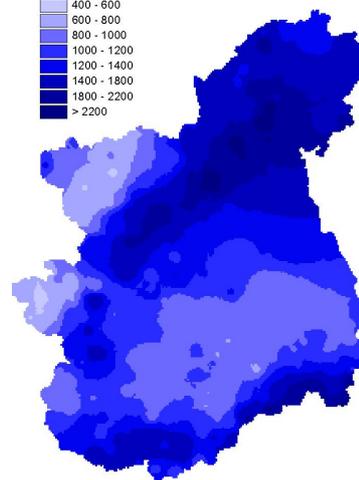
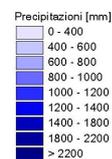
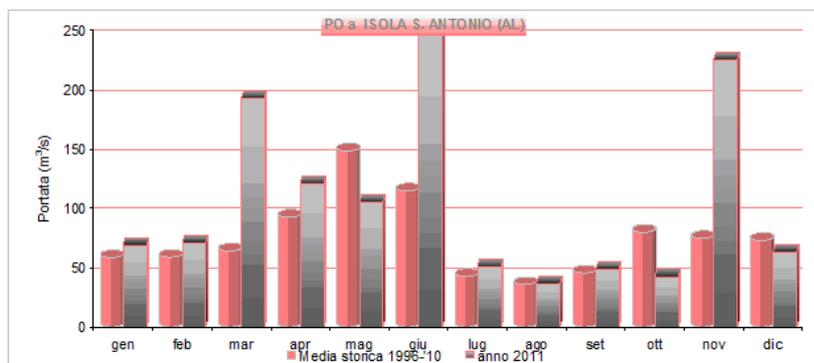


RAPPORTO “SITUAZIONE” IDRICA PIEMONTESE NEL PERIODO GENNAIO-DICEMBRE 2011

in termini di condizioni meteoclimatiche, idrometriche e misure piezometriche



Torino, luglio 2012

Rapporto a cura di

AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE
DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI
Via PIO VII, 9 10135 Torino
E - mail: sistemi.previsionali@arpa.piemonte.it
Telefono + 39 011 19681340

REGIONE PIEMONTE
DIREZIONE AMBIENTE
Via Principe Amedeo, 17 10123 Torino
E - mail: direzioneB10@regione.piemonte.it
Telefono + 39 011 4321418

In copertina: a sinistra, l'andamento delle portate medie mensili del 2011 confrontate con le portate medie mensili del periodo 1996-2010 del fiume Po a Isola S. Antonio (AL);
a destra, le precipitazioni mensili registrate e cumulate sul Piemonte nel periodo gennaio – dicembre 2011.

SOMMARIO

PREMESSA	4
ANALISI METEOROLOGICA	5
ANALISI PLUVIOMETRICA	18
Precipitazioni osservate	18
Analisi pluviometrica riassuntiva	25
Indice meteorologico di siccità	26
Confronto climatologico	32
ANALISI NIVOMETRICA RIFERITA ALLE STAGIONI 2010-2011 E 2011-2012	33
ANALISI DEI DEFLUSSI SUPERFICIALI	37
Asta del fiume Po	49
Asta del fiume Tanaro	59
Asta del fiume Tanaro	59
ANALISI DEI LIVELLI DEL SISTEMA ACQUIFERO SUPERFICIALE	73
Il bacino del fiume Po	74
Il bacino del fiume Tanaro	79
VOLUMI DISPONIBILI NEGLI INVASI PIEMONTESI A SERVIZIO DELLA PRODUZIONE IDROELETTRICA	83
CONCLUSIONI	85

PREMESSA

Il presente rapporto descrive la situazione idrica della porzione piemontese del bacino idrografico del Po al fine di fornire un quadro complessivo relativo all'anno 2011.

Il documento, che analizza i dati di monitoraggio della rete regionale, è costituito da due parti: la prima, redatta dall'ARPA Piemonte – *Dipartimento Sistemi Previsionali*, descrive le condizioni meteorologiche, pluviometriche e nivometriche, la seconda, predisposta dalla Regione Piemonte – *Direzione Ambiente*, esamina i deflussi superficiali e la situazione delle falde freatiche.

Le valutazioni si basano sul confronto fra le osservazioni del periodo in esame ed i valori medi del periodo storico di riferimento disponibile. Al fine di consentire una valutazione dei differenti impatti del deficit di precipitazione sulle riserve idriche è stato calcolato per diverse scale temporali, un indice meteorologico di siccità a partire dalle piogge ragguagliate a livello dei principali bacini idrografici.

Tale indice permette di individuare i possibili indicatori di “criticità” da assumere come riferimento per qualificare una situazione come critica ai sensi delle indicazioni operative necessarie per fronteggiare eventuali crisi idriche come da Circolare del Presidente del Consiglio dei Ministri 67/2007/P.C.M. del 5 marzo 2007.

ANALISI METEOROLOGICA

L'analisi meteorologica dell'anno 2011 è stata svolta analizzando i vari periodi dell'anno e raggruppando insieme (quando possibile) i mesi che hanno avuto una configurazione meteorologica simile, al fine di dare una descrizione a grande scala del tempo meteorologico che ha caratterizzato il Piemonte nel corso di tutto l'anno.

Viene descritto l'andamento dell'altezza di geopotenziale¹, parametro meteorologico fondamentale per caratterizzare sinteticamente la configurazione meteorologica dominante.

I valori climatologici, presi come riferimento per effettuare un confronto, sono quelli relativi al periodo 1971-2000 e derivano dalle ri-analisi (note come "archivio ERA40") del Centro Meteorologico Europeo di Reading (ECMWF) per quanto riguarda i valori dei campi a grande scala (geopotenziale a 500 hPa, circa 5500 m di altitudine, temperatura a 850 hPa, circa 1500 m di quota, e pressione a livello del mare: dalla figura 2 alla figura 16). Per i confronti termopluviometrici delle misure al suolo a livello regionale (figura 1), sono state prese in considerazione le informazioni provenienti dalle osservazioni fatte sul territorio piemontese e spazializzate su un grigliato regolare di 14 km, sempre con periodo di riferimento climatologico l'intervallo 1971-2000. Questa climatologia di 30 anni è quella utilizzata a livello internazionale dall'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO) come termine di paragone per le analisi climatiche correnti e viene quindi utilizzata per tracciare un'analisi delle anomalie e interpretare la fenomenologia del 2011.

Nel complesso si osserverà come il 2011 in Piemonte sia stato un anno decisamente caldo, il più caldo degli ultimi 50 anni, con un'anomalia termica positiva maggiormente accentuata nei valori massimi rispetto a quelli minimi (figura 1); in particolare nei mesi di aprile ed ottobre sono stati registrati numerosi record storici, mentre più in generale tra aprile e maggio e poi tra metà agosto e metà ottobre si sono avuti i periodi di anomalia termica positiva più significativi e persistenti. Solo luglio e la seconda metà di ottobre le anomalie di temperatura registrate hanno avuto segno costantemente negativo. Le precipitazioni osservate sono state essenzialmente nella norma annua, seppur concentrate in pochi episodi intensi: solo grazie a pochi ma forti eventi precipitativi (riconducibili essenzialmente ai mesi di marzo, giugno, luglio e novembre), il cumulo totale di pioggia annua a fine 2011 è riuscito ad allinearsi alla media climatica annua (figura 1). Al contrario, i mesi primaverili di aprile e maggio e quelli autunnali di settembre e soprattutto ottobre, ossia nelle due stagioni in cui si concentra il maggior apporto di pioggia in Piemonte, hanno fatto tutti registrare anomalie percentuali negative, in alcuni casi anche importanti. Anomalie negative, con precipitazioni inferiori alla media, si sono avute anche nei mesi di gennaio, agosto e dicembre.

¹ L'altezza di geopotenziale (qui espressa in decimetri) indica a quale altezza si trova un determinato valore di pressione atmosferica, che nelle mappe mostrate è la pressione di 500 hPa o millibar. In pratica tali mappe sono simili alle carte della pressione al suolo, ma si riferiscono ad una superficie in quota, a circa 5.500 metri. Le linee che uniscono punti di uguale valore di geopotenziale, dette isoipse, possono assumere la forma di "promontori" (simili a montagne) e di "saccature" (simili a valli): i "promontori" sono aree di alta pressione, mentre le "saccature" sono aree di bassa pressione. Il flusso dominante a grande scala è fondamentalmente governato da tale configurazione meteorologica in quota (sinottica), in quanto segue proprio le isolinee di geopotenziale (le "isoipse"), muovendosi da ovest verso est.

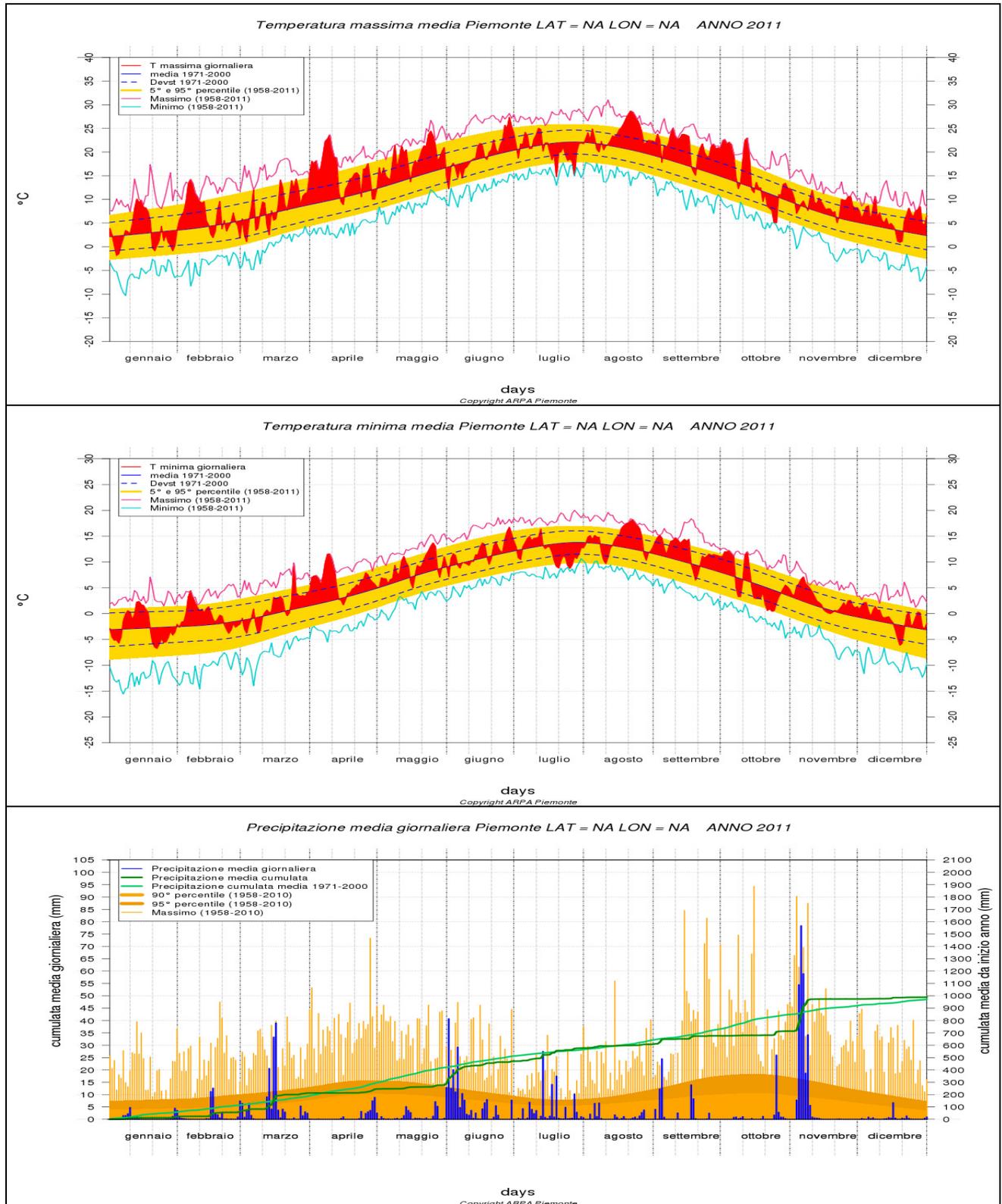


Figura 1. Andamento della temperatura massima, minima e della precipitazione, sui valori medi sul territorio regionale nel corso di tutto il 2011. Il periodo climatologico di riferimento per il calcolo della media climatica e dei percentili è il 1971-2000.

Gennaio

Il primo mese del 2011 è stato chiaramente asciutto e con temperature nel complesso nella media climatologica, anche se ha avuto un andamento molto variabile (figura 1): caratteristica che è poi stata il comportamento che ha contraddistinto tutto l'anno 2011.

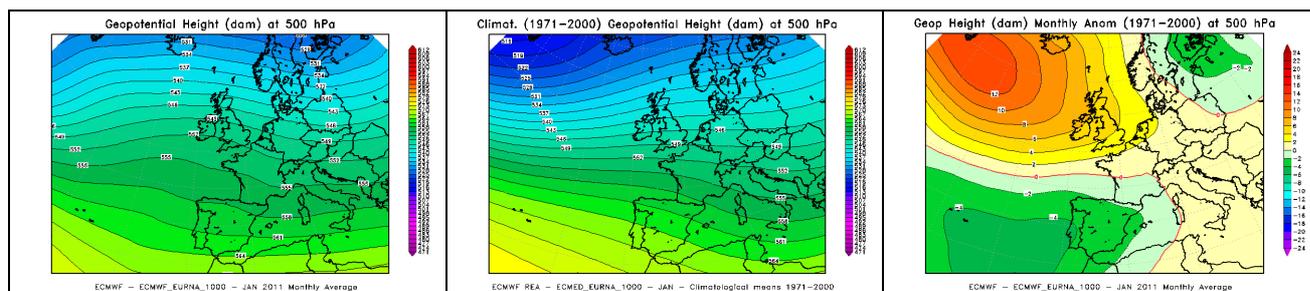


Figura 2. Geopotenziale a 500 hPa del mese di gennaio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra). Nella figura dell'anomalia (ultima figura a destra) la linea tratteggiata in rosso segna lo "0" e separa i valori di anomalia negativa (dal verde al blu-viola) da quelli positivi (dal giallo al rosso).

L'anticiclone delle Azzorre è stato particolarmente forte sulle latitudini più alte del nord Atlantico, come indicato dall'anomalia positiva in figura 2 (a destra), lasciando invece spazio ad una pressione inferiore alla norma sulle latitudini più meridionali del medio Atlantico. Tuttavia la bassa pressione al largo delle coste atlantiche della Penisola Iberica non è riuscita ad influenzare in maniera efficace o duratura il nordovest italiano: solo in un'occasione alla fine della prima decade (figura 1) è stata responsabile di debole instabilità sulla regione. Invece, l'alta pressione del nord Atlantico è riuscita più attivamente a mantenere tempo stabile sul Piemonte e sul nord Italia in genere, con un flusso in quota prevalente dai quadranti nordoccidentali (figura 2 a sinistra), quindi più continentale ed asciutto per le aree subalpine italiane, e con temperature sopra la media sulle zone montane alpine piemontesi. Particolarmente calda la metà del mese (figura 1), quando l'alta pressione ha progressivamente assunto caratteristiche temporaneamente più nord-africane, seppur il caldo anomalo rimaneva più sensibile nelle zone di montagna, mentre le pianure soffrivano spesso della nebbia causata dall'umidità intrappolata nei bassi strati atmosferici dall'inversione termica.

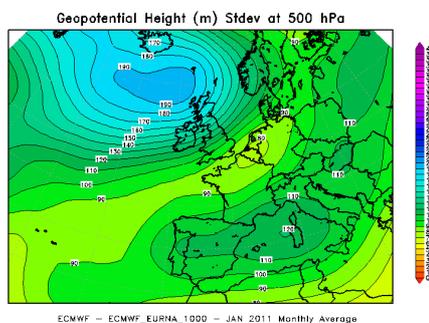


Figura 3. Variazione media mensile del geopotenziale a 500 hPa (rappresentata dalla sua deviazione standard) nel mese di gennaio 2011

Il tempo più freddo e alla fine anche instabile è stato portato, nella terza decade del mese (figura 1), dalla discesa verso sud della depressione polare che dai paesi baltici e dalla Polonia (anomalia negativa in figura 2 a destra) è scesa fin verso il Mediterraneo occidentale, andando a riattivare la bassa pressione sulla Spagna (con le due anomalie negative che quasi cercano di unirsi attraverso un canale di collegamento dalla Finlandia alle Baleari in figura 2 a destra).

Questa evoluzione si vede più chiaramente nella figura 3 che, con la variazione del geopotenziale medio mensile, è un indice della strada percorsa più frequentemente dalle perturbazioni più forti nel corso del mese e (coi colori più 'freddi': in verde scuro) mostra come queste siano più attivamente arrivate sul Piemonte da est-nord (quindi con moto retrogrado rispetto al più comune flusso occidentale). Quella depressione polare, proveniente dalla Russia, è stata responsabile, tramite un flusso orientale, del freddo occorso già all'inizio della prima decade e poi in tutta l'ultima decade del mese (figura 1), tanto che le temperature medie mensili alla fine sono risultate inferiori alla norma sulle zone pianeggianti, più soggette al flusso freddo da est rispetto alle Alpi.

Febbraio

Febbraio è stato ancor più variabile di gennaio, con il risultato di una media mensile di temperature sopra la norma e precipitazioni irregolari.

La prima metà del mese ha avuto temperature nettamente superiori alla media climatologica (figura 1), grazie all'anticiclone delle Azzorre, che, a differenza del mese precedente, è tornato forte sulla sua localizzazione più naturale (in corrispondenza delle Isole Azzorre, come mostrato dal confronto delle mappe di figura 4) e da quelle latitudini più meridionali del medio Atlantico in varie occasioni si è vigorosamente esteso verso l'Europa centrale, con aria oceanica particolarmente calda nella prima decade e all'inizio dell'ultima.

L'aria fredda continentale invece, associata alla bassa pressione nordorientale, diversamente da gennaio è rimasta lontana sulla Russia, bloccata dall'alta pressione (più forte di gennaio) sull'Europa centrale, che proteggeva bene tutta l'Italia settentrionale (mappa destra di figura 4).

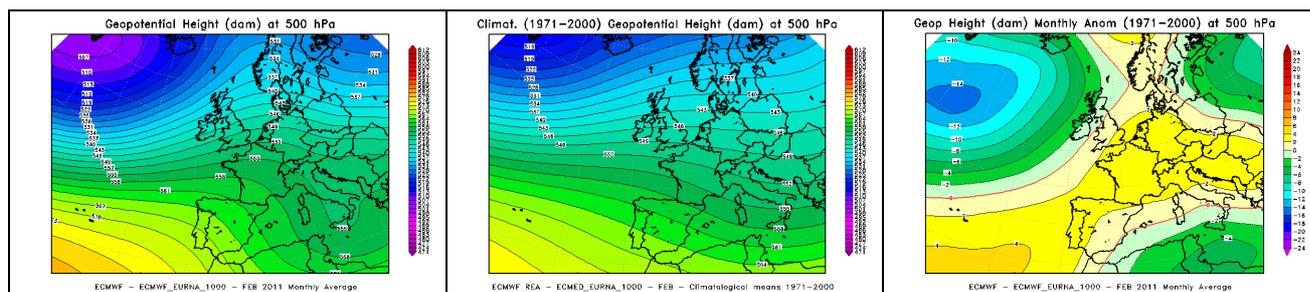


Figura 4. Geopotenziale a 500 hPa del mese di febbraio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Sempre a differenza di gennaio, anche la depressione d'Islanda è tornata attiva sulle sue latitudini settentrionali dell'alto Atlantico (figura 4), ma solo in poche e fugaci occasioni (subito dopo la metà del mese e poi alla fine di febbraio (figura 1) è riuscita ad estendere la sua influenza destabilizzante sul Piemonte, con perturbazioni che attraversavano velocemente il nordovest dell'Italia, sospinte dall'alta pressione atlantica a interessare maggiormente il basso Mediterraneo orientale e la parte più meridionale della nostra penisola.

In tali rari eventi sono cadute le precipitazioni più significative sulla regione (con fenomeni quindi sporadici ma abbondanti), tuttavia il bilancio pluviometrico complessivo alla fine del mese è risultato con un surplus solo su poche zone della pianura orientale, sull'Appennino e in maniera molto isolata sulle Alpi Marittime: la maggior parte del territorio piemontese ha di nuovo avuto un deficit mensile di precipitazioni e a livello regionale le precipitazioni di febbraio comunque non sono ancora state sufficienti a compensare il debito accumulato dall'inizio dell'anno.

Marzo

Dopo la prevalente stabilità atmosferica dei primi due mesi dell'anno, marzo è stato il primo mese decisamente piovoso, tanto da riuscire a recuperare tutto il deficit di precipitazioni pregresso e riallinearsi, alla fine del mese, alla media dell'anno (figura 1).

L'anomalia negativa, di pressione inferiore alla media, disegnata dalla mappa destra della figura 5 tra il basso Atlantico e il Mediterraneo occidentale, lascia intuire che la saccatura atlantica è stata molto profonda e attiva su quell'area ed è stata la vera responsabile delle cospicue precipitazioni che hanno colpito il Piemonte all'inizio del mese, intorno alla metà e verso la fine. A differenza di gennaio, quando, nonostante l'analoga (seppur minore) anomalia negativa di pressione dalle Azzorre alle Baleari (mappa destra di figura 2), il flusso in quota sull'Europa occidentale e sul Piemonte era rimasto prevalente da quadranti più settentrionali (nordoccidentali nella mappa sinistra di figura 2), a marzo le correnti prevalenti hanno avuto una componente più meridionale (più da sudovest nella mappa sinistra di figura 5 su Baleari e Mediterraneo occidentale), giustificando così il maggior apporto di aria marittima, mite e umida.

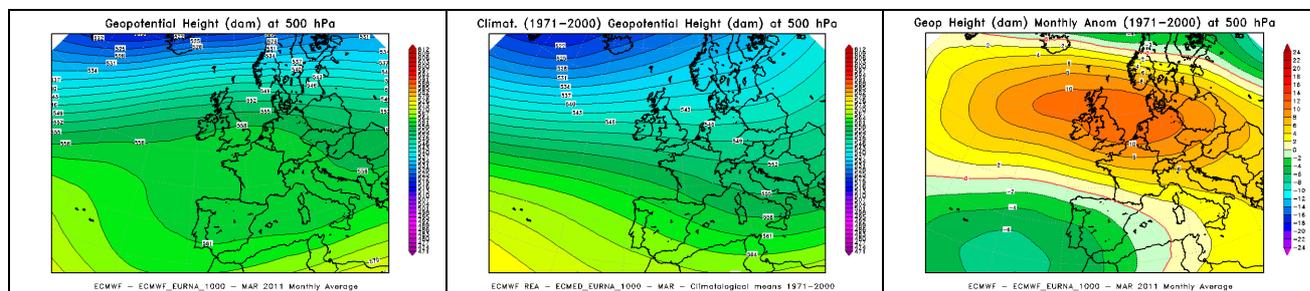


Figura 5. Geopotenziale a 500 hPa del mese di marzo 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Anche a marzo l'alta pressione è stata forte sull'Europa nordoccidentale, tra la Gran Bretagna e la Germania (con anomalia positiva fino al Mediterraneo orientale nella mappa destra della figura 5), e così talvolta riusciva a portare delle pause di miglioramento, con tempo bello e caldo. Le temperature medie mensili alla fine sono comunque risultate poco distanti dalla media climatologica (figura 1): lievemente inferiori sulla parte centro-meridionale (più vicina alla depressione mediterranea), superiori su tutta la fascia montana e pedemontana alpina, meglio influenzata dall'alta pressione settentrionale.

Aprile e Maggio

Dopo la piovosità di marzo, i mesi di aprile e maggio sono tornati ad essere drasticamente asciutti e prematuramente caldi, con un deficit di precipitazioni particolarmente acuto e

prolungato per la stagione primaverile che climatologicamente è tra le due stagioni più piovose dell'anno per il Piemonte e l'area mediterranea (figura 1).

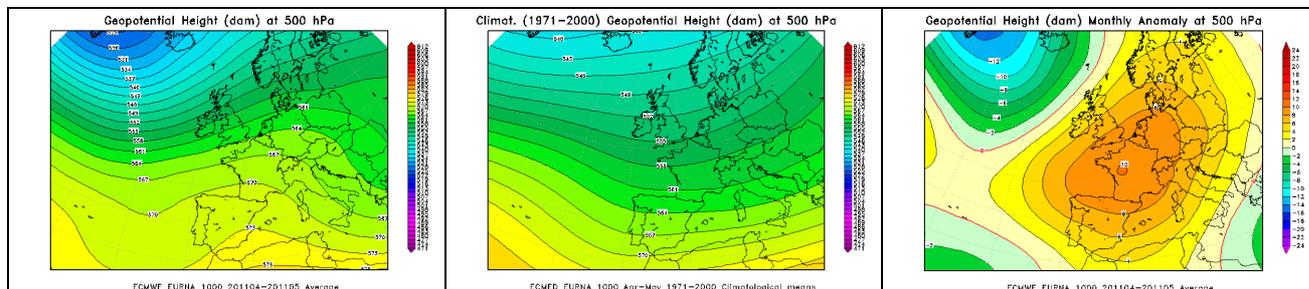


Figura 6. Geopotenziale a 500 hPa del bimestre aprile-maggio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Un robusto promontorio di alta pressione ha occupato gran parte dell'Europa, prolungandosi dal nordovest Africa (dal Maghreb) fino alla Scandinavia, con una marcata anomalia positiva (mappa destra di figura 6) sostanzialmente su tutto il continente europeo, come mostrato chiaramente dalle mappe della figura 6. La forte alta pressione nordafricana è stata responsabile della stabilità atmosferica che ha dominato in maniera prevalente per entrambi i mesi, sostituendosi, con un flusso nordoccidentale, continentale e asciutto sul Piemonte (mappa sinistra), alla saccatura nord-atlantica che, col flusso sudoccidentale marittimo (mappa al centro), avrebbe portato le precipitazioni tipiche della Primavera.

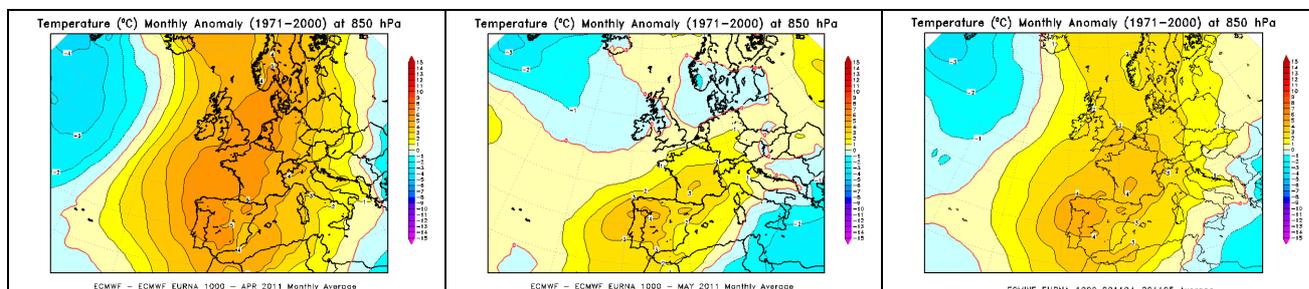


Figura 7. Anomalia della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) dei mesi di aprile (a sinistra), maggio (al centro) e del bimestre complessivo (a destra) tra l'anno 2011 e il periodo climatico 1971-2000

La netta anomalia positiva, di pressione sopra la media (mappa destra di figura 6), si è anche tradotta in una marcata e persistente anomalia termica positiva (figura 7), con temperature sopra la norma in entrambi i mesi ed eccezionalmente elevate nel mese di aprile, quando già nella prima decade del mese sono addirittura stati superati i 30° C in pianura e toccati i 4000 m di zero termico in quota: valori record per il periodo e più tipici di agosto (figura 1).

