

L'idrologia in Piemonte

2015

Il 2015 è risultato nella norma in termini di piovosità ma le sue peculiarità sono state un'alternanza di mesi particolarmente piovosi con altri caratterizzati da caldo ed assenza di precipitazioni. Una moderata siccità si è avuta tra luglio ed agosto mentre a partire da novembre si è registrato un periodo siccitoso molto prolungato, terminato all'inizio del 2016.

L'analisi dei deflussi superficiali ha evidenziato valori annui delle portate in linea con i dati medi storici, tuttavia, la quasi totale assenza di precipitazioni negli ultimi due mesi ha determinato portate prossime ai valori minimi storici nella sezione del Po alla chiusura del bacino piemontese.

Arpa Piemonte
Sistemi Previsionali

Torino, giugno 2016

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.....	3
2	PRECIPITAZIONI.....	3
	2.1 Piogge osservate.....	3
	2.2 Indice meteorologico di siccità	11
	2.3 Confronto climatologico.....	15
	2.4 Neve	16
3	PORTATE	17
	3.1 Deflussi superficiali osservati	17
	3.2 Bilanci idrologici.....	21
	3.3 Asta di Po	22
	3.4 Analisi estate 2015	25
5	CONSIDERAZIONI FINALI.....	27
6	APPROFONDIMENTI	28

1 INTRODUZIONE

Il presente rapporto contiene il quadro complessivo della situazione idrica relativa all'anno 2015 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 2015, sulla parte del bacino del fiume Po chiuso alla confluenza con il Ticino, è stata pari a circa 940 mm: tale dato è in linea con il valore storico di riferimento (anni 60-90). I bacini su cui si sono registrati i quantitativi maggiori di precipitazione sono stati quelli nord-occidentali, dallo Stura di Lanzo al Toce (figura 1).

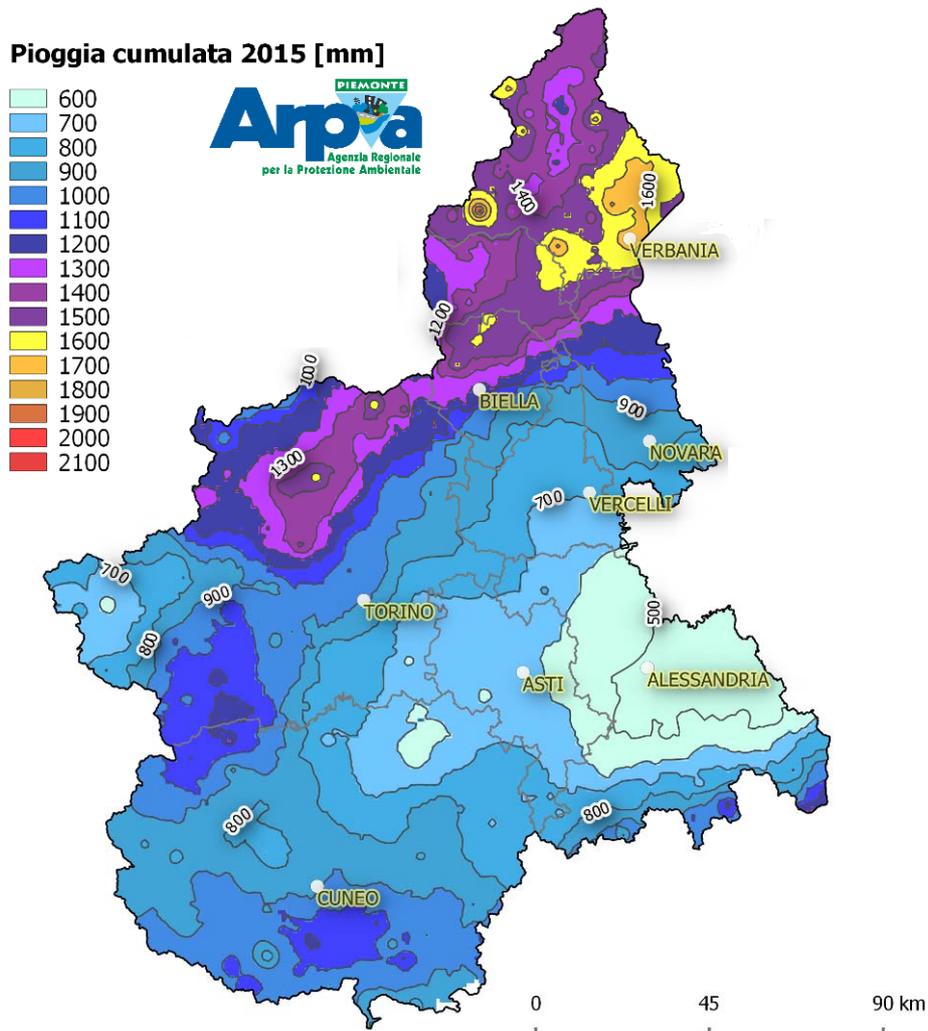


Figura 1. Pioggia cumulata nell'anno 2015

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.

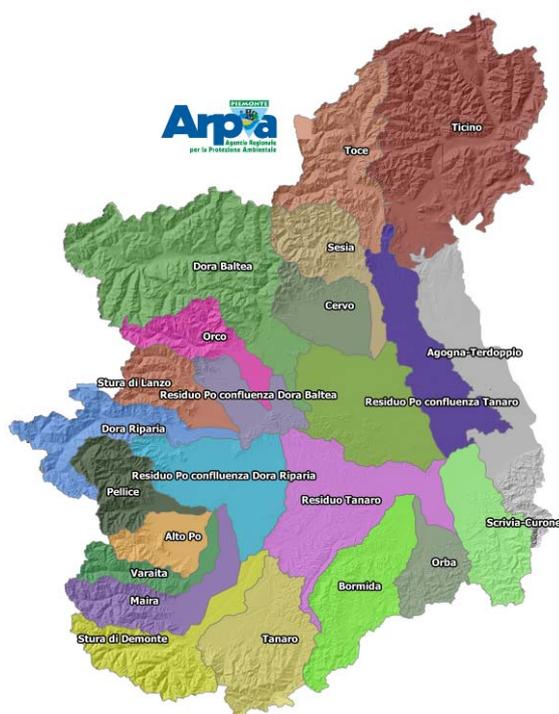


Figura 2. Bacini idrografici

Il 2015 è risultato solo il 36^{esimo} più piovoso dal 1913; le sue peculiarità sono state un luglio siccitoso e gli ultimi due mesi caldi e quasi senza precipitazioni.

Le precipitazioni sono state scarse a gennaio mentre febbraio è stato caratterizzato da un buon innevamento su tutto l'arco alpino. La stagione primaverile (marzo-aprile-maggio) 2015 è risultata la ventiquattresima più secca degli ultimi 58 anni, con appena 268 mm di pioggia caduti sul bacino del fiume Po chiuso a Ponte Becca. Pur essendo risultato maggio il 5° mese di maggio più caldo degli ultimi 58 anni, è stato caratterizzato da diversi episodi temporaleschi anche localmente intensi.

A giugno si sono registrate precipitazioni di poco superiori alla media; ai 30 mm medi caduti a luglio, corrispondenti ad un deficit pluviometrico del 48%, sono seguiti poi 128 mm medi registrati ad agosto sul Piemonte. Tali valori hanno riequilibrato una situazione di carenza idrica che stava diventando problematica da gestire vista la notevole quantità di acqua richiesta soprattutto dall'agricoltura nella stagione estiva. Nonostante tutto, l'estate è comunque risultata la 17esima più piovosa degli ultimi 58 anni.

L'inizio dell'autunno è stato caratterizzato da precipitazioni al di sopra della norma (+40% a settembre e +37% a ottobre) mentre novembre è stato il più caldo di tutta la serie storica dal 1958 e con precipitazioni molto scarse. Dopo un novembre secco e siccitoso, anche dicembre 2015 ha visto scarsi apporti di precipitazione; sull'intero bacino idrografico del Po alla confluenza con il Ticino si sono registrati soli 2,7 mm medi di pioggia con un deficit rispetto al valore medio di dicembre di circa il 96%. Se si considerano i giorni consecutivi con precipitazione media su tutto il Piemonte inferiore ai 5 mm/giorno, nel 2015 i mesi di novembre e dicembre sono stati caratterizzati da un periodo secco lungo 62 giorni, dal 29 ottobre fino al 29 dicembre. Alla fine dell'anno, l'arco alpino manifestava uno scarso innevamento (il valore dell'equivalente idrico dello snow water equivalent pari a 117 Mmc calcolato sull'intero bacino, è stato più basso del limite inferiore di variabilità media (1° decile di riferimento storico pari a 239 Mmc).

Nonostante l'annata 2015 nel suo complesso, non si sia rivelata povera di precipitazioni totali, occorre assolutamente sottolineare come a partire da fine ottobre sia iniziato un lungo periodo di scarsità di piogge sul Piemonte, che si è concluso solo nel mese di febbraio 2016.

Infatti, a partire dal 29 ottobre e per i successivi 97 giorni consecutivi, non si è mai osservata una giornata con una precipitazione media sulla regione superiore a 5 mm.

Questo periodo prolungato, si pone come il 4° più lungo registrato sul Piemonte negli ultimi 60 anni, e paragonabili solamente all'aprile-maggio 1997 ed al febbraio 1981.

Naturalmente questa situazione rara e particolare è andata ad intaccare le riserve idriche disponibili sul territorio, in una fase dell'anno, l'inverno, dove vanno ad accumularsi le riserve nivali che poi vengono spese progressivamente, nel corso dell'anno.

Tabella 1. Periodi consecutivi con precipitazione giornaliera inferiore ai 5mm medi sul Piemonte dal dicembre 1957 ad oggi.

