	Isola S. Antonio	25509	1052	17
	Confluenza Ticino	Ponte Becca	37874	1092	12
SCRIVIA	Chiusura	Serravalle	1364	883	-7

Nella figura 4 si riporta le precipitazione media ragguagliata sul bacino del fiume Po chiuso a Ponte Becca (Pavia), nel periodo gennaio - dicembre dal 1913 al 2016 e il confronto con alcuni anni significativi (2003-2014-2015).

Pioggia media nel periodo gennaio - dicembre nel bacino del Po chiuso a Ponte Becca (serie storica 1913-2016)

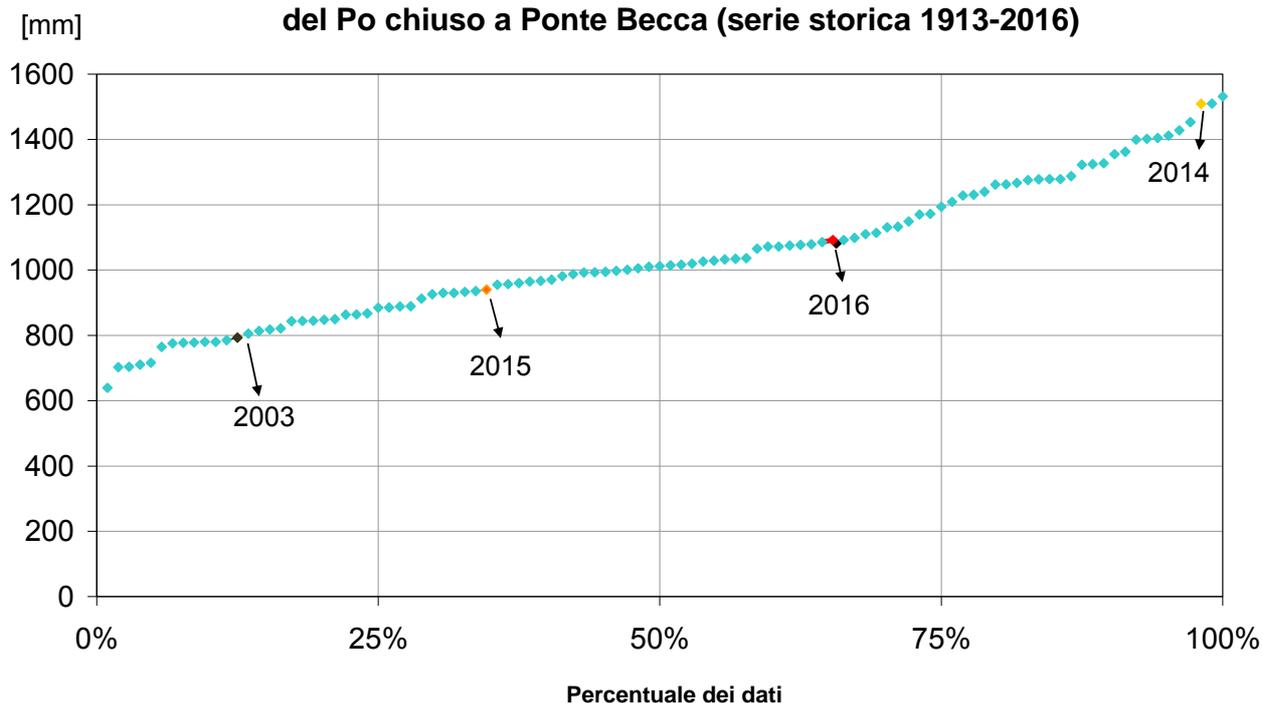


Figura 4. Precipitazione media annuale registrata da gennaio a dicembre 2016 e confronto con i dati storici

Nella figura 5 si riportano le precipitazioni giornaliere confrontate con il 90 e il 95^{esimo} percentile e con il massimo giornaliero per il periodo 1958-2016.

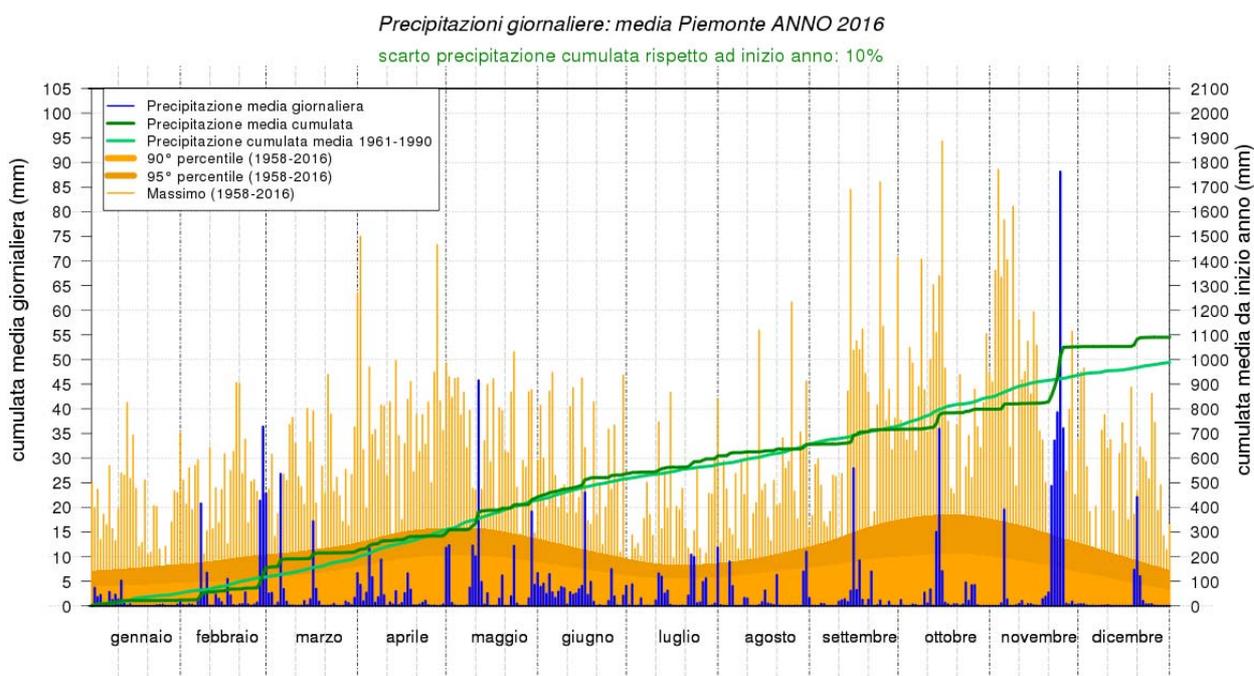


Figura 5. Precipitazione giornaliera registrata da gennaio a dicembre 2016 e confronto con i dati storici

2.2 Indice meteorologico di siccità

Al fine di consentire una valutazione dei differenti impatti del deficit di precipitazione sulle riserve idriche è stato calcolato, per diverse scale temporali, il valore dell'indice di siccità meteorologica SPI (Indice di Precipitazione Standardizzata) a partire dalle piogge ragguagliate a livello dei principali bacini idrografici. L'indice SPI esprime in maniera compatta l'anomalia di precipitazione dalla media, normalizzata rispetto alla deviazione standard.

Valori positivi dell'indice si riferiscono ad una situazione di piovosità con entità maggiore della media climatologica di riferimento della serie pluviometrica (1960-1990), mentre valori negativi si riferiscono ai casi più siccitosi. In questo modo è possibile definire una severità oggettiva del fenomeno e confrontare bacini con caratteristiche micro-climatiche differenti.

L'indice SPI è stato quantificato sulle scale temporali di 3, 6 e 12 mesi, aggregando la precipitazione sui medesimi periodi.

Queste scale temporali riflettono l'impatto della siccità sulla disponibilità dei vari tipi di risorse idriche: i valori calcolati a 3 mesi si prestano a rappresentare deficit idrici con impatto su attività agricole di tipo stagionale, quelli a 6 mesi riflettono l'andamento del livello dei serbatoi d'acqua naturali ed artificiali mentre i valori dell'indice a 12 mesi permettono una valutazione della risorsa idrica su scala annuale.

In figura 6 vengono mostrate le mappe di SPI a 3 mesi per tutti i dodici mesi del 2016: si nota come l'anno sia sempre stato sostanzialmente nella norma, salvo i mesi di gennaio (siccità estrema su quasi tutto il territorio regionale) e i mesi di novembre e dicembre quando gran parte dei bacini occidentali e meridionali sono stati in condizioni di abbondante disponibilità idrica.