Giugno

A giugno le temperature sono tornate più vicine alla norma climatologica, ma soprattutto le precipitazioni sono tornate abbondanti, tanto copiose quasi da recuperare in un mese l'ampio ammanco accumulatosi nei due mesi primaverili precedenti (figura 1).

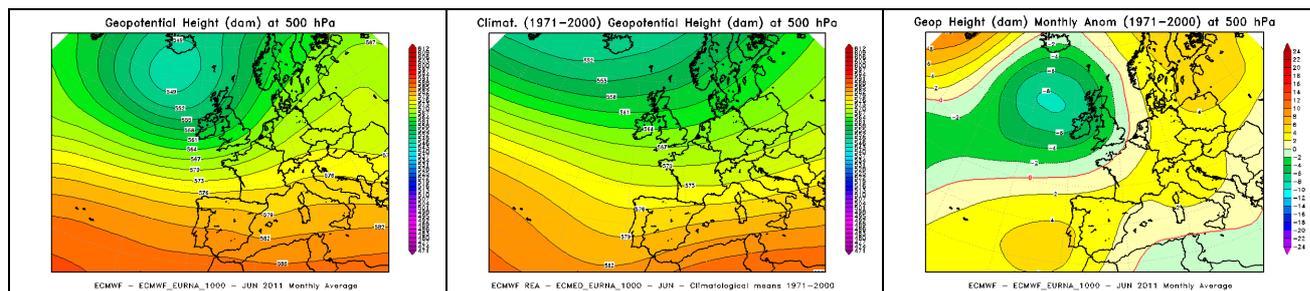


Figura 8. Geopotenziale a 500 hPa del mese di giugno 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

La responsabile dell'instabilità di giugno è stata una bassa pressione molto profonda sul nord dell'Atlantico, che in ripetute occasioni (e in maniera più marcata nella prima decade) dalle Isole Britanniche si è spinta attraverso la Francia fino al Mediterraneo occidentale, dove la mappa di sinistra (e debolmente anche quella destra) della figura 8 disegna una piccola piega del geopotenziale in corrispondenza delle Baleari: la posizione migliore per portare tempo instabile e piovoso sul Piemonte, con un flusso sudoccidentale, mite e umido dal mare.

La pressione mediamente non è stata bassa sulla regione e su gran parte d'Europa: infatti anche le temperature non sono state nel complesso significativamente lontane dalla media (figura 1), verosimilmente perché il flusso ciclonico meridionale (sul Piemonte e sull'Europa continentale), oltre che marittimo e umido, era anche piuttosto mite. Tuttavia il disegno dell'anomalia positiva (nella mappa destra di figura 8), che, più forte (dal colore più arancione) sul basso Atlantico e sull'area baltica, ha invece un lieve cedimento relativo (più giallo pallido) proprio in corrispondenza delle Baleari e del Mediterraneo, è stato rilevante per portare instabilità sul Piemonte.

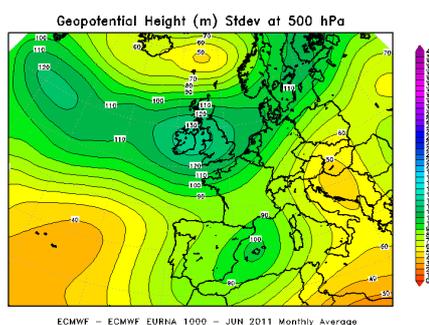


Figura 9. Variazione media mensile del geopotenziale a 500 hPa (rappresentata dalla sua deviazione standard) nel mese di giugno 2011

L'intensità e la frequenza delle perturbazioni sono meglio illustrate dalla figura 9 che (coi colori più 'freddi': in verde) indica bene la traiettoria percorsa dai fronti perturbati provenienti dal nord Atlantico: nel loro moto verso le Isole Britanniche e il nord Europa sono scesi proprio sul Mediterraneo occidentale, la posizione più propizia per investire efficacemente il Piemonte.

Luglio

Luglio ha proseguito la fase instabile di giugno, che ha caratterizzato così tutta la prima parte dell'estate 2011; e in più ha anche avuto temperature significativamente al di sotto della norma, con un clima quindi nel complesso freddo e decisamente poco estivo (figura 1).

Il maltempo di luglio è stato provocato dall'anomala e prolungata intrusione sull'Europa centrale della depressione nord-atlantica (come ben rappresentato dal confronto delle mappe di figura 10), che ha schiacciato totalmente verso sud l'alta pressione africana sul Mediterraneo centro-occidentale. La bassa pressione, scesa dal Mare del Nord sulla parte centrale dell'Europa e del Mediterraneo (fino alle meridionali latitudinali del nord Africa) è stata là fermata ad insistere, con la sua azione destabilizzante, da una configurazione di blocco anticiclonico sul lato più orientale dell'Europa, come evidenziato dall'anomalia positiva a est, dalla Russia alla Grecia. Mentre l'alta pressione (oltre che ad est sulla Russia e ad ovest sulle lontane Azzorre) si è spinta sulle alte latitudini settentrionali del nord Europa e del circolo polare artico (anomalia positiva nella mappa destra di figura 10), la bassa pressione polare, scesa di ritorno sulle latitudini più meridionali dell'Europa centrale (anomalia negativa nella mappa destra di figura 10), là è rimasta bloccata a colpire con maltempo prolungato il Mediterraneo centro-occidentale, l'Italia e il Piemonte.

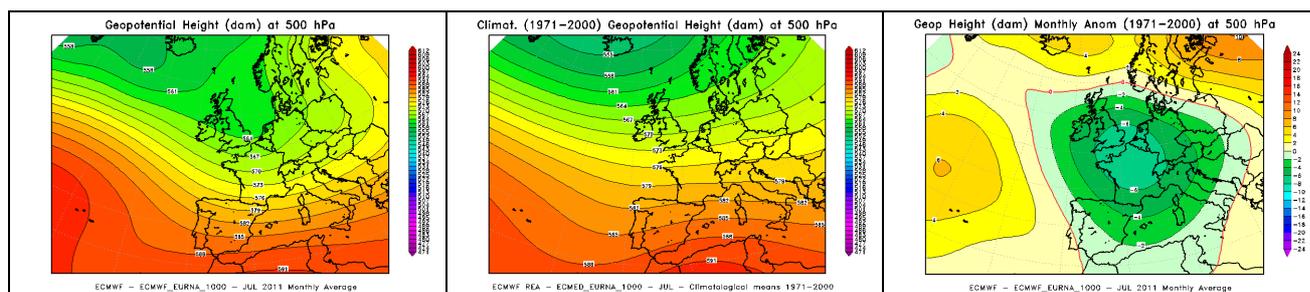


Figura 10. Geopotenziale a 500 hPa del mese di luglio 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Il maltempo è stato molto duraturo, con varie occasioni di precipitazioni lungo tutto il mese, localmente anche forti per il carattere di rovescio convettivo, tipico per la stagione, e, con l'aria fredda nord-atlantica che la saccatura polare sul suo ramo discendente occidentale (mappa sinistra di figura 10) portava prepotentemente da nord verso il Mediterraneo e l'Italia, ha anche determinato un'anomalia negativa di temperature diffusamente inferiori alla media (figura 1). Con la fine di luglio il bilancio pluviometrico dell'anno è tornato in parità con la norma climatologica annua, compensando appieno tutto il deficit pregresso, che era cresciuto perlopiù nei mesi primaverili (figura 1).

Agosto e Settembre

In ritardo sulla stagione, il tempo estivo, bello e caldo, è arrivato solo col mese di agosto, e si è poi prolungato fino a tutto l'autunno, quindi con la percezione di uno slittamento in avanti di entrambe le stagioni (figura 1).

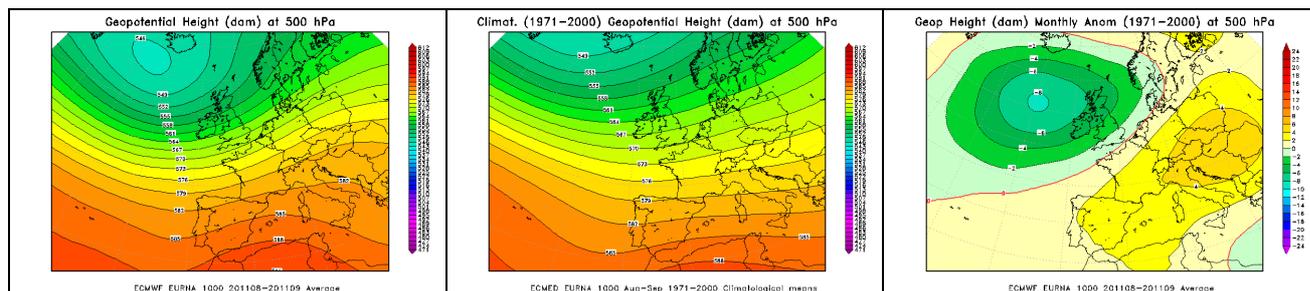


Figura 11. Geopotenziale a 500 hPa del bimestre agosto-settembre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Come mostrato dalle mappe di figura 11, in entrambi i mesi di agosto e settembre, una pressione più alta della media dalle Azzorre a gran parte dell'Europa continentale (anomalia positiva nella mappa destra di figura 11) ha mantenuto tempo stabile e caldo su buona parte del continente europeo, per merito di un'alta pressione che, anche quando partiva talvolta con un'origine atlantica prolungandosi dalle Isole Azzorre, spesso poi assumeva caratteristiche decisamente africane dal Mediterraneo alla Russia. La bassa pressione nord-atlantica, forte e profonda sull'alto Atlantico è rimasta perlopiù là, bloccata dall'alta pressione continentale, ad interessare essenzialmente le Isole Britanniche e le coste nordoccidentali dell'Europa, ed è riuscita ad estendere la sua influenza al Piemonte in alcune veloci occasioni sia ad agosto che a settembre (figura 1). Il vero protagonista comunque è rimasto l'anticiclone nord-africano che ha provocato temperature significativamente al disopra della media per tutto il lungo periodo (figura 1), con il suo flusso dai quadranti meridionali (chiaramente sudoccidentale nella mappa sinistra di figura 11) che contribuiva a portare aria molto calda, oltre che talvolta umida e piovosa. Le precipitazioni infatti non sono mancate, in particolare a Settembre (figura 1), ma nel complesso sono state poche, perché ostacolate dalla pressione troppo alta: aiutate dall'effetto orografico sulle zone montane alpine (occidentali e settentrionali), sono invece rimaste inferiori alla media sulle pianure.

Ottobre

Nel successivo mese di ottobre è continuata l'anomalia termica positiva, ma le precipitazioni sono state quasi del tutto assenti, con una carenza di precipitazioni particolarmente marcata per un mese normalmente caratterizzato dalla tipica piovosità autunnale (figura 1).

L'alta pressione, ancora forte su gran parte dell'Europa, ha progressivamente assunto una matrice più atlantica (con un'anomalia positiva nella mappa destra di figura 12 sull'Europa occidentale e negativa sulla parte più orientale): in questo modo il flusso prevalente sul Piemonte ha avuto una direzione molto settentrionale (da nord-nordovest nella mappa sinistra di figura 12, rispetto al sudovest di Settembre nell'analogha mappa di figura 11), portando quindi aria più continentale e asciutta sul Piemonte. Con una tale configurazione i fronti perturbati scorrevano dall'alto Atlantico o dal nord Europa verso l'Adriatico e l'Europa sudorientale (mappa sinistra di figura 12), senza riuscire a portare sul Piemonte le piogge tipiche della stagione autunnale (garantite dalla saccatura della climatologia della mappa centrale di figura 12, che dall'Atlantico entra liberamente nel Mediterraneo), ma anzi instaurando più facilmente venti di foehn sull'area subalpina italiana.

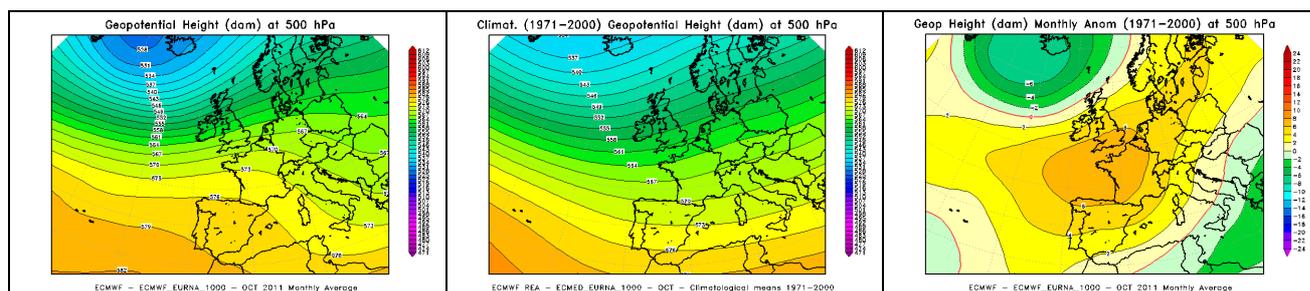


Figura 12. Geopotenziale a 500 hPa del mese di ottobre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Le temperature sono state sensibilmente superiori alla media nella prima metà del mese (quando l'alta pressione inizialmente aveva ancora caratteristiche più africane), a proseguimento del forte caldo anomalo dei due mesi precedenti (figura 1). Nella seconda metà è arrivata aria più fresca da nord-est, legata alla depressione in discesa verso l'Adriatico. Così nel complesso, alla fine del mese, la media mensile delle temperature di ottobre non si è discostata molto dalla norma climatologica (con lieve anomalia, positiva specialmente sulla fascia alpina e prealpina, e negativa perlopiù sulle pianure, al solito meglio influenzate dal freddo flusso orientale rispetto alle Alpi).

Novembre

La figura 13 è di nuovo lampante nell'evidenziare la differenza della configurazione meteorologica di novembre 2011 rispetto alla media climatologica. Una forte alta pressione nord-africana si è protesa eccezionalmente fino alle alte latitudini polari della Scandinavia, con un poderoso promontorio in corrispondenza delle longitudini centrali dell'Europa. Invece sulla parte più occidentale, lungo le coste oceaniche, una profonda saccatura atlantica è scesa energicamente fino alla Penisola Iberica e anche al Maghreb (nordovest Africa) e, entrando nel bacino occidentale del Mediterraneo, nella prima decade del mese è stata responsabile della disastrosa alluvione che ha colpito l'Italia nordoccidentale e il Piemonte (figura 1).

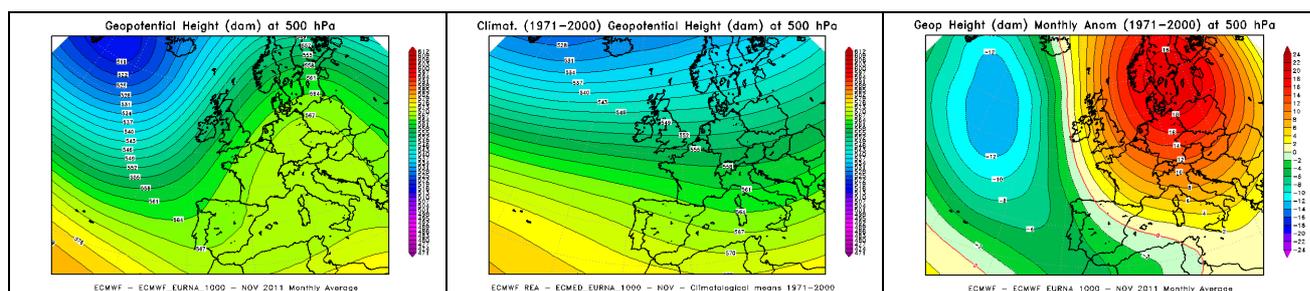


Figura 13. Geopotenziale a 500 hPa del mese di novembre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Grazie alle abbondanti precipitazioni cadute in quell'evento alluvionale, la media pluviometrica ha colmato il deficit che era cresciuto ampiamente nel precedente mese di ottobre ed è addirittura salita sopra la norma della pioggia cumulata dall'inizio dell'anno. L'alluvione di novembre è stata l'ultima occasione di precipitazioni significative per il Piemonte per l'anno 2011. La

pioggia cumulata totale alla fine del 2011 è poi risultata in linea con la cumulata media annua della climatologia, per effetto del successivo deficit pluviometrico di dicembre (figura 1).

L'episodio alluvionale di novembre ha apportato da solo circa il 30% dell'intero cumulo pluviometrico annuo registrato nel 2011, consentendo un totale finale in linea con la norma climatica e scongiurando quella che altrimenti sarebbe stata una delle annate più secche degli ultimi 50 anni.

Con la forte alta pressione, africana per quasi tutto il mese e tendente a divenire più atlantico-mediterranea alla fine di novembre, le temperature sono state prevalentemente superiori alla media, con un clima autunnale decisamente mite e ancora per nulla invernale (figura 1).

Dicembre

A dicembre le temperature sono rimaste ancora miti, con la totale mancanza del freddo tipico della stagione invernale e di nuovo (come con le due stagioni precedenti: estate ed autunno) con la sensazione di un netto ritardo dell'arrivo dell'inverno (figura 1).

L'alta pressione portatrice di aria mite e temperature prevalentemente sopra la media che ha interessato il Piemonte nel mese di dicembre è stata quella atlantica, con l'anticiclone delle Azzorre che è stato marcatamente forte ed esteso sul medio Atlantico (mappa sinistra di figura 14), con un'ampia e pronunciata anomalia positiva dall'oceano all'Europa sud-occidentale (mappa destra di figura 14).

La saccatura polare a sua volta è stata significativamente profonda dall'Islanda fino al versante adriatico italiano, lungo tutta l'Europa centrale (come emerge bene dalla mappa destra della figura 14). Con la compresenza ravvicinata delle due opposte marcate strutture, che si andavano a scontrare proprio a cavallo dell'arco alpino occidentale, il flusso dominante in quota, nettamente nordoccidentale sul Piemonte, è stato molto spinto (come si deduce dalle linee molto fitte e ravvicinate nella mappa sinistra di figura 14 rispetto alla climatologia della mappa al centro) e ha così provocato frequenti ed estesi venti di foehn sulla regione, con i fronti perturbati che provenendo dal nord Atlantico venivano sbarrati dalle Alpi, con un effetto stabilizzante sottovento alla catena alpina italiana.

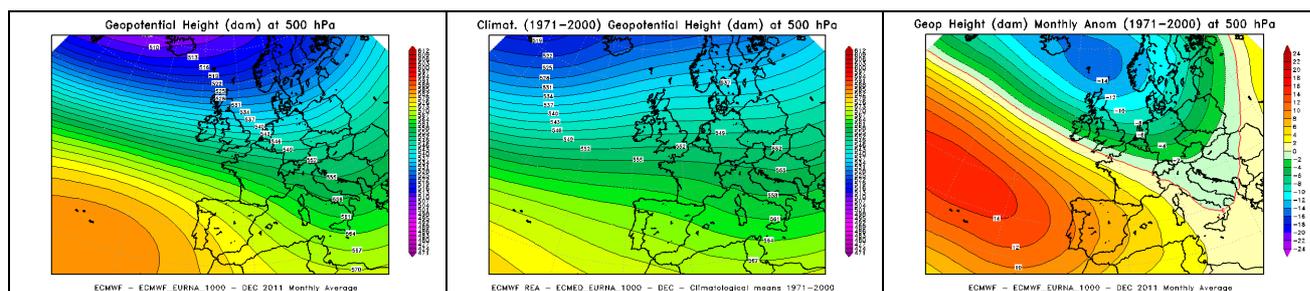


Figura 14. Geopotenziale a 500 hPa del mese di dicembre 2011 (a sinistra) a confronto con il periodo climatico 1971-2000 (al centro) e loro differenza (a destra)

Infatti, come si osserva anche dalle mappe della pressione al livello del mare (prime due mappe della figura 15), la pressione al suolo è rimasta alta sul versante straniero nordoccidentale delle Alpi e bassa sul versante padano (con anomalia positiva sulle Alpi francesi e svizzere occidentali e negativa sulla pianura padana e tutte le Alpi italiane, nella mappa al centro): il gradiente di pressione a cavallo della catena alpina nordoccidentale (sotto il flusso in quota da nordovest

molto intenso della mappa sinistra di figura 14) ha innescato frequenti episodi di venti di foehn sul Piemonte.

Con tale configurazione, il mese di dicembre 2011 è rimasto decisamente secco per il Piemonte (figura 1): le uniche zone della regione che hanno registrato precipitazioni sono state le zone alpine nordoccidentali di confine, dove si sono avute nevicate portate da fronti nuvolosi provenienti da ovest e nordovest, che venivano fermati dalla catena alpina piemontese (e valdostana) senza riuscire ad estendere la loro influenza in maniera più diffusa sulla regione. Con una saccatura polare molto profonda sull'Europa settentrionale, che scendeva solo sul lato orientale verso i Balcani e l'Adriatico, e con un anticiclone delle Azzorre molto forte sulle latitudini più meridionali del medio Atlantico (figura 14), le perturbazioni arrivavano sul Piemonte sempre con una direzione troppo settentrionale e mai meridionale, che invece sarebbe la condizione più adatta per portare instabilità diffusa sulla regione. I fronti atlantici non potevano mai raggiungere, attraverso la Penisola Iberica, il Mediterraneo occidentale, perché bloccati dalla forte anomalia di geopotenziale positiva, presente sul medio Atlantico (mappa destra di figura 14), ma (come si evince dai colori più 'freddi', dal verde scuro al blu, nella figura 16) riuscivano a transitare solo alle longitudini più alte dell'Europa centrale e poi, svalicato l'arco alpino, a ridiscendere sulla parte più centrale e meridionale dell'Italia perlopiù lungo il versante adriatico. In questo modo, arrivando da nordovest, sul Piemonte potevano portare precipitazioni solo sulle zone alpine nordoccidentali di confine, mentre tutto il versante pedemontano padano si trovava in posizione sottovento e quindi protetto.

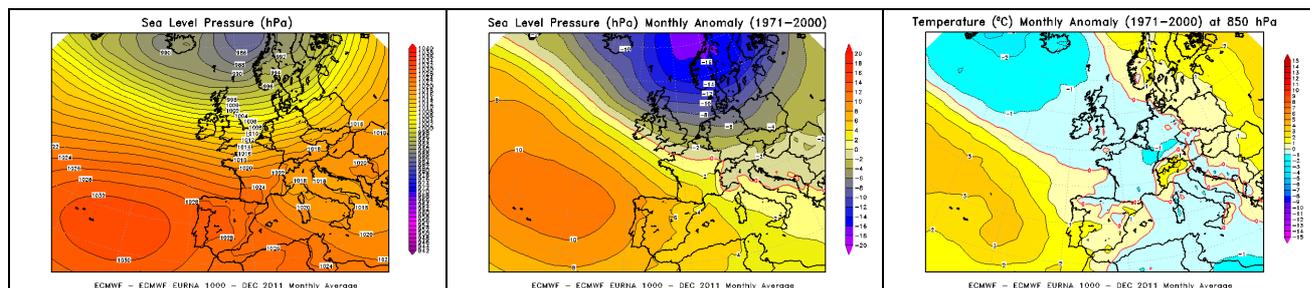


Figura 15. Pressione media a livello del mare del mese di dicembre 2011 (a sinistra), sua anomalia rispetto al periodo climatico 1971-2000 (al centro) e anomalia della temperatura a 850 hPa (circa 1500 m di quota) tra dicembre 2011 e il periodo climatico 1971 -2000 (a destra)

Con una saccatura polare molto profonda sull'Europa centro-settentrionale (figura 14), le irruzioni di aria fredda da nord non sono mancate sulla parte centrale dell'Europa, sull'Italia e sul Mediterraneo centrale, come si osserva dalla mappa destra della figura 15, ma limitatamente all'area alpina e pedemontana italiana (il nordovest italiano anche più del nordest) si è avuto un riscaldamento proprio a causa dei frequenti episodi di venti di foehn che, con la compressione dell'aria per i moti verticali di caduta sottovento alle Alpi italiane, hanno spesso mantenuto le temperature sopra la media (figura 1), soprattutto in montagna, con un'altezza dello zero termico particolarmente elevata per la normale stagione invernale (picco di 3300 m il 23 dicembre 2011).

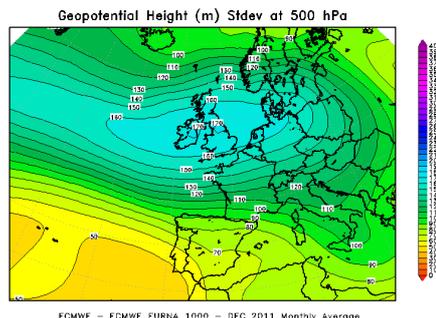


Figura 16. Variazione media mensile del geopotenziale a 500 hPa (rappresentata dalla sua deviazione standard) nel mese di dicembre 2011

Inoltre, una depressione d'Islanda molto profonda e, contemporaneamente, un anticiclone delle Azzorre molto robusto, aumentando il gradiente tra le due opposte strutture, hanno fatto salire in misura significativa il cosiddetto indice della NAO (North Atlantic Oscillation), che rappresenta l'intensità del flusso occidentale atlantico: il flusso oceanico in Inverno è mite per il Piemonte, rispetto al più freddo flusso continentale che proverrebbe con l'opposta direzione orientale/nordorientale dai Balcani, dalla Russia e dalla Siberia. Una NAO positiva è associata ad inverni miti e piovosi nel centro Europa e lungo la costa atlantica, contrapposti a scarsa piovosità sulle regioni del Mediterraneo, perché un flusso occidentale più forte naturalmente mantiene più facilmente il flusso zonale 'piatto' ostacolando ampie oscillazioni latitudinali, con una traiettoria delle perturbazioni, come rappresentata dalla figura 16, che non riesce a spostarsi verso sud ovvero verso il Mediterraneo (il contrario avverrebbe con la NAO negativa, che porta all'incremento di attività perturbata e con essa delle precipitazioni sull'Europa meridionale e sul Nord Africa).

In altri termini, il vortice polare nella prima parte dell'inverno 2011 (a dicembre 2011, ma anche a gennaio 2012) è stato particolarmente freddo, profondo e attivo sulle alte latitudini del circolo polare artico (figura 14), ma questo lo rendeva allo stesso tempo anche perlopiù stazionario su quelle latitudini elevate, fermo lassù a vorticare energicamente su se stesso, senza un'influenza efficace sull'Europa più meridionale e mediterranea. Solo un suo successivo riscaldamento e indebolimento avrebbe permesso una maggiore intrusione verso sud dell'aria fredda settentrionale e nordorientale (con un moto anche retrogrado dalla lontana Russia), che ha poi segnato l'inizio del vero inverno in gran ritardo, solo con il mese di febbraio 2012.

ANALISI PLUVIOMETRICA

Precipitazioni osservate

L'analisi delle precipitazioni avvenute in Piemonte nell'anno 2011 si basa sul confronto fra le precipitazioni medie mensili osservate e quelle relative al periodo 1960-1990, preso come riferimento 'climatologico'. Per consentire valutazioni d'insieme alla scala dei principali bacini idrografici, il confronto viene eseguito considerando i valori di pioggia media mensile sui bacini, evitando un confronto puntuale dei dati della singola stazione.

Nella figura 17 sono riportati i bacini idrografici per i quali sono stati calcolati:

- la pioggia media mensile
- il deficit, espresso in percentuale rispetto al valore medio storico calcolato sul campione di piogge mensili disponibili.