RANK	DATA INIZIO			DATA FINE			GIORNI
	ANNO	MESE	GIORNO	ANNO	MESE	GIORNO	
1	1999	11	12	2000	03	27	137
2	1997	01	05	1997	04	26	112
3	1980	11	29	1981	03	15	107
4	2015	10	29	2016	02	03	97
5	2004	12	28	2005	03	25	88
6	1988	12	03	1989	02	23	83
7	1992	12	10	1993	02	27	80
8	2003	01	22	2003	04	09	78
9	1973	01	24	1973	04	08	75
10	2001	11	12	2002	01	23	73
11	1998	10	26	1998	12	30	66
12	1984	06	07	1984	08	06	61
13	1994	11	11	1995	01	10	61
14	1986	11	16	1987	01	14	60
15	1993	11	08	1994	01	05	59

Senza addentrarsi nelle cause climatiche e meteorologiche che hanno provocato questo lungo periodo secco, la siccità meteorologica osservata si riflette naturalmente anche sull'indice SPI a 3 mesi che, sebbene in fase di monitoraggio non reagisca ancora a dicembre, con il mese di gennaio 2016 raggiunge valori negativi eccezionali su gran parte dei bacini piemontesi corrispondenti a condizioni di siccità estrema. Fa esclusione in questo quadro il bacino della Dora Baltea dove, le precipitazioni per lo più nevose, cadute a gennaio durante un episodio di stau, mantengono la situazione su livelli di siccità moderata.

Le immagini relative al monitoraggio dell'SPI a 3 mesi per dicembre 2015 e quindi per gennaio 2016, mostrano chiaramente il repentino e generalizzato cambio di regime sul Piemonte, innescato dal lungo periodo secco.

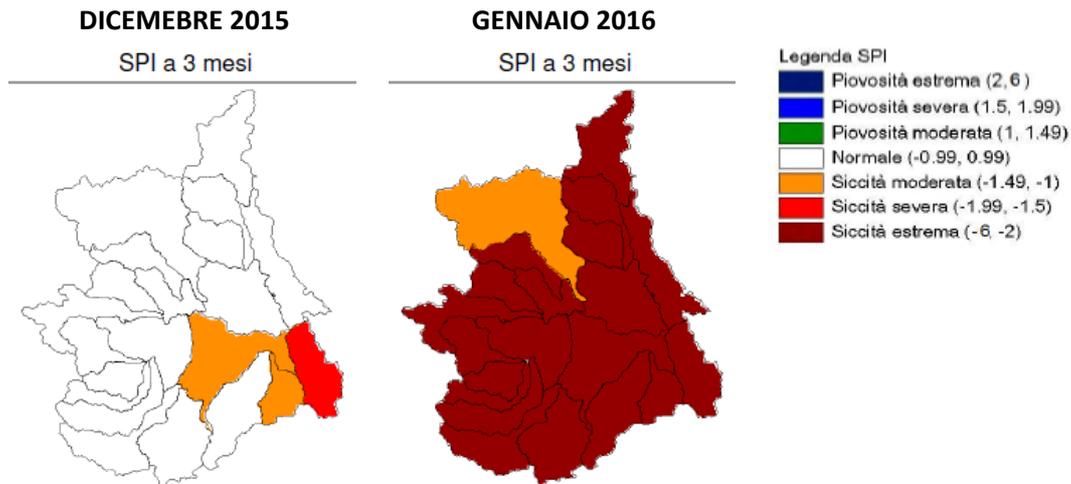


Figura 3. Indice SPI a 3 mesi registrato sul Piemonte a dicembre 2015 e a gennaio 2016. Si vede chiaramente l'effetto della mancanza di piogge significative sulla regione.

Per dare un'idea della severità dell'evento, a livello regionale, il valore di SPI a 3 mesi registrato a gennaio 2016, è stato di -3,6, il più basso mai osservato negli ultimi 60 anni.

La soglia inferiore di -3 è stata superata solamente altre 3 volte:

- a fine aprile 1997, valore SPI 3mesi di -3,5
- maggio 1955, SPI 3 mesi di -3,3
- maggio 1997, SPI 3 mesi par a -3,1

Tuttavia, mentre nel caso del 1997, il periodo siccitoso fu molto prolungato come si evince anche dalla tabella 1, nel 2016 a febbraio si sono verificate precipitazioni tali da riportare l'indice progressivamente nelle condizioni neutrali, alleviando il fenomeno della siccità almeno dal punto di vista meteorologico.

Sul lungo periodo viceversa, l'indice SPI a 6 mesi e a 12 mesi, non hanno mostrato valori negativi degni di rilievo, in accordo con il fatto che il resto dell'annata 2015 è stata sostanzialmente in linea con le norme climatiche in termini di piovosità.

Nelle figure seguenti vengono mostrate le mappe di precipitazione mensile. In tabella 2 vengono invece mostrati i dati e le statistiche della pioggia media mensile [mm] relativa ai principali bacini idrografici regionali riportati in figura 2.