La condizione di siccità estrema diffusa registrata a gennaio 2016, riflette ed è la coda del periodo siccitoso molto prolungato registrato a partire da fine ottobre 2015 e che si è concluso solo ad inizio febbraio 2016, per un totale di 104 giorni consecutivi con precipitazione media sul Piemonte inferiore ai 5 mm, il 4° periodo più lungo di scarsità di pioggia registrato negli ultimi 60 anni.

A febbraio, si sono invece registrate precipitazioni superiori alla norma, in particolare nella settimana a cavallo tra febbraio a marzo, che hanno riportato il bilancio dell'SPI a 3 mesi nella norma su tutta la regione.

Nel corso dell'anno, fino a ottobre, le piogge sono poi state ben distribuite sia da un punto di vista spaziale che temporale e tale situazione si riflette in un indice SPI 3 mesi sempre nella norma.

A novembre invece, la regione è stata colpita da un evento alluvionale che ha interessato principalmente le zone meridionali ed occidentali. Nei giorni dal 21 al 26 novembre è caduto circa il 25% del quantitativo di pioggia che si registra in media in un anno.

A causa di questo evento quindi, l'indice SPI a 3 mesi si è spostato da condizioni normali a condizioni di piovosità severa ed estrema su tutti quei bacini che sono stati maggiormente colpiti dall'evento, situazione poi che si è protratta anche nel mese di dicembre.

Per quanto riguarda la riserva idrica cumulata su scale temporali più lunghe, nella successiva tabella 3 sono stati quantificati i valori di SPI a 6 e a 12 mesi.

Analizzando i risultati ottenuti, si evince come fino ad aprile molti dei bacini meridionali della regione si trovassero in condizione di siccità moderata sui 12 mesi, con punte di siccità severa, frutto ancora del lungo periodo senza pioggia a cavallo tra l'autunno 2015 e la prima parte dell'inverno 2016. La situazione si è successivamente normalizzata, ma i bacini di Tanaro, Bormida, Orba e Scrivia si sono di nuovo spostati in condizioni di siccità moderata sul lungo periodo, tra la fine dell'estate e l'inizio dell'autunno a causa di precipitazioni piuttosto scarse in questo periodo dell'annata 2016.

Con l'evento alluvionale di novembre, i bacini occidentali hanno manifestato condizioni di piovosità abbondante, tuttavia, almeno sul lungo periodo, il resto della regione si è portato semplicemente in condizioni di normalità, tanto che il saldo di pioggia medio caduta sulla regione nel 2016 è appena il 7% in più circa della norma annua.

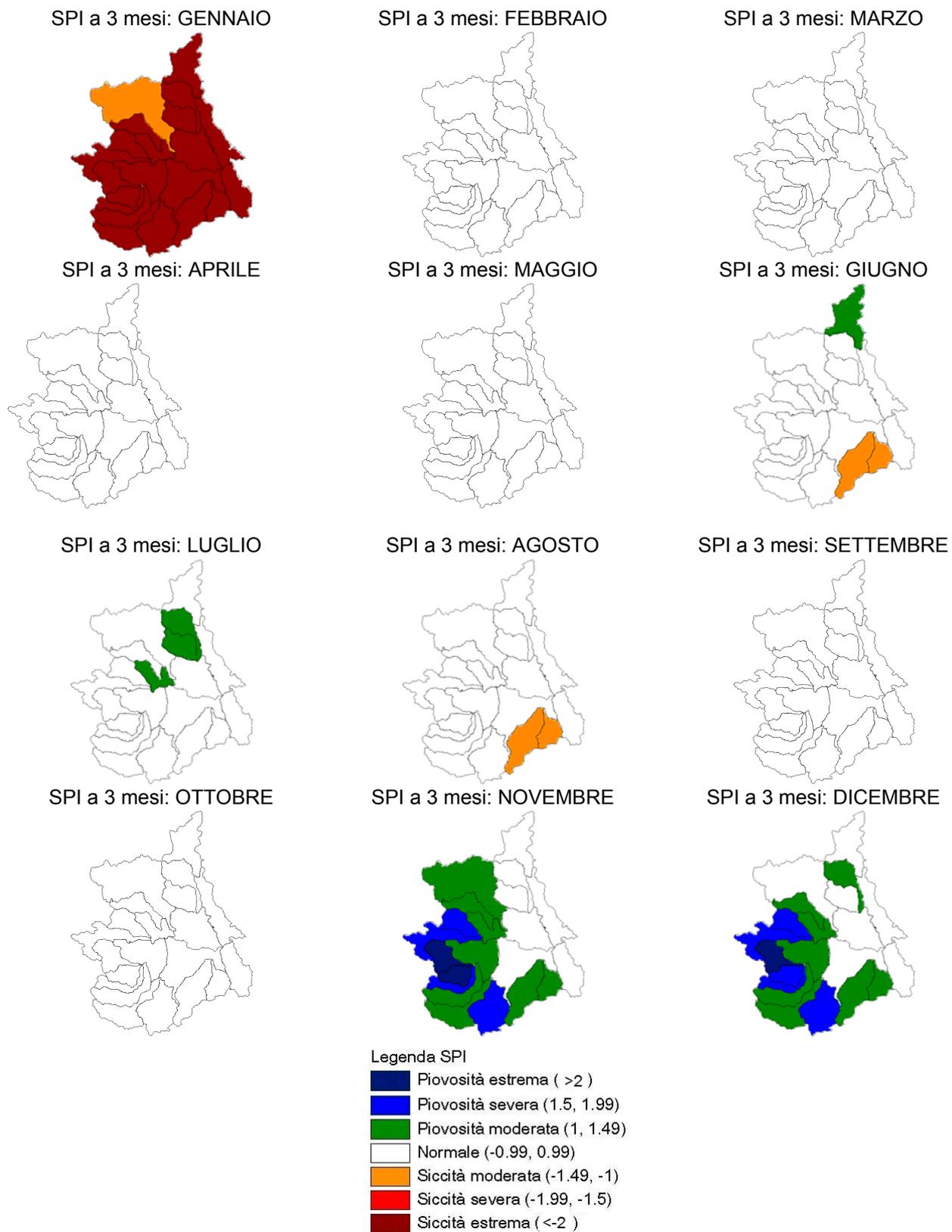


Figura 6. Severità della siccità meteorologica registrata sui bacini idrografici

Tabella 3. Severità della siccità meteorologica calcolata utilizzando l'indice SPI sulle scale di 6 e 12 mesi. Valori di SPI compresi tra 0.99 e -0.99 rappresentano la norma (N), compresi tra -1 e -1.49 corrispondono a siccità moderata (SM), tra -1.5 e -1.99 siccità severa (SS), maggiori di -2 a siccità estrema (SE). Valori di SPI compresi tra 1 e 1.5 corrispondono a piovosità moderata (PM), compresi tra 1.5 e 2 a piovosità severa (PS), maggiori di 2 a piovosità estrema (PE).

Bacino	SPI	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
ALTO PO	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PS	PS
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
PELLICE	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PS	PE
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PM	PM
VARAITA	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PM	PM
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
MAIRA	SPI6	N	N	N	SM	N	N	N	N	N	N	PM	PM
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
RESIDUO PO ONFLUENZA DORA RIPARIA	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DORA RIPARIA	SPI6	N	N	N	SM	N	N	N	N	N	N	N	PM
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	SM	N	N
STURA LANZO	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PS	PS
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PM	PM
ORCO	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PM
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PM
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PM	PM
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
DORA BALTEA	SPI6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
CERVO	SPI6	N	N	N	SM	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	SM	SM	SM	SM	N	N	N	N	N	N	N	N
SESIA	SPI6	N	N	N	N	N	N	PM	N	N	N	N	N
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	SPI6	N	N	N	SS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	SM	N	SM	SM	N	N	N	N	N	SM	N	N
STURA DEMONTE	SPI6	N	N	N	SM	N	N	N	N	N	N	PM	PM
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
TANARO	SPI6	N	N	N	SS	N	N	N	N	SM	N	PM	PM
	SPI12	N	N	N	SM	SM	N	N	N	N	SS	N	N
BORMIDA	SPI6	N	N	N	SM				SM	SM	N	N	N
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	SM	SM	N	N
ORBA	SPI6	N	N	N	SM	N	N	N	SM	SM	N	N	N
	SPI12	SM	SM	N	N	N	N	N	N	SM	SM	N	N
ASTA TANARO	SPI6	N	N	N	SS	N	N	N	N	SM	N	N	N
	SPI12	N	N	SM	SM	N	SM	N	SM	SM	N	N	N
SCRIVIA CURONE	SPI6	SM	N	N	SM	N	N	N	N	SM	N	N	N
	SPI12	SS	SM	N	SM	N	N	N	N	SM	SM	N	N
AGOGNA - TERDOPPIO	SPI6	N	N	N	SM	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	SM	SM	SM	SM	N	N	N	N	N	SM	N	N
TOCE	SPI6	N	N	N	N	N	N	PM	N	N	N	N	N
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

2.3 Confronto climatologico

In questo paragrafo si analizza il fenomeno della siccità considerando non solo la sua intensità ma anche la sua durata all'interno dell'anno e la percentuale di territorio coinvolto e confrontando queste caratteristiche con quanto accaduto negli anni del periodo 1950-2016.