Figura 17. Bacini idrografici

Le precipitazioni che hanno interessato il Piemonte nel 2011 sono state in media rispetto a quelle del periodo storico di riferimento: solo +5% sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca (Pavia).

Il 2011 è stato caratterizzato da due eventi meteopluviometrici intensi (a marzo, dal 15 al 16 e a novembre, dal 3 al 7) e poi da diversi eventi temporaleschi piuttosto intensi a giugno ed a luglio; ciò ha comportato precipitazioni medie su tutti i bacini superiori alla media storica per marzo, giugno, luglio e novembre.

A gennaio le precipitazioni medie sono state di molto al di sotto della media climatologica: valori pari a circa -70% su tutto l'arco alpino dal bacino del Toce a quello dell'Orco, e tra -40 e -60% altrove; a febbraio gli apporti di precipitazione sono stati ancora inferiori alla media storica di circa il 40% sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca.

Sul Piemonte si sono avute precipitazioni diffuse già nella prima metà del mese di marzo; esse sono state poi seguite da un evento meteopluviometrico, dal 15 al 16, che ha accentuato gli effetti al suolo: durante l'evento si sono registrate piogge con una media areale di 100 mm su gran parte della regione anche se con intensità non particolarmente elevate. In media, sui bacini a sud del Po, dal Varaita allo Scivia si sono registrati anche più del 100% della pioggia media del periodo,

e nei bacini a nord, valori pari a +70% sul Sesia, +88% sul Cervo e tra 130 e 140% sullo Stura di Lanzo e sul Pellice.

Tra l'altro, la quota della neve a marzo, durante l'evento, è stata inizialmente bassa per la stagione, tra gli 800 ed i 1000 metri e localmente sui 600 metri sul Cuneese; raggiungendo un massimo di 1800 m con apporti nevosi decisamente importanti.

Il mese di marzo con i suoi 148mm di pioggia media ragguagliata sul bacino del Po a Ponte Becca risulta il 6° più piovoso considerando i dati dal 1960 e il 14° considerando l'intera serie di dati storici disponibili dal 1913.

Nel mese di aprile scarsi apporti nevosi, associati a temperature nettamente oltre la media nella prima decade del mese, hanno determinato una fusione anticipata della neve presente sui rilievi alpini della regione; le precipitazioni registrate sono state molto al di sotto della media climatologica del periodo di riferimento. Aprile è stato segnato da una variabilità climatologica spiegabile con il passaggio da un tipico regime invernale stabile, ad uno primaverile più dinamico come transizione verso quello estivo. Purtroppo la situazione è rimasta pressochè invariata anche nel mese di maggio, con precipitazioni medie inferiori anche del 70% rispetto al periodo storico sui bacini del Tanaro, della Bormida e dell'Orba e mediamente del 50% sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca (PV).

Durante i due mesi estivi, giugno e luglio, una serie di eventi temporaleschi, anche molto intensi hanno colpito il Piemonte in particolare dal 31 maggio al 7 giugno, il 13 giugno e dal 9 al 10 luglio. Le precipitazioni pur variabili nel tempo hanno interessato tutta la regione, con piogge medie sui bacini superiori di oltre il 150 % sulla Dora Baltea, sulla Dora Riparia, sul Pellice e sullo Stura di Demonte. Il mese di giugno 2011, con circa 175 mm di pioggia cumulata media sul Piemonte, è risultato il 3° mese di giugno più piovoso considerando i dati dal 1960 e il 6° considerando l'intera serie di dati storici disponibili dal 1913.

A luglio, nei bacini a nord del Po, dal Toce al Pellice si sono registrate ancora precipitazioni medie di molto al di sopra della media climatologica di riferimento, con valori compresi tra il 50 e il 60%. Nei bacini a sud del Po, le precipitazioni medie ragguagliate sono state sempre superiori alla media ma con valori un po' più bassi (+37% sulla Bormida, +73% sul Varaita), l'eccezione è rappresentata dall'Orba (+145%) e dall'Agogna-Terdoppio con precipitazioni simili a quelle del periodo storico. Precipitazioni deboli al di sotto della media climatologica di riferimento hanno interessato il Piemonte nel mese di agosto, con scostamenti negativi ovunque ma con situazione ancor più critica sui bacini a sud del Po.

Durante la prima parte dell'autunno, nel mese di settembre, la situazione è rimasta greve ancora sui bacini del Piemonte meridionale dallo Stura di Demonte allo Scrivia, mentre dalla Dora Baltea al Varaita, precipitazioni diffuse hanno fatto poi registrare scostamenti rispetto alla media del periodo storico dal 20 al 32% circa.

A metà ottobre si sono registrate le prime nevicate in montagna della stagione 2011-2012. La quota delle nevicate è stata registrata tra i 1500 e i 1600 metri di quota nel settore meridionale ed intorno ai 2000 m nel resto del territorio piemontese. A partire dal pomeriggio di sabato 30 ottobre fenomeni diffusi e persistenti, esauritesi poi nella giornata di martedì 2 novembre, hanno apportato le prime copiose nevicate di stagione in montagna.

Nelle giornate comprese tra il 4 ed il 7 novembre, il Piemonte è stato interessato da abbondanti e diffuse precipitazioni, che hanno determinato condizioni generali di criticità, con locali condizioni di elevata criticità per deflussi, sui principali corsi d'acqua.

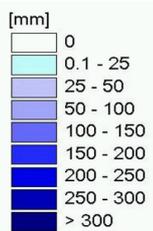
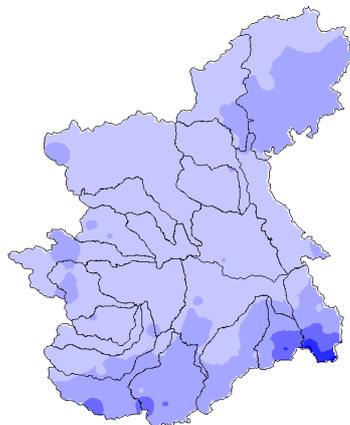
In totale sono stati registrati quantitativi di pioggia anche molto forti, in particolare sui settori meridionali e sui versanti pedemontani settentrionali e occidentali: le piogge sono state

caratterizzate da tempi di ritorno superiori ai 50 anni per le durate di 24 ore in gran parte dei settori montani occidentali ed appenninici mentre nei territori di pianura e nelle alpi nord-orientali le piogge hanno avuto tempi di ritorno generalmente compresi tra 10 e 20 anni. Ovviamente tale situazione si è tradotta con una precipitazione media ragguagliata sul bacino del Po a Ponte Becca di circa 250 mm ovvero +169% rispetto al valore storico. Da segnalare che il mese di novembre 2011 è risultato il 2° mese di novembre più piovoso considerando i dati dal 1960 e il 6° considerando l'intera serie di dati storici disponibili dal 1913.

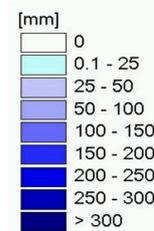
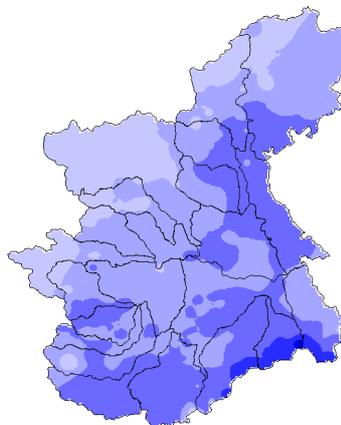
A dicembre non sono state registrate piogge significative: il mese è stato caratterizzato dall'alternanza di periodi con temperature più miti e periodi di freddo intenso e l'innevamento è stato abbondante alle quote superiori ai 2000 m, mentre si è ridotto sensibilmente alle quote più basse. Le precipitazioni nevose sulla fascia alpina occidentale sono state pressappoco nella media o lievemente al di sotto.

Nelle figure seguenti vengono mostrate le mappe di precipitazione mensile e il totale annuo sull'intero bacino del Po chiuso alla sezione di Ponte Becca. In tabella 1 vengono invece mostrate i dati e le statistiche delle precipitazioni mensili.

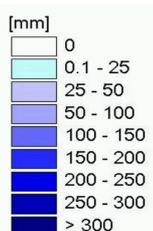
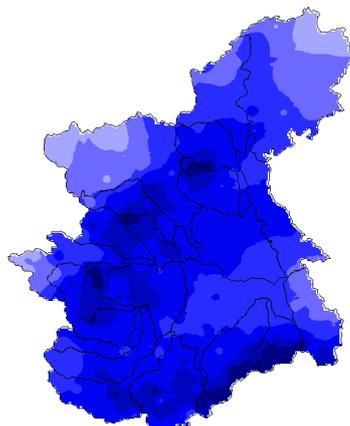
GENNAIO



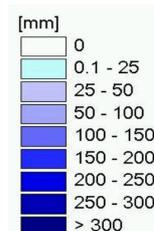
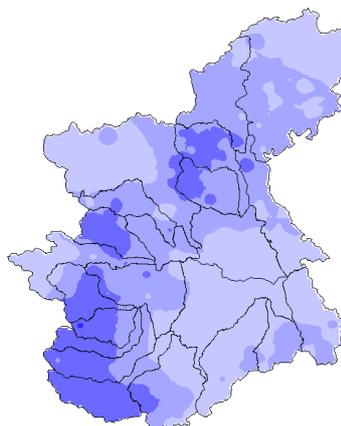
FEBBRAIO



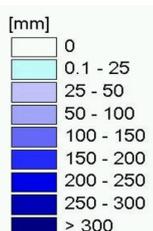
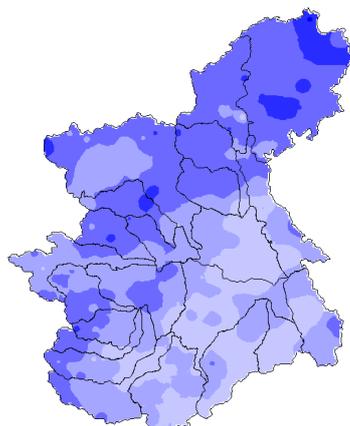
MARZO



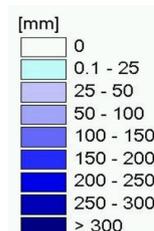
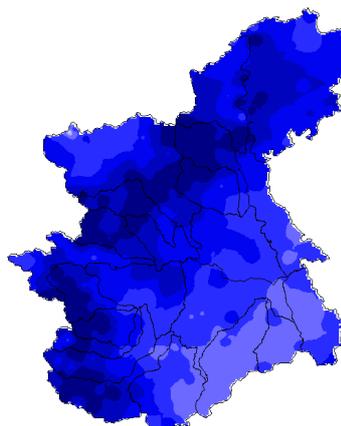
APRILE



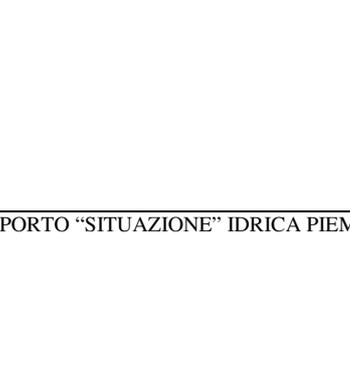
MAGGIO



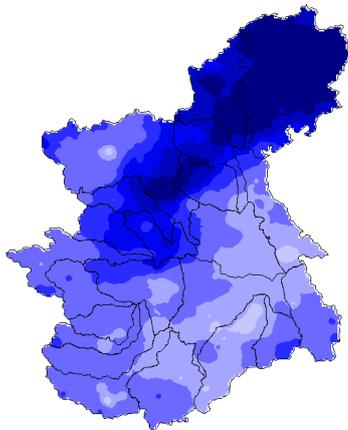
GIUGNO



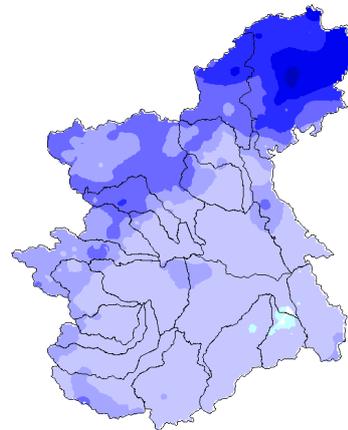
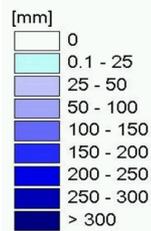
LUGLIO



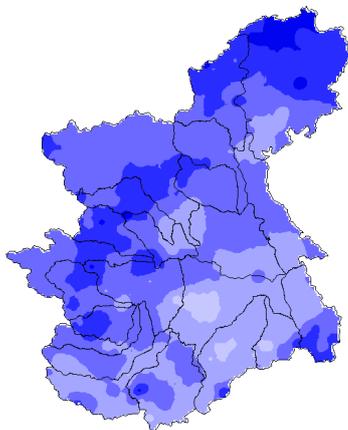
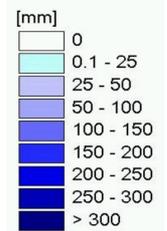
AGOSTO



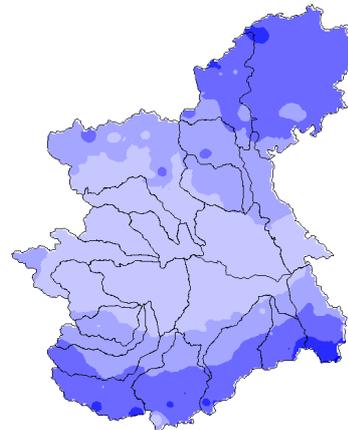
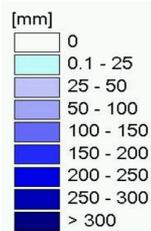
SETTEMBRE



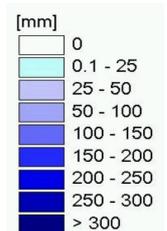
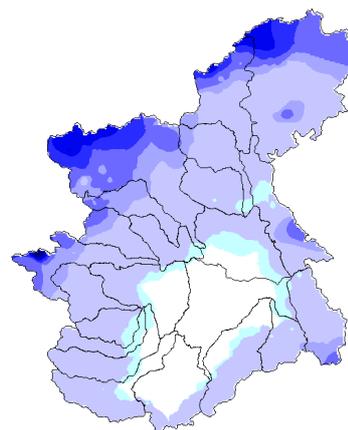
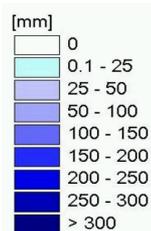
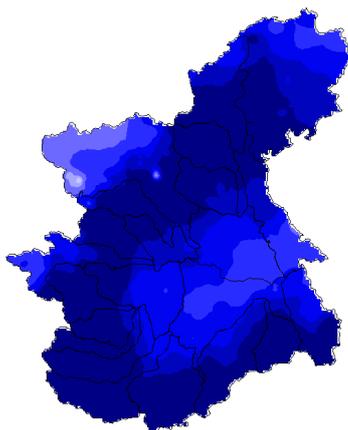
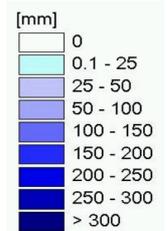
OTTOBRE



NOVEMBRE



DICEMBRE



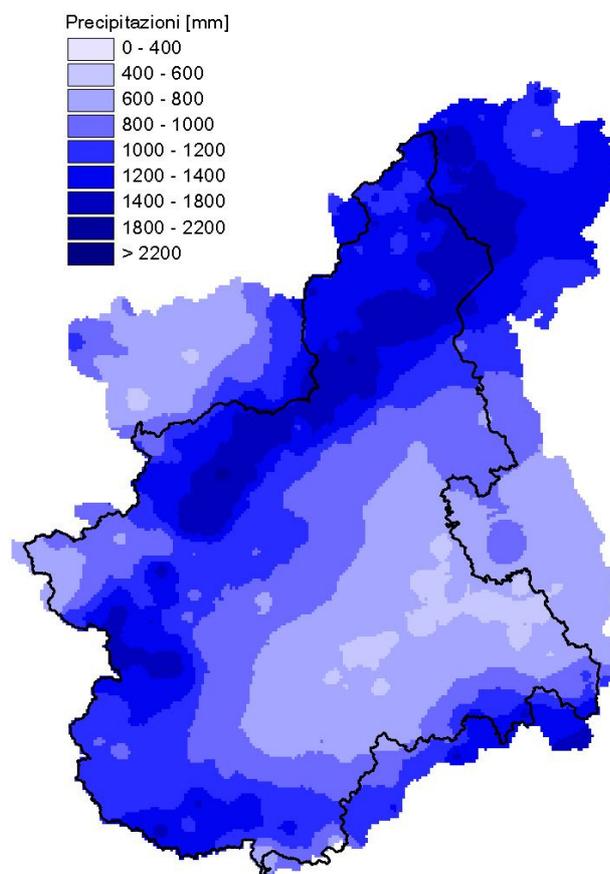


Figura 18. Precipitazioni mensili registrate e cumulate nel periodo gennaio-dicembre 2011

Tabella 1. Altezza di pioggia media mensile [mm] relativa ai principali bacini idrografici regionali, scostamento pluviometrico (%). Lo scostamento è dato da (pioggia mensile - pioggia mensile storica)/pioggia mensile storica

Bacino	Area [Km ²]	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	TOTALE
ALTO PO	717	17.8	50.3	187.6	67.1	51.3	236.3	66.2	13.3	90.0	26.6	410.8	1.9	1219.2
		-60.0%	-14.9%	136.8%	-37.6%	-58.6%	135.4%	31.1%	-82.9%	32.0%	-71.8%	509.5%	-95.5%	33.1%
PELLICE	975	21.2	39.0	186.6	53.8	53.5	245.2	79.5	21.4	87.9	16.8	365.8	11.0	1181.7
		-58.8%	-32.7%	143.0%	-51.2%	-58.2%	170.4%	74.2%	-68.4%	25.1%	-83.3%	431.5%	-75.6%	29.5%
VARAITA	601	16.5	46.2	159.7	61.4	48.5	203.2	73.2	17.0	69.4	32.8	339.8	3.3	1071.0
		-62.1%	-12.1%	126.6%	-36.4%	-55.2%	137.5%	62.3%	-74.0%	13.1%	-60.4%	428.0%	-92.6%	30.6%
MAIRA	1214	19.4	44.0	159.4	51.8	38.3	201.7	66.3	14.9	59.1	45.1	295.6	4.1	999.7
		-60.9%	-25.2%	106.9%	-48.2%	-64.6%	145.6%	56.3%	-76.6%	-4.5%	-48.1%	304.8%	-91.9%	29.6%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	1778	15.8	40.2	188.9	35.9	43.4	173.6	79.3	17.2	73.5	16.3	219.4	0.8	904.2
		-60.1%	-22.4%	193.6%	-60.5%	-58.7%	115.6%	87.5%	-72.3%	32.1%	-79.6%	256.5%	-97.9%	17.2%

Bacino	Area [Km ²]	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	TOTALE
DORA RIPARIA	1337	20.4	19.9	117.0	23.6	44.1	196.7	88.1	35.6	86.4	18.1	214.6	48.4	912.9
		-60.6%	-63.8%	81.7%	-73.2%	-56.8%	163.4%	87.4%	-42.7%	36.3%	-79.4%	220.2%	0.2%	12.5%
STURA DI LANZO	886	19.7	31.3	197.1	52.6	70.1	250.3	142.5	39.3	109.6	16.1	363.6	24.4	1316.7
		-58.8%	-50.9%	132.5%	-58.4%	-52.2%	142.6%	118.3%	-52.7%	35.4%	-86.0%	391.6%	-49.9%	26.6%
ORCO	913	13.4	24.9	170.6	35.9	69.5	242.1	161.5	62.1	97.6	18.5	305.3	27.3	1228.5
		-70.8%	-60.3%	105.9%	-70.1%	-50.9%	133.4%	135.8%	-29.0%	21.8%	-83.2%	293.7%	-37.5%	19.9%
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	781	15.9	37.7	209.6	33.4	55.8	208.7	163.5	20.7	74.5	15.0	290.5	3.2	1128.6
		-61.0%	-31.1%	194.8%	-68.3%	-53.3%	129.6%	195.9%	-70.7%	13.6%	-83.2%	330.1%	-91.5%	29.8%
DORA BALTEA	3939	11.2	14.2	96.7	21.7	58.3	189.2	128.5	51.0	78.8	27.7	172.7	71.9	921.9
		-76.9%	-74.0%	46.4%	-74.2%	-39.1%	164.4%	123.6%	-26.8%	35.6%	-67.7%	139.7%	48.5%	13.5%
CERVO	1019	11.2	47.0	188.7	50.2	59.8	214.3	159.5	27.4	77.6	28.3	321.3	4.6	1189.8
		-79.7%	-35.4%	88.1%	-63.4%	-63.2%	64.4%	80.8%	-74.4%	-21.5%	-77.2%	222.7%	-90.6%	-2.8%
SESIA	1132	15.9	46.0	173.7	47.7	65.9	245.4	190.4	34.2	77.9	38.7	379.0	12.1	1327.1
		-72.9%	-40.7%	70.9%	-67.6%	-62.8%	83.2%	107.1%	-69.6%	-22.3%	-69.9%	272.2%	-76.6%	3.4%
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	2021	13.3	49.9	159.5	20.3	22.0	149.5	54.9	14.2	54.1	19.4	168.2	0.2	725.4
		-70.4%	-16.2%	125.6%	-75.0%	-76.3%	117.7%	20.7%	-78.1%	-6.7%	-76.3%	128.2%	-99.4%	-7.3%
STURA DEMONTE	1472	35.3	64.4	176.8	62.6	39.5	218.7	61.8	21.6	46.6	66.7	320.8	4.7	1119.6
		-44.0%	-12.8%	91.7%	-45.7%	-67.2%	155.1%	27.9%	-69.3%	-36.8%	-38.3%	234.7%	-92.6%	10.7%
TANARO	1812	35.8	66.4	195.3	32.4	24.8	123.7	53.5	8.6	52.6	62.5	316.7	0.3	972.6
		-38.5%	-12.0%	110.5%	-69.0%	-78.8%	32.1%	-5.6%	-89.0%	-24.8%	-38.4%	243.6%	-99.5%	-2.9%
BORMIDA	1733	29.0	66.0	200.8	16.5	23.4	83.7	37.0	1.3	36.2	58.7	293.5	0.9	847.1
		-46.1%	-4.5%	142.4%	-79.6%	-72.0%	58.0%	4.5%	-97.7%	-34.3%	-40.3%	246.3%	-98.3%	4.9%
ORBA	776	49.6	94.6	219.7	25.0	21.5	89.8	70.9	3.3	42.5	69.2	363.0	3.9	1053.0
		-29.9%	11.9%	117.3%	-70.7%	-72.9%	100.2%	145.0%	-94.3%	-38.0%	-41.7%	239.8%	-94.3%	15.1%
ASTA TANARO	2403	20.0	49.0	141.8	11.2	22.9	125.6	49.2	9.7	38.5	21.7	163.7	0.0	653.3
		-57.8%	-17.4%	111.5%	-84.8%	-71.2%	130.2%	43.7%	-82.6%	-20.4%	-72.9%	132.3%	-100.0%	-8.6%
SCRIVIA - CURONE	1364	53.4	60.4	129.3	18.9	33.0	105.0	65.4	9.1	69.9	65.3	249.9	13.7	873.3
		-33.6%	-23.1%	40.4%	-76.7%	-57.0%	99.7%	73.0%	-86.5%	-2.6%	-43.4%	118.2%	-82.3%	-7.6%
AGOGNA - TERDOPPIO	1598	19.7	62.5	149.1	24.7	34.5	134.5	62.3	21.6	51.8	26.9	206.0	11.2	804.9
		-62.2%	-5.7%	77.2%	-75.8%	-70.6%	45.9%	-1.4%	-74.1%	-34.1%	-73.7%	125.4%	-75.6%	-17.8%
TOCE	1784	16.1	30.2	119.5	34.9	67.9	211.6	243.2	90.4	102.4	60.2	280.6	45.7	1302.7
		-74.0%	-61.1%	27.5%	-74.8%	-58.6%	76.7%	171.5%	-18.2%	5.7%	-54.3%	170.9%	-18.7%	4.7%
PO a Ponte Becca (PV)	37874	23.1	44.6	148.2	30.7	49.1	174.8	119.3	39.1	73.0	38.9	253.5	21.8	1016.1
		-63.6%	-37.6%	81.4%	-68.5%	-52.5%	122%	109%	-48.6%	0.3%	-64.4%	169%	-66.9%	4.6%

Analisi pluviometrica riassuntiva

A completamento del quadro sulla situazione idrica in Piemonte, nella seguente tabella si riportano i valori totali di precipitazione (mm) nel periodo considerato calcolati sulle medie mensili analizzate nel paragrafo precedente in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei principali bacini della regione e 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 2011 [mm]	Scostamento rispetto al valore medio storico
MAIRA	Chiusura	Racconigi	1214	999.7	29.6%
PELLICE	Chiusura	Villafranca	975	1181.7	29.5%
DORA RIPARIA	Chiusura	Torino	1337	912.9	12.5%
STURA DI LANZO	Chiusura	Torino	886	1316.7	26.6%
DORA BALTEA	Chiusura	Verolengo	3939	921.9	13.5%
CERVO	Chiusura	Quinto Vercellese	1019	1189.8	-2.8%
SESIA	Confluenza Cervo	Palestro	2151	1002.1	-2.4%
TOCE	Chiusura	Candoglia	1784	1302.7	4.7%
STURA DI DEMONTE	Chiusura	Fossano	1472	1119.6	10.7%
ORBA	Chiusura	Casalcermelli	776	1053.0	15.1%
BORMIDA	Monte Confluenza Orba	Cassine	1733	847.1	4.9%
	Confluenza Tanaro	Alessandria	2509	910.8	8.3%
TANARO	Confluenza Stura	Alba	3284	1038.4	3.2%
	Chiusura	Montecastello	8196	886.5	1.9%
PO	Confluenza Maira	Carignano	3507	1107.4	26.2%
	Monte confluenza Dora Riparia	Torino	5285	1039.0	23.4%
	Confluenza Tanaro	Isola S. Antonio	25509	1022.0	13.8%
SCRIVIA	Chiusura	Serravalle	1364	873.3	-7.6%

In figura 19 si riportano le piogge medie ragguagliate sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca, nel periodo gennaio - dicembre dal 1913 al 2011; si mette in evidenza come si sia registrato un quantitativo di precipitazione in media coi valori storici.

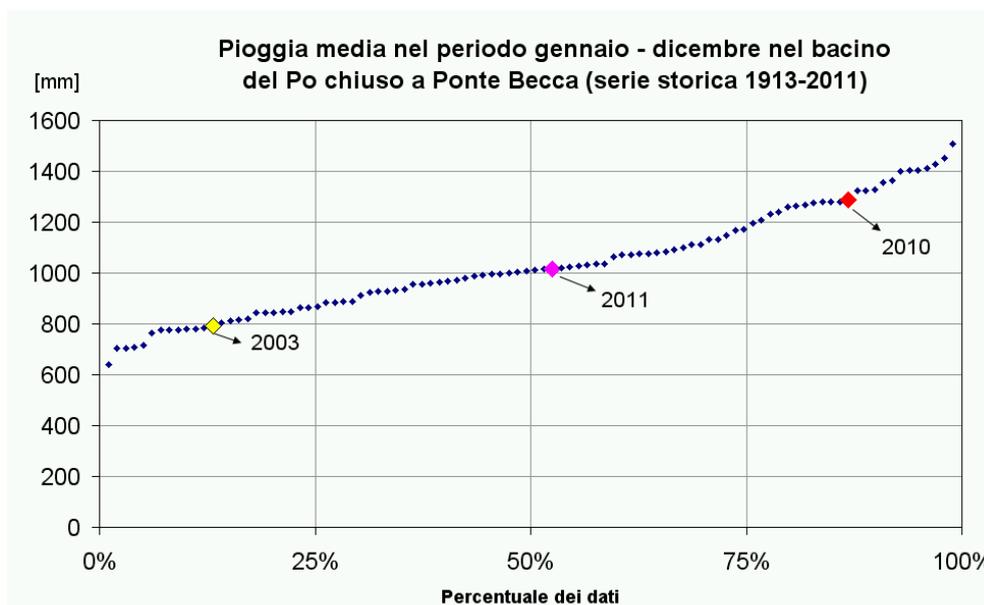


Figura 19. Precipitazione registrata da gennaio a dicembre 2011 e confronto con i dati storici

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 20 vengono mostrate le mappe di SPI a 3 mesi: si evidenzia come nella prima parte del 2011, il Piemonte si sia trovato sostanzialmente in condizioni di normalità (valori dell'indice compresi tra -1 e +1), con i bacini di Tanaro, Bormida ed Orba sotto la normalità giugno.