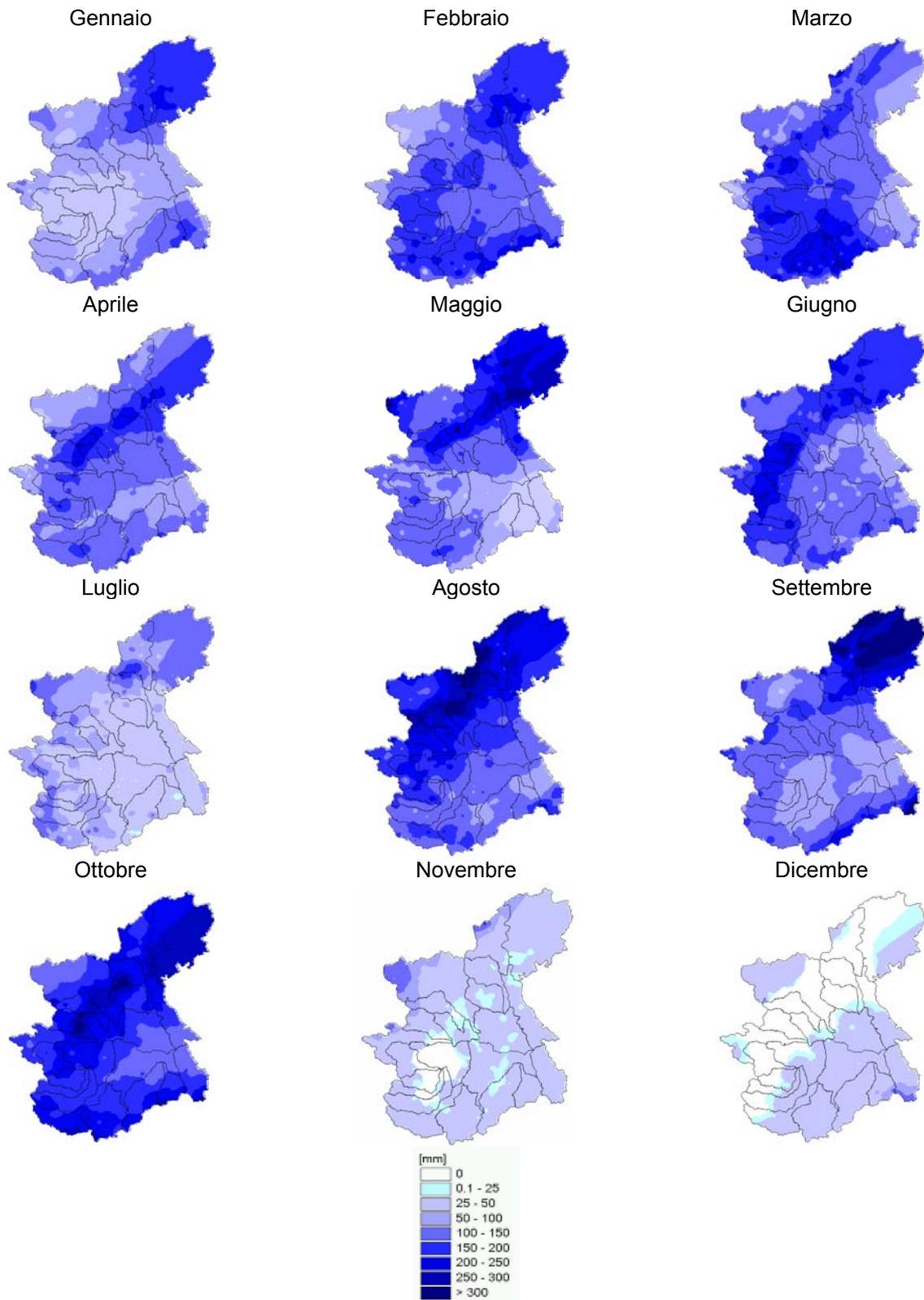


Figura 4. Precipitazioni mensili registrate nel 2015

Tabella 2. 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	21	119	142	87	68	133	30	127	59	147	0	0	933
		-53%	101%	79%	-19%	-45%	32%	-41%	64%	-14%	55%	-100%	-100%	2%
PELLICE	975	19	116	126	81	65	167	33	134	72	145	3	0	960
		-64%	100%	64%	-27%	-49%	84%	-29%	97%	2%	45%	-96%	-100%	5%
VARAITA	601	23	116	121	58	61	125	33	94	59	137	1	0	828
		-47%	120%	72%	-40%	-43%	46%	-28%	43%	-4%	65%	-98%	-100%	1%
MAIRA	1214	29	114	121	54	62	115	33	77	56	142	2	0	806
		-41%	94%	57%	-46%	-43%	40%	-22%	21%	-10%	63%	-97%	-99%	4%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	1778	11	93	123	76	48	86	12	117	47	150	0	1	764
		-72%	79%	91%	-17%	-54%	6%	-71%	89%	-16%	88%	-100%	-98%	-1%
DORA RIPARIA	1337	30	69	71	59	57	125	29	135	83	130	14	0	800
		-43%	25%	10%	-33%	-44%	67%	-39%	117%	31%	48%	-80%	-100%	-1%
STURA DI LANZO	886	30	100	139	127	102	177	34	191	92	193	10	0	1195
		-37%	57%	64%	0%	-30%	71%	-47%	130%	13%	68%	-87%	-100%	15%
ORCO	913	41	81	110	120	129	128	33	206	91	172	10	0	1121
		-11%	30%	33%	0%	-9%	23%	-52%	135%	14%	56%	-87%	-100%	9%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	781	26	104	111	108	91	89	23	150	72	185	0	0	958
		-37%	89%	56%	2%	-24%	-2%	-59%	113%	10%	107%	-100%	-100%	10%
DORA BALTEA	3939	42	55	75	59	112	91	42	175	70	127	26	1	877
		-13%	0%	14%	-30%	17%	28%	-27%	151%	21%	49%	-64%	-98%	8%
CERVO	1019	56	101	83	125	124	75	14	159	102	178	1	0	1016
		1%	38%	-17%	-9%	-24%	-42%	-84%	48%	3%	44%	-99%	-100%	-17%
SESIA	1132	90	123	95	113	147	123	45	207	132	185	2	0	1262
		54%	59%	-7%	-23%	-17%	-8%	-51%	84%	32%	44%	-98%	-100%	-2%
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	2021	29	85	79	67	63	53	10	101	50	110	0	1	648
		-35%	44%	12%	-18%	-32%	-23%	-79%	55%	-14%	34%	-99%	-97%	-17%
STURA DEMONTE	1472	39	116	139	77	69	94	39	93	70	166	4	1	907
		-38%	58%	51%	-33%	-43%	9%	-19%	32%	-5%	53%	-96%	-98%	-10%
TANARO	1812	44	123	159	71	60	88	23	85	67	159	2	6	887
		-25%	63%	71%	-32%	-48%	-6%	-59%	8%	-4%	56%	-97%	-90%	-11%
BORMIDA	1733	58	117	142	60	29	77	10	57	94	132	1	10	786
		7%	70%	71%	-26%	-66%	46%	-72%	-2%	71%	34%	-99%	-82%	-3%
ORBA	776	91	126	73	57	15	85	4	65	83	147	9	18	773
		29%	50%	-28%	-33%	-81%	89%	-85%	12%	22%	24%	-92%	-74%	-16%
ASTA TANARO	2403	29	85	115	49	34	61	7	73	48	99	1	3	605
		-39%	43%	72%	-34%	-57%	11%	-80%	31%	0%	24%	-98%	-92%	-15%
SCRIVIA - CURONE	1364	75	90	42	49	22	65	13	72	104	118	9	22	682
		-7%	15%	-55%	-39%	-71%	24%	-64%	8%	45%	2%	-92%	-72%	-28%
AGOGNA - TERDOPPIO	1598	53	102	54	92	102	50	15	101	75	136	1	2	783
		2%	53%	-36%	-10%	-12%	-45%	-77%	21%	-4%	33%	-99%	-95%	-20%

Bacino	Area [Km ²]	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	TOTALE
TOCE	1784	106	120	101	71	162	143	58	216	210	165	18	0	1370
		71%	55%	7%	-48%	-1%	19%	-36%	95%	117%	25%	-83%	-100%	10%
Po a Ponte Becca (PV)	37874	57	102	95	77	93	98	30	128	102	149	7	3	940
		-11%	42%	16%	-21%	-10%	25%	-48%	69%	40%	37%	-93%	-96%	-3%

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 3. 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 2015 [mm]	Scostamento rispetto al valore medio storico [%]
MAIRA	Chiusura	Racconigi	1214	806	4
PELLICE	Chiusura	Villafranca	975	960	5
DORA RIPARIA	Chiusura	Torino	1337	800	-1
STURA DI LANZO	Chiusura	Torino	886	1195	15
DORA BALTEA	Chiusura	Verolengo	3939	877	8
CERVO	Chiusura	Quinto Vercellese	1019	1016	-17
SEZIA	Confluenza Cervo	Palestro	2151	1262	-2
TOCE	Chiusura	Candoglia	1784	1370	10
STURA DI DEMONTE	Chiusura	Fossano	1472	907	-10
ORBA	Chiusura	Casalcermeli	776	773	-16
BORMIDA	Monte Confluenza Orba	Cassine	1733	786	-3
	Confluenza Tanaro	Alessandria	2509	782	-7
TANARO	Confluenza Stura	Alba	3284	896	-11
	Chiusura	Montecastello	8196	776	-11
PO	Confluenza Maira	Carignano	3507	878	0
	Monte confluenza Dora Riparia	Torino	5285	840	0
	Confluenza Tanaro	Isola S. Antonio	25509	899	0
	Confluenza Ticino	Ponte Becca	37874	940	-3
SCRIVIA	Chiusura	Serravalle	1364	682	-28

In figura 5 si riportano le piogge medie ragguagliate sul bacino del fiume Po chiuso a Ponte Becca (Pavia), nel periodo gennaio - dicembre dal 1913 al 2015.

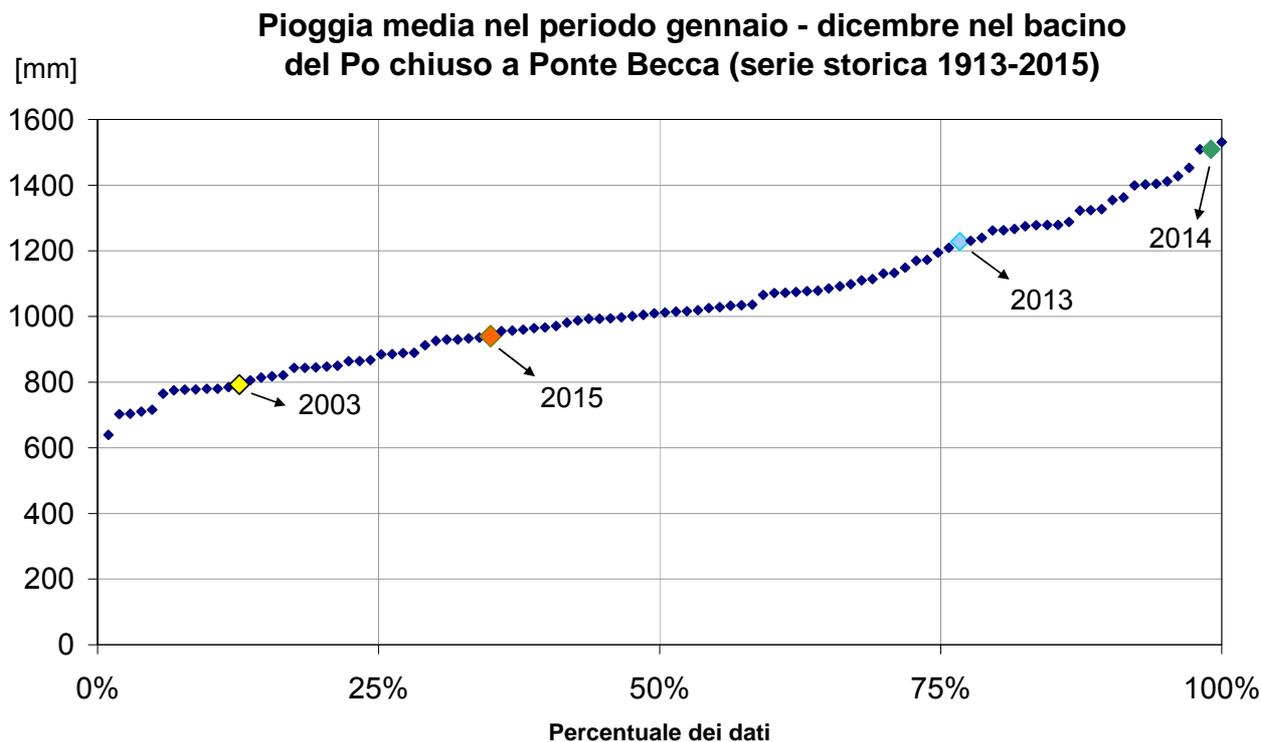


Figura 5. Precipitazione registrata da gennaio a dicembre 2015 e confronto con i dati storici

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 2015: si nota come l'anno si apra in condizioni di abbondante disponibilità idrica su tutta la regione ma, velocemente (tra febbraio e maggio) il Piemonte si porti in condizioni di normalità, a testimonianza di un fine inverno inizio primavera nella norma in termini di precipitazioni.

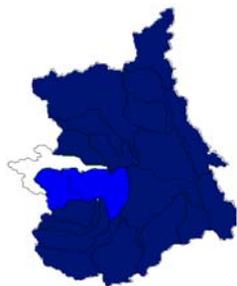
L'annata poi prosegue in condizioni prevalenti di normalità fino a novembre, se si esclude una siccità moderata registrata nei primi mesi estivi sui bacini meridionali e orientali della regione e viceversa, condizioni di piovosità moderata o severa tra fine estate ed inizio autunno nei bacini nordoccidentali del Piemonte e Valle D'Aosta.

A partire da novembre, si inizia a registrare un periodo siccitoso molto prolungato che finirà solo all'inizio del 2016. Tale situazione va ad erodere progressivamente la riserva idrica sui tre mesi facendo transire la regione in condizioni dapprima di normalità e quindi di siccità moderata a partire dai bacini Appenninici.

Per quanto riguarda la riserva idrica cumulata su scale temporali più lunghe, nella successiva tabella 4 sono stati quantificati i valori di SPI a 6 e a 12 mesi. Analizzando i risultati ottenuti, si evince come fino ad aprile la maggior parte delle regioni si sia trovata in condizione di abbondante disponibilità idrica, anche grazie ad un novembre e dicembre 2014 particolarmente ricchi di precipitazioni cadute. Da maggio a ottobre le piogge sono state nella norma, e quindi dal punto di vista dell'SPI la situazione generale è quella di uno spostamento verso condizioni normali o moderatamente piovose.

Da novembre fino a fine anno, il lungo periodo consecutivo senza piogge, inizia a fare sentire i suoi effetti, con i bacini Appenninici che per primi ne risentono in modo più evidente.