Viene utilizzato un indice di classificazione sintetico degli anni siccitosi che tiene conto delle seguenti caratteristiche:

- severità della siccità (SPI a 3 mesi)
- lunghezza dei periodi siccitosi
- estensione spaziale del fenomeno (percentuale di territorio coperta dal bacino rispetto alla superficie della regione).

L'indice adimensionale che se ne ricava, varia tra 0 e 1 e permette quindi di dare una prima valutazione globale del fenomeno siccitoso in riferimento agli episodi accaduti in passato.

Inoltre, per come è stato costruito, può essere calcolato in qualsiasi momento dell'anno e fornendo la soglia minima sotto la quale il singolo anno in esame non può scendere ma solo aumentare in caso di ulteriori episodi siccitosi.

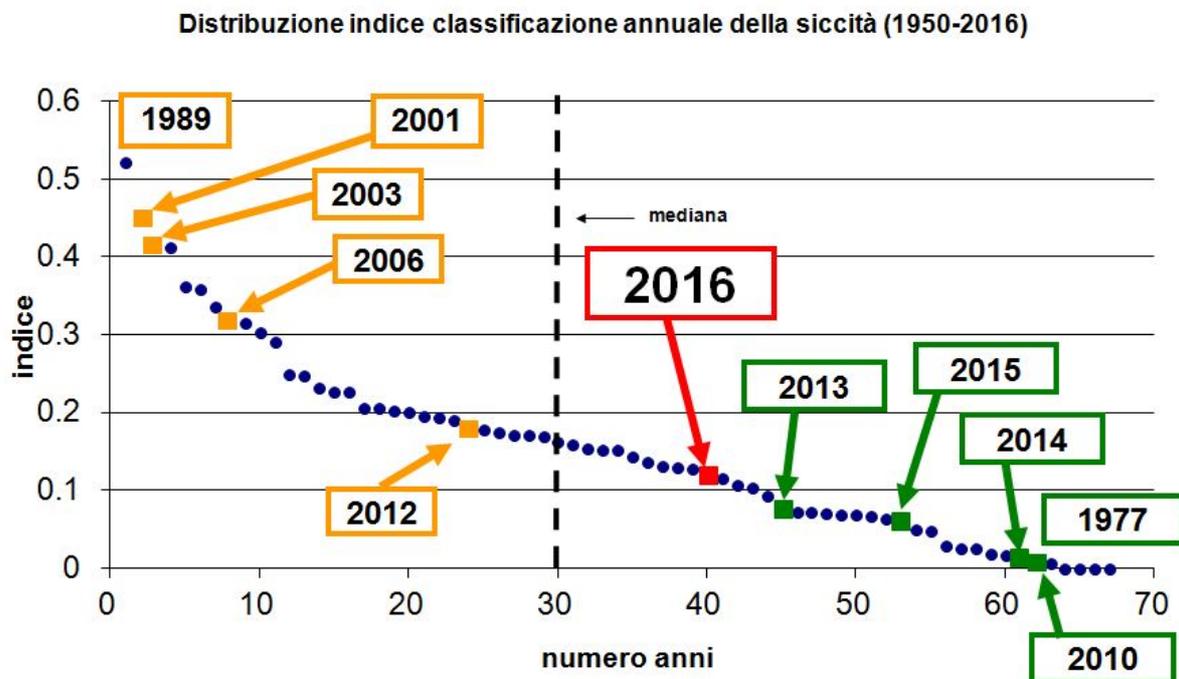


Figura 7. Indice di classificazione sintetico della siccità in Piemonte calcolato annualmente dal 1950 al 2016

Il grafico riassuntivo di figura 7 mostra come, nel 2016, la siccità meteorologica sia stata praticamente inesistente e che il contributo positivo degli ultimi due mesi (novembre e dicembre) sia stato appena sufficiente ad influenzare l'annata nel suo complesso, bilanciando di fatto, la parte finale del lungo periodo siccitoso osservato tra ottobre 2015 ad inizio anno 2016.

Negli ultimi 4 anni (2013-2016), in generale, il fenomeno della siccità non è mai stato prolungato, né diffuso o intenso e non è riuscito ad influenzare l'anno intero.

E' interessante notare come, nel nuovo millennio, a partire dal 2007, non si sia mai osservata un'annata in cui mediamente il Piemonte abbia sofferto di condizioni siccitose estese e prolungate ad esclusione del 2012.

2.4 Neve

La quantificazione della risorsa idrica immagazzinata nel manto nevoso è di fondamentale importanza per la corretta definizione dei processi di formazione delle portate idriche nei corsi d'acqua di origine alpina. Con il termine "Snow Water Equivalent (SWE)" si indica il volume di acqua immagazzinata nel bacino sotto forma di neve e viene espressa in milioni di metri cubi.

Per poter stimare i volumi idrici effettivamente immagazzinati sotto forma di neve è stata simulata la dinamica della componente nivale utilizzando il modello idrologico fisico spazialmente distribuito, FEST (*Flash flood Event based Spatially distributed rainfall runoff Transformation*) operativo presso il Centro Funzionale di Arpa Piemonte. La modellazione considera: l'accumulo della componente nivale, la neve al suolo, la fase di fusione e la propagazione dell'acqua generata all'interno del manto nevoso.

Le simulazioni numeriche effettuate nel corso del 2016 hanno consentito di valutare l'andamento dell'innevamento nei diversi bacini idrografici riportati in figura 2. I dati giornalieri dello SWE calcolati sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca (PV) a valle della confluenza con il Ticino, sono stati confrontati con i dati storici, ovvero con il 1° ed il 9° decile della distribuzione dei valori storici per il periodo 1999-2015 (figura 8).

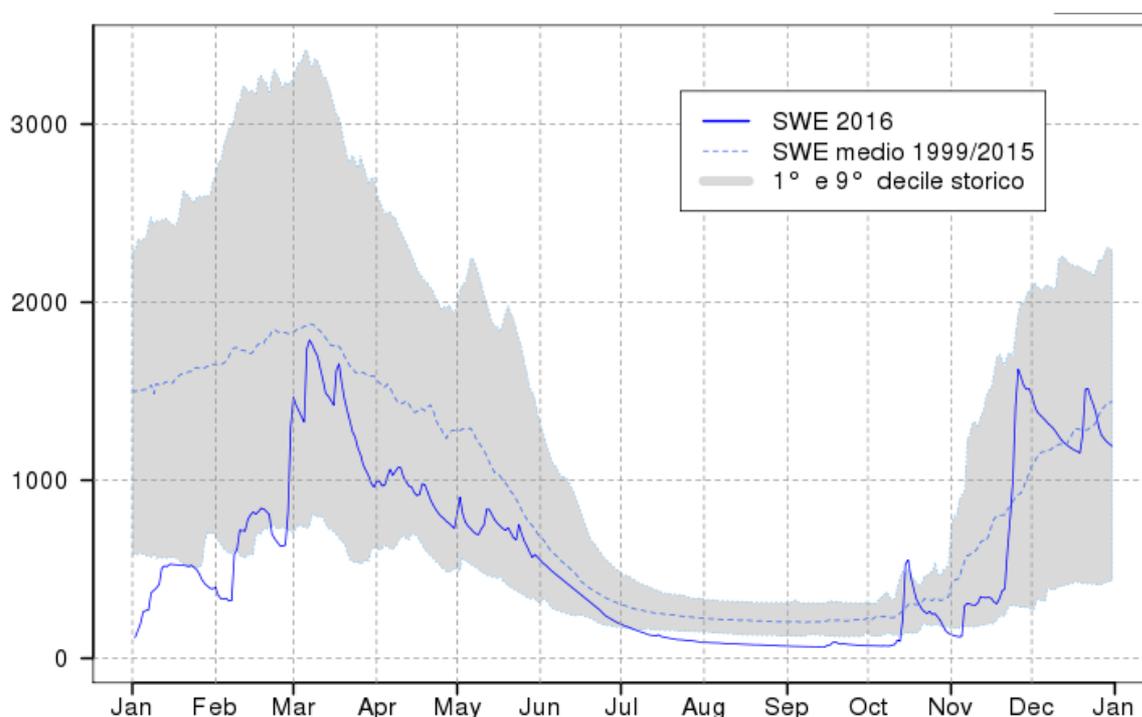


Figura 8. Andamento giornaliero dello SWE nel corso del 2016 e confronto con i dati storici.