Il mese di gennaio risente delle abbondanti precipitazioni di novembre e dicembre 2010 che hanno contribuito a fornire un ottimo surplus idrico iniziale.

A giugno, si sono registrate precipitazioni medie ben al di sopra della norma, in particolare sui bacini alpini: tale situazione si riflette nella mappa di SPI 3 mesi relativa a luglio ed agosto quando la gran parte dei bacini regionali inclusi nella fascia settentrionale ed occidentale dell'arco alpino, si spostano decisamente verso condizioni di piovosità severa od estrema,

incrementando scongiurando di fatto, il consolidarsi di condizioni siccitose medie sul Piemonte. I restanti bacini non scendono comunque mai sotto la soglia della normalità.

L'inizio dell'autunno è stato caratterizzato dai mesi di settembre ed ottobre piuttosto scarsi di precipitazioni rispetto alla norma e questo ha eroso la riserva immagazzinata nei mesi precedenti: ciò si è riflettuto sull'SPI che è sceso a condizioni fino a livello di siccità almeno moderata su gran parte della regione.

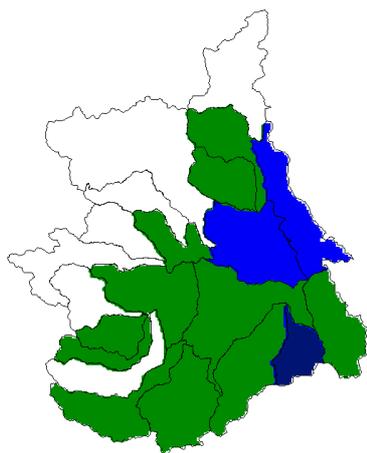
A novembre tuttavia, grazie ad un episodio particolarmente intenso di tipo alluvionale, la maggior parte dei bacini sudoccidentali ha virato verso condizioni di abbondanza di riserva idrica, con in particolare l'Alto Po e il Varaita che hanno raggiunto condizioni assimilabili con quelle definite come "piovosità estrema". In questa fase, i bacini più occidentali e quelli meridionali hanno risentito maggiormente del rinnovato accumulo di precipitazione, mentre i bacini orientali e di pianura, non sono riusciti a transire in condizioni umide.

Le precipitazioni registrate a dicembre, poiché scarse, non sono riuscite ad erodere completamente il surplus idrico immagazzinato durante l'episodio alluvionale di novembre 2011. In generale, come si vedrà in seguito, l'anno 2011 caratterizzato da afflussi meteorici cadenzati, radi e tuttavia molto intensi, si è mantenuto lontano da condizioni siccitose per gran parte dell'anno.

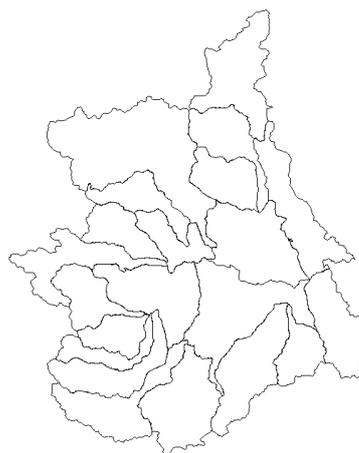
Legenda SPI

	Piuvosità estrema (2, 3)
	Piuvosità severa (1.5, 1.99)
	Piuvosità moderata (1, 1.49)
	Normale (-0.99, 0.99)
	Siccità moderata (-1.49, -1)
	Siccità severa (-1.99, -1.5)
	Siccità estrema (-3, -2)

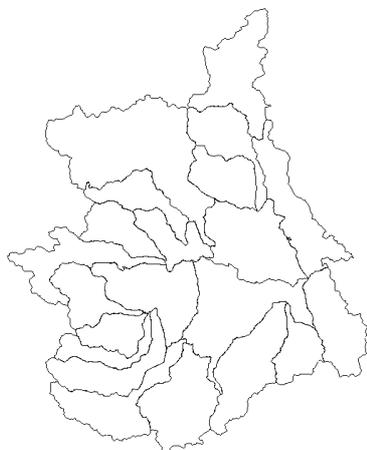
SPI a 3 mesi: GENNAIO



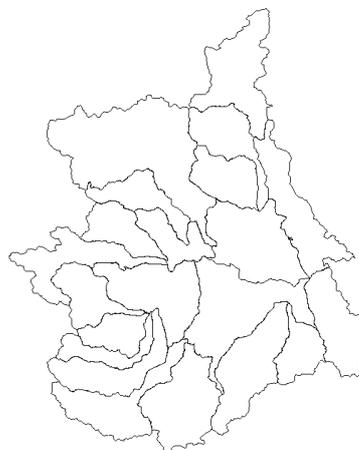
SPI a 3 mesi: FEBBRAIO



SPI a 3 mesi: MARZO



SPI a 3 mesi: APRILE



SPI a 3 mesi: MAGGIO

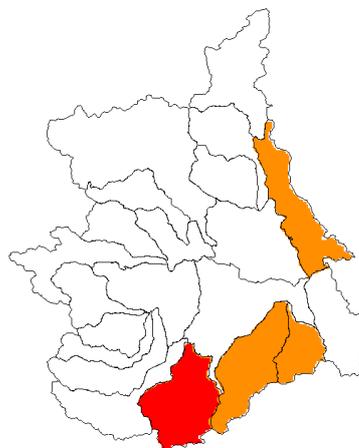


SPI a 3 mesi: GIUGNO

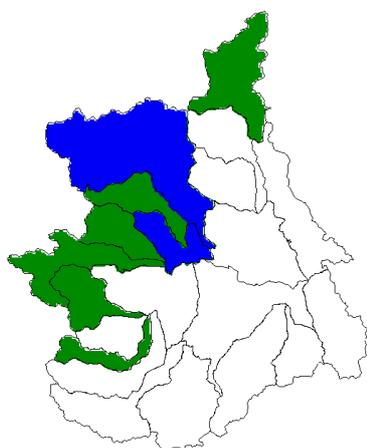




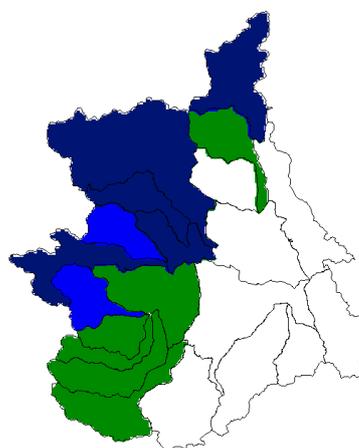
SPI a 3 mesi: LUGLIO



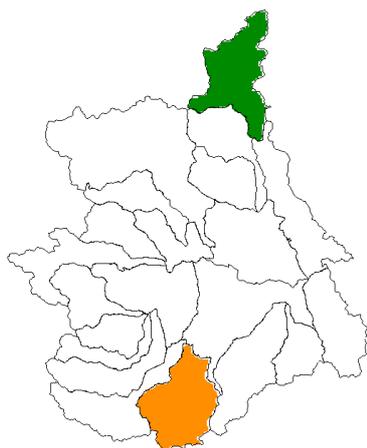
SPI a 3 mesi: AGOSTO



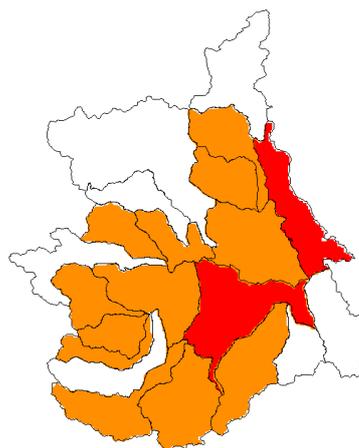
SPI a 3 mesi: SETTEMBRE



SPI a 3 mesi: OTTOBRE



SPI a 3 mesi: NOVEMBRE



SPI a 3 mesi: DICEMBRE

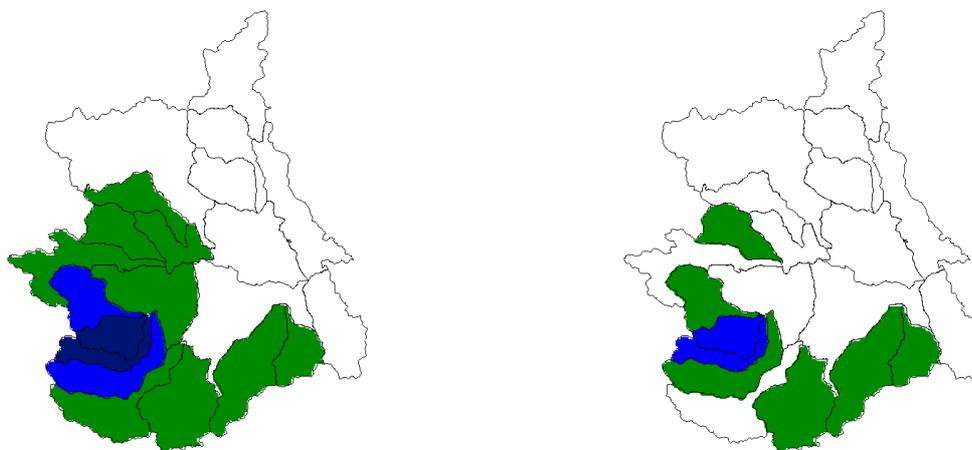


Figura 20. Severità della siccità meteorologica registrata sui bacini idrografici

Per quanto riguarda la riserva idrica cumulata su scale temporali più lunghe, nella successiva tabella sono stati quantificati i valori di SPI a 6 e a 12 mesi. Come si può notare dalla tabella 3, l'anno 2011 è stato caratterizzato da rari episodi di siccità, mediamente moderata (solo a settembre l'Agogna e il Bormida hanno evidenziato condizioni siccitose estreme sui 6 mesi), mentre in tutti gli altri casi le condizioni sono state quelle di normalità o addirittura abbondanza di riserva idrica, situazione questa diffusa all'intero Piemonte. In particolare i primi mesi del 2011 hanno contribuito a rendere questa annata una delle meno siccitose degli ultimi 50 anni. In generale dunque, gli indici di siccità meteorologica sul medio e lungo termine si sono mantenuti sempre al di sopra della norma, essenzialmente grazie al contributo delle precipitazioni avvenute nei mesi di marzo, giugno e, soprattutto novembre.

Tabella 3. Severità della siccità meteorologica registrata sui bacini idrografici piemontesi nel 2011, 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	PM	PM	N	N	N	N	N	N	PE	PM
	SPI12	PM	PM	PM	PM	N	N	N	N	N	N	PM	PM
PELLICE	SPI6	N	N	PM	N	N	N	N	N	N	N	PE	PM
	SPI12	N	N	PM	PM	N	N	N	N	N	N	PM	PM
VARAITA	SPI6	N	N	PM	N	N	N	N	N	N	N	PE	PM
	SPI12	N	N	PM	PM	N	N	PM	N	N	N	PM	PM
MAIRA	SPI6	N	N	PM	N	N	N	N	N	N	N	PS	N
	SPI12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	PM	N
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	SPI6	PM	N	PM	PM	N	N	N	N	N	N	PM	N
	SPI12	PM	PM	PS	PM	PM	PM	PM	N	N	N	N	N

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

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 1950-2011.

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 dai bacini 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.

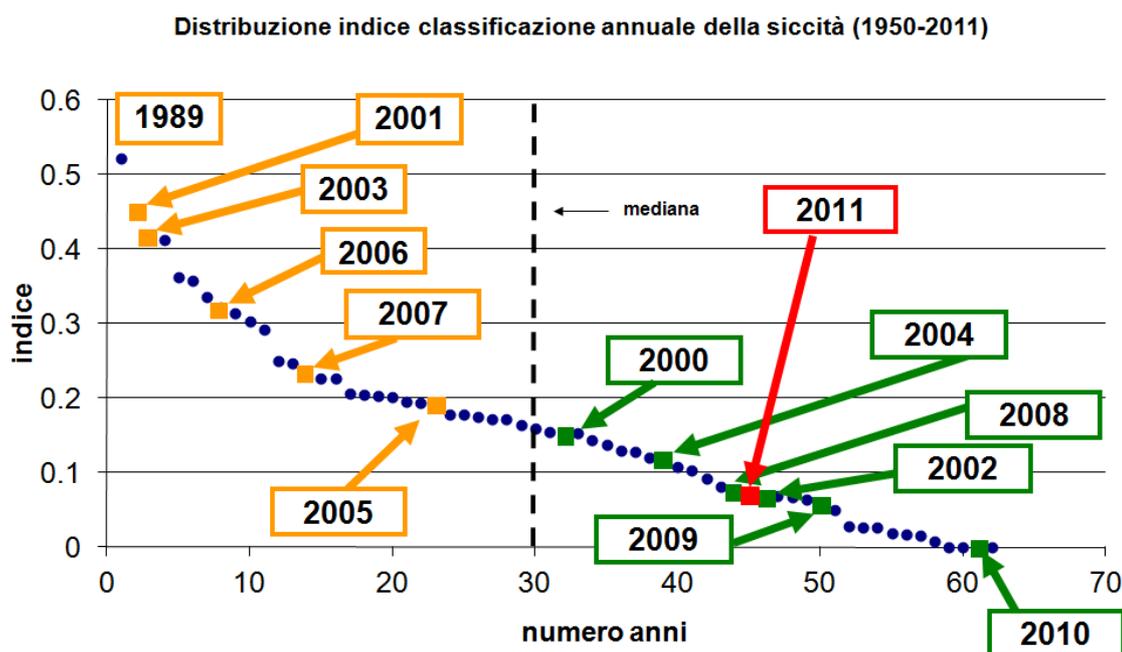


Figura 21. Indice di classificazione sintetico della siccità in Piemonte calcolato annualmente dal 1950 al 2011

Il grafico riassuntivo mostra come l'anno 2011 si posizioni ben al di sotto della linea mediana, in particolare a metà strada tra il 2008 ed il 2002. Si può quindi affermare che il Piemonte negli ultimi 12 mesi non si è mai trovato in condizioni di sofferenza idrica prolungata e significativa. Tale situazione si è verificata soprattutto grazie ai mesi di marzo, giugno e novembre caratterizzati da precipitazioni intense che hanno fornito in modo cadenzato un apporto idrico importante durante il corso dell'anno, scongiurando l'instaurarsi di condizioni siccitose perduranti. Da segnalare come l'anomalia positiva in termini di precipitazioni, ha interessato principalmente i bacini alpini e, raramente, quelli di pianura ed appenninici.

ANALISI NIVOMETRICA RIFERITA ALLE STAGIONI 2010-2011 E 2011-2012

Per interpretare correttamente i dati di precipitazione nevosa è opportuno considerare la stagione d'innevamento comprendente i mesi da novembre a maggio, a differenza delle analisi meteorologiche ed idrometriche che vengono di norma effettuate su base annuale. Nel presente rapporto sono stati, pertanto, analizzati i periodi da novembre 2010 a maggio 2011, per la stagione d'innevamento 2010-2011, ed i mesi di novembre e dicembre 2011, per la stagione 2011-2012. Le precipitazioni nevose osservate in questi periodi di studio sono state confrontate con quelle relative al periodo 1966-2009, preso come riferimento "climatologico".

La stagione invernale 2010-2011 è iniziata in anticipo rispetto agli inverni passati grazie alle abbondanti nevicate di metà ottobre che hanno favorito lo sviluppo della coltre nevosa che ci ha accompagnati per tutto l'inverno. Si è conclusa invece molto in anticipo a causa dell'assenza delle generose nevicate in quota, che normalmente caratterizzano i mesi primaverili, e alle temperature particolarmente elevate dello stesso periodo, anomale per la stagione.

L'analisi degli apporti nevosi della stagione 2010-2011 (tabella 4) evidenzia valori di neve fresca cumulata, calcolata nel periodo di riferimento da novembre a maggio, inferiori ai valori medi dell'ultimo quarantennio nei settori alpini nord-occidentali, significativamente al di sopra della media in quelli meridionali, in linea con le ultime due stagioni invernali (2008-2009 e 2009-2010). Presso il Lago Chiotas (Entracque, 2010 m slm) sono stati misurati 932 cm di precipitazione nevosa, valore maggiore del 50% circa rispetto alle medie di riferimento. Nelle rimanenti stazioni i valori registrati sono risultati tutti inferiori al valore medio stagionale, in particolare al Lago Serrù (Ceresole Reale, 2296 m slm) la cumulata di neve fresca è stata di soli 518 cm, con un decremento del 13%, al Lago Vannino (Formazza, 2180 m slm) 566 cm (-19%), a Rochemolles (Bardonecchia, 1900 m slm) 284 cm (-28%) e ad Alpe Cavalli (Antrona Schieranco, 1400 m slm) 230 cm, il 45% in meno, che rappresenta il deficit maggiore e conferma il picco negativo di cumulata di neve fresca registrato nelle stazioni alle quote medio-basse.

I giorni nevosi totali, giorni in cui sono stati misurati valori di HN maggiori o uguali a 1 cm, calcolati da novembre a maggio, ha rivelato dati maggiori alle medie nei settori alpini meridionali e sud-occidentali, inferiori nei settori alpini nord-occidentali e settentrionali (Tabella 5). In particolare presso la stazione di Formazza – Lago Vannino (2180 m slm) si registra il deficit maggiore (-13%), mentre l'incremento maggiore si registra presso la stazione di Entracque – Chiotas, a 2010 m di quota, con 47 giorni nevosi (+15%).

Tabella 4. Totale di neve fresca $\sum HN$ [cm] e numero di giorni nevosi Gn per 5 stazioni rappresentative dell'arco alpino piemontese rispetto alla media storica 1966-2009

Settore alpino	Stazione e quota [m]	Media storica novembre / maggio 66-09		Novembre / maggio 2010-2011	
		$\sum HN$	Gn	$\sum HN$	Gn
Lepontine	Formazza L. Vannino (2180 m)	699	56	566 -19%	49 -13%
Pennine	Antrona A. Cavalli (1500 m)	419	32	230 -45%	32 0%
Graie	Ceresole L. Serrù (2296 m)	593	41	518 -13%	38 -7%
Cozie	Bardonecchia Rochemolles (1975 m)	392	41	284 -28%	44 +7%
Marittime	Entracque Chiotas (2010 m)	633	41	932 +47%	47 +15%

Esaminando mese per mese l'altezza della neve fresca e il numero di giorni nevosi (tabella 5), si osserva che i valori mensili presentano un andamento di massima simile. Si riescono ad evidenziare due periodi preferenziali in cui i valori sono stati, pressoché in ogni stazione, al di sopra dei valori medi di riferimento alternati a periodi poco nevosi. Il periodo iniziale (mesi di novembre e dicembre) è risultato pressoché ricco di precipitazioni nevose, seguito dai mesi invernali centrali nettamente più secchi. Il secondo picco di precipitazioni è stato registrato nel mese di marzo, a cui ha fatto seguito il periodo di fine stagione molto secco e con temperature decisamente al di sopra della media. A questo andamento fa eccezione la stazione delle Alpi Marittime Entracque-Chiotas (2010m slm), dove la somma mensile delle precipitazioni nevose è sempre maggiore ai valori medi da novembre a marzo, mentre fa registrare un valore molto inferiore nel mese di aprile e nessuna precipitazione nevosa a maggio.

In linea con i dati relativi alla neve fresca cumulata e il numero di giorni nevosi, anche l'analisi dei giorni con presenza di neve al suolo nello stesso periodo rivela dati maggiori alle medie nei settori alpini meridionali e sud-occidentali, inferiori nei settori alpini nord-occidentali e settentrionali (tabella 5).

Tabella 5. Totale di neve fresca della stagione 2010-11 (in grassetto) per 5 stazioni rappresentative dell'arco alpino piemontese e variazione percentuale (in corsivo) rispetto alla media storica mensile (seconda riga di ogni settore) e stagionale.

Settore alpino	Stazione e quota [m]	2010-2011 TOTALE NEVE FRESCA [cm] E VARIAZIONE VS. MEDIA (%)							
		novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	totale
Lepontine	Formazza Lago Vannino (2180 m)	184	169	15	80	108	10	0	566
		103	104	115	109	103	116	49	699
		+79%	+63%	-87%	-27%	+5%	-91%	-100%	-19%
Pennine	Antrona A. Cavalli (1500 m)	66	61	20	35	48	0	0	230
		49	67	83	79	73	65	6	419
		+34%	-9%	-76%	-56%	-34%	-100%	-100%	+19%
Graie	Ceresole Lago Serrù (2296 m)	116	85	60	35	217	5	0	518
		76	80	90	88	92	115	51	593
		+53%	+6%	-33%	-60%	+135%	-96%	-100%	-5%
Cozie	Bardonecchia Rochemolles (1975 m)	62	70	37	43	72	0	0	284
		53	78	79	72	54	46	10	392
		+17%	-10%	-53%	-40%	+33%	-100%	-100%	-3%
Marittime	Entracque Chiotas (2010 m)	184	174	118	109	328	19	0	932
		83	110	102	79	97	136	26	633
		+122%	+58%	+16%	+38%	+238%	-86%	-100%	+47%

La stagione invernale 2011-2012 è iniziata con importanti precipitazioni nevose che hanno interessato in particolar modo i settori alpini meridionali della regione fino a 1000-1200 m di quota già negli ultimi giorni del mese di ottobre (24-25). Il 26 ottobre, in alta Valle Stura (CN) Argentera – Bersezio (1600 m), sono stati registrati circa 60 cm di neve fresca. A queste precipitazioni sono seguite ulteriori precipitazioni nevose con quota neve generalmente oltre i 2000 m durante l'evento alluvionale del 4-9 novembre 2011.

Successivamente, nel mese di dicembre, le condizioni anticicloniche hanno bloccato il passaggio delle perturbazioni atlantiche e di conseguenza le precipitazioni nevose sono rimaste

generalmente confinate a nord delle Alpi determinando frequenti episodi di Foehn nella vallate alpine piemontesi. Al più si sono registrati apporti nevosi a ridosso delle creste di confine dei rilievi settentrionali e occidentali come si nota dai valori delle stazioni di Formazza - Lago Vannino (2180 m slm) e Bardonecchia - Lago Rochemolles (1975 m slm) (Tabelle 6 e 8).

Tabella 6. Totale di neve fresca dei mesi novembre e dicembre 2011 (in **grassetto**) per 5 stazioni rappresentative dell'arco alpino piemontese e variazione percentuale (in corsivo) rispetto alla media storica mensile (seconda riga di ogni settore)

Settore alpino	Stazione e quota [m]	2011-2012 TOTALE NEVE FRESCA [cm] E VARIAZIONE VS. MEDIA (%)	
		novembre	dicembre
Lepontine	Formazza L. Vannino (2180 m)	44	276
		103	104
		<i>-57%</i>	<i>+265%</i>
Pennine	Antrona A. Cavalli (1500 m)	0	41
		48	67
		<i>-100%</i>	<i>-29%</i>
Graie	Ceresole L. Serrù (2296 m)	111	72
		76	80
		<i>+46%</i>	<i>-10%</i>
Cozie	Bardonecchia Rochemolles (1975 m)	11	179
		53	78
		<i>-80%</i>	<i>+229%</i>
Marittime	Entracque Chiotas (2010 m)	96	0
		83	110
		<i>+15%</i>	<i>-100%</i>

Viene infine mostrato nelle tabelle 7 e 8 un confronto tra le altezze misurate in alcune stazioni manuali l'ultimo giorno di ogni mese e il 1° e 9° decile della distribuzione dei dati storici degli ultimi 10 giorni di ogni mese.

Tabella 7. Confronto tra la misura effettuata l'ultimo giorno del mese e i decili calcolati sul periodo storico. Stagione d'innevamento 2010-2011

Settore alpino	Stazione e quota [m]	2010/2011 - NEVE AL SUOLO [cm] E CONFRONTO CON I DECILI						
		NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG
Lepontine	Formazza L. Vannino (2180 m)	108	172	118	142	153	71	0
	1°decile	5	38	46	77	74	103	40
	9°decile	164	172	199	230	240	230	140
Pennine	Antrona A. Cavalli (1500 m)	31	36	35	29	10	0	0
	1°decile	0	4	3	4	0	0	0
	9°decile	50	69	94	120	90	40	0
Graie	Ceresole L. Serrù (2296 m)	70	90	125	90	125	30	0
	1°decile	5	15	20	30	35	50	0
	9°decile	130	140	190	215	170	220	130

Settore alpino	Stazione e quota [m]	2010/2011 - NEVE AL SUOLO [cm] E CONFRONTO CON I DECILI						
		NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG
Cozie	Bardonecchia Rochemolles (1975 m)	22	17	20	40	40	0	0
	1°decile	0	3	13	37	25	2	0
	9°decile	74	78	135	168	120	83	0
Marittime	Entracque Chiotas (2010 m)	98	100	116	130	200	73	0
	1°decile	0	6	5	0	0	0	0
	9°decile	78	155	185	182	155	145	19

Tabella 8. Confronto tra la misura effettuata l'ultimo giorno del mese e i decili calcolati sul periodo storico. Stagione d'innevamento 2011-2012 (mesi novembre e dicembre)

Settore alpino	Stazione e quota [m]	2011/2012 - NEVE AL SUOLO [cm] E CONFRONTO CON I DECILI	
		novembre	dicembre
Lepontine	Formazza L. Vannino (2180 m)	9	177
	1°decile	5	38
	9°decile	164	172
Pennine	Antrona A. Cavalli (1500 m)	0	14
	1°decile	0	4
	9°decile	50	69
Graie	Ceresole L. Serrù (2296 m)	70	95
	1°decile	5	15
	9°decile	130	140
Cozie	Bardonecchia Rochemolles (1975 m)	0	80
	1°decile	0	3
	9°decile	74	78
Marittime	Entracque Chiotas (2010 m)	48	30
	1°decile	0	6
	9°decile	78	155

ANALISI DEI DEFLUSSI SUPERFICIALI

L'analisi dei deflussi superficiali è condotta sulla base dei dati registrati nelle stazioni idrometriche della rete regionale di monitoraggio nel corso dell'anno 2011.