SPI a 3 mesi: GENNAIO



SPI a 3 mesi: APRILE



SPI a 3 mesi: LUGLIO



SPI a 3 mesi: OTTOBRE



SPI a 3 mesi: FEBBRAIO



SPI a 3 mesi: MAGGIO



SPI a 3 mesi: AGOSTO



SPI a 3 mesi: NOVEMBRE



SPI a 3 mesi: MARZO



SPI a 3 mesi: GIUGNO



SPI a 3 mesi: SETTEMBRE



SPI a 3 mesi: DICEMBRE



Legenda SPI

- Piovosità estrema (>2)
- Piovosità severa (1.5, 1.99)
- Piovosità moderata (1, 1.49)
- Normale (-0.99, 0.99)
- Siccità moderata (-1.49, -1)
- Siccità severa (-1.99, -1.5)
- Siccità estrema (<-2)

Figura 6. Severità della siccità meteorologica registrata sui bacini idrografici

Tabella 4. 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	PM	PM	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	N	N	PM	PM	PM	PM	N	PM	N	PM	N	N
PELLICE	SPI6	N	PM	PM	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	N	N	N	PM	N	PM	N	PM	N	PM	N	N
VARAITA	SPI6	N	PM	PS	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	N	PM	PM	PM	PM	PM	N	PM	N	PM	N	N
MAIRA	SPI6	N	PM	PM	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	N	PM	PM	PM	N	N	N	N	N	PM	N	N
RESIDUO PO ONFLUENZA DORA RIPARIA	SPI6	N	PM	PM	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PM	PM	PS	PM	PM	PM	N	PM	PM	PS	N	N
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
STURA LANZO	SPI6	PM	PM	PS	PS	N	N	N	N	N	PM	N	N
	SPI12	PS	PM	PS	PS	PM	PS	PM	PS	PM	PS	N	N
ORCO	SPI6	PS	PS	PS	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PS	PS	PS	PS	PM	PS	PM	PS	PM	PS	N	N
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	SPI6	PS	PS	PS	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PE	PS	PE	PS	PM	PS	PM	PM	PM	PS	N	N
DORA BALTEA	SPI6	PM	PM	PM	PM	N	N	N	N	N	PM	N	N
	SPI12	PS	PM	PM	PM	PM	PM	N	PM	PM	PS	N	N
CERVO	SPI6	PS	PS	PS	PM	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PE	PS	PS	N	PM	PM	N	N	PM	PM	N	SM
SESIA	SPI6	PE	PE	PE	PE	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PE	PE	PE	PS	PS	PS	PM	PS	PS	PE	N	N
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	SPI6	N	N	PM	PM	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PM	PM	PM	N	N	N	N	N	N	N	N	N
STURA DEMONTE	SPI6	N	PM	PM	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	N	PM	PM	PM	N	N	N	N	N	PM	N	N
TANARO	SPI6	PM	PS	PM	PE	N	N	N	N	SM	N	N	N
	SPI12	PM	PM	PM	PM	PM	PM	N	N	N	PM	N	N
BORMIDA	SPI6	PS	PE	PE	PE	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PS	PE	PS	PS	PS	PS	PM	PM	PS	PE	N	N
ORBA	SPI6	PE	PE	PE	PE	N	N	N	SM	N	N	N	N
	SPI12	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	N	N
ASTA TANARO	SPI6	N	PM	PM	PS	N	N	N	N	N	N	N	N
	SPI12	PM	PM	PM	PM	N	N	N	N	N	PM	N	N
SCRIVIA CURONE	SPI6	PE	PE	PE	PS	SM	N	SM	SS	N	N	N	N
	SPI12	PE	PE	PE	PS	PS	PS	PM	PM	PS	PM	SS	SS
AGOGNA - TERDOPPIO	SPI6	PM	PM	PM	PS	N	N	N	SM	N	N	N	N
	SPI12	PS	PM	PM	PM	PM	PM	N	N	N	PM	N	SM
TOCE	SPI6	PE	PE	PE	PE	N	N	N	N	N	PM	N	N
	SPI12	PE	PE	PE	PS	PS	PS	PS	PS	PE	PE	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 1950-2015.

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.

Distribuzione indice classificazione annuale della siccità (1950-2015)

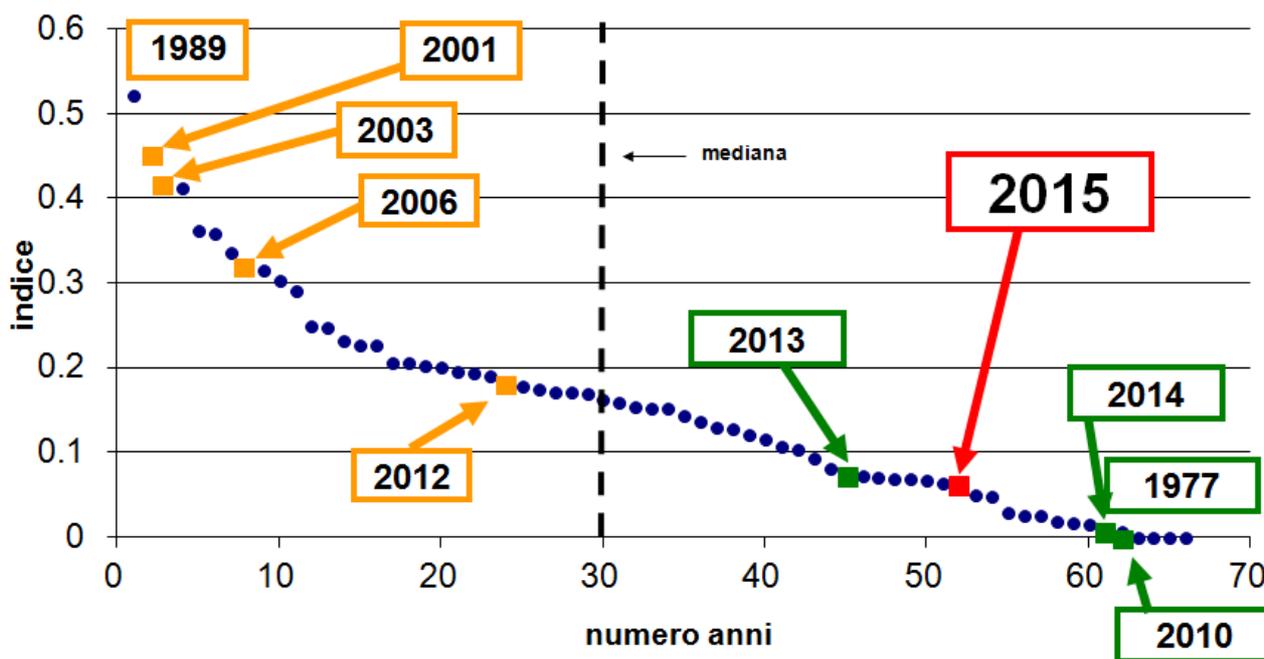


Figura 7. Indice di classificazione sintetico della siccità in Piemonte calcolato annualmente dal 1950 al 2014

Il grafico riassuntivo di figura 7 mostra come, nel 2015, la siccità meteorologica sia stata praticamente inesistente e che il contributo negativo degli ultimi due mesi (novembre e dicembre) non sia stato sufficiente per influenzare l'annata nel suo complesso. Nell'ultimo triennio 2013-2014-2015, in generale, il fenomeno non è mai stato così prolungato, diffuso o intenso da influenzare l'anno intero.

E' interessante notare come, nel nuovo millennio, dopo il 2007 non si sia mai osservata un'annata in cui mediamente la regione abbia sofferto di condizioni siccitose estese e prolungate.

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 2015 hanno consentito di valutare l'andamento dell'innevamento nei diversi bacini idrografici riportati in figura 2. I dati dello SWE dell'ultimo giorno di ogni mese del 2015 sono stati confrontati con i dati storici, ovvero con il 1° ed il 9° decile della distribuzione dei valori storici per il periodo 2000-2010 (figura 8).

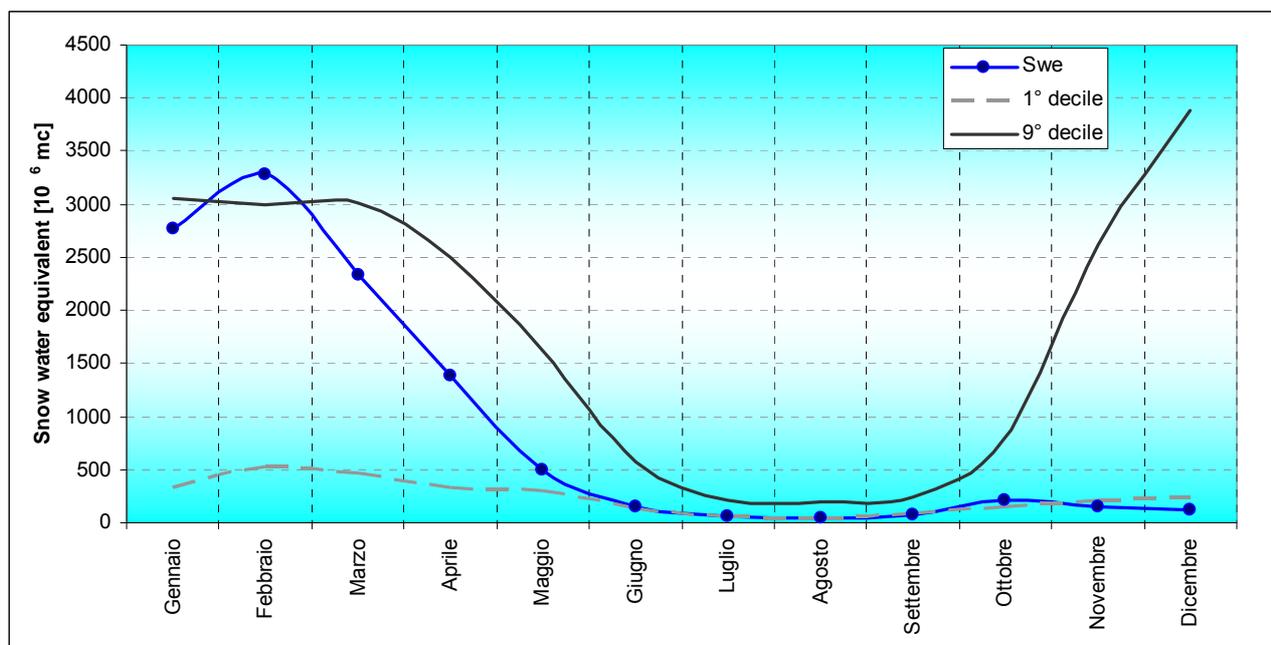


Figura 8. Andamento dello SWE nel corso del 2015 e confronto con dati storici.

Dicembre 2014 e gennaio 2015, mesi tipicamente invernali sono stati poveri di precipitazioni nevose, ed hanno lasciato le zone montane a quote medie con un innevamento da ridotto ad assente. La quasi totalità della neve fresca stagionale è caduta nei mesi di febbraio e marzo: le precipitazioni nevose registrate anche a quote collinari e in pianura, sono state molto intense ed hanno riportato i valori di neve fresca nella media o poco sopra. A tale innevamento ha fatto seguito una intensa attività valanghiva spontanea. Dal grafico di figura 8, si nota come lo SWE di febbraio è addirittura superiore al valore del 9° decile.