Nei primissimi giorni dell'anno si sono avute precipitazioni nevose sui settori alpini meridionali, con valori medi di 10-15 cm e punte di 20 cm sulle Alpi Marittime; altrove, sono stati registrati quantitativi minori, pari a 5-10 cm di neve fresca.

Febbraio è stato caratterizzato da un buon innevamento su tutto l'arco alpino grazie a diversi episodi precipitativi: i quantitativi maggiori sono stati registrati sulle Alpi Liguri, Marittime, Pennine e Lepontine con 40- 60 cm di nuova neve e 30-40 cm sulle Alpi Graie.

Negli ultimi tre giorni di febbraio ci sono state ulteriori nevicate: a 2000 metri di quota, quantitativi di nuova neve di circa 80-130 cm sono stati registrati sui settori nord e sulle Alpi Graie, 50-120 cm sulle Alpi Cozie, 120-160 cm su Alpi Marittime e Liguri.

A marzo si sono verificate due nevicate tardive che hanno riportato lo spessore del manto nevoso sulle Alpi piemontesi nella norma del periodo; inoltre ha nevicato in alcune località di pianura tra cui la città di Torino (un paio di cm sui prati).

Nevicate sporadiche ma intense, soprattutto sopra i 2000 metri di quota si sono ancora verificate ad aprile e a maggio.

A metà ottobre si è avuto il primo episodio di neve dopo un'estate calda che ha contribuito notevolmente allo scioglimento della risorsa nivale accumulata nei primi mesi dell'anno, tanto che i valori dello SWE sono stati addirittura inferiori sia alla media storica che al 1° decile. Durante l'evento la neve al suolo in prossimità dei 2000 m di quota ha raggiunto i 25-35 cm, con punte di 35-45 cm alle quote più elevate nei settori sud-occidentali tra la Val Varaita e la Val di Susa.

A fine novembre, nei giorni dell'evento alluvionale (21-26), la quota neve, inizialmente prossima ai 1500-1700 m, si è attestata sopra i 1800-2000 m su tutta la regione dalla giornata di martedì 22 mantenendosi pressoché costante fino al pomeriggio di giovedì 24, poi è nuovamente scesa di qualche centinaio di metri. I quantitativi di neve cumulati a 2500 m hanno raggiunto i 50-100 cm su A. Marittime e Cozie Sud, 120-170 cm su A. Cozie N e Graie, 80-150 cm su A. Pennine.

In Piemonte si è manifestata anche un'attività valanghiva spontanea, iniziata dapprima sui settori settentrionali (Alpi Pennine di confine) ed estesi successivamente alle Alpi Graie, Cozie, e Marittime: sono stati rilevati numerosi distacchi di valanghe di medie e localmente di grandi dimensioni.

A fine dicembre tra il 20 e il 21 sull'arco alpino si sono registrati accumuli complessivi di 25-45 cm sui settori settentrionali, 25-50 cm sui settori occidentali, con punte di 60-80 cm su Alpi Graie, 30-40 cm su Alpi Cozie meridionali e 95-105 cm su Alpi Marittime e Liguri.

3 PORTATE

3.1 Deflussi superficiali osservati

L'analisi dei deflussi superficiali è stata condotta sulla base dei dati registrati nelle stazioni idrometriche della rete regionale di monitoraggio, nel corso dell'anno 2016. Per i principali corsi d'acqua regionali sono stati calcolati gli scostamenti della portata mensile ed annuale rispetto alla media storica.

Gli scostamenti (o deficit), espressi in percentuale, si ottengono dalla differenza tra la portata osservata e il valore medio storico, normalizzata rispetto al valore medio storico e pertanto, valori negativi rappresentano portate inferiori alla media del periodo considerato, valori positivi corrispondono a portate superiori.

La tabella seguente mostra il quadro completo degli scostamenti relativi all'anno 2016 per le stazioni idrometriche selezionate.

Tabella 4. Portata media mensile e annua per il 2016 e scostamento rispetto al periodo di riferimento storico per le principali stazioni idrometriche regionali

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2016 [m ³ /s] e scostamento [%]													N. anni serie storica
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q Media annua	
PELLICE A VILLAFRANCA	4.30	5.43	9.52	24.42	25.71	13.43	3.14	2.79	3.79	3.34	66.23	20.25	15.20	14
	18%	52%	8%	19%	-41%	-62%	-44%	48%	-45%	-43%	420%	130%	16%	
CHISONE A SAN MARTINO	3.50	3.88	7.02	20.98	23.32	19.73	8.57	4.55	5.61	5.27	43.54	15.12	13.42	13
	-29%	-16%	-11%	13%	-36%	-45%	-28%	-24%	-29%	-22%	286%	91%	1%	
SANGONE A TRANA	1.07	1.33	2.45	4.88	4.31	2.96	1.95	1.30	1.58	1.57	10.63	2.71	3.06	14
	-34%	-22%	-7%	-11%	-34%	-35%	-2%	-9%	-44%	-27%	160%	-9%	-7%	
DORA RIPARIA A SUSA	4.36	5.07	6.00	17.73	21.75	26.92	14.49	7.47	5.94	5.54	13.16	8.78	11.43	10
	-18%	2%	-15%	22%	-22%	-12%	-4%	-15%	-17%	-16%	85%	23%	-4%	
DORA RIPARIA A TORINO	17.12	19.15	18.13	31.84	34.00	34.28	17.94	8.24	11.57	15.93	46.29	26.34	23.40	14
	3%	4%	-12%	12%	-26%	-27%	-17%	-36%	-24%	3%	131%	52%	1%	
STURA DI LANZO A LANZO	4.42	5.74	10.91	26.74	30.46	31.34	21.16	12.32	13.62	9.32	50.72	17.27	19.50	14
	-29%	-6%	1%	19%	-26%	-24%	2%	-20%	-26%	-20%	176%	74%	5%	
STURA DI LANZO A TORINO	6.65	10.08	16.00	31.04	40.63	30.97	13.20	8.17	14.24	11.59	78.35	24.72	23.80	14
	-16%	7%	-2%	7%	-18%	-30%	-18%	-41%	-29%	-27%	172%	51%	3%	
MALONE A FRONT	0.71	1.37	3.00	4.06	5.60	2.70	1.22	0.65	0.78	0.66	12.97	2.40	3.01	15
	-60%	-40%	6%	-12%	3%	-29%	-31%	-64%	-75%	-69%	184%	-25%	-3%	
SOANA A PONT	1.19	1.20	3.08	11.79	14.24	16.05	9.19	4.74	4.85	3.75	9.63	5.87	7.13	13
	-54%	-45%	-18%	41%	-2%	11%	10%	-33%	-39%	-34%	66%	51%	3%	
ORCO A SAN BENIGNO	2.23	6.77	8.89	31.19	44.27	39.00	9.85	3.63	6.31	5.44	48.77	12.78	18.26	13
	-71%	-22%	-35%	6%	0%	-2%	-25%	-65%	-54%	-54%	93%	-7%	-4%	
CHIUSELLA A PARELLA	1.15	1.66	3.04	11.35	15.19	11.85	6.57	4.89	3.32	2.51	16.42	4.34	6.86	14
	-57%	-37%	-24%	54%	34%	40%	80%	21%	-40%	-44%	108%	1%	23%	
DORA BALTEA A TAVAGNASCO	34.94	32.05	34.41	76.73	125.6	212.1	177.1	107.6	77.77	44.63	67.94	44.11	86.26	14
	2%	1%	0%	16%	-25%	-8%	9%	-12%	-16%	-29%	0%	3%	-8%	
CERVO A QUINTO VFRCCI I FSF	9.60	16.19	22.57	27.03	49.36	36.64	19.31	18.59	18.20	14.31	56.83	21.43	25.84	13