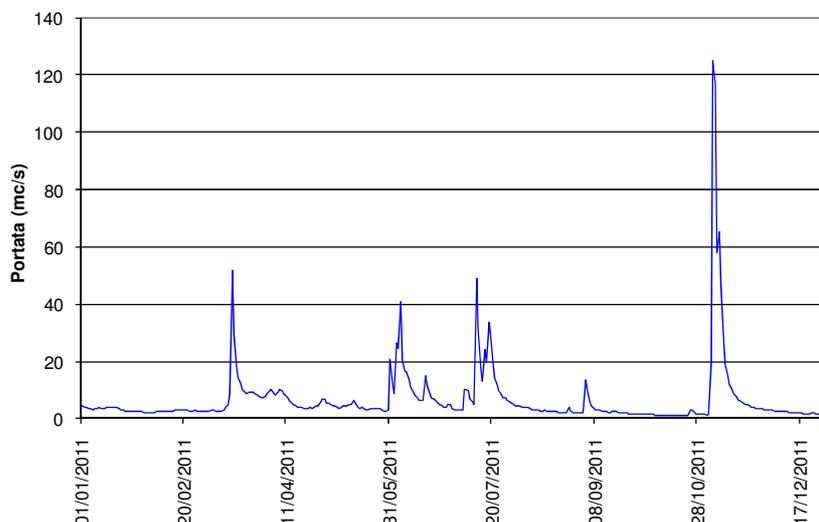
Il regime idrologico del 2011 è stato caratterizzato, a scala regionale, da apporti pluviometrici di entità media, con maggiore concentrazione degli afflussi nel periodo primaverile e in occasione della piena del 5-7 novembre. Per contro il periodo tardo estivo e autunnale fino a tutto il mese di ottobre è stato caratterizzato dalla quasi totale assenza di afflussi, che ha dato luogo a un anomalo prolungamento della magra estiva sui corsi d'acqua.

L'andamento idrologico ha presentato tutti i caratteri tipici stagionali storicamente osservati:

- una fase di esaurimento invernale caratterizzata da deflussi di magra non critici, anche per l'effetto residuo, nei bacini a bassa quota, dell'evento di piena verificatosi alla fine di dicembre 2010;
- una piena primaverile piuttosto anticipata rispetto alla norma (16 marzo), che ha pertanto presentato intensità significativa solo sui corsi d'acqua con bacini a quota media meno elevata, sull'asta principale del Po, dove ha raggiunto valori di portata al colmo dell'ordine di oltre 1200 mc/s a Torino e di quasi 6000 mc/s a Isola S. Antonio, e sull'asta del Tanaro (circa 3200 mc/s a Montecastello);
- una fase di morbida primaverile, successiva alla piena di marzo, caratterizzata da portate di fusione nevosa piuttosto elevate nei settori alpini, sostenute anche da un evento pluviometrico di significativa intensità all'inizio di giugno che ha generato una piena secondaria che ha interessato l'intera asta del Po;
- una fase estiva caratterizzata da portate non critiche nel mese di luglio, seguite da un lungo esaurimento dei deflussi dovuto alla pressoché totale assenza di precipitazioni nei mesi di settembre-ottobre, che ha portato a situazioni di magra estrema tra il mese di agosto (ancora in concomitanza con i prelievi irrigui) e il primo periodo autunnale, riscontrate soprattutto sugli affluenti ma anche sull'asta del Po dove sono state rilevate portate di poche decine di mc/s nelle stazioni a valle dei grandi prelievi;
- una piena autunnale il 5-7 novembre di rilevante entità, con portate al colmo di quasi 1500 mc/s sul Po a Torino e superiori a 6000 mc/s a Isola S. Antonio; dopo la piena di novembre si è verificata una fase di graduale esaurimento dei deflussi, senza ulteriori significativi eventi pluviometrici.

Nelle figure 22 - 28 vengono riportati, a titolo esemplificativo, gli andamenti idrologici in alcuni bacini rappresentativi del sistema idrografico piemontese, associati agli andamenti delle altezze cumulate di afflusso e deflusso poste a confronto con gli andamenti medi del periodo recente 2001÷2010.

MASTALLONE A VARALLO - PONTE FOLLE - ANNO 2011
Andamento della portata media giornaliera



MASTALLONE A VARALLO - PONTE FOLLE
Andamento dei valori cumulati di afflusso e deflusso

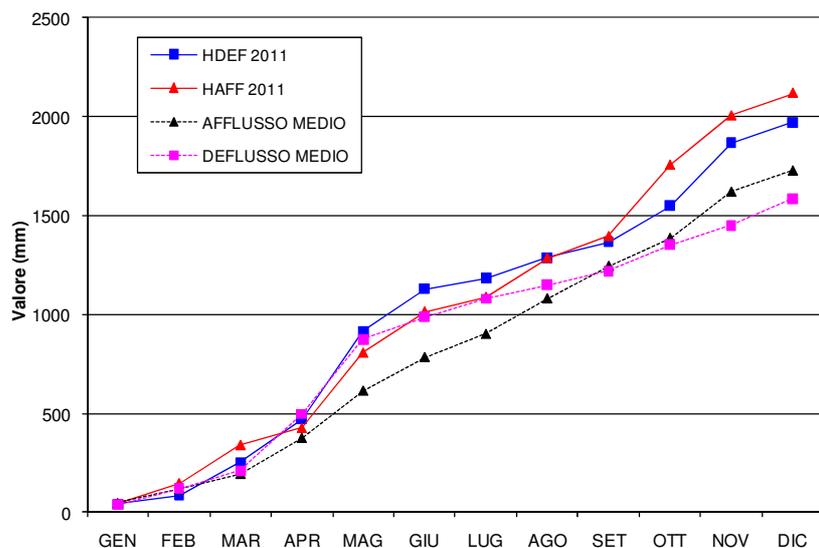
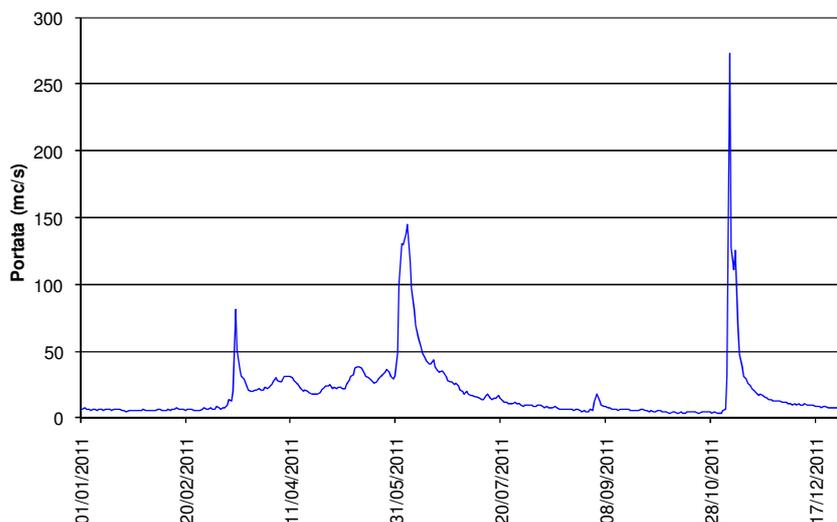


Figura 22. Bacini alpini settentrionali.

Sono evidenti: la condizione di magra invernale interrotta dalla piena secondaria del mese di marzo e dalla successiva fase di fusione primaverile; l'andamento estivo dei deflussi sostenuto fino al mese di luglio da frequenti episodi di precipitazione a cui ha fatto seguito un periodo di afflusso scarsissimo protrattosi fino a tutto il mese di ottobre; la piena gravosa di novembre e la successiva fase di esaurimento senza ulteriori significativi episodi pluviometrici fino a fine anno. Le cumulate degli afflussi e dei deflussi evidenziano in questo settore idrografico un bilancio idrologico più abbondante rispetto all'anno medio

CHISONE A SAN MARTINO - ANNO 2011
Andamento della portata media giornaliera



CHISONE A SAN MARTINO
Andamento dei valori cumulati di afflusso e deflusso

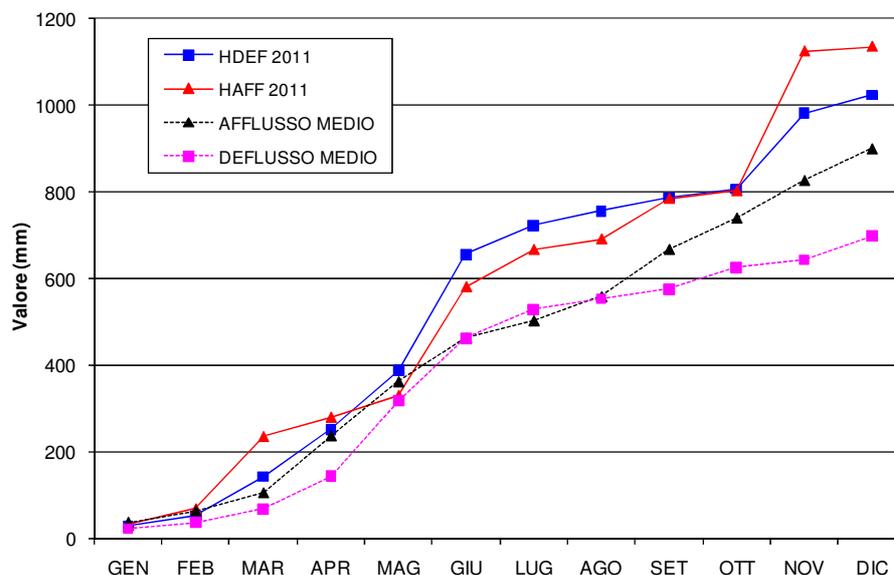
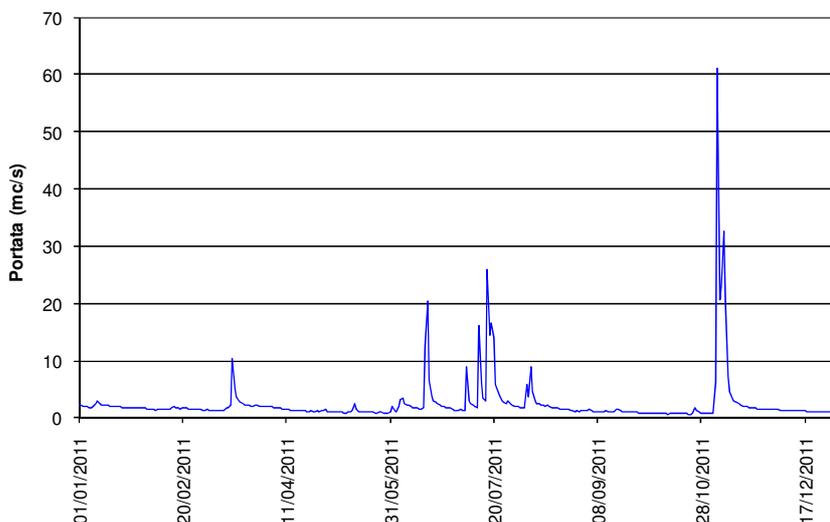


Figura 23. Bacini alpini occidentali.

L'andamento idrologico è simile a quello sopra descritto per i bacini alpini settentrionali con una maggiore accentuazione dell'evento di piena del mese di giugno. Le cumulate degli afflussi e dei deflussi sono anche in questo caso complessivamente superiori all'anno medio, per effetto soprattutto degli apporti della piena di novembre

SAN GIOVANNI A VERBANIA - ANNO 2011
Andamento della portata media giornaliera



SAN GIOVANNI A VERBANIA
Andamento dei valori cumulati di afflusso e deflusso

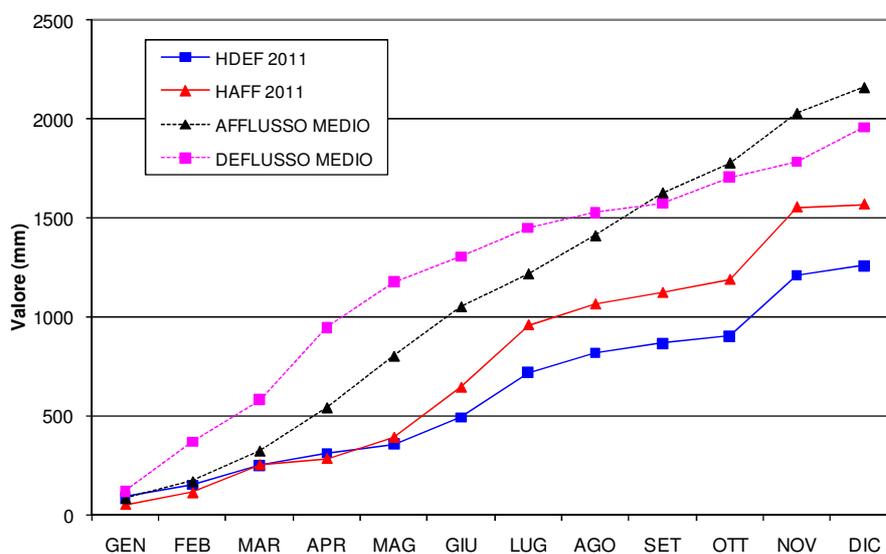
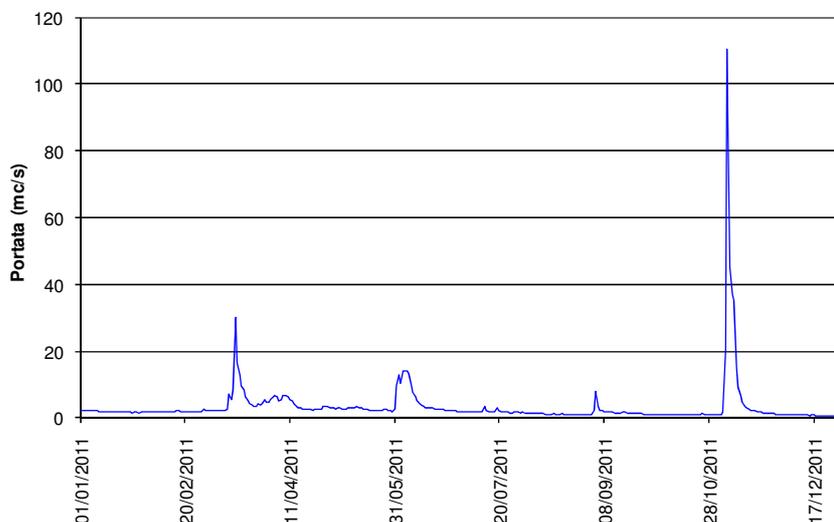


Figura 24. Bacini pedemontani settentrionali

Il comportamento idrologico è caratterizzato dai frequenti episodi di precipitazione del periodo primaverile-estivo, dalla magra tardo estiva-autunnale e dall'evento di piena del mese di novembre, di entità non eccezionale. Nel complesso le cumulate degli afflussi e dei deflussi sono risultate significativamente inferiori all'anno medio, caratterizzato in questo settore da notevole abbondanza di risorsa.

SANGONE A TRANA - ANNO 2011
Andamento della portata media giornaliera



SANGONE A TRANA
Andamento dei valori cumulati di afflusso e deflusso

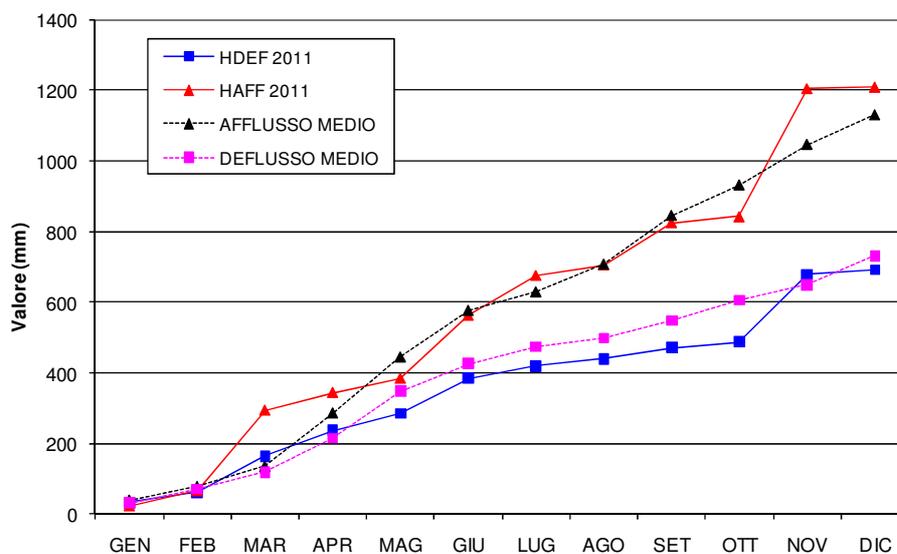
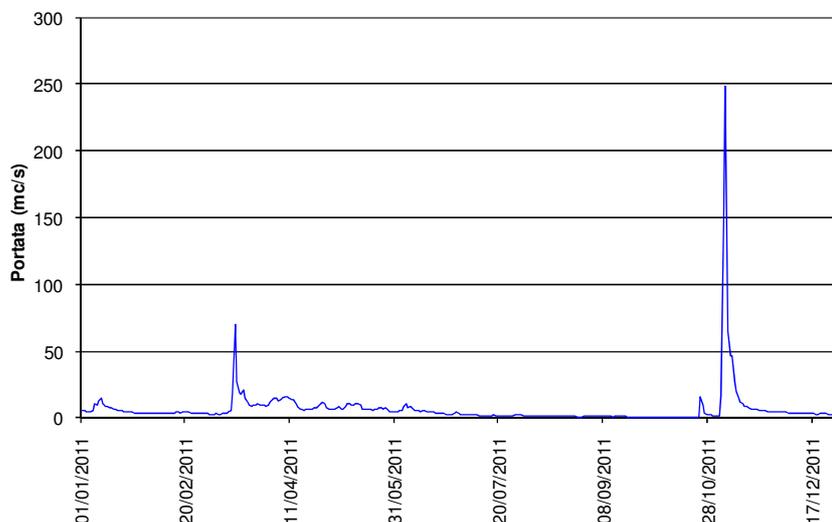


Figura 25. Bacini pedemontani occidentali

L'andamento idrologico è confrontabile con quello dei bacini alpini a quota media più elevata, con l'unica differenziazione costituita dai minori apporti di fusione nevosa e dalla maggiore incidenza (in termini relativi) delle precipitazioni primaverili e autunnali.

TANARO A GARESSIO - ANNO 2011
Andamento della portata media giornaliera



TANARO A GARESSIO
Andamento dei valori cumulati di afflusso e deflusso

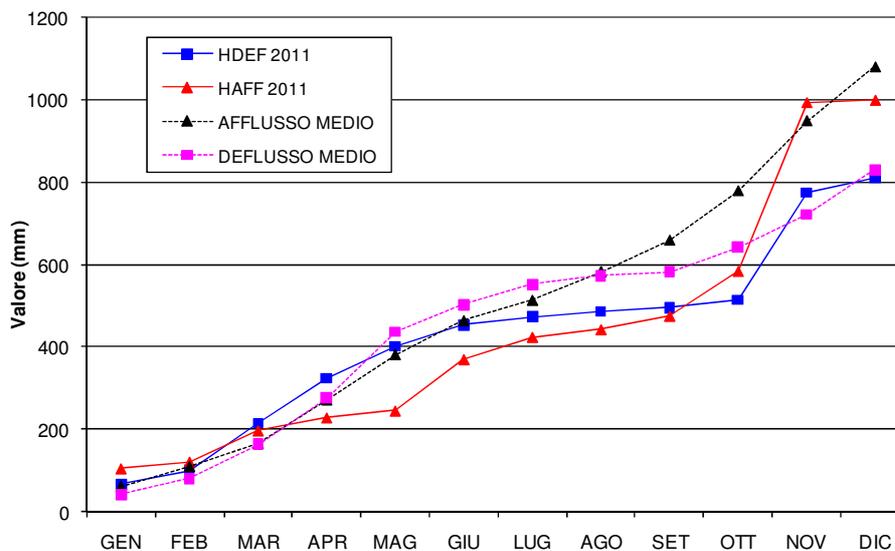
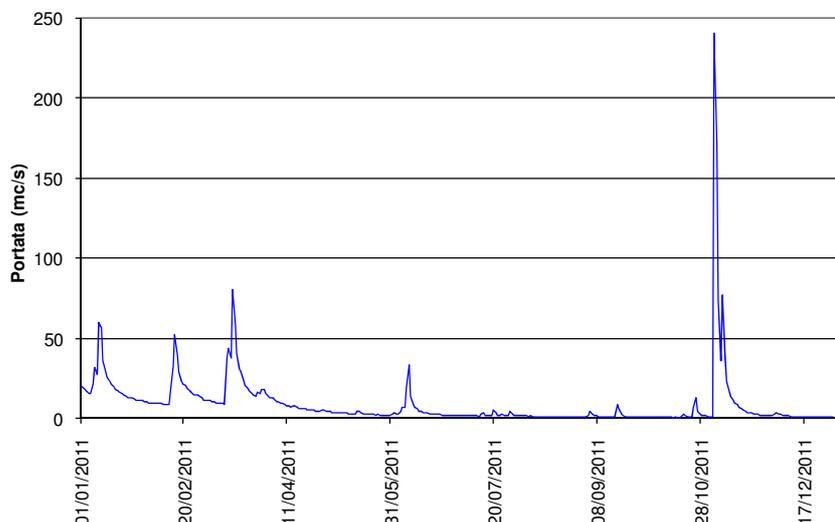


Figura 26. Alto Tanaro

Nel periodo invernale i deflussi sono stati sostenuti da apporti pluviometrici culminati con l'episodio di piena secondario del mese di marzo; nella fase primaverile-estiva non si sono verificati episodi di precipitazioni abbondanti, con la conseguente forte magra registrata nel periodo tardo estivo-autunnale, interrotta dall'evento di piena gravoso dei primi giorni di novembre, al quale non hanno fatto seguito ulteriori episodi di piena autunnali. Nel complesso il bilancio idrologico è molto vicino a quello dell'anno medio (v. curve cumulate), con un deficit parziale in corrispondenza della magra di agosto-ottobre, compensato dai maggiori contributi dell'evento di piena di novembre.

SCRIVIA A SERRAVALLE - ANNO 2011
Andamento della portata media giornaliera



SCRIVIA A SERRAVALLE
Andamento dei valori cumulati di afflusso e deflusso

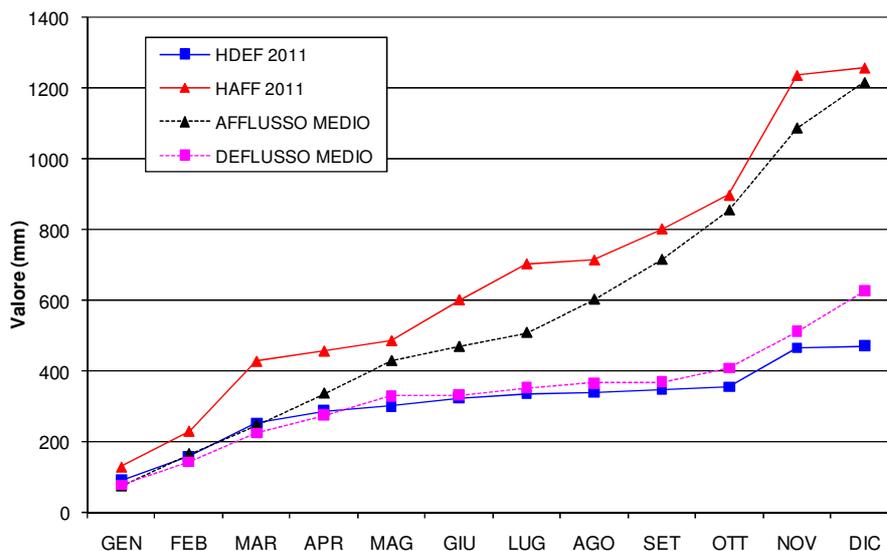
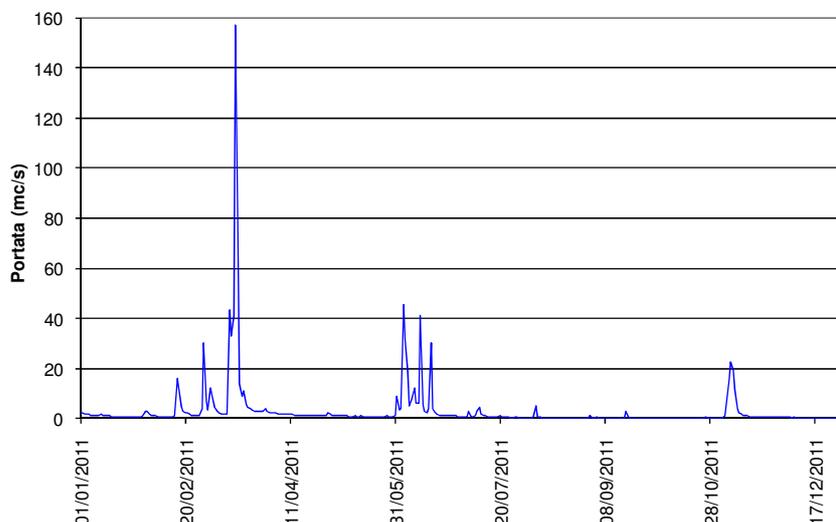


Figura 27. Bacini appenninici meridionali

Si evidenziano deflussi invernali piuttosto elevati dovuti ad alcuni consistenti episodi pluviometrici in successione, con effetti di esaurimento anche nel periodo primaverile, mentre nel periodo estivo è stata osservata una ordinaria condizione di deflussi scarsi, protrattasi fino alla piena di novembre. Le curve cumulate presentano andamenti prossimi a quelle caratteristiche dell'anno medio.

BANNA A SANTENA - ANNO 2011
Andamento della portata media giornaliera



BANNA A SANTENA
Andamento dei valori cumulati di afflusso e deflusso

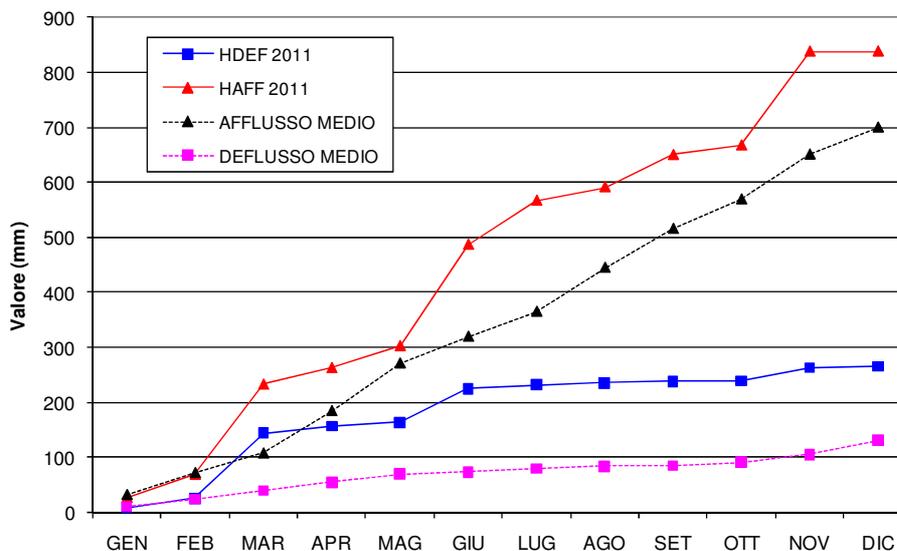


Figura 28. Bacini collinari

L'andamento dei deflussi è stato principalmente condizionato dalla piena del mese di marzo e dagli episodi di precipitazione secondari del mese di giugno; nel periodo tardo estivo-autunnale si è verificata una lunga fase di magra, non compensata dalla piena di novembre che su questi bacini ha presentato entità del tutto trascurabile. Le curve cumulative degli afflussi e dei deflussi sono risultate superiori all'anno medio principalmente per effetto dei contributi della piena di marzo.