Le nevicate nei mesi primaverili sono state nuovamente da molto scarse ad assenti e sempre sotto la media mensile. Le temperature elevate e l'irregolarità delle precipitazioni hanno condizionato la rapida scomparsa del manto nevoso alle medie quote, formatosi già tardivamente.

I mesi di novembre e dicembre 2015 sono stati in assoluto i più carenti di neve da quando si dispone di dati diffusi sul territorio piemontese con continuità (ultimi 90 anni) e sono stati di fatto caratterizzati da un valore dello SWE pari al 1° decile.

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 2015. 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 2015 per le stazioni selezionate

Tabella 5. Portata media mensile e annua per il 2015 e scostamento rispetto al periodo di riferimento storico per le principali stazioni idrometriche regionali

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2015 [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	3.4	4.9	20.2	31.3	42.6	37.2	0.73	1.42	0.52	10.8	2.98	1.84	13.2	13
	-6%	44%	156%	58%	-2%	5%	-88%	-26%	-93%	96%	-78%	-80%	0%	
CHISONE A SAN MARTINO	5.46	5.65	14.1	22.7	33.3	33.2	9.73	7.76	5.69	12	5.76	3.72	13.3	12
	12%	25%	91%	25%	-10%	-8%	-20%	34%	-30%	91%	-51%	-55%	-1%	
SANGONE A TRANA	1.81	2.49	4.19	5.21	3.84	4.58	1.53	1.90	1.54	3.22	1.66	1.22	2.77	13
	11%	52%	67%	-6%	-43%	1%	-24%	37%	-48%	56%	-61%	-61%	-17%	
DORA RIPARIA A SUSA	6.09	5.32	7.72	15.5	27.6	25	11.7	11.3	9.29	10.1	7.26	6.30	11.9	9
	17%	8%	10%	7%	-1%	-20%	-24%	34%	33%	63%	2%	-13%	1%	
DORA RIPARIA A TORINO	20.1	23.6	24.7	35.1	47	45.8	19.1	19.2	17.3	26.1	18.7	14.6	25.9	13
	22%	31%	22%	25%	3%	-2%	-12%	55%	15%	78%	-7%	-17%	13%	
STURA DI LANZO A LANZO	8.05	7.88	17.1	29.2	37.6	41.0	16.9	20.9	13.9	24.1	9.55	5.11	19.3	13
	33%	32%	65%	32%	-9%	0%	-20%	39%	-26%	125%	-50%	-50%	4%	
STURA DI LANZO A TORINO	11.6	18.1	30.9	41.5	48.6	52.4	9.88	24.2	16.0	40.5	11.1	6.95	26.0	13
	53%	109%	102%	48%	-2%	21%	-41%	84%	-21%	189%	-64%	-60%	13%	
MALONE A FRONT	1.85	3.66	4.44	4.56	3.66	3.49	0.83	1.30	0.98	4.21	1.16	0.74	2.57	14
	6%	68%	64%	-2%	-34%	-9%	-55%	-30%	-70%	117%	-76%	-78%	-18%	
SOANA A PONT	3.68	3.22	6.09	11.9	16.0	14.8	7.37	10.8	8.00	10.3	4.53	2.08	8.24	12
	50%	53%	72%	48%	12%	3%	-12%	59%	0%	95%	-23%	-49%	21%	
ORCO A SAN BENIGNO	8.28	14.6	17.3	33.5	48.4	35.1	3.26	23.4	14.3	27.8	8.06	4.27	19.9	12
	9%	79%	29%	15%	10%	-12%	-77%	153%	4%	162%	-70%	-71%	5%	
CHIUSELLA A PARELLA	3.55	3.81	6.17	10.4	10.7	8.86	4.00	6.94	4.90	8.11	3.17	1.87	6.03	13
	36%	50%	60%	46%	-6%	5%	10%	82%	-12%	95%	-62%	-58%	9%	

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2015 [m ³ /s] e scostamento [%]													N. anni serie storica
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q Media annua	
DORA BALTEA A TAVAGNASCO	42.7	41.3	42.5	80.4	197	215	161	146	86.3	83.5	55.8	35.9	98.9	13
	27%	33%	25%	24%	20%	-7%	-1%	21%	-7%	36%	-19%	-18%	6%	
CERVO A QUINTO VERCELLESE	32.1	32.8	31.7	34.1	32.4	19.8	10.6	25	30.7	35.2	15.8	16.0	26.4	12
	51%	44%	33%	-5%	-28%	-17%	-40%	3%	-7%	50%	-65%	-55%	-10%	
SESIA A BORGOSIESIA	12.2	14.4	33.2	45.6	56.3	47.1	19.0	35.0	27.7	37.6	12.2	7.4	29.0	9
	40%	59%	62%	9%	2%	19%	-23%	105%	121%	155%	-73%	-46%	1%	
SESIA A PALESTRO	57.9	80.0	95.2	109	115	57.0	25.0	81.7	102	126	31.6	24.1	75.4	19
	0%	43%	27%	7%	-21%	-30%	-51%	21%	16%	56%	-77%	-70%	-10%	
AGOGNA A MOMO	4.50	6.66	2.83	3.68	6.23	3.04	0.10	1.26	1.86	4.89	2.15	1.26	3.20	12
	-46%	-25%	-70%	-58%	-54%	-46%	-96%	-73%	-78%	-36%	-86%	-91%	-64%	
TOCE A CANDOGLIA	38.4	43.3	45.8	68.5	125	123	72.8	74.0	84.7	80.9	38.4	28.9	68.7	15
	10%	35%	22%	9%	3%	7%	-6%	24%	51%	17%	-57%	-37%	2%	
VARAITA A POLONGHERA	3.65	5.31	12.2	15.9	15.7	11.0	2.05	1.24	1.63	3.48	2.32	2.31	6.39	11
	18%	49%	100%	80%	14%	-14%	-49%	-31%	-34%	30%	-61%	-59%	9%	
MAIRA A RACCONIGI	8.96	14.2	30.3	31.1	31.3	26.1	5.58	6.23	12.3	21.4	15.7	10.4	17.8	13
	-2%	38%	110%	79%	16%	27%	21%	263%	117%	142%	-3%	-24%	43%	
BANNA A SANTENA	1.35	8.19	11.0	1.65	1.02	0.84	0.51	0.78	0.71	1.87	0.66	0.59	2.43	14
	18%	207%	232%	-39%	-68%	-43%	-15%	37%	29%	103%	-81%	-81%	20%	
STURA DI DEMONTE A GAIOLA	12.3	10.4	16.5	32.1	43.2	29.0	14.2	10.9	10.0	14.2	10.7	7.4	17.6	12
	45%	36%	47%	40%	6%	-19%	-19%	3%	-6%	33%	-32%	-35%	1%	
PESIO A CARRU'	4.70	6.41	16.0	12.8	9.22	6.04	6.48	5.51	6.99	6.92	6.05	5.64	7.73	12
	-37%	-15%	31%	-27%	-46%	-48%	40%	22%	-13%	-23%	-58%	-53%	-26%	
BELBO A CASTELNUOVO	2.38	9.81	24.5	3.99	2.07	1.59	0.70	0.85	0.67	1.15	0.67	0.66	4.08	12
	8%	149%	271%	-29%	-57%	4%	2%	9%	-22%	40%	-74%	-86%	39%	
BORMIDA DI MILLESIMO A CAMERANA	2.07	4.43	15.4	3.45	1.71	1.23	0.59	0.47	1.63	2.80	1.43	1.15	3.03	20
	-31%	69%	254%	-26%	-56%	-23%	-37%	-29%	49%	62%	-77%	-73%	8%	
BORMIDA DI SPIGNO A MOMBALDONE	10.1	24.3	34.2	13.4	7.20	4.01	0.81	1.14	3.30	6.84	2.58	1.13	9.09	20
	-7%	127%	149%	-2%	-41%	44%	1%	105%	56%	51%	-81%	-92%	1%	
BORMIDA A CASSINE	25.6	65.8	83.0	24.6	11.3	8.12	3.22	2.58	5.82	14.3	5.6	4.52	21.2	20
	-11%	121%	116%	-32%	-64%	-14%	-1%	11%	12%	50%	-86%	-86%	2%	
ORBA A BASALUZZO	23.9	37.3	31.6	15.6	7.77	6.59	3.23	4.21	4.82	11.7	5.83	6.59	13.3	13
	25%	34%	-5%	-15%	-52%	97%	63%	37%	-24%	-2%	-87%	-77%	-28%	
TANARO A FARIGLIANO	26.1	42.7	106.0	69.1	46.2	23.8	8.8	12.6	13.8	34.9	16.8	11.6	34.4	12
	-11%	37%	87%	-11%	-33%	-36%	-22%	40%	-13%	78%	-73%	-74%	-11%	
TANARO AD ALBA	56.6	84.7	179	158	135	79.3	14.6	26.0	28.3	66.9	40.3	26.8	74.6	20
	6%	60%	113%	38%	-2%	-9%	-53%	19%	-23%	31%	-58%	-63%	6%	