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2016 [m ³ /s] e scostamento [%]													N. anni serie storica
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q Media annua	
	-57%	-31%	-8%	-25%	13%	57%	13%	-24%	-45%	-41%	33%	-37%	-11%	
SESIA A BORGOSIESA	7.06	9.20	22.27	50.22	57.36	59.81	23.31	14.82	15.83	21.24	91.76	21.28	32.85	10
	-22%	-5%	2%	19%	4%	48%	-3%	-21%	13%	25%	122%	64%	14%	
SESIA A PALESTRO	18.39	36.59	64.36	100.8	147.7	127.9	42.96	41.70	51.81	49.18	181.5	48.79	75.98	20
	-61%	-35%	-12%	1%	1%	73%	-10%	-38%	-36%	-17%	27%	-37%	-9%	
AGOGNA A MOMO	1.09	2.68	5.58	2.19	5.85	7.58	0.84	0.72	0.56	0.81	7.59	2.94	3.20	13
	-86%	-69%	-36%	-74%	-55%	39%	-69%	-84%	-93%	-89%	-48%	-78%	-63%	
TOCE A CANDOGLIA	24.72	29.43	39.71	85.41	89.10	128.62	76.07	43.63	36.75	34.92	87.54	41.72	59.80	16
	-30%	-11%	4%	35%	-26%	11%	-2%	-28%	-36%	-50%	1%	-7%	-11%	
VARAITA A POLONGHERA	2.81	3.31	4.87	7.95	7.10	8.00	1.59	1.07	1.35	1.34	10.62	3.15	4.43	12
	-10%	-10%	-26%	-16%	-49%	-37%	-59%	-39%	-44%	-52%	90%	-41%	-25%	
MAIRA A RACCONIGI	9.22	11.08	19.81	25.82	21.06	17.75	1.29	0.54	4.41	8.25	25.34	12.74	13.11	14
	1%	5%	27%	40%	-23%	-15%	-72%	-74%	-28%	-15%	57%	-5%	2%	
BANNA A SANTENA	0.18	2.25	2.51	0.66	2.27	0.59	0.86	0.26	0.07	0.34	1.83	1.44	1.11	15
	-84%	-27%	-35%	-75%	-25%	-58%	47%	-56%	-87%	-65%	-44%	-51%	-46%	
STURA DI DEMONTE A GAIOLA	6.68	6.70	9.58	22.05	24.94	21.36	12.47	8.62	7.94	10.83	21.57	12.92	13.81	13
	-24%	-15%	-18%	-6%	-39%	-40%	-27%	-19%	-25%	-1%	41%	16%	-21%	
PESIO A CARRU'	2.74	5.16	16.29	14.86	6.33	6.50	3.04	4.07	4.37	5.11	20.96	9.94	8.28	13
	-62%	-31%	30%	-14%	-61%	-42%	-36%	-11%	-45%	-42%	51%	-14%	-19%	
BELBO A CASTELNUOVO	1.01	2.82	4.63	1.74	1.90	1.11	0.84	0.66	0.63	0.74	7.69	2.25	2.17	13
	-55%	-36%	-42%	-68%	-59%	-28%	22%	-16%	-25%	-12%	218%	-47%	-28%	
BORMIDA DI MILLESIMO A CAMERANA	1.15	2.95	6.28	1.69	1.74	1.31	0.72	0.97	1.32	1.30	ND	ND	ND	21
	-61%	9%	28%	-63%	-54%	-17%	-23%	49%	17%	-27%	ND	ND	ND	
BORMIDA DI SPIGNO A MOMBALDONE	0.65	11.08	30.59	7.04	6.83	3.16	0.80	0.33	0.58	0.84	39.11	8.62	9.14	21
	-94%	-2%	108%	-49%	-43%	11%	1%	-43%	-73%	-82%	192%	-36%	2%	
BORMIDA A CASSINE	4.53	19.82	52.30	13.62	14.23	7.78	3.30	2.26	3.71	4.71	27.95	22.49	ND	21
	-84%	-37%	29%	-62%	-53%	-17%	2%	-3%	-29%	-52%	-27%	-29%	ND	
ORBA A BASALUZZO	5.65	24.49	35.61	5.14	10.24	4.32	2.53	2.21	3.01	7.09	60.13	13.64	14.50	14
	-71%	-14%	7%	-72%	-34%	20%	22%	-30%	-52%	-41%	46%	-49%	-19%	
TANARO A FARIGLIANO	9.45	27.90	62.94	52.66	35.55	32.06	11.39	8.92	8.50	17.64	177.3	ND	ND	13
	-67%	-13%	4%	-31%	-47%	-11%	3%	-4%	-46%	-15%	198%	ND	ND	
TANARO AD ALBA	19.04	41.46	91.02	94.52	72.39	55.03	12.01	12.13	14.30	33.73	198.8	34.60	56.59	21
	-64%	-24%	3%	-19%	-47%	-37%	-60%	-45%	-61%	-35%	114%	-51%	-20%	
TANARO A MONTECASTELLO	38.53	90.37	213.6	126.8	106.7	74.90	22.02	21.57	24.57	47.70	356.3	148.5	105.9	21
	-69%	-29%	28%	-28%	-45%	-28%	-45%	-29%	-52%	-48%	85%	3%	-17%	
SCRIVIA A SERRAVALLE	10.06	23.25	27.65	5.94	6.83	5.00	1.88	1.71	1.46	2.77	16.40	4.56	8.96	14
	-50%	23%	64%	-55%	-32%	32%	-13%	-38%	-54%	-67%	-41%	-78%	-24%	
SCRIVIA A GUAZZORA	7.22	32.77	33.34	4.64	5.40	4.04	1.98	1.58	1.25	1.11	20.12	3.45	9.74	15
	-72%	63%	53%	-71%	-56%	-20%	-11%	-28%	-50%	-84%	-40%	-87%	-36%	

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2016 [m ³ /s] e scostamento [%]													N. anni serie storica
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q Media annua	
PO A VILLAGRANCA PIEMONTE	9.30	13.15	16.70	18.45	16.81	14.76	6.39	6.26	8.84	10.72	37.82	12.60	14.32	6
	-21%	-3%	-15%	-5%	-35%	-34%	-46%	-36%	-21%	-11%	52%	-23%	-17%	
PO A TORINO MURAZZI	43.35	54.38	82.96	98.18	112.9	88.86	38.10	33.88	44.17	50.59	208.3	91.16	78.91	21
	-26%	-12%	6%	-1%	-24%	-26%	-16%	-11%	-8%	-30%	148%	22%	1%	
PO A SAN SEBASTIANO	83.30	107.7	156.2	146.4	178.3	124.4	33.62	22.89	71.49	69.41	337.1	121.5	121.0	9
	3%	-4%	5%	-19%	-39%	-57%	-56%	-59%	-12%	-13%	92%	-4%	-20%	
PO A CASALE MONFERRATO	92.37	114.8	174.3	177.8	238.7	256.3	83.27	37.23	100.6	100.6	393.5	165.0	161.2	6
	-24%	-28%	-18%	-32%	-42%	-35%	-45%	-65%	-23%	-26%	58%	4%	-22%	
PO A VALENZA	133.8	165.7	266.8	299.5	417.2	415.3	165.0	124.5	178.6	166.1	600.6	262.9	266.3	11
	-33%	-27%	-2%	-17%	-30%	-20%	-20%	-40%	-44%	-30%	52%	-6%	-16%	
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	138.3	214.7	504.5	445.8	545.4	540.0	219.2	167.6	228.4	221.8	905.3	390.0	376.7	18
	-56%	-39%	17%	-10%	-36%	-9%	-13%	-35%	-39%	-47%	49%	-11%	-16%	

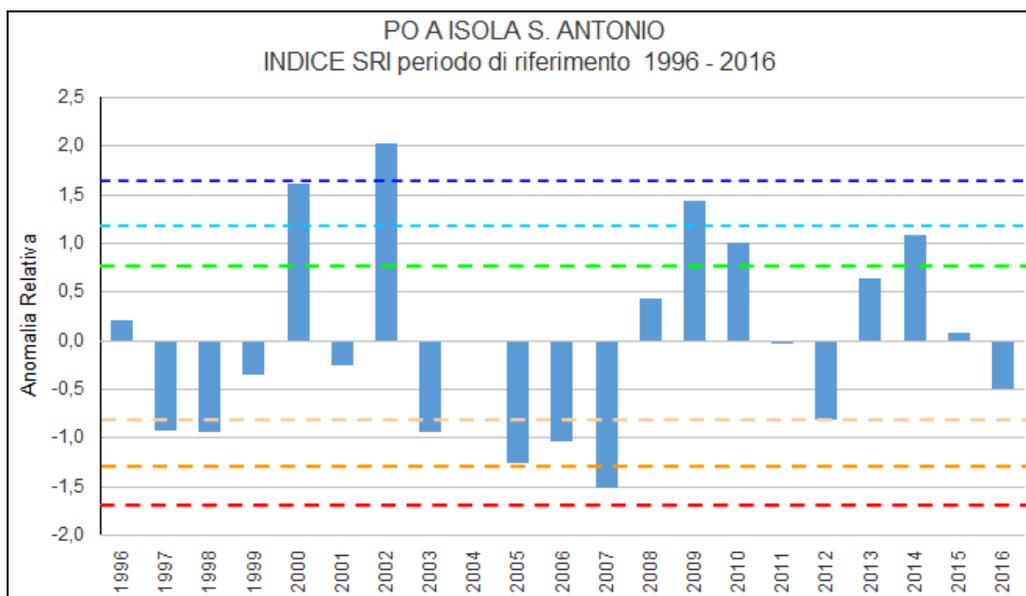
I deflussi del 2016 sono stati caratterizzati da valori inferiori alla media durante la magra invernale su buona parte dei bacini regionali, con scostamenti fino a -39% sul Po a febbraio.