I dati di sintesi del bilancio idrologico nella sezione di chiusura regionale a Isola S. Antonio (25.837 Km²) evidenziano un carattere medio rispetto alla serie storica delle osservazioni precedenti, con un'altezza di afflusso complessiva annuale di 1014 mm (circa corrispondente all'anno medio) e un coefficiente di deflusso 0.52. La portata media annuale è risultata 435 mc/s per un volume annuo complessivo di deflusso pari a circa 13.7 • 10⁹ mc (la portata media del precedente periodo 1998 – 2010 è risultata 439 mc/s, del tutto simile al 2011, mentre la portata media del periodo “scarso” 2003 – 2007 è risultata 320 mc/s).

I regimi estremi hanno prodotto variazioni dei deflussi estese dalle portate di magra tardo estive, dell'ordine di 100 mc/s, alla portata massima dell'evento di novembre (6.180 mc/s). In entrambe le situazioni non sono stati comunque toccati i valori estremi osservati nel precedente periodo storico. La tabella 9 pone a confronto i dati caratteristici del 2011 con quelli degli anni precedenti nella sezione di chiusura regionale di Isola S. Antonio, sul fiume Po.

Tabella 9. Portate caratteristiche medie giornaliere osservate nella stazione Po a Isola S. Antonio

Anno	Portata Media [m ³ /s]	Portata Minima [m ³ /s]	Portata Massima [m ³ /s]
1998	322	104	3453
1999	394	127	3763
2000	635	81.6	9780
2001	406	121	2202
2002	687	113	4624
2003	321	42.7	4530
2004	437	96.8	3351
2005	282	76.4	2074
2006	310	53.0	4584
2007	250	101	1983
2008	490	116	4796
2009	616	134	7083
2010	561	83.0	4867
2011	435	92.8	5470

Il prospetto seguente riporta i dati generali di confronto del bilancio idrologico 2011 con l'anno medio (periodo 1998-2011) nella sezione di chiusura regionale a Isola S. Antonio.

Tabella 10. Po a Isola S. Antonio: confronto dati idrologici di sintesi

	Anno medio 1995-2011	Anno 2011	Variazione %
Afflusso annuale (mm)	942	1014	+7%
Portata media annua (m ³ /s)	439	435	-1%
Coefficiente di deflusso	0.57	0.52	-10%

Nella sezione di Torino (monte Dora Riparia, $S = 5.362 \text{ km}^2$) il bilancio idrologico 2011 del Po presenta parametri complessivi poco superiori ai termini di riferimento dell'anno medio di osservazioni (1995-2011), come evidenziato nel prospetto che segue.

Tabella 11. Po a Torino: confronto dati idrologici di sintesi

	Anno medio 1995-2011	Anno 2011	Variazione %
Afflusso annuale (mm)	876	977	+10%
Portata media annua (m^3/s)	78.1	106	+26%
Coefficiente di deflusso	0.53	0.63	+16%

I riscontri nelle due stazioni di monitoraggio sopra considerate indicano una condizione di disponibilità idrologica prossima all'anno medio. I coefficienti di deflusso sono risultati superiori alla media nella parte alta del bacino, grazie alla buona condizione di saturazione derivante dagli "abbondanti" anni pregressi (2008-2010). A valle il coefficiente di deflusso è invece poco inferiore al valore medio, anche per la probabile incidenza dei prelievi nel periodo siccitoso tardo estivo.

La tabella 12 riporta un quadro di confronto dei bilanci idrologici delle stazioni con un maggior numero di anni di funzionamento tra il periodo storico (ante 1980) e il periodo recente 2002-2011 (altezze di afflusso/deflusso e coefficienti di deflusso).

Tabella 12. Quadro di confronto dei dati di bilancio idrologico nelle stazioni di misura "storiche".

Stazione di misura	Periodo storico (ante 1980)			Periodo 2002-2011			Δ DEF (%)
	AFF (mm)	C (-)	DEF (mm)	AFF (mm)	C (-)	DEF (mm)	
Chisone a San Martino	1.058	0.66	698	926	0.79	741	+6.2
Dora Baltea a Tavagnasco	949	0.97	921	837	1.02	860	-6.6
Sesia a Campertogno	1.427	0.89	1.270	1197	1.00	1261	-0.7
Mastallone a Ponte Folle	1.936	0.83	1.607	1702	0.78	1293	-19.5
Toce a Candoglia	1.519	0.91	1.382	1397	0.89	1248	-9.7
Stura di Lanzo a Lanzo	1.296	0.84	1.089	1189	0.87	1015	-6.8
Grana a Monterosso	1.135	0.71	806	1029	0.74	700	-13.2
Stura di Demonte a Gaiola	1.219	0.83	1.012	1002	0.91	939	-7.2
Tanaro a Ponte di Nava	1.281	0.80	1.025	1058	0.73	786	-23.3
Tanaro a Farigliano	1.120	0.69	773	961	0.78	769	-0.5
Tanaro a Montecastello	997	0.50	499	902	0.51	483	-3.2
Bormida a Cassine	971	0.53	515	876	0.54	464	-9.9
Scriveria a Serravalle	1.389	0.60	833	1219	0.47	565	-32.2
Po a Moncalieri	952	0.53	505	951	0.51	494	-2.2
Valori medi	1.232	0.74	924	1089	0.75	830	-10.2%

AFF= Afflusso annuale (mm); DEF = Deflusso annuale (mm); c = coefficiente di deflusso

Nel complesso gli ultimi 4 anni relativamente abbondanti in termini di disponibilità idrologica hanno quasi interamente riequilibrato, a scala regionale, il bilancio rispetto al periodo “siccoso” 2002 – 2007; anche i coefficienti di deflusso annuali sono tornati sui valori medi del periodo storico, dopo le significative riduzioni osservate negli anni con deflussi minori.

Nel complesso mediamente persiste comunque un deficit di deflusso annuo rispetto al periodo storico dell'ordine del 5÷ 6% sui bacini alpini occidentali/settentrionali, del 10% sui bacini alpini meridionali, del 12÷15% sui bacini appenninici (lo stesso ordine di grandezza può essere attribuito ai bacini pedemontani collinari di bassa altitudine).

Nel seguito viene analizzato con maggior dettaglio il comportamento idrologico osservato in corrispondenza delle stazioni idrometriche del fiume Po e Tanaro (figura 29).

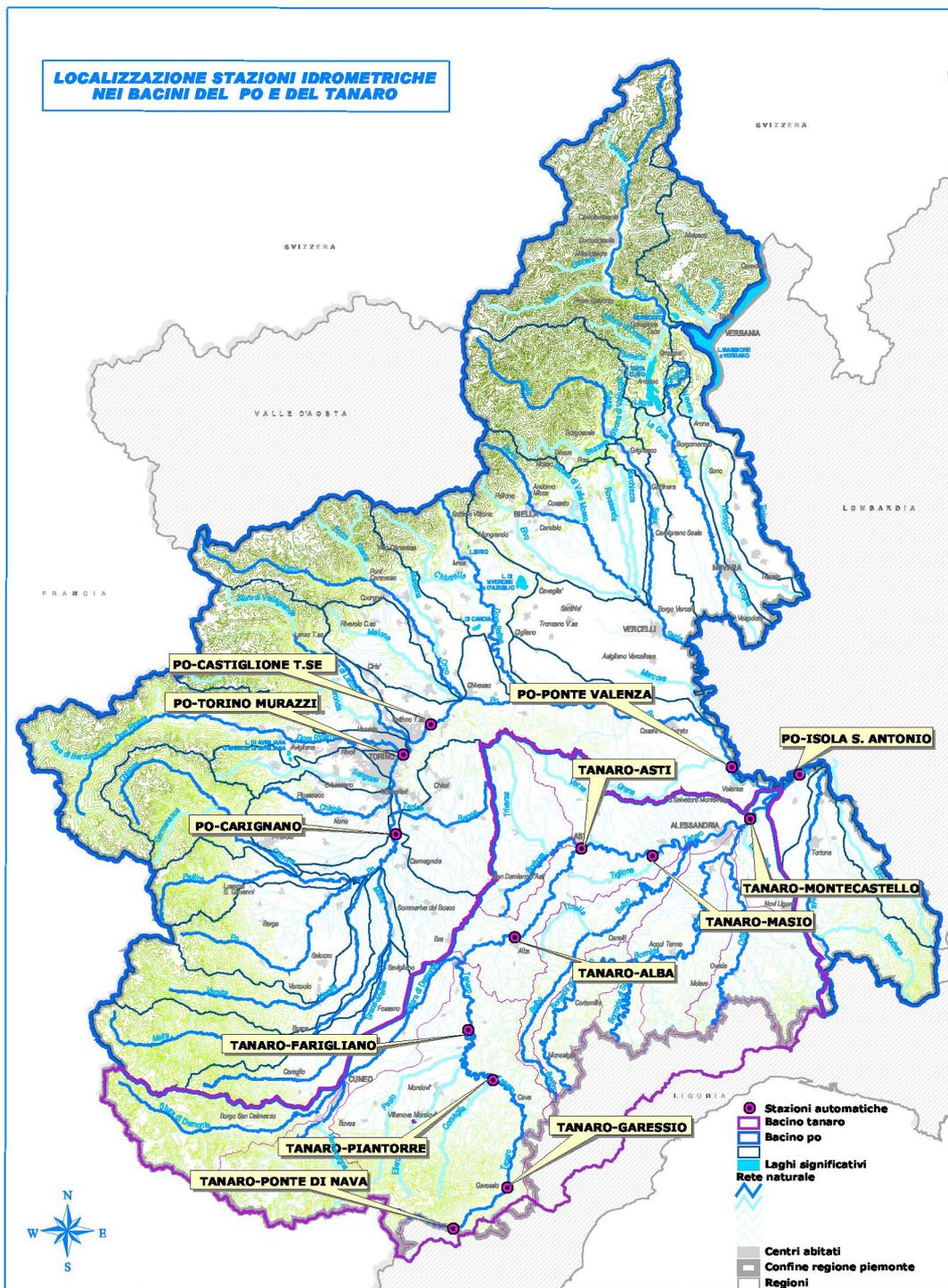


Figura 29. Localizzazione stazioni idrometriche dei bacini idrografici del fiume Po e del Tanaro

Asta del fiume Po

Sull'asta del Po sono operative le stazioni sotto riportate (in grassetto le stazioni per le quali viene rappresentato l'andamento delle portate medie mensili e dei volumi mensili e cumulati).

Tabella 13. Elenco stazioni localizzate sul fiume Po

Stazione	Superficie [km ²]
Crissolo	36
Villafranca	617
Carignano	3976
Moncalieri	4965
Torino	5362
Castiglione	7539
San Sebastiano	9022
Casale Monferrato	13460
Valenza	17366
Isola S. Antonio	25857

Per quanto riguarda la stazione di Crissolo il bilancio idrologico evidenzia un significativo superamento del valore di deflusso rispetto all'afflusso registrato dalla rete pluviometrica, come spesso riscontrato anche nella stazione storica del Servizio Idrografico funzionante dal 1935 al 1960. Tale condizione può essere attribuita alla fusione di accumuli nevosi prodotti da precipitazioni dell'anno precedente ma andrà verificata nei prossimi anni di esercizio anche la rappresentatività del rilievo delle precipitazioni, che su questo piccolo bacino di testata potrebbe comportare, per la posizione/altitudine dei punti di misura esistenti e per la difficoltà di misurare correttamente le precipitazioni nevose, una stima in difetto dell'afflusso totale annuale.

L'andamento idrologico rilevato a Villafranca è risultato principalmente caratterizzato dall'evento di piena del 6 novembre, per il quale è stata stimata una portata al colmo di 657 mc/s. Nella stazione di Carignano la registrazione idrometrica ha rappresentato un regime di deflussi ordinari, caratterizzato dagli eventi di piena secondari di marzo e giugno e dalla piena del 6 – 7 novembre, di entità superiore alle precedenti ma non eccezionale, defluita con un colmo poco superiore a 1000 mc/s.

Caratteristiche del tutto simili presenta l'andamento idrologico della stazione di Moncalieri, dove per la definizione dei deflussi in regime di magra è stato necessario tenere conto dell'effetto di rigurgito indotto dalla regolazione della traversa mobile attiva sulla soglia dell'ex canale Michelotti, a Torino.

A Torino (C.so Regina Margherita) sono state rilevate condizioni di deflusso riferibili al tipico andamento del regime idrologico in questa sezione idrografica, senza criticità specifiche relativamente alle portate di magra e con eventi di piena nelle stagioni primaverile (a marzo e giugno, di entità secondaria) e autunnale (piena del 6 – 7 novembre, portata al colmo poco inferiore a 1500 mc/s). In termini quantitativi complessivi (quantità di deflusso e coefficiente di deflusso) il bilancio del 2012 è indicativo di una disponibilità idrica poco superiore alla media.

A valle del nodo di Torino, la stazione di Castiglione (valle Stura di Lanzo) ha evidenziato, come negli anni precedenti, i fattori di alterazione del regime idrologico conseguenti al prelievo IREN di S. Mauro (portata massima derivabile 120 m³/s), che ha comportato deflussi minimi (DMV) dell'ordine della decina di m³/s e un coefficiente di deflusso annuale 0.27 (da confrontare con il valore dell'ordine di 0.5 – 0.6 tipico della condizione naturale in questo tratto dell'asta).

Anche nella successiva stazione di San Sebastiano (valle Orco-Malone e presa C. Cavour) il regime idrologico del 2011 è risultato parzialmente alterato dai prelievi, con effetti particolarmente marcati sui deflussi di magra del mese di agosto.

Sul Po a Casale (valle Dora Baltea), nonostante le ulteriori sottrazioni di deflusso operate dai prelievi irrigui sulla Dora Baltea e dal canale Lanza sono state rilevate situazioni di magra forte solo nel mese di agosto (portate minime dell'ordine di 15-20 m³/s). La piena del 7 novembre è defluita con una portata al colmo dell'ordine di 4000 mc/s.

Sul Po a Valenza (Valle Sesia) l'andamento idrologico rilevato nel 2011 ha presentato caratteristiche ordinarie, senza criticità specifiche.

L'evento di piena più gravoso del 2011 per l'asta del Po è risultato quello del 6 – 7 novembre, defluito alla sezione di chiusura regionale di Isola S. Antonio con una portata al colmo di circa 6200 mc/s, di cui si riportano nelle figure a seguire gli andamenti degli idrogrammi registrati in alcune stazioni rappresentative, posti a confronto con le curve cumulate degli afflussi e dei deflussi.

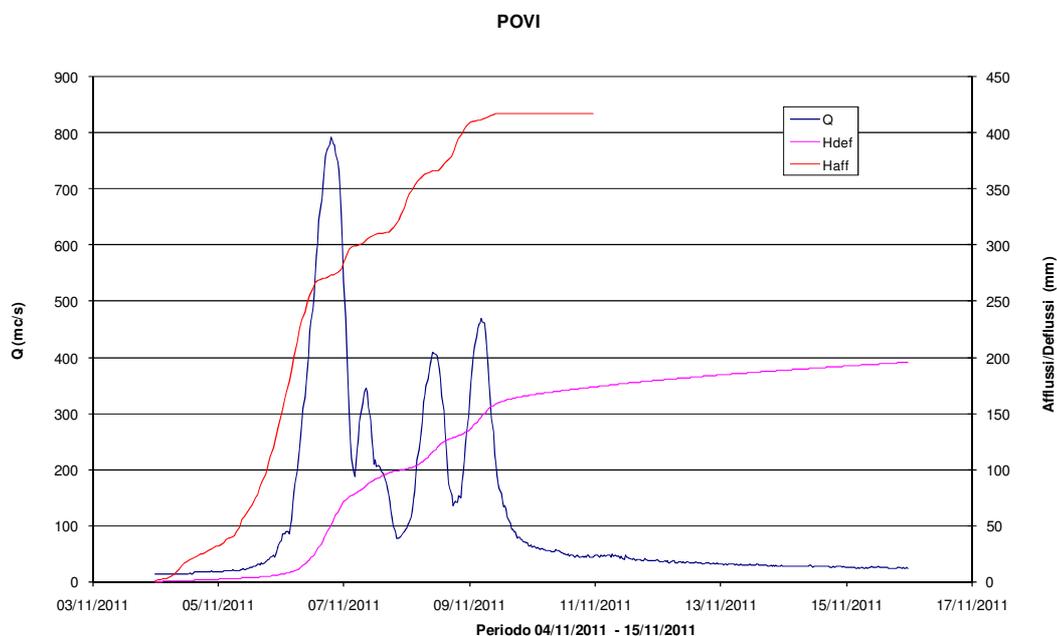


Figura 30. Idrogramma della piena del novembre 2011 sul Po a Villafranca e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

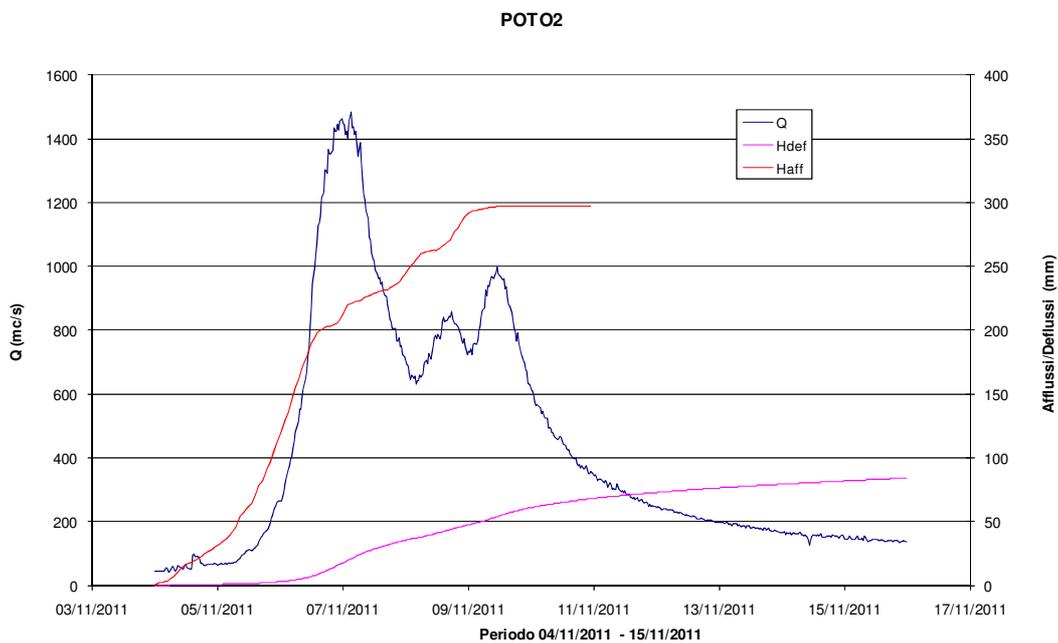


Figura 31. Idrogramma della piena del novembre 2011 sul Po a Torino e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

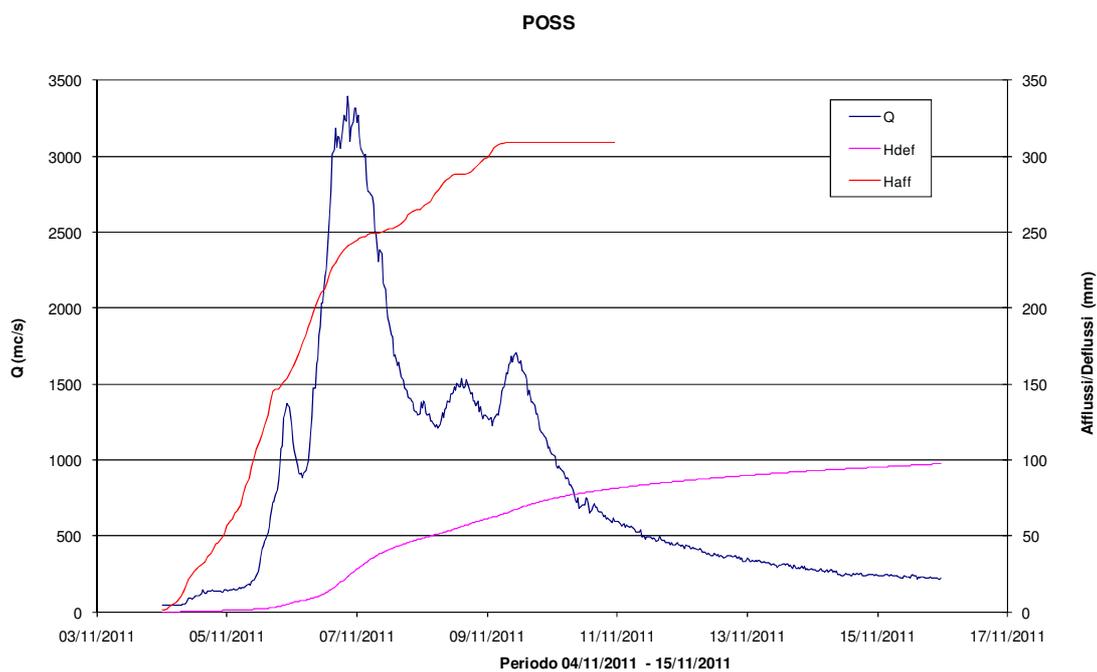


Figura 32. Idrogramma della piena del novembre 2011 sul Po a San Sebastiano e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

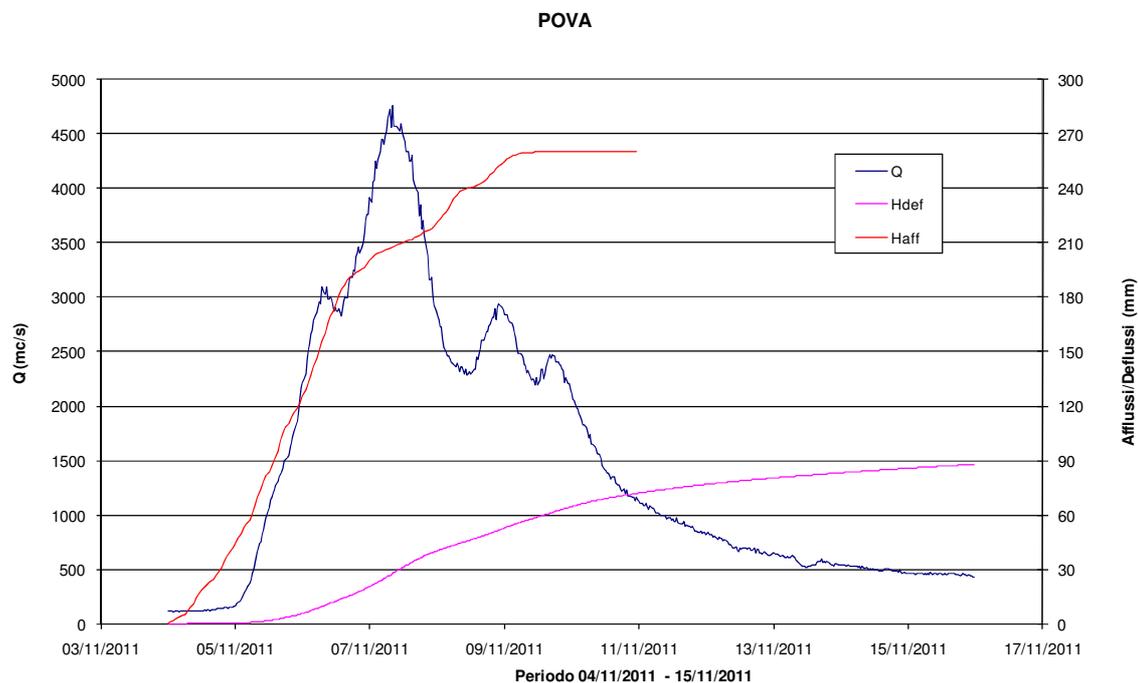


Figura 33. Idrogramma della piena del novembre 2011 sul Po a Valenza e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

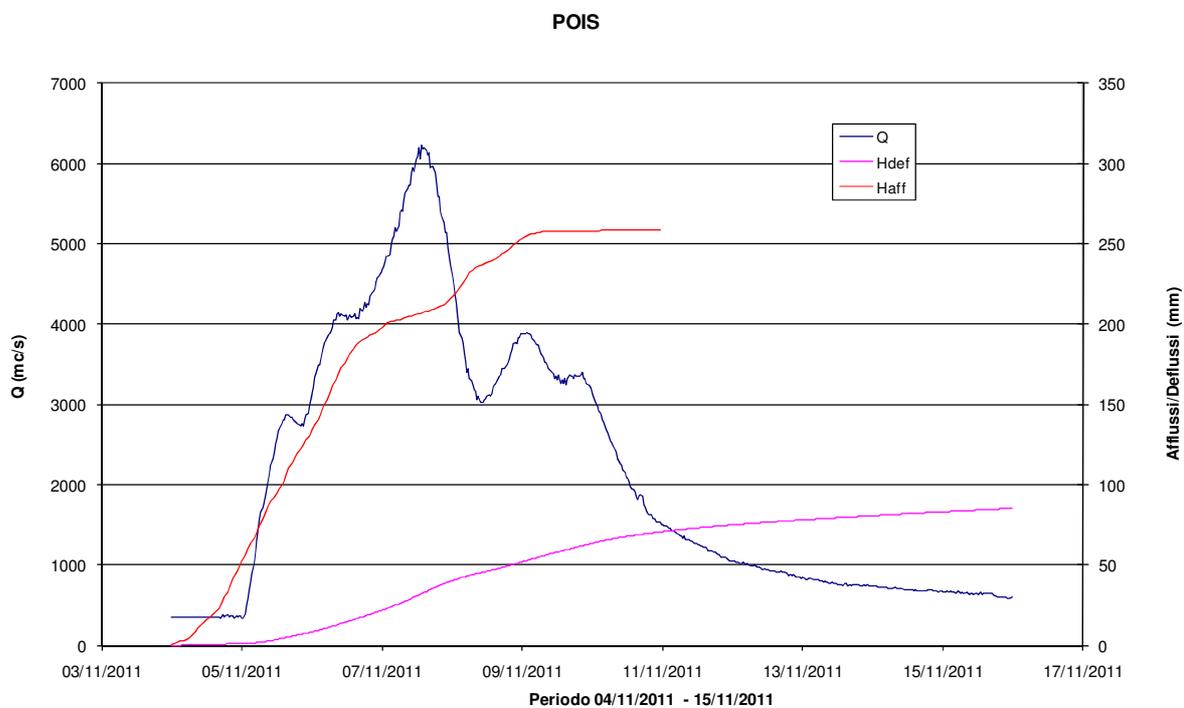


Figura 34. Idrogramma della piena del novembre 2011 sul Po a Isola S. Antonio e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

Anche sull'asta del Po è evidente la scarsa entità dei deflussi rispetto agli afflussi (v. curve cumulate) conseguente allo stato di aridità del bacino dopo la lunga fase di assenza di precipitazioni. Per confronto si riportano gli analoghi grafici relativi alla piena dell'aprile 2009 a Isola S. Antonio. In questa occasione, con il bacino saturo e in presenza di apporti residui di fusione nevosa, pur essendo la precipitazione cumulata pari solo al 50% di quella del novembre 2011 i deflussi al colmo sono risultati simili o superiori.