Stazione Idrometrica Bacino	Q MED 2015 [m ³ /s] e scostamento [%]													N. anni serie storica
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q Media annua	
TANARO A MONTECASTELLO	137	238	362	234	179	112	25	37	45	101	56.2	41	131	20
	11%	98%	130%	36%	-9%	8%	-38%	23%	-12%	10%	-72%	-73%	3%	
SCRIVIA A SERRAVALLE	15.0	21.5	12.3	6.1	3.5	2.6	0.7	1.6	8.5	8.2	3.9	3.7	7.3	13
	-27%	14%	-28%	-56%	-66%	-32%	-68%	-45%	207%	-2%	-87%	-83%	-40%	
SCRIVIA A GUAZZORA	24.1	32.1	18.9	10.4	6.8	4.9	3.2	2.9	10.3	5.3	2.5	1.9	10.3	14
	-8%	67%	-14%	-37%	-47%	-4%	51%	35%	427%	-25%	-93%	-94%	-34%	
PO A VILAFRANCA PIEMONTE	14.5	20.4	26.3	22.2	23.3	22.4	11.2	12.8	13.3	16.5	13.1	12.4	17.4	5
	29%	68%	44%	18%	-12%	0%	-6%	40%	24%	47%	-53%	-27%	0%	
PO A TORINO MURAZZI	66.2	107	161	149	152	136	36	45.9	52.6	84.8	56.7	47.6	91.3	20
	14%	80%	118%	55%	2%	14%	-22%	21%	10%	18%	-34%	-37%	18%	
PO A SAN SEBASTIANO	129	218	258	227	260	225	21.4	90.4	77.7	167	51.0	50.3	148	8
	73%	123%	90%	29%	-12%	-24%	-75%	75%	-5%	144%	-73%	-63%	-3%	
PO A CASALE MONFERRATO	147	241	280	262	365	316	55.1	154	132	224	108	71.7	196	6
	25%	66%	38%	0%	-14%	-22%	-67%	54%	1%	86%	-61%	-59%	-7%	
PO A VALENZA	266	364	402	422	547	431	109	305	270	365	174	128	315	10
	38%	70%	56%	18%	-9%	-19%	-49%	53%	-16%	63%	-58%	-57%	-1%	
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	386	612	754	660	737	567	144	353	323	479	215	139	447	17
	23%	83%	83%	36%	-15%	-4%	-44%	41%	-14%	14%	-66%	-69%	0%	

Il 2015, come evidenziato negli altri paragrafi, si posiziona al 36^{esimo} posto nella classifica degli anni più piovosi dal 1913; è stato caratterizzato da un luglio siccitoso e dagli ultimi due mesi caldi e quasi senza precipitazioni.

Gli scostamenti dei deflussi rispetto alla media storica di riferimento sono stati positivi nei primi tre mesi dell'anno, con valori anche superiori al 100% per i bacini del Tanaro e dell'Alto Po.

Nella stagione primaverile i deflussi si sono mantenuti in media con i valori di riferimento storico mentre l'estate, soprattutto nel mese di luglio, ha fatto registrare deflussi inferiori praticamente su tutti i bacini del territorio regionale. Lungo le aste principali di Tanaro e Po, si è registrato un massimo scostamento negativo di -53% sul Tanaro ad Alba e -75% sul Po a San Sebastiano.

L'ultima parte dell'anno ha visto un ottobre abbastanza piovoso con deflussi superiori alla media ovunque, mentre novembre e dicembre sono stati caratterizzati da una prolungata assenza di precipitazioni con conseguenti scostamenti negativi dei valori delle portate. Alla chiusura del Tanaro, nella sezione di Montecastello, lo scostamento massimo è stato di -73% a dicembre mentre alla chiusura del bacino del Po, sezione di Isola Sant'Antonio, il massimo scostamento è stato di -69% a dicembre.

Complessivamente, l'analisi dei deflussi superficiali ha evidenziato valori medi annui delle portate vicini ai valori medi storici fatta eccezione per lo Scrivia in negativo (-40%) e il Maira in positivo (+43%). Alla sezione di Isola Sant'Antonio, chiusura del bacino del Po piemontese, la portata media annua è risultata praticamente pari al valore medio degli ultimi 17 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.

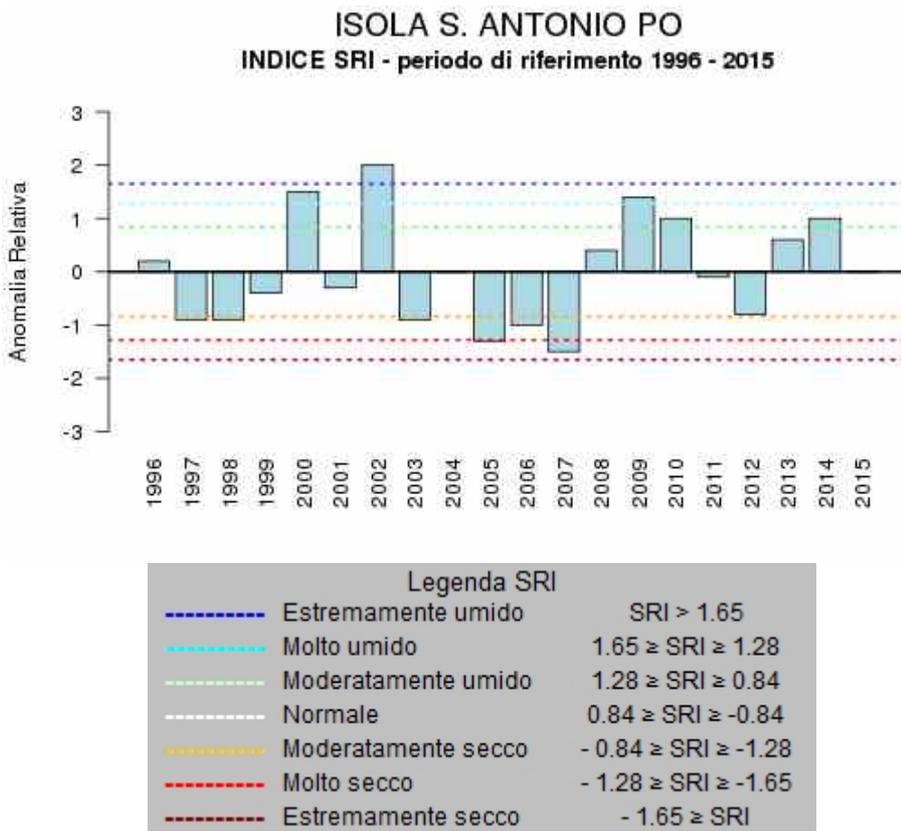


Figura 9. Indice SRI annuale dal 1996 al 2015 calcolato a Isola S. Antonio (AL) e valori di riferimento del SRI.

Come si evince anche dalla figura 9, il 2015, in termini di anomalie di portata risulta un anno nella norma.

3.2 Bilanci idrologici

Il regime dei deflussi nel 2015 è stato condizionato, a scala regionale, da apporti pluviometrici inferiori alla media, soprattutto per effetto degli scarsi contributi autunnali; i caratteri idrologici stagionali sono così sintetizzabili:

- fase di esaurimento invernale caratterizzata da deflussi di magra non critici in tutti i settori orografici, grazie anche agli abbondanti apporti pluviometrici degli ultimi mesi del 2014;
- fase primaverile con caratteristiche ordinarie, sostenuta dalla fusione nevosa nei bacini alpini, con pochi eventi di piena di entità del tutto secondaria;
- fase estiva caratterizzata da deflussi relativamente scarsi (anche se in generale non critici), in particolare nei bacini alpini occidentali, nei settori collinari e nei bacini appenninici;
- fase autunnale caratterizzata dall'assenza di eventi di piena significativi, con un trend di progressivo esaurimento esteso, a partire dal mese di ottobre, fino al febbraio – marzo 2016.

La tabella 6 riporta i dati generali del bilancio idrologico 2015 nelle sezioni di riferimento (altezze di afflusso/deflusso e coefficienti di deflusso) a confronto con l'anno medio.

Tabella 6. Dati di bilancio idrologico del 2015 e confronto con l'anno medio nelle principali stazioni idrometriche regionali; la variazione percentuale $\Delta CDef$ [%] è calcolata come $(\text{coeff defl 2015} - \text{coeff defl medio storico}) / \text{coeff defl medio storico}$.

Stazione Idrometrica Bacino	Storico			Anni di riferimento	Valori anno 2015			$\Delta CDef$ [%]
	Afflusso medio annuo [mm]	Deflusso medio annuo [mm]	Coeff. di deflusso medio		Afflusso tot [mm]	Deflusso tot [mm]	Coeff. di deflusso	
PELLICE A VILAFRANCA	1008	423	0.41	13	991	421	0.43	0.04
CHISONE A SAN MARTINO	935	735	0.78	12	937	725	0.77	-0.01
SANGONE A TRANA	1160	664	0.60	13	1024	601	0.59	-0.03
DORA RIPARIA A SUSÀ	791	540	0.68	9	749	549	0.73	0.07
DORA RIPARIA A TORINO	1215	826	0.66	13	820	617	0.75	0.13
STURA DI LANZO A LANZO	1209	1013	0.85	13	1212	1049	0.87	0.02
STURA DI LANZO A TORINO	1215	826	0.66	13	1209	928	0.77	0.16
MALONE A FRONT	1338	764	0.59	14	1302	642	0.49	-0.17
SOANA A PONT	1253	1008	0.80	12	1220	1217	1.00	0.25
ORCO A SAN BENIGNO	1216	765	0.60	12	1212	740	0.61	0.02
CHIUSELLA A PARELLA	1512	1097	0.73	13	1374	1254	0.91	0.25
DORA BALTEA A TAVAGNASCO	888	894	1.00	13	879	943	1.07	0.07
CERVO A QUINTO VERCELLESE	1195	914	0.78	12	980	815	0.83	0.06
SESA A BORGOSIESA	1717	1459	0.84	9	1355	1318	0.97	0.16
SESA A PALESTRO	1315	1058	0.76	19	1077	919	0.85	0.13
AGOGNA A MOMO	1418	598	0.38	12	1182	462	0.39	0.03
TOCE A CANDOGNIA	1510	1396	0.91	15	1352	1415	1.05	0.15
VARAITA A POLONGHERA	875	342	0.37	11	805	356	0.44	0.21
MAIRA A RACCONIGI	874	337	0.37	13	780	489	0.63	0.68
BANNA A SANTENA	753	161	0.19	14	653	210	0.32	0.66
STURA DI DEMONTE A GAIOLA	1064	992	0.91	12	923	993	1.08	0.19
PESIO A CARRU'	1132	837	0.77	12	966	607	0.63	-0.18
BELBO A CASTELNUOVO	716	230	0.30	12	706	307	0.44	0.44