Anche nel periodo primaverile i deflussi sono risultati in genere inferiori alla media, sia per la non rilevante entità degli episodi pluviometrici sia per la mancanza, nei bacini alpini e dell'alto Appennino, del normale contributo di fusione prodotto dagli apporti nevosi degli ultimi mesi dell'anno precedente, risultati particolarmente scarsi nel 2015. Gli scostamenti negativi più significativi si sono registrati sui bacini meridionali, -71% sulla Scrivia e -68% sul Belbo nel mese di aprile.

La magra estiva, pur presentando caratteristiche di ordinarietà, si è protratta nei primi mesi autunnali e quindi i deflussi, a fine ottobre, sono risultati praticamente ovunque inferiori alla media storica, con un significativo -47% nella sezione di chiusura regionale del Po (idrometro di Isola Sant'Antonio -AL).

La piena di fine novembre ha ribaltato la situazione idrologica, in particolare nei bacini occidentali e meridionali e lungo l'asta del Po, con deflussi di eccezionale entità soprattutto nelle testate dei bacini più colpiti. Scendendo verso valle i deflussi si sono ridotti gradualmente mantenendosi comunque su valori molto significativi. Gli scostamenti rispetto alla media sono superiori al 100% lungo l'asta del Po fino a Torino e lungo l'asta del Tanaro fino ad Alba. Più a valle, in chiusura di Tanaro e Po si sono avuti deflussi superiori alla media di oltre il 50%. Nel successivo mese di dicembre, la fase di esaurimento della piena ha comportato, nei settori idrografici più colpiti, deflussi ancora superiori al valore medio mensile storico, anche se di pochi punti percentuali. Complessivamente, l'analisi dei deflussi superficiali ha evidenziato valori medi annui delle portate vicini ai valori medi storici fatta eccezione a nord per l'Agogna in negativo (-63%), nel torinese il Banna (-46%) e sud lo Scrivia (-36%). Alla sezione di Isola Sant'Antonio, chiusura del bacino del Po piemontese, la portata media annua è risultata di poco inferiore al valore medio degli ultimi 18 anni e alla portata media adottata dal Piano di Tutela delle Acque (466 mc/s).

In tale sezione è stato, inoltre, calcolato l'indice SRI (*Standardized Runoff Index*) valutato in maniera analoga all'indice SPI (paragrafo 2.2) ed utilizzato per classificare l'anomalia di portata rispetto alla media storica.



Legenda SRI

- Estremamente Umido $SRI > 1,65$
- Molto Umido $1,65 \geq SRI \geq 1,28$
- Moderatamente Umido $1,28 \geq SRI \geq 0,84$
- Normale $0,84 \geq SRI \geq -0,84$
- Moderatamente Secco $-0,84 \geq SRI \geq -1,28$
- Molto Secco $-1,28 \geq SRI \geq -1,65$
- Estremamente Secco $-1,65 \geq SRI$

Figura 9. Indice SRI annuale dal 1996 al 2016 calcolato a Isola S. Antonio (AL) e valori di riferimento del SRI.

Come si evince anche dalla figura 9, il 2016 in termini di anomalia di portata calcolata a Isola S. Antonio (AL) è risultato, con una portata media annua pari a 377 mc/sec, un anno moderatamente siccitoso.

3.2 Bilanci idrologici

Relativamente ai caratteri idrologici osservati si riporta una sintesi per area idrografica:

- Bacini alpini e pedemontani settentrionali. In questo settore le precipitazioni sono risultate prossime alla media e i deflussi prossimi ai valori tipici stagionali, con magre invernale ed estiva nella media, e valori autunnali condizionati dalla piena di novembre che in questo ambito idrografico ha presentato entità non eccezionale.
- Bacini alpini e pedemontani occidentali. In questi bacini si sono registrati afflussi nella norma nei primi mesi dell'anno e di poco inferiori alla media nella stagione primaverile. I deflussi sono risultati piuttosto bassi in ragione degli scarsi contributi di fusione derivanti dai precedenti scarsi afflussi nevosi di fine autunno 2015. fino alla piena di novembre che ha presentato carattere eccezionale, comportando deflussi notevolmente superiori alla media anche nella successiva fase di esaurimento che ha interessato il mese di dicembre.
- Alto Tanaro e bacini appenninici meridionali. L'andamento idrologico è stato caratterizzato dalla relativa abbondanza, rispetto all'anno medio, del periodo invernale, grazie ad alcuni episodi pluviometrici tra gennaio e marzo; per il restante periodo dell'anno l'andamento è risultato simile all'anno medio fino alla piena di fine novembre. Questo evento ha presentato una rilevante incidenza nel settore più occidentale di quest'area idrografica (alto Tanaro e Bormida), mentre nei settori più orientali (Orba, Scrivia, Curone) l'entità dell'evento si è gradualmente attenuata fino a presentare incidenza quasi trascurabile rispetto all'ordinario andamento di questa fase stagionale.
- Bacini collinari. L'andamento idrologico è risultato molto simile all'ordinaria distribuzione stagionale dei deflussi.

La tabella 5 riporta i dati generali del bilancio idrologico 2016 nelle sezioni di riferimento (altezze di afflusso/deflusso e coefficienti di deflusso) a confronto con l'anno medio.

Tabella 5. Dati di bilancio idrologico del 2016 e confronto con l'anno medio nelle principali stazioni idrometriche regionali; la variazione percentuale $\Delta CDef$ [%] è calcolata come $(\text{coeff defl 2016} - \text{coeff defl medio storico}) / \text{coeff defl medio storico}$.

Stazione Idrometrica Bacino	Storico			Anni di riferimento	Valori anno 2016			$\Delta CDef$ [%]
	Afflusso medio annuo [mm]	Deflusso medio annuo [mm]	Coeff. di deflusso medio		Afflusso tot [mm]	Deflusso tot [mm]	Coeff. di deflusso	
PELLICE A VILLAFRANCA	1006	423	0,41	14	1247	484	0,39	-0,05
CHISONE A SAN MARTINO	935	735	0,78	13	1183	732	0,62	-0,21
SANGONE A TRANA	1150	659	0,60	14	1336	665	0,50	-0,17
DORA RIPARIA A SUSÀ	787	541	0,69	10	853	525	0,62	-0,11
DORA RIPARIA A TORINO	833	555	0,67	14	949	557	0,59	-0,12
STURA DI LANZO A LANZO	1210	1015	0,85	14	1444	1042	0,72	-0,15
STURA DI LANZO A TORINO	1214	835	0,67	14	1394	849	0,61	-0,09
MALONE A FRONT	1375	781	0,58	15	1530	752	0,49	-0,15
SOANA A PONT	1251	1029	0,82	13	1395	1053	0,75	-0,08
ORCO A SAN BENIGNO	1216	763	0,60	13	1394	680	0,49	-0,18
CHIUSELLA A PARELLA	1502	1110	0,74	14	1720	1354	0,79	0,06
DORA BALTEA A TAVAGNASCO	888	898	1,00	14	939	823	0,88	-0,13
CERVO A QUINTO VERCELLESE	1179	907	0,78	13	1328	801	0,60	-0,23
SESA A BORGOSIESA	1665	1436	0,86	10	1675	1490	0,89	0,03