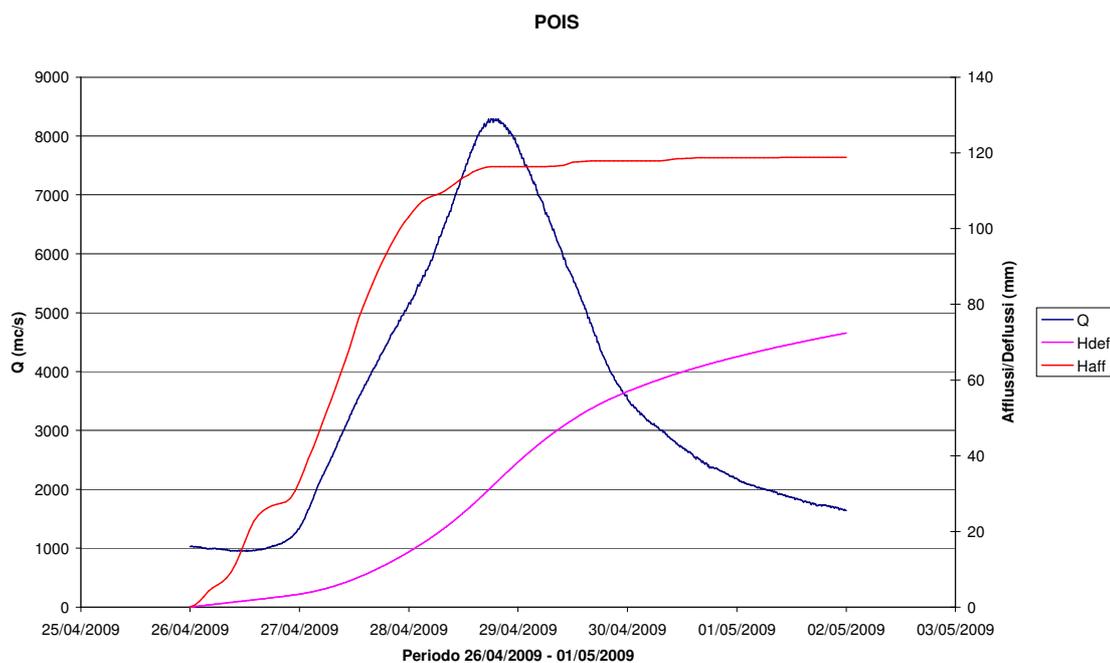


Figura 35. Idrogramma della piena di aprile 2009 sul Po a Isola S. Antonio e relative curve cumulate degli afflussi e dei defluss.

Per i punti di monitoraggio, caratterizzati dall'aver una buona serie storica di dati, localizzati sull'asta del fiume Po (a partire da monte verso valle), si riportano nelle figure seguenti il confronto sia tra le portate medie mensili e le relative medie storiche, sia tra i deflussi cumulti mensili del 2011 e i relativi deflussi cumulti mensili storici.

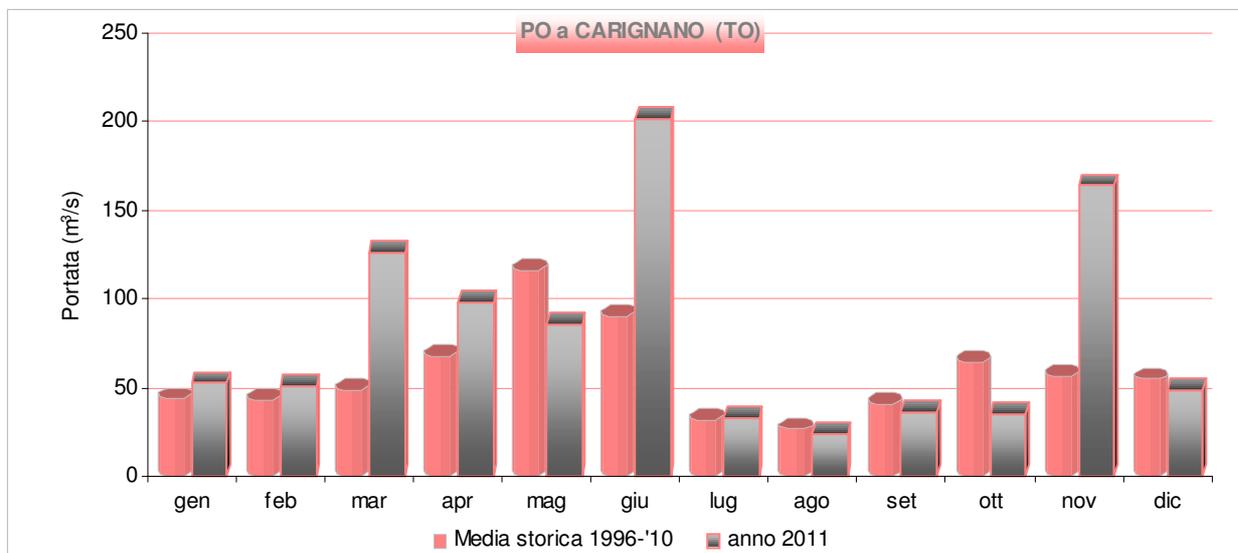


Figura 36. Portate medie mensili nel fiume Po a Carignano

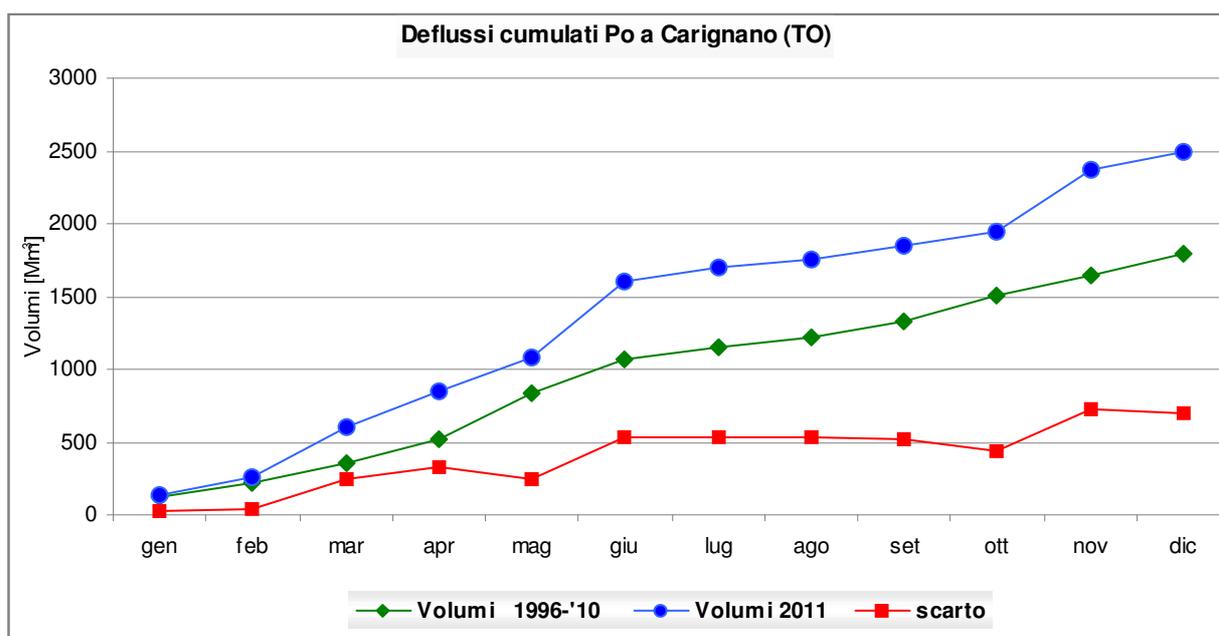


Figura 37. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Po a Carignano

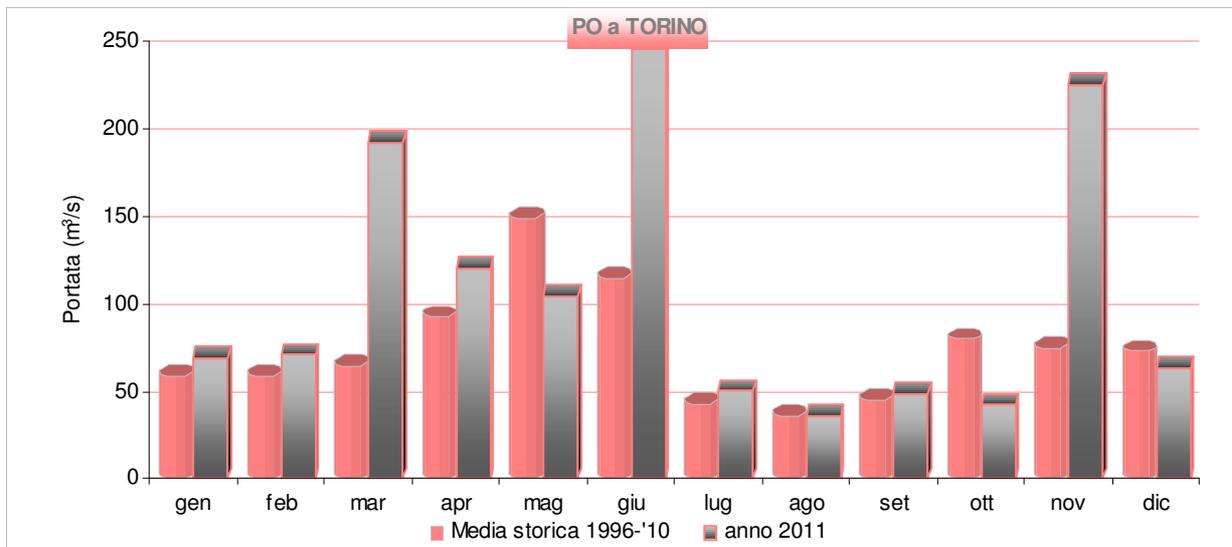


Figura 38. Portate medie mensili nel fiume Po a Torino

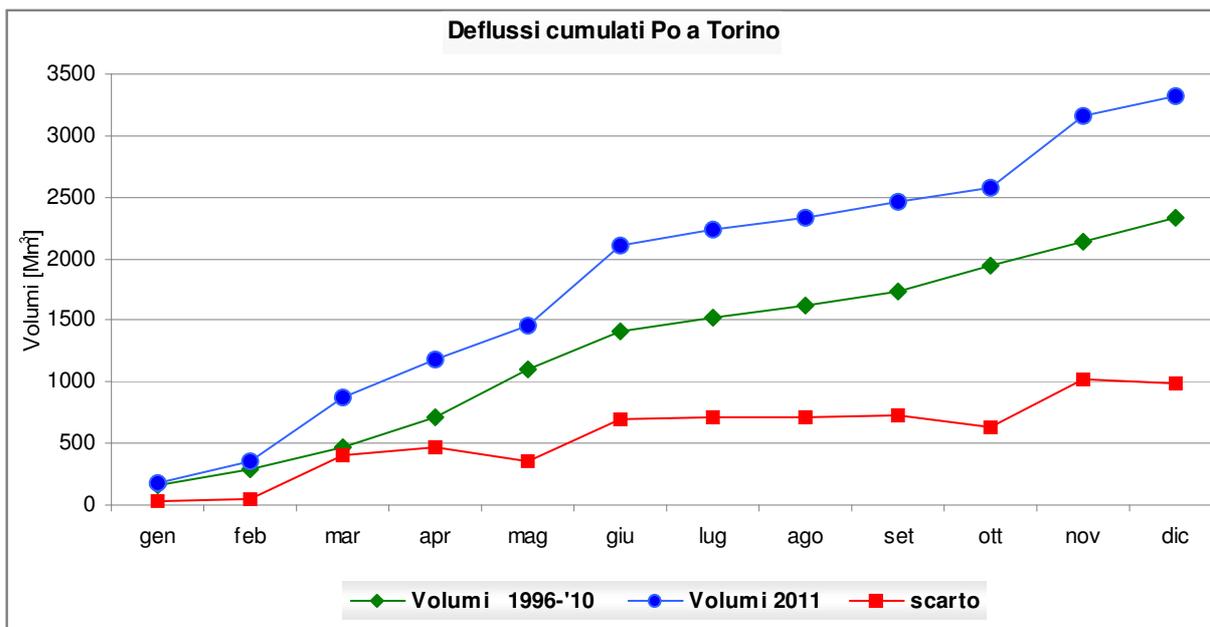


Figura 39. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Po a Torino

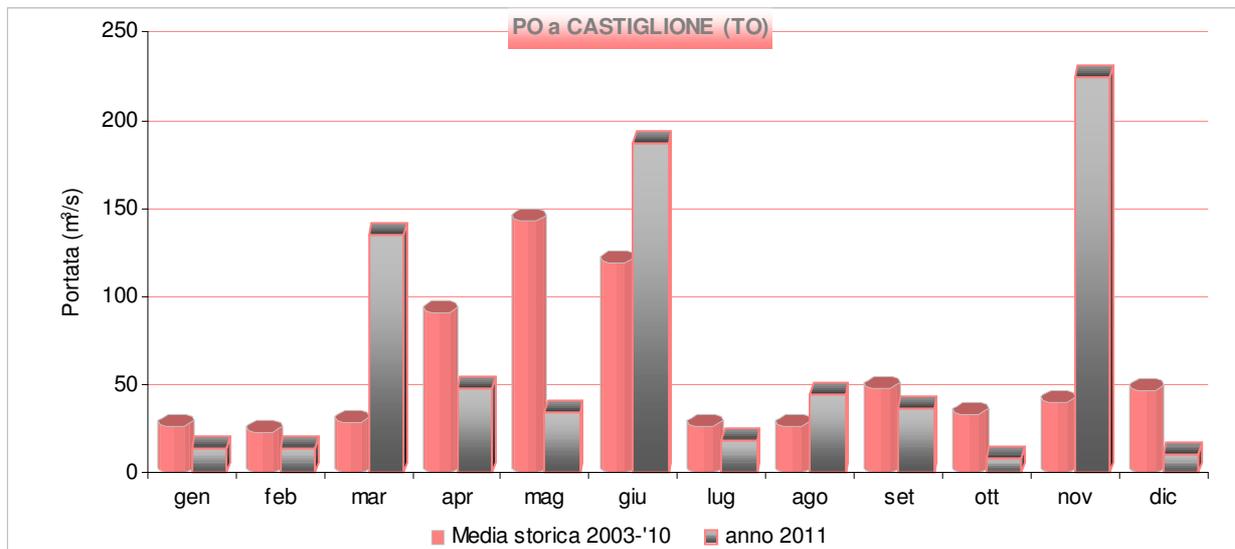


Figura 40. Portate medie mensili nel fiume Po a Castiglione

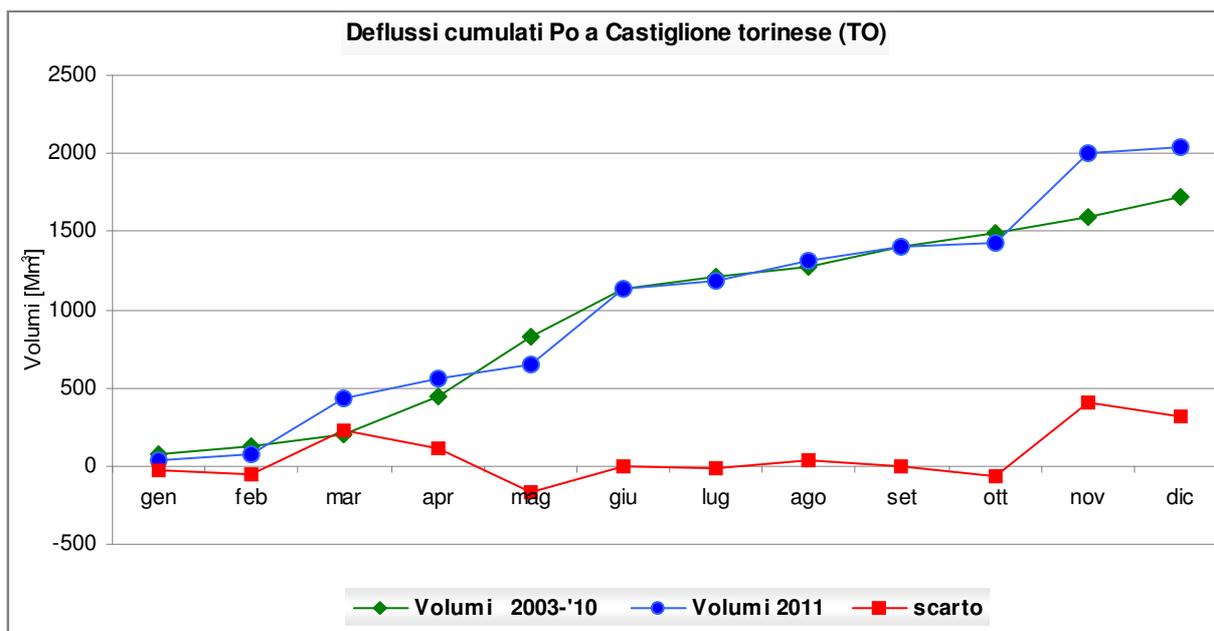


Figura 41. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Po a Castiglione

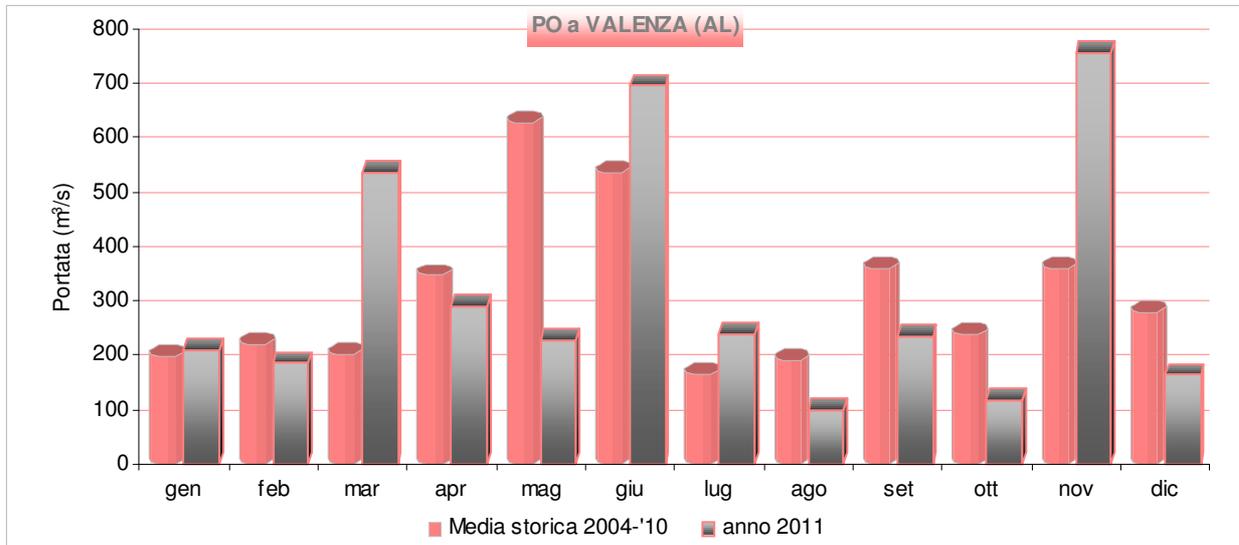


Figura 42. Portate medie mensili nel fiume Po a Valenza

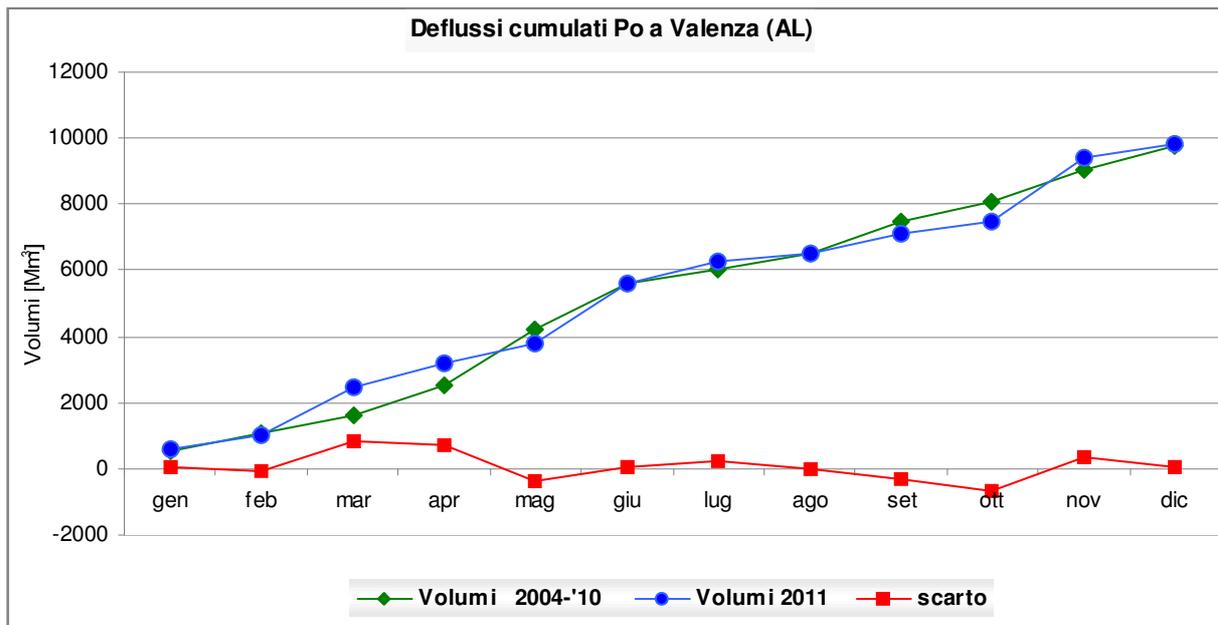


Figura 43. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Po a Valenza

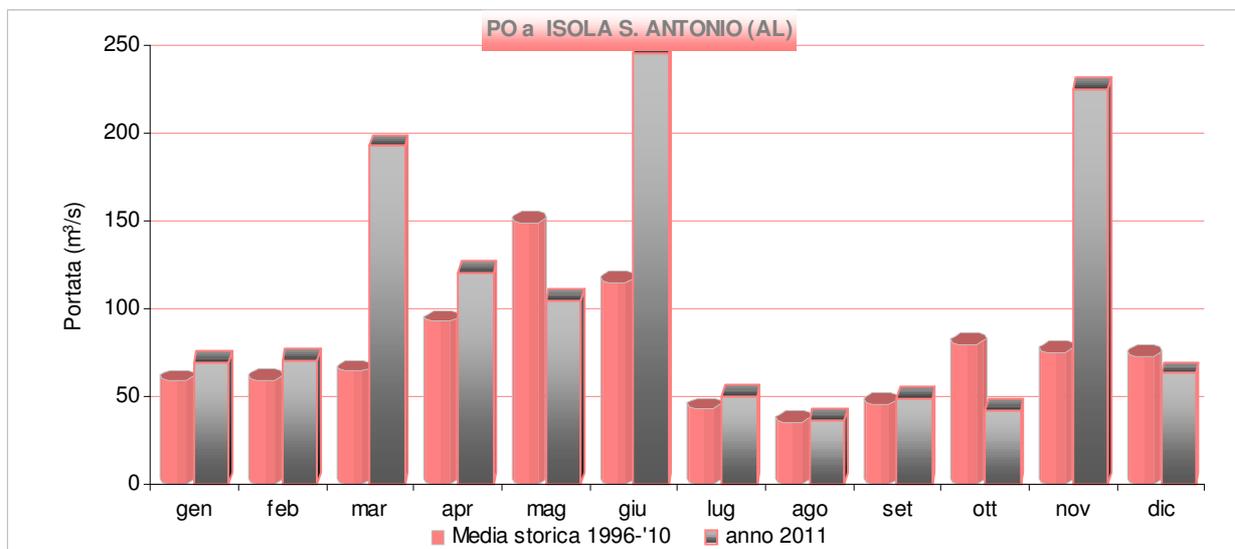


Figura 44. Portate medie mensili nel fiume Po a Isola S. Antonio

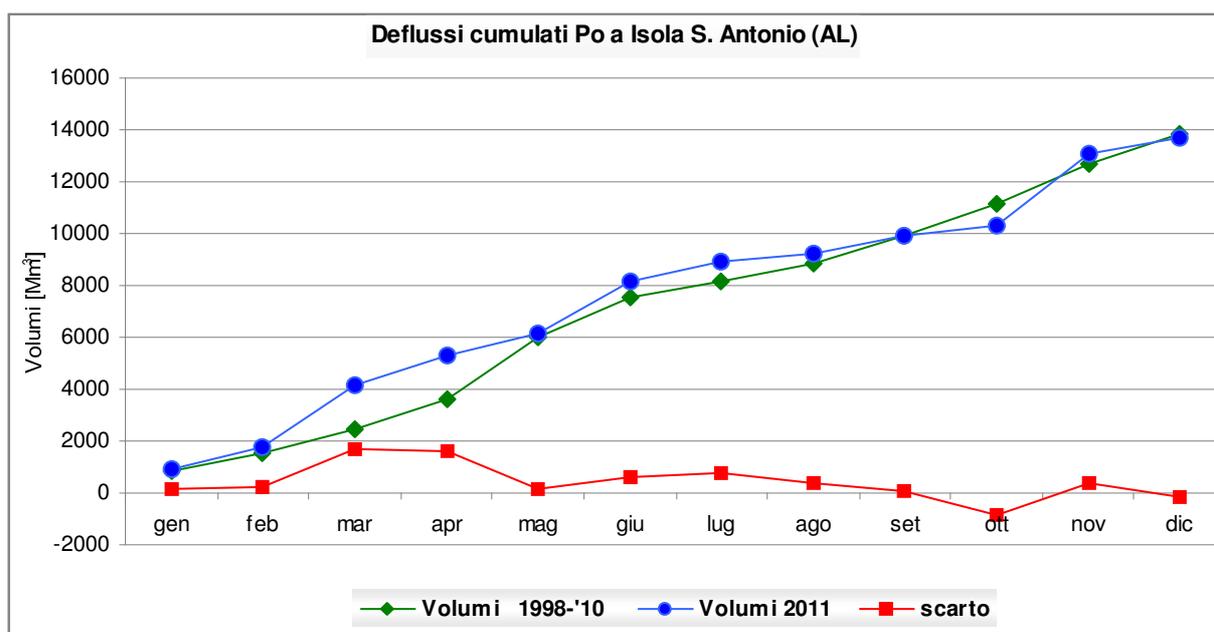


Figura 45. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Po a Isola S. Antonio

Asta del fiume Tanaro

Vengono sotto elencate le stazioni di bilancio funzionanti sull'asta del Tanaro.

Tabella 14. Elenco stazioni localizzate sul fiume Tanaro.

Stazione	Superficie [km ²]
Ponte di Nava	147
Garessio	249
Piantorre	499
Farigliano	1541
Alba	3379
Asti	4100
Masio	4534
Montecastello	7985

Sul bacino del Tanaro l'andamento dei deflussi dell'anno 2011 è stato principalmente caratterizzato:

- da una fase invernale di deflussi relativamente abbondanti, anche per effetto del residuo esaurimento dell'evento di piena di fine dicembre 2010;
- da deflussi primaverili sostenuti dalla fusione nevosa (alto e medio bacino) e dagli eventi di piena di marzo (di significativa entità, con valori al colmo di circa 1140 mc/s ad Alba e di circa 3190 mc/s a Montecastello e di giugno (di entità secondaria);
- da una lunga fase di esaurimento che ha interessato il periodo estivo e i primi mesi autunnali, fino alla piena di inizio novembre, con portate di magra critiche anche se superiori ai valori estremi rilevati nel precedente periodo di osservazioni;
- dalla piena del 5-6 novembre, che ha presentato carattere di estrema gravosità soprattutto nel bacino dell'Orba-Bormida, ma che ha interessato con portate al colmo elevate anche l'intera asta del Tanaro (valori al colmo di circa 1580 mc/s ad Alba e di circa 2600 mc/s a Montecastello, dove il colmo di piena è risultato meno gravoso rispetto a marzo per effetto dello sfasamento cronologico degli eventi manifestatisi nel bacino del Bormida e nel bacino principale del Tanaro).