Stazione Idrometrica Bacino	Storico			Anni di riferimento	Valori anno 2015			Δ CDef [%]
	Afflusso medio annuo [mm]	Deflusso medio annuo [mm]	Coeff. di deflusso medio		Afflusso tot [mm]	Deflusso tot [mm]	Coeff. di deflusso	
BORMIDA DI MILLESIMO A CAMERANA	1000	339	0.35	20	982	360	0.37	0.06
BORMIDA DI SPIGNO A MOMBALDONE	975	707	0.70	20	891	719	0.81	0.15
BORMIDA A CASSINE	904	455	0.50	20	825	433	0.53	0.06
ORBA A BASALUZZO	1295	759	0.57	13	853	569	0.67	0.18
TANARO A FARIGLIANO	1016	799	0.77	12	921	702	0.76	-0.01
TANARO AD ALBA	1006	658	0.65	20	909	696	0.77	0.18
TANARO A MONTECASTELLO	925	508	0.52	20	802	514	0.64	0.24
SCRIVIA A SERRAVALLE	1320	632	0.47	13	882	370	0.42	-0.11
SCRIVIA A GUAZZORA	1074	496	0.45	14	706	335	0.47	0.05
PO A VILLAFRANCA PIEMONTE	1115	776	0.82	5	982	886	0.90	0.11
PO A TORINO MURAZZI	960	503	0.52	20	841	536	0.64	0.22
PO A SAN SEBASTIANO	1021	539	0.51	8	919	515	0.56	0.11
PO A CASALE MONFERRATO	1005	496	0.49	6	909	459	0.50	0.03
PO A VALENZA	981	589	0.59	10	921	572	0.62	0.04
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	964	552	0.56	17	873	544	0.62	0.11

I coefficienti di deflusso sono risultati sostanzialmente in linea con i valori medi; un incremento un po' più marcato si registra in alcuni bacini di minore estensione del settore collinare e di quello meridionale.

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 deflussi cumulati.

A Torino si osservano caratteristiche idrologiche rappresentative di condizioni di deflusso superiori rispetto alla media annuale nei primi mesi dell'anno, sostanzialmente in media nei mesi primaverili e inferiori nell'ultima parte dell'anno. La curva dei deflussi annuale rimane al di sopra di quella media con un coefficiente di deflusso che, a fronte di afflussi scarsi da ottobre in poi, risulta di qualche punto percentuale superiore al valore medio: 0,64 contro 0,52 (come si legge in tabella 6).

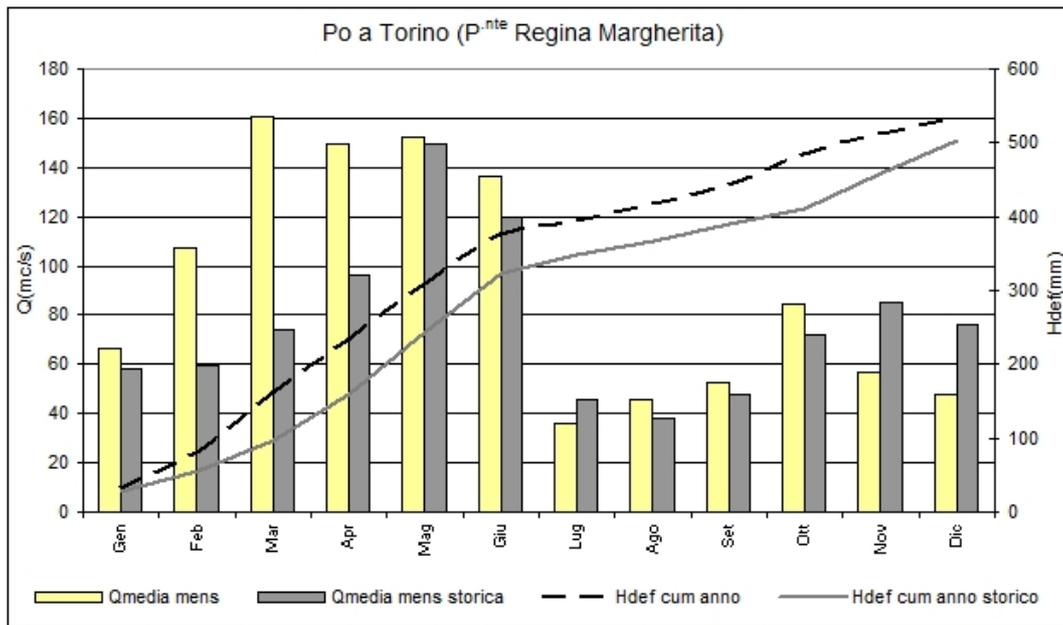


Figura 10. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2015 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Torino

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 ancora più marcatamente inferiori nell'ultima parte dell'anno. Come si può notare in figura 11, la curva dei deflussi annuale e storica a fine anno sono quasi coincidenti: a conferma di ciò il coefficiente di deflusso è risultato pari a 0,56 contro 0,51 che è il valore medio storico (vedi tabella 6).

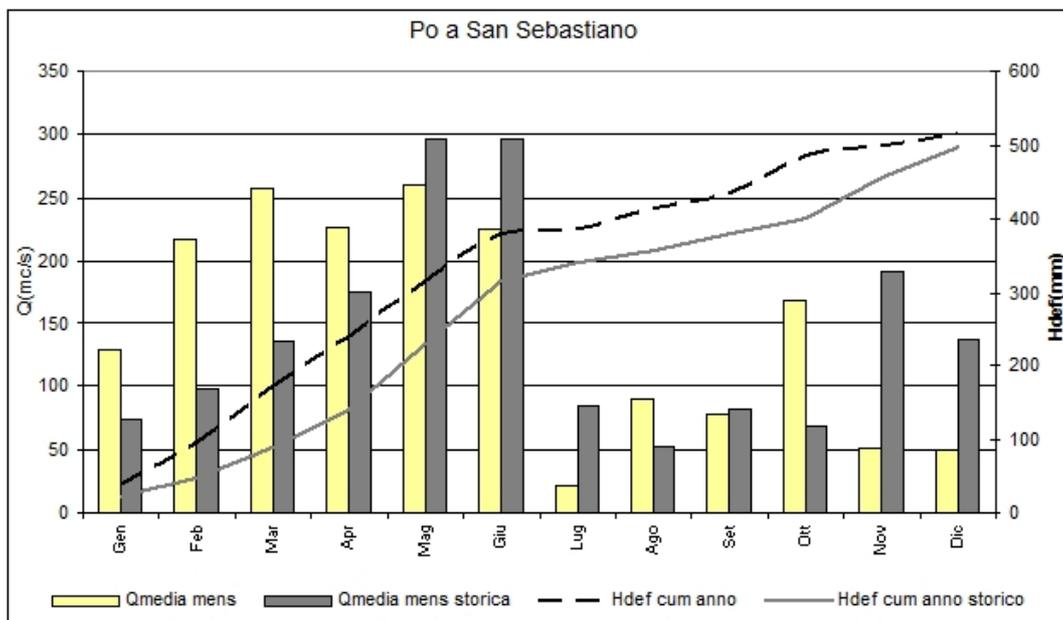


Figura 11. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2015 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a San Sebastiano

Sul Po a Valenza (valle confluenza Sesia) l'andamento idrologico rilevato nel 2015 si presenta sostanzialmente in media con il riferimento storico. Nella parte finale dell'anno, la curva dei deflussi

annuale coincide proprio con quella media storica e il coefficiente di deflusso annuale, pari a 0,62, risulta assolutamente in linea con il valore medio storico pari a 0,59 (vedi tabella 6).

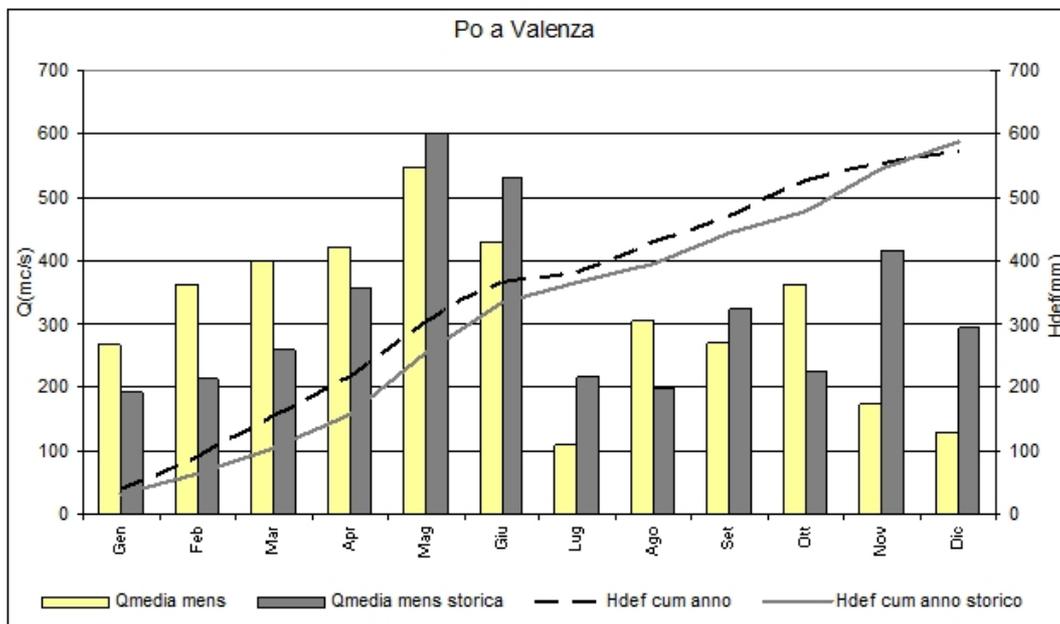


Figura 12. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2015 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Valenza

Nella sezione di chiusura regionale a Isola S. 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 molto vicino a quello medio storico con uno scostamento di dello 0,11% (come si legge in tabella 6).