Stazione Idrometrica Bacino	Storico			Anni di riferimento	Valori anno 2016			$\Delta CDef$ [%]
	Afflusso medio annuo [mm]	Deflusso medio annuo [mm]	Coeff. di deflusso medio		Afflusso tot [mm]	Deflusso tot [mm]	Coeff. di deflusso	
SEZIA A PALESTRO	1303	1048	0,76	20	1397	926	0,66	-0,12
AGOGNA A MOMO	1400	587	0,38	13	1505	465	0,31	-0,19
TOCE A CANDOLIA	1500	1398	0,91	16	1491	1232	0,83	-0,09
VARAITA A POLONGHERA	869	343	0,38	12	945	244	0,26	-0,32
MAIRA A RACCONIGI	867	348	0,39	14	954	360	0,38	-0,03
BANNA A SANTENA	746	164	0,20	15	742	97	0,13	-0,35
STURA DI DEMONTE A GAIOLA	1053	992	0,92	13	1193	780	0,65	-0,29
PESIO A CARRU'	1119	818	0,76	13	1101	650	0,59	-0,22
BELBO A CASTELNUOVO	715	237	0,31	13	704	164	0,23	-0,25
BORMIDA DI MILLESIMO A CAMERANA	999	340	0,35	21	1278	ND	ND	ND
BORMIDA DI SPIGNO A MOMBALDONE	971	708	0,71	21	1102	728	0,66	-0,07
BORMIDA A CASSINE	901	454	0,50	21	955	443	0,46	-0,07
ORBA A BASALUZZO	1266	744	0,57	14	1186	627	0,53	-0,07
TANARO A FARIGLIANO	1009	792	0,77	13	1247	ND	ND	ND
TANARO AD ALBA	1002	660	0,65	21	1153	527	0,46	-0,29
TANARO A MONTECASTELLO	919	509	0,52	21	978	418	0,43	-0,17
SCRIVIA A SERRAVALLE	1289	610	0,47	14	1237	458	0,37	-0,21
SCRIVIA A GUAZZORA	1049	485	0,45	15	985	320	0,32	-0,28
PO A VILLAFRANCA PIEMONTE	1092	794	0,83	6	1220	814	0,67	-0,20
PO A TORINO MURAZZI	946	507	0,53	21	1015	464	0,46	-0,14
PO A SAN SEBASTIANO	1009	536	0,51	9	1083	423	0,39	-0,23
PO A CASALE MONFERRATO	991	490	0,49	7	1041	378	0,36	-0,26
PO A VALENZA	976	588	0,60	11	1080	484	0,45	-0,25
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	959	552	0,57	18	1035	460	0,44	-0,22

I coefficienti di deflusso sono risultati sostanzialmente in linea con i valori medi; una diminuzione un po' più significativa (mediamente -20%) si registra lungo le aste di Po e Tanaro e sui bacini meridionali.

3.3 Asta di Po

Per le stazioni dell'asta di Po dotate di un numero significativo di anni recenti di osservazione, si riporta, nei grafici seguenti, una descrizione di maggior dettaglio dell'andamento idrologico in particolare in termini di confronto tra portate medie mensili e i deflussi cumulati.

A Torino si osservano caratteristiche idrologiche rappresentative di condizioni di deflusso nella media nei primi mesi dell'anno, inferiori dalla primavera all'autunno inoltrato. Nell'ultima parte dell'anno, a seguito dell'evento di piena di novembre, la curva dei deflussi annuale si avvicina di nuovo a quella media con un coefficiente di deflusso che risulta di qualche punto percentuale inferiore al valore medio: 0,46 contro 0,53 (come si legge in tabella 5).

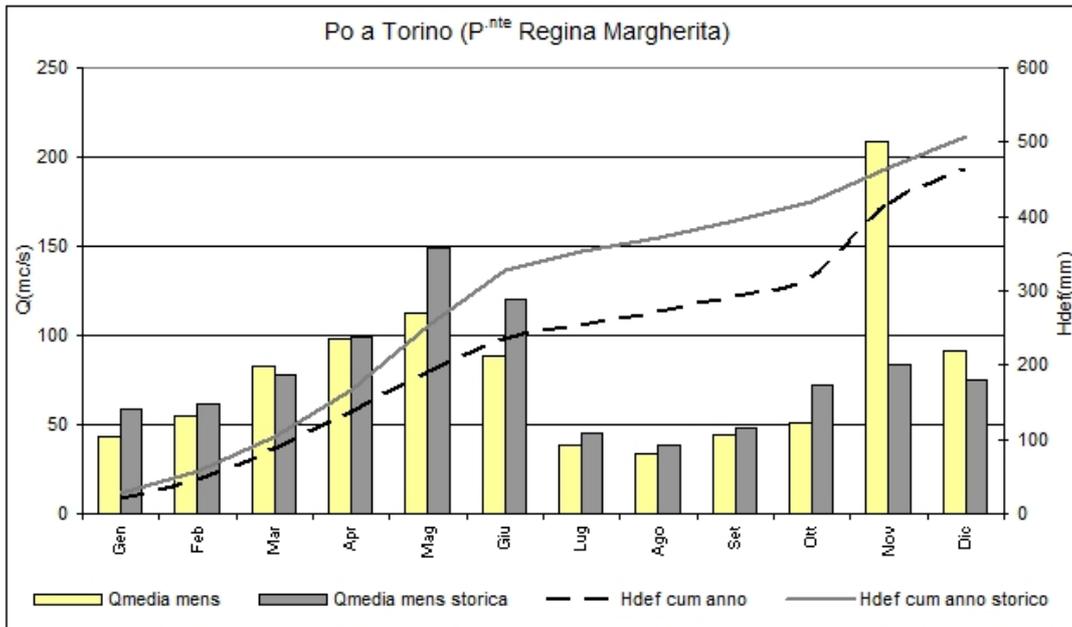


Figura 10. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2016 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Torino.

A San Sebastiano, sezione che chiude il Po a monte della confluenza con la Dora Baltea, si ritrova un andamento idrologico molto simile rispetto al Po a Torino, con deflussi inferiori per gran parte dell'anno e una ripresa negli ultimi due mesi. In questo caso il coefficiente di deflusso è risultato pari a 0,39 contro 0,51 che è il valore medio storico (vedi tabella 5).

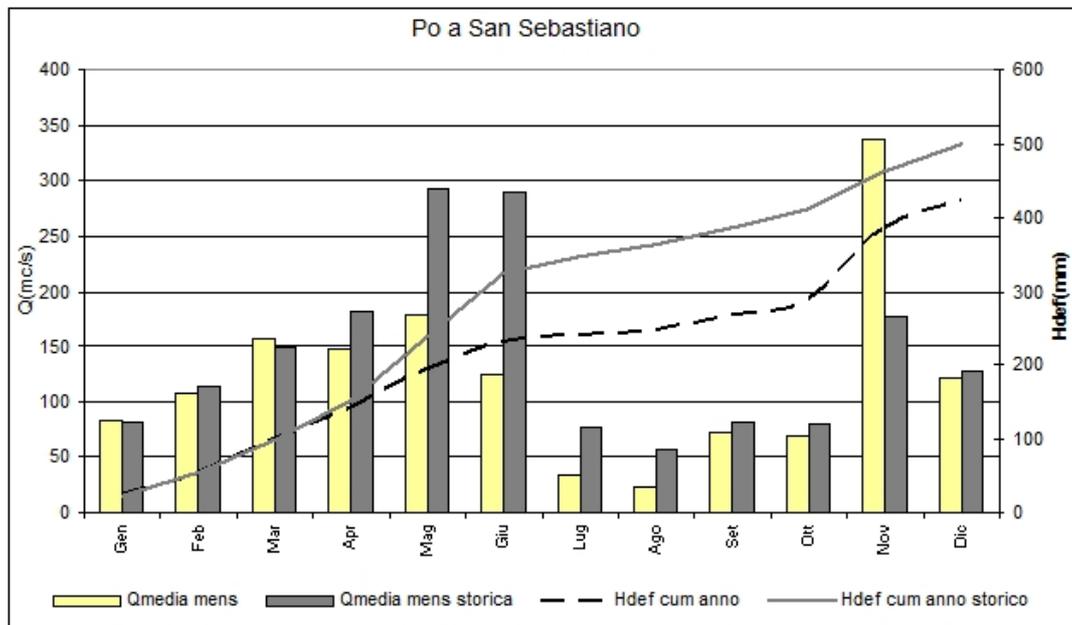


Figura 11. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2016 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a San Sebastiano.

Anche per il Po a Valenza (valle confluenza Sesia) l'andamento idrologico rilevato nel 2016 è sostanzialmente lo stesso delle sezioni più a monte anche se le differenze tra curva storica e curva annuale dei deflussi sono leggermente meno marcate e più uniformi lungo l'intero anno. Il

coefficiente di deflusso annuale, pari a 0,45, risulta più basso del valore medio storico pari a 0,60 (vedi tabella 5).