Il bilancio idrologico complessivo definito nella sezione di chiusura di Montecastello (7.985 kmq) ha presentato un afflusso annuale cumulato di 1025 mm, poco superiore a quello dell'anno medio riferito al periodo di osservazioni più recente, pari a circa 1000 mm. Il coefficiente di deflusso è risultato 0.53, del tutto in linea con il valore medio dei periodi di osservazione precedenti (0.51). La portata media annuale è risultata pari a circa 138 mc/s, per un volume annuo cumulato di deflusso dell'ordine di $4.3 \cdot 10^9$ mc.

I regimi estremi hanno fatto registrare portate di magra dell'ordine di 18-20 mc/s, contro il colmo di piena principale (evento di marzo) pari a circa 3190 mc/s. In entrambe le situazioni non sono stati raggiunti i valori estremi del periodo di osservazioni precedente.

Per le stazioni di Alba e Montecastello, dotate di un numero di anni recenti di osservazione significativi, vengono riportati nel prospetto che segue i valori caratteristici delle portate giornaliere media, minima e massima annuale e della curva di durata delle portate.

Tabella 15. Dati di portata caratteristici per il Tanaro ad Alba

Stazione	Anno	Portata media [m ³ /s]	Portata minima [m ³ /s]	Portata massima [m ³ /s]	Q10	Q91	Q182	Q274	Q355
Tanaro ad Alba	1998	44	3.50	340	139	43.4	29.7	26.3	8.73
	1999	56	2.52	774	241	64.7	32.5	22.2	7.79
	2000	79	9.77	1131	347	100	32.9	26.4	13
	2001	65	8.06	289	206	79.3	42.2	29.6	10.2
	2002	103	14.3	906	357	116	69.8	48.5	26.7
	2003	58	2.72	692	156	71.8	53.3	18.4	4.52
	2004	67	1.89	502	192	86.8	54.2	27.1	8.35
	2005	43	3.24	447	157	46.5	31.5	23.3	4.61
	2006	37	2.85	400	107	51.5	28.9	9.49	4.22
	2007	30	3.05	505	90	32.0	23.0	18.7	4.15
	2008	76	9.25	768	307	97.0	47.7	26.6	12.4
	2009	111	7.71	1167	335	140	74.4	38.4	11.1
2010	90	6.82	864	294	110	71.7	36.8	10.3	
2011	81	7.65	1222	268	93.9	60.6	22.5	10.6	
	MEDIA	67	5.73	714	228	80.9	42.2	24.9	9.61

Tabella 16. Dati di portata caratteristici per il Tanaro a Montecastello

Stazione	Anno	Portata media [m ³ /s]	Portata minima [m ³ /s]	Portata massima [m ³ /s]	Q10	Q91	Q182	Q274	Q355
Tanaro a Montecastello	1996	209	37	2058	717	264	163	100	45.2
	1998	69	10.8	829	210	84.3	52.3	29.7	14.7
	1999	74	7.23	1064	321	87.5	50	29.4	11.5
	2000	154	15.8	2931	816	164	52.5	36.8	16.9
	2002	181	32.3	2763	1078	159	92.4	55.7	34.5
	2003	104	10.3	2347	374	120	79.1	25.6	12.6
	2004	108	11.6	1458	290	156	86.5	35.2	16.2
	2005	75	6.04	510	253	89	62.1	37.5	8.25
	2006	83	8.03	1116	289	101	61.5	24.0	10.3
	2007	48	6.70	408	139	58	38.1	24.6	7.33
	2008	120	17.0	1936	431	136	76.3	32.7	19.6
	2009	193	30.0	3156	720	228	121	66.8	37.0
	2010	159	26.7	1595	480	202	113	60.2	31.3
2011	138	17.6	2472	658	143	95.2	35.2	21.1	
	MEDIA	123	16.9	1760	484	142	81.6	42.4	20.5

Nelle figure che seguono vengono rappresentati gli andamenti della piena del novembre 2011 rilevati nelle stazioni di Alba e Montecastello, posti a confronto con le cumulate delle altezze di precipitazione e di deflusso.

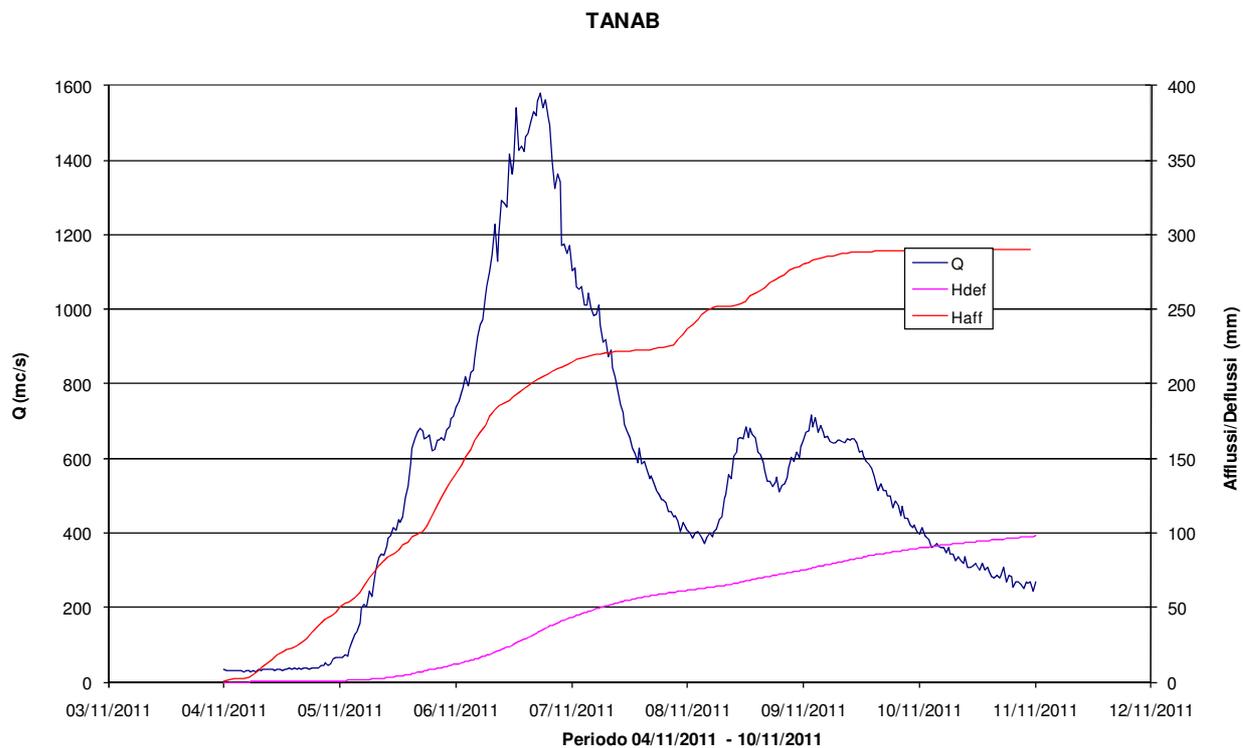


Figura 46. Idrogramma della piena del novembre 2011 sul Tanaro ad Alba e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

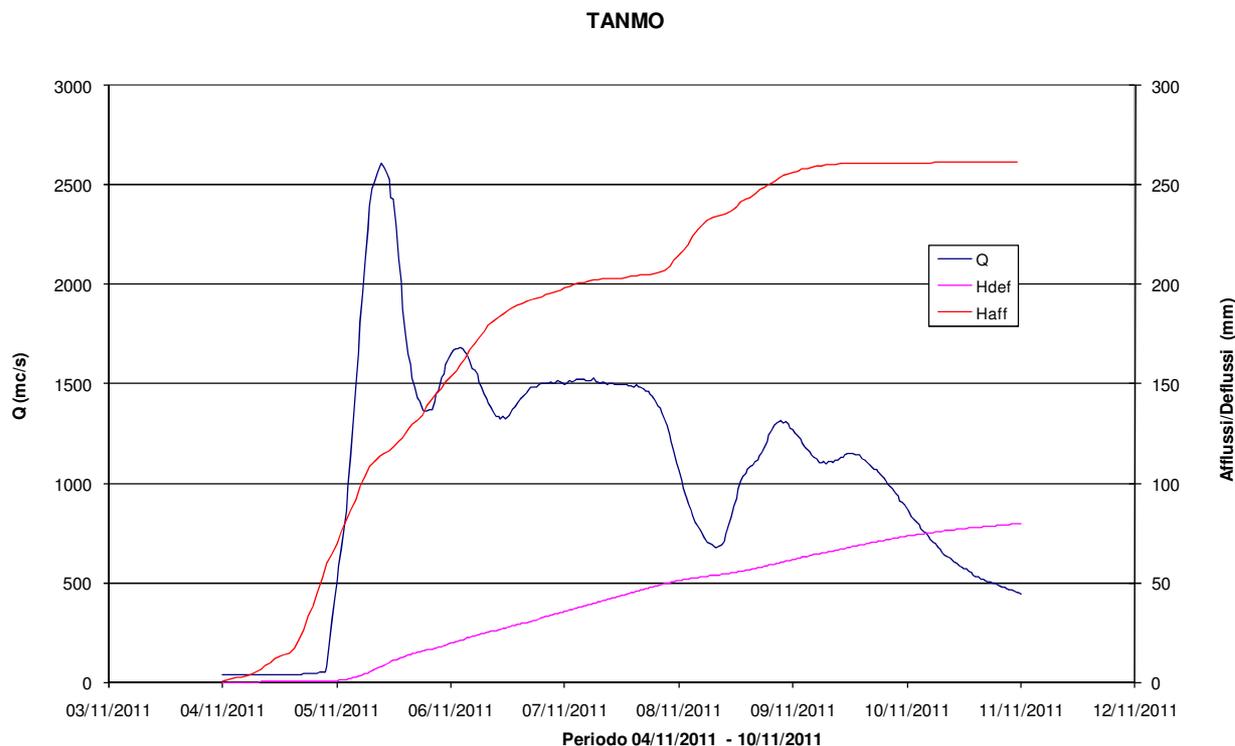


Figura 47. Idrogramma della piena del novembre 2011 sul Tanaro a Montecastello e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

Risulta evidente come il colmo principale di Montecastello (6 novembre) non dipenda dall'onda di piena defluita lungo l'asta del Tanaro, che ha contribuito al colmo secondario di anomala durata del 7 novembre, ma dalla piena del Bormida.

Un altro elemento caratteristico, che ha contraddistinto la piena del novembre 2011 in tutta la rete idrografica, è rappresentato dal coefficiente di deflusso molto basso (si veda il confronto tra le curve cumulate degli afflussi e dei deflussi) a causa della condizione di non saturazione dei bacini dopo l'anomalo prolungamento della magra estiva, che è durato fino all'evento di piena in esame senza che si verificassero precipitazioni significative.

Per confronto si riporta nella figura seguente l'andamento dell'idrogramma della piena dell'aprile 2009 ad Alba e delle relative curve cumulate: è evidente come in questo caso, in una condizione di buona saturazione del bacino (ulteriormente sostenuta da apporti residui di fusione nevosa) il volume di deflusso sia sostanzialmente analogo a quello del novembre 2011 pur con una precipitazione complessiva nettamente inferiore (afflusso aprile 2009 inferiore al 50% dell'afflusso di novembre 2011).

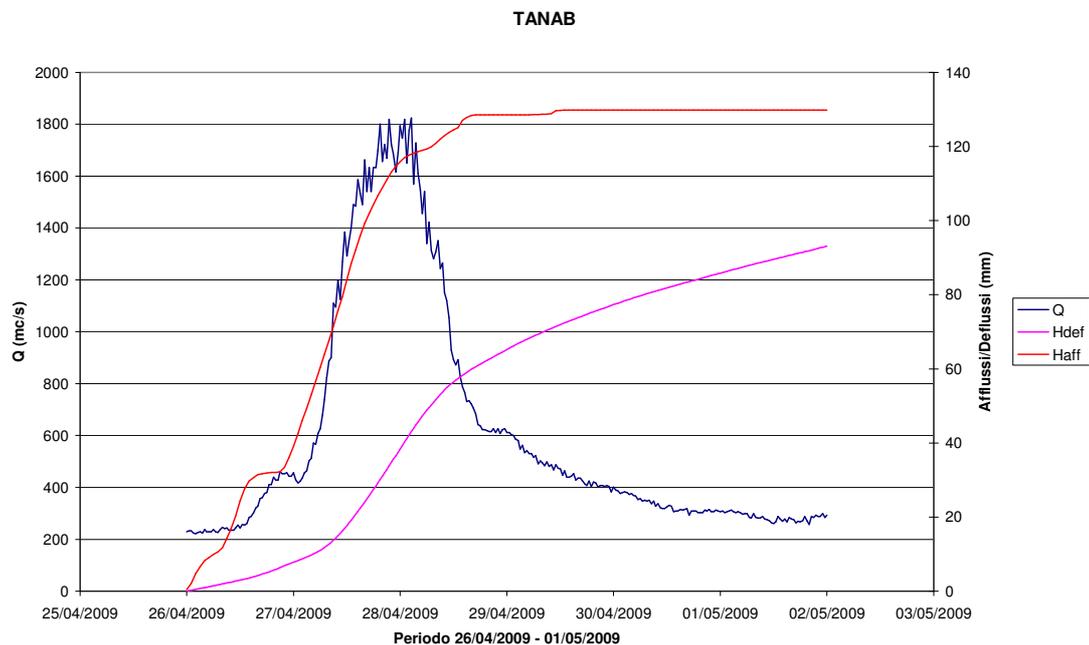


Figura 48. Idrogramma della piena di aprile 2009 sul Tanaro ad Alba e relative curve cumulate degli afflussi e dei deflussi

Per i punti di monitoraggio, caratterizzati dall'aver una buona serie storica di dati, localizzati sull'asta del fiume Tanaro (a partire da monte verso valle), si riportano nelle figure seguenti il confronto sia tra le portate medie mensili e le relative medie storiche, sia tra i deflussi cumulati mensili del 2011 e i relativi deflussi cumulati mensili storici.

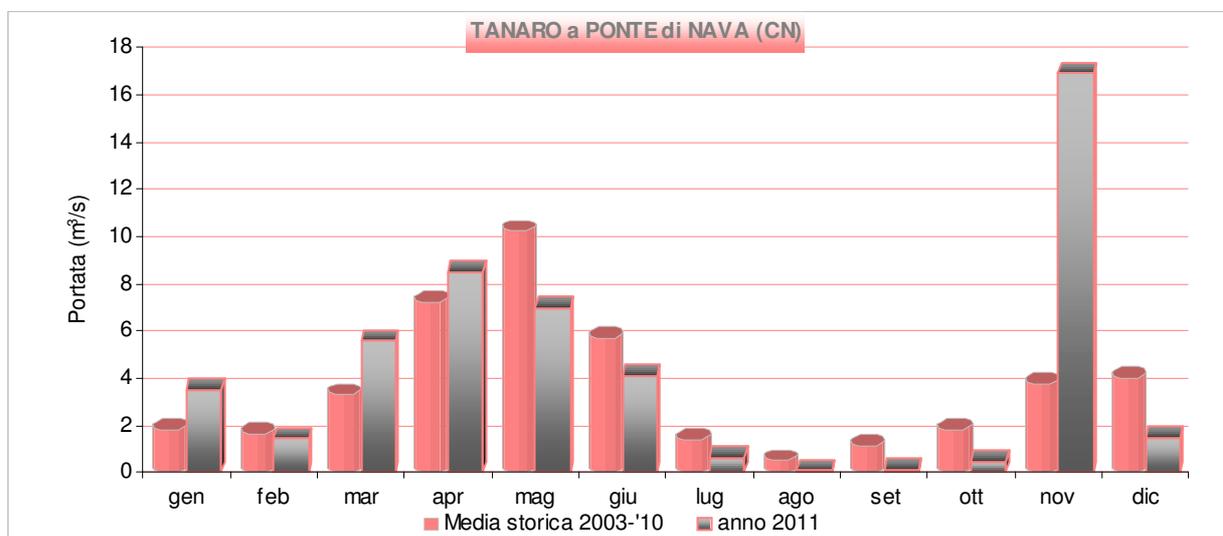


Figura 49. Portate medie mensili nel fiume Tanaro a Ponte di Nava

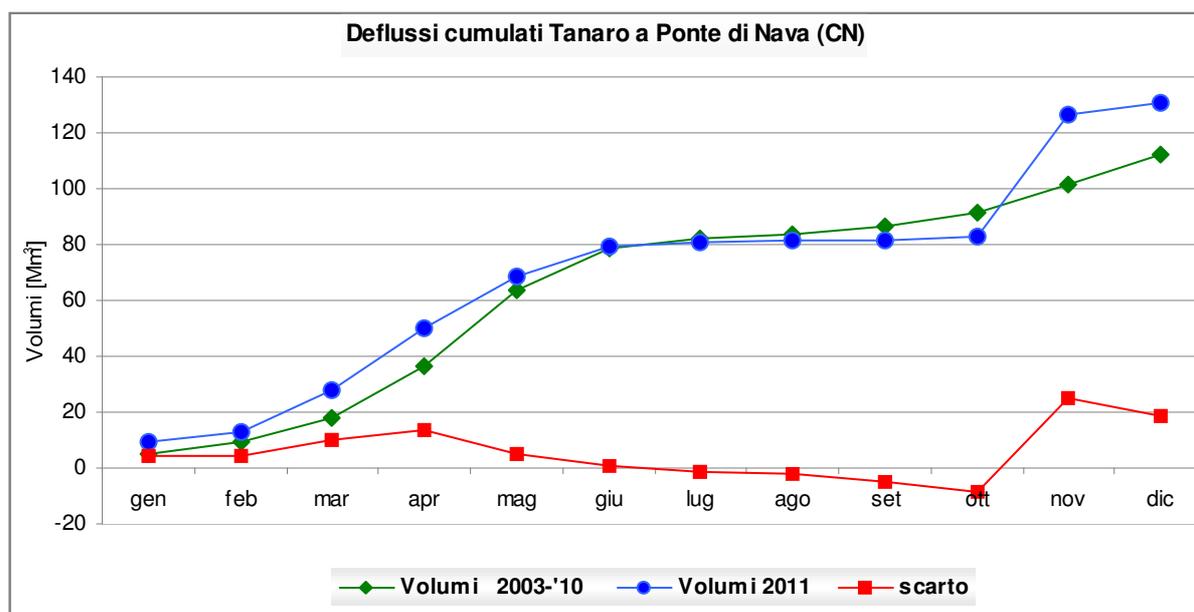


Figura 50. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro a Ponte di Nava

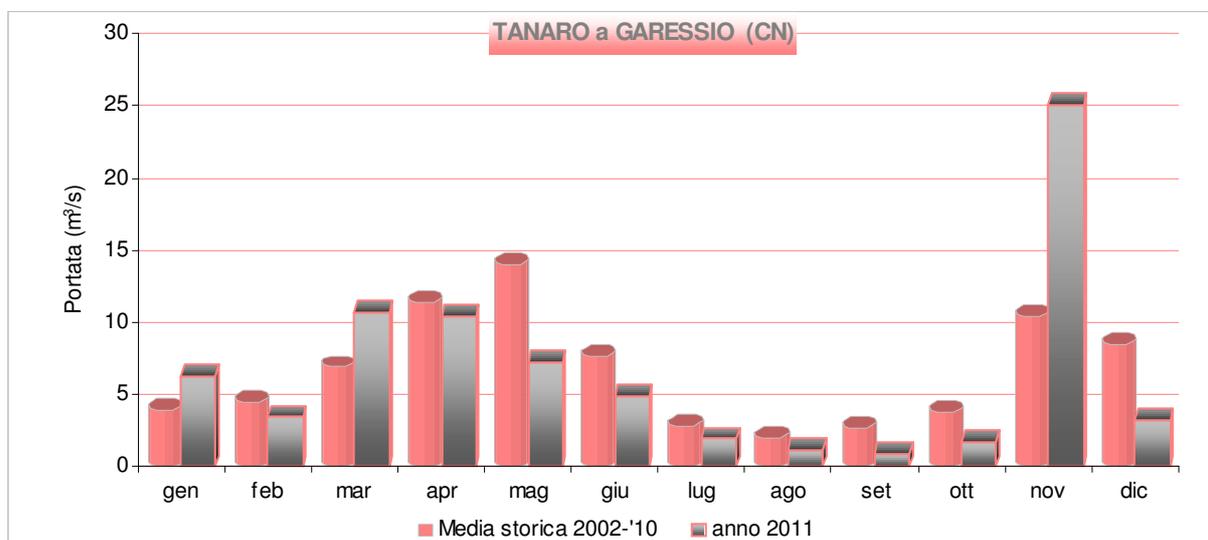


Figura 51. Portate medie mensili nel fiume Tanaro a Garessio

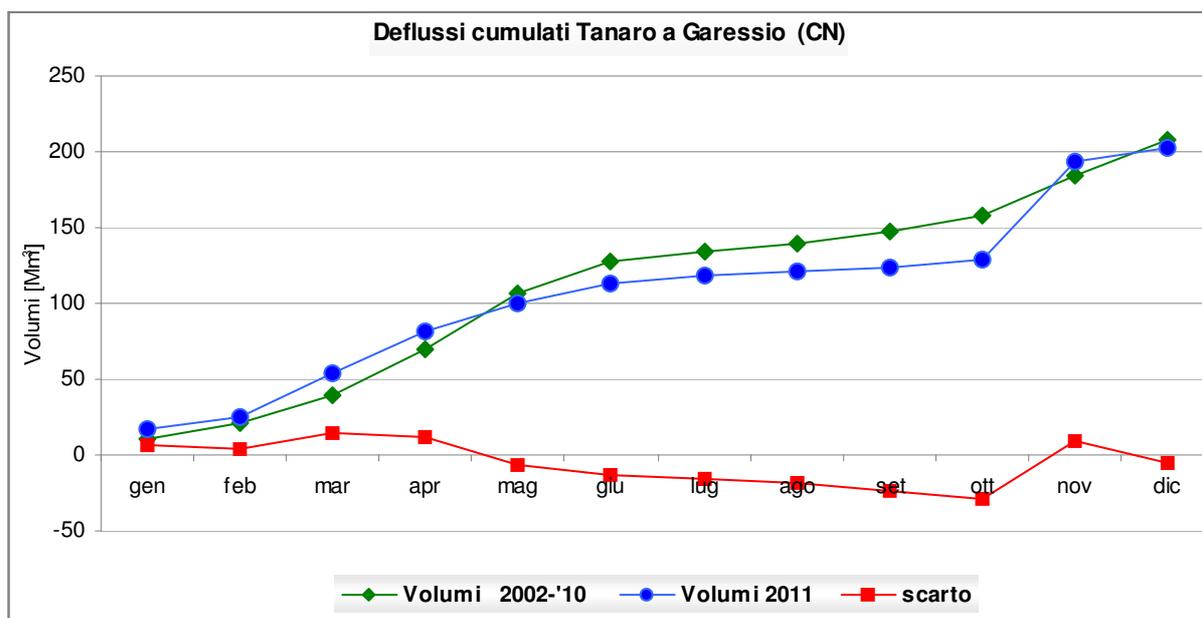


Figura 52. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro a Garessio

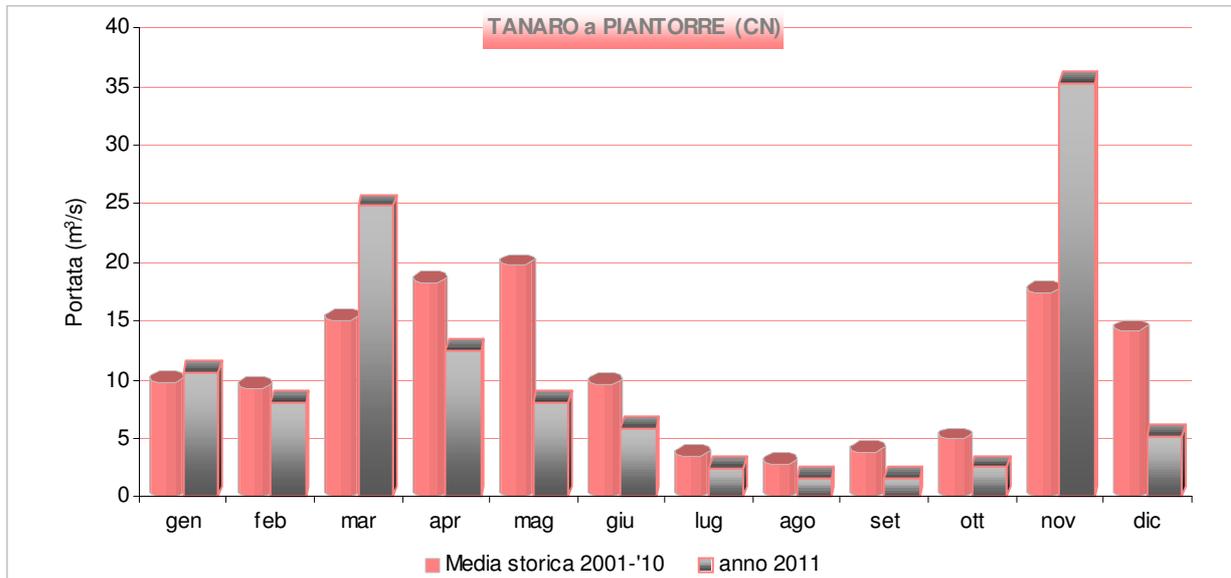


Figura 53. Portate medie mensili nel fiume Tanaro a Piantorre

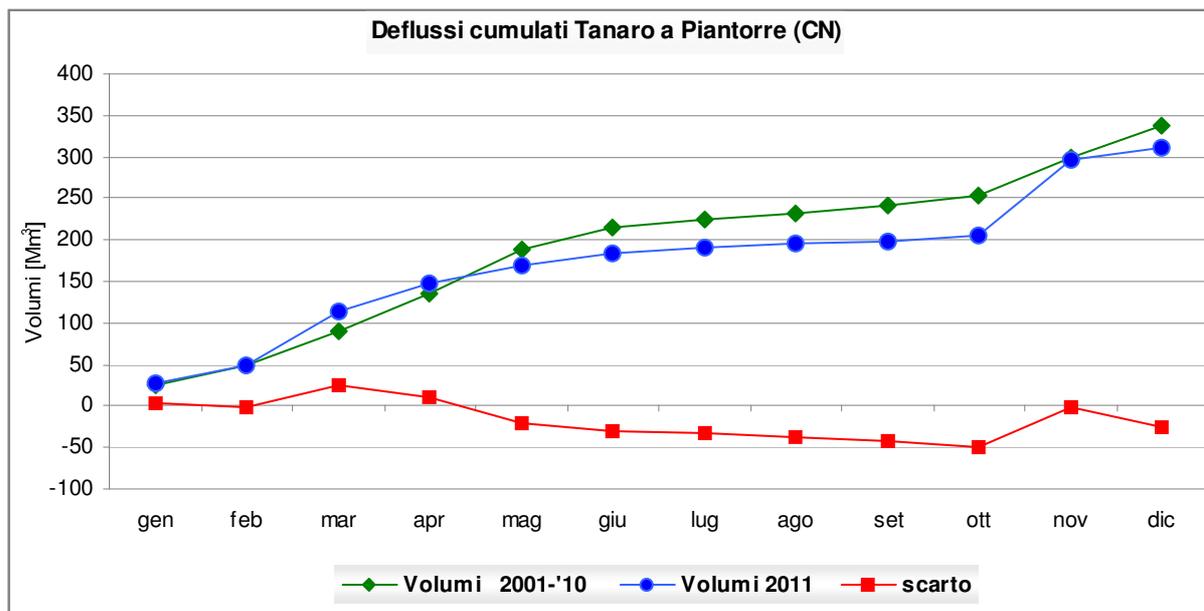


Figura 54. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro a Piantorre