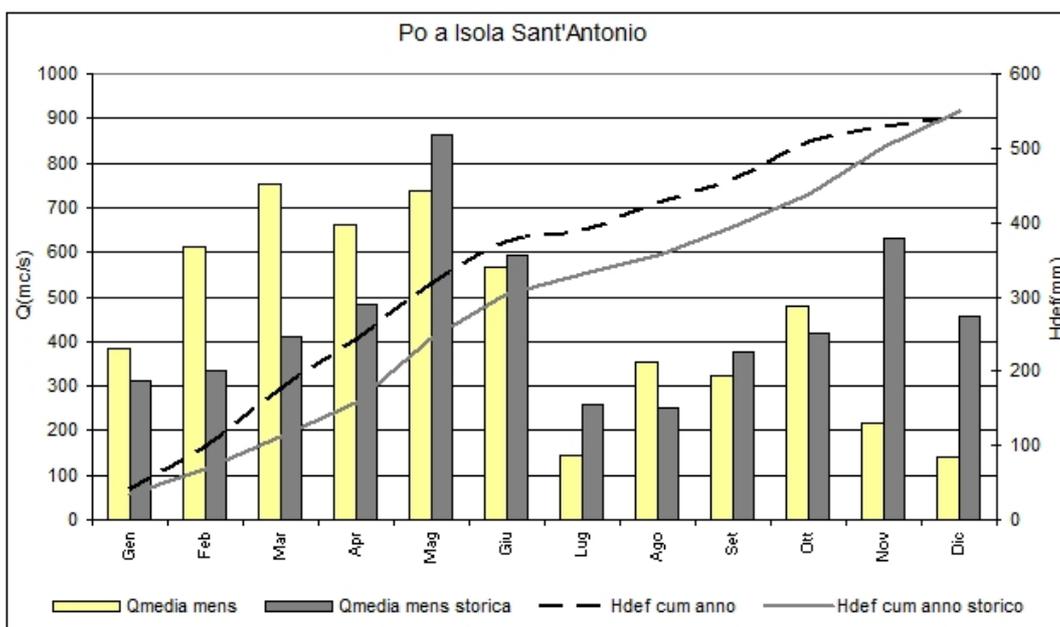


Figura 13. Confronto tra i valori di portata media mensile e deflusso annuo cumulato del 2015 rispetto al periodo storico di riferimento (anni di funzionamento della stazione) per l'idrometro sul Po a Isola Sant'Antonio.

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 2015 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 abbastanza in linea con i valori medi di riferimento calcolati nel periodo di funzionamento. E' piuttosto marcata la differenza, in difetto, tra i valori massimi dell'anno e quelli relativi al riferimento storico (a Isola S. Antonio Q_{max} 2015 pari a 2073 [m³/s] contro una Q_{max} media (1998-2014) di 4334 [m³/s]) a testimoniare la sostanziale assenza di eventi di piena durante l'anno.

La quasi totale assenza delle precipitazioni negli ultimi due mesi ha determinato valori di portata prossimi ai valori minimi storici: in particolare il 19 dicembre si è registrato un valore di 119 mc/s, inferiore al minimo storico del periodo di funzionamento della stazione pari a 121 mc/sec misurato il 25 dicembre 2001.

Tabella 7. Valori caratteristici delle portate giornaliere e delle curve di durata relativi all'anno 2015 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	2015	415	91	25	241	123	68	51	30
	Media 1995-2014	752	78	24	251	83	57	43	29
	Min 1995-2014	253	43	14	96	40	30	26	17
	Max 1995-2014	2093	121	39	495	133	101	75	52
PO A SAN SEBASTIANO	2015	639	148	8	459	199	128	56	15
	Media 2008-2014	2016	153	16	621	162	96	57	24
	Min 2008-2014	827	87	2	345	95	53	30	5
	Max 2008-2014	3061	189	35	773	229	146	94	53
PO A VALENZA	2015	1440	315	68	776	405	285	176	79
	Media 2005-2014	3163	319	63	1199	345	214	153	82
	Min 2005-2014	1598	206	12	703	187	142	89	30
	Max 2005-2014	4797	437	133	1680	577	366	274	164
PO A ISOLA SANT'ANTONIO	2015	2073	447	91	1039	577	402	223	108
	Media 1998-2014	4334	449	100	1579	494	309	219	123
	Min 1998-2014	1983	250	43	846	225	183	154	55
	Max 1998-2014	9780	687	155	2888	781	520	375	179

3.4 Analisi estate 2015

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, l'estate 2015 è stata caratterizzata da scarse precipitazioni e temperature particolarmente elevate: tale situazione, combinata ad un aumento delle idroesigenze del periodo irriguo, ha determinato una progressiva riduzione dei deflussi dei corsi d'acqua piemontesi.

A giugno si sono registrate portate tendenzialmente di poco sotto la media mentre a luglio gli scostamenti sono risultati tutti negativi e più significativi nei tratti terminali del Po e dei suoi principali affluenti a causa delle significative pressioni antropiche.

Lungo il fiume Po, si è passati da uno scostamento del -22% a Torino ad un -60% a Isola S. Antonio (AL).

Nella figura sottostante si riportano le portate medie giornaliere del Po a Isola S. Antonio (AL) registrate dal 01 giugno al 30 agosto del 2015 confrontate con quelle di alcuni anni passati (2003-2006-2007-2014) e con la media storica (periodo 1996-2014).

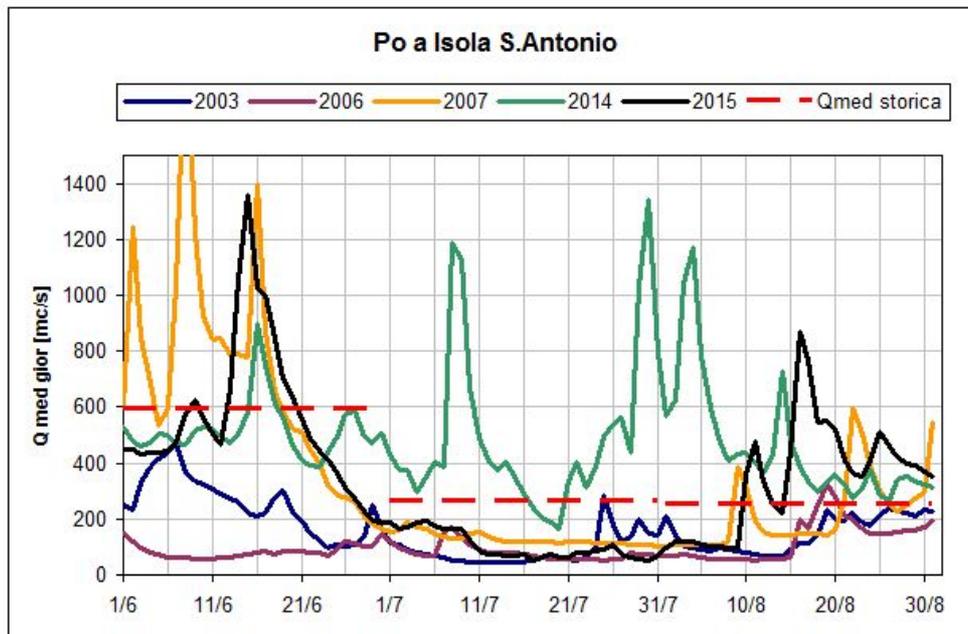


Figura 14. Confronto tra le portate medie giornaliere del Po ad Isola S. Antonio di diversi anni con i valori medi mensili storici

Si può notare come nella seconda e terza decade di luglio e nella prima decade di agosto, si siano osservate portate paragonabili a quelle dell'estate 2003 e 2006. Successivamente, le precipitazioni a carattere temporalesco che hanno interessato a più riprese il bacino del Po, hanno riportato i deflussi a valori superiori alla media del mese di agosto.

La fase critica delle disponibilità di risorse idriche superficiali è stata relativamente breve (1 mese) e limitata al periodo che va all'incirca dal 10 luglio al 10 agosto rispetto ad un periodo ben più lungo di assenza di precipitazioni (2 mesi) in cui, tra l'altro, le temperature sono state ininterrottamente molto al di sopra dei valori medi del periodo. A livello di asta di Po, si può notare come le criticità maggiori si sono riscontrate nella parte più alta del bacino, fino a monte della confluenza con la Dora Baltea, mentre nel tratto successivo i nuovi apporti precipitativi di agosto ed i contributi di falda hanno determinato deficit più contenuti.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Il 2015 è risultato nella norma in termini di piovosità ma le sue peculiarità sono state un'alternanza di mesi particolarmente piovosi con altri caratterizzati da caldo ed assenza di precipitazioni.

L'estate 2015 è stata caratterizzata da scarse precipitazioni e temperature particolarmente elevate; tale situazione, combinata ad un aumento delle idroesigenze del periodo irriguo, ha determinato una progressiva riduzione dei deflussi dei corsi d'acqua piemontesi. La fase critica delle disponibilità di risorse idriche superficiali è stata relativamente breve, circa 1 mese a fronte di 2 mesi di assenza di precipitazioni e temperature molto al di sopra dei valori medi del periodo.

Da sottolineare poi l'anomalia di fine anno: a partire da fine ottobre è iniziato un lungo periodo di scarsità di piogge sul Piemonte, che si è concluso solo nel mese di febbraio 2016. Infatti, a partire dal 29 ottobre e per i successivi 97 giorni consecutivi, non si è mai osservata una giornata con una precipitazione media sulla regione superiore a 5 mm. Questo periodo prolungato, si pone come il 4° più lungo registrato sul Piemonte negli ultimi 60 anni, e paragonabili solamente all'aprile-maggio 1997 ed al febbraio 1981.

L'analisi dei deflussi superficiali ha evidenziato valori annui delle portate in linea con i dati medi storici. I valori caratteristici di portata delle stazioni idrometriche ubicate lungo il fiume Po, sono abbastanza in linea con i valori medi di riferimento calcolati nel periodo di funzionamento. E' piuttosto marcata la differenza, in difetto, tra i valori massimi dell'anno e quelli relativi al riferimento storico (a Isola S. Antonio Q_{max} 2015 pari a 2073 [mc/s] contro una Q_{max} media (1998-2014) di 4334 [mc/s]) a testimoniare la sostanziale assenza di eventi di piena durante l'anno.

La quasi totale assenza delle precipitazioni negli ultimi due mesi ha determinato valori di portata prossimi ai valori minimi storici: in particolare, il 19 dicembre 2015, a Isola S. Antonio si è registrato un valore di 119 mc/s, inferiore al minimo storico del periodo di funzionamento della stazione pari a 121 mc/sec misurato il 25 dicembre 2001.

6 APPROFONDIMENTI

Il clima in Piemonte 2015

Rapporto tecnico eventi marzo 2015

Rapporto tecnico eventi temporaleschi maggio 2015

Rapporto tecnico evento settembre 2015