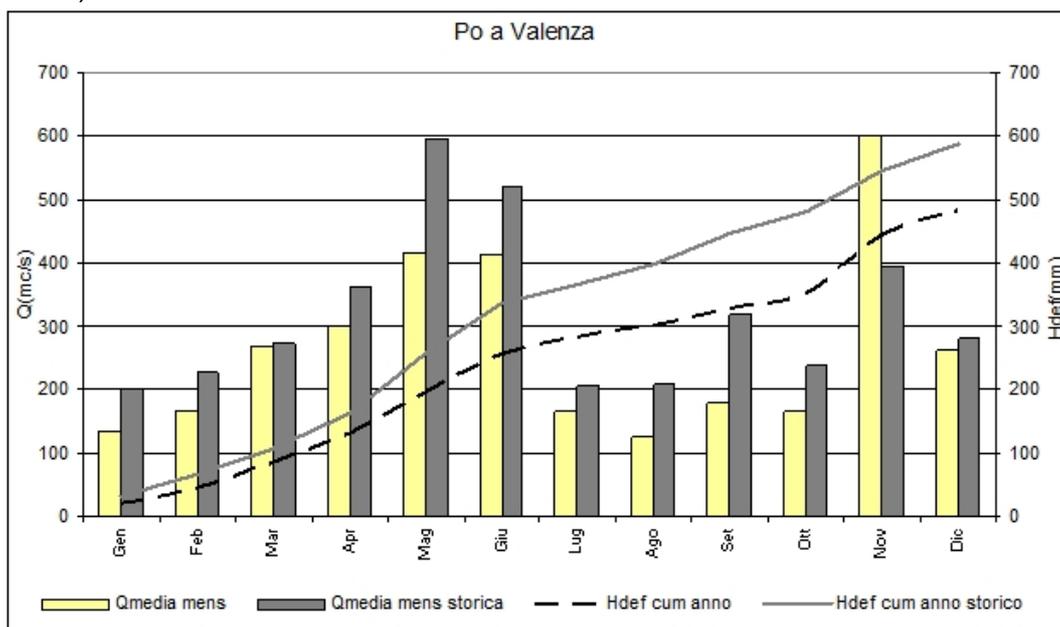


Figura 12. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2016 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Valenza.

Nella sezione di chiusura regionale a Isola Sant' Antonio (figura 13) si evidenzia un andamento del deflusso su base annuale analogo alle sezione di Torino e San Sebastiano; il valore del coefficiente di deflusso annuale risulta anche in questo caso più basso di quello medio storico 0,44 contro 0,57 (come si legge in tabella 5).

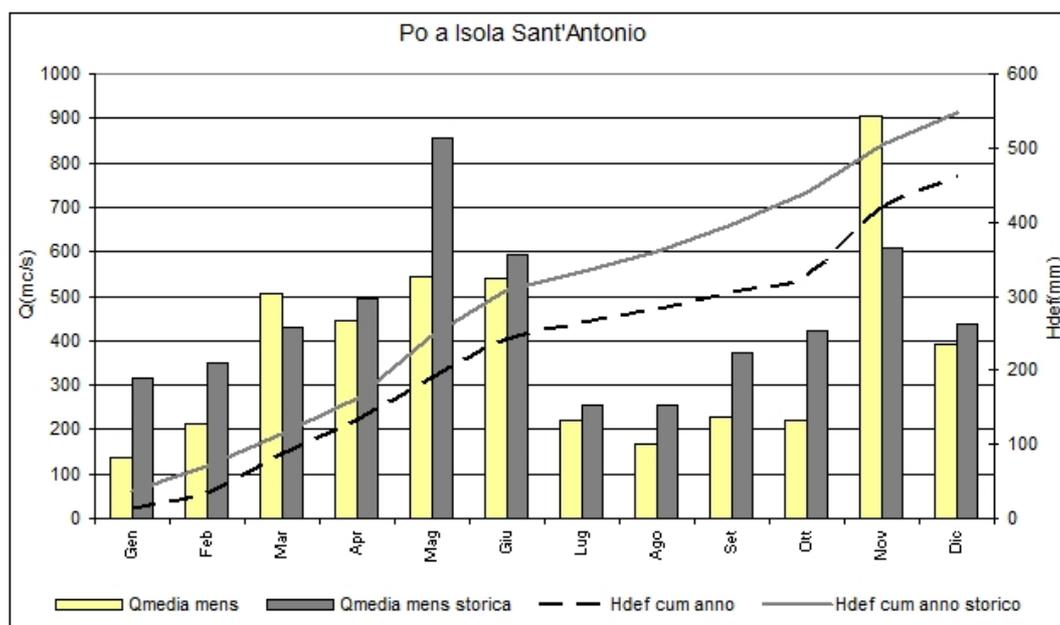


Figura 13. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2016 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Isola Sant'Antonio.

Per le stesse stazioni dell'asta di Po, vengono riportati, nella tabella 6, i valori caratteristici delle portate giornaliere media, minima e massima annuale e della curva di durata delle portate per il 2016 e i valori medi, minimi e massimi delle stesse relativamente al periodo di funzionamento delle stazioni.

Come si può notare, i valori caratteristici di portata sulle stazioni di Po analizzate, sono significativamente superiori ai valori medi di riferimento calcolati nel periodo di funzionamento per quanto riguarda i valori max (a Torino Q_{max} 2016 pari a 2039 [m³/s] contro una Q_{max} media (1995-2015) di 734 [m³/s]; a Isola S. Antonio Q_{max} 2016 pari a 7618 [m³/s] contro una Q_{max} media (1998-2015) di 4208 [m³/s]) dovuta esclusivamente all'evento di piena di novembre.

Sui valori caratteristici medi e minimi, le sezioni di Po risultano sostanzialmente in media con il riferimento storico.

Tabella 6. Valori caratteristici delle portate giornaliere e delle curve di durata relativi all'anno 2016 e al periodo di riferimento storico per le sezioni dell'asta di Po più significative

Stazione Idrometrica Bacino	Periodo di riferimento	Q_{MAX} [m ³ /s]	Q_{MED} [m ³ /s]	Q_{MIN} [m ³ /s]	Q_{10} [m ³ /s]	Q_{91} [m ³ /s]	Q_{182} [m ³ /s]	Q_{274} [m ³ /s]	Q_{355} [m ³ /s]
PO A TORINO	2016	2039	79	28	207	87	52	42	32
	Media 1995-2015	734	78	24	251	85	58	43	29
	Min 1995-2015	253	43	14	96	40	30	26	17
	Max 1995-2015	2093	121	39	495	133	101	75	52
PO A SAN SEBASTIANO	2016	3880	121	7	391	132	85	41	10
	Media 2008-2015	1844	152	15	600	167	100	57	23
	Min 2008-2015	639	87	2	345	95	53	30	5
	Max 2008-2015	3061	189	35	773	229	146	94	53
PO A VALENZA	2016	3006	319	63	1161	351	221	155	81
	Media 2005-2015	3006	319	63	1161	351	221	155	81
	Min 2005-2015	1440	206	12	703	187	142	89	30
	Max 2005-2015	4797	437	133	1680	577	366	274	164
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	2016	7618	377	96	1185	433	267	169	117
	Media 1998-2015	4208	449	99	1549	499	314	219	122
	Min 1998-2015	1983	250	43	846	225	183	154	55
	Max 1998-2015	9780	687	155	2888	781	520	375	179

5 CONSIDERAZIONI FINALI

La pioggia caduta nel corso dell'anno 2016, sulla parte del bacino del fiume Po chiuso alla confluenza con il Ticino, è stata pari a circa 1100 mm: tale dato è superiore del 12 % rispetto al valore storico di riferimento. I bacini su cui si sono registrati i quantitativi maggiori di precipitazione sono stati quelli a nord del fiume Po, dallo Stura di Lanzo al Toce.

L'anno è iniziato all'insegna della siccità meteorologica, proseguendo poi nella norma; la sua principale particolarità è stata, senza dubbio, l'evento alluvionale avvenuto a fine novembre che ha ampiamente compensato il deficit invernale. L'inverno 2015-16 è stato caratterizzato da minori apporti di neve e da una scarsa disponibilità di risorsa nivale.

I deflussi sono stati inferiori alla media durante la magra invernale su buona parte dei bacini regionali, con scostamenti fino a -39 % sul Po a febbraio. Anche nel periodo primaverile i deflussi sono risultati in genere inferiori alla media, sia per la non rilevante entità degli episodi pluviometrici sia per la mancanza, nei bacini alpini e dell'alto Appennino, del normale contributo di fusione. Gli scostamenti negativi più significativi si sono registrati sui bacini meridionali. La magra estiva, pur presentando caratteristiche di ordinarità, si è protratta nei primi mesi autunnali e quindi i deflussi, alla fine di ottobre, sono risultati praticamente ovunque inferiori alla media storica, con un significativo -47 % nella sezione di chiusura regionale del Po. La piena di fine novembre ha poi ribaltato la situazione idrologica.

Complessivamente, l'analisi dei deflussi superficiali ha evidenziato valori medi annui delle portate di poco inferiori ai valori medi storici. Alla chiusura del bacino del Po piemontese, la portata è risultata di poco inferiore al valore medio degli ultimi 18 anni.

6 APPROFONDIMENTI

Il clima in Piemonte 2016

Rapporto tecnico eventi temporaleschi maggio 2016

Rapporto tecnico evento temporalesco 2 luglio 2016

Rapporto tecnico evento temporalesco 29-30 agosto 2016

Rapporto tecnico preliminare evento alluvionale novembre 2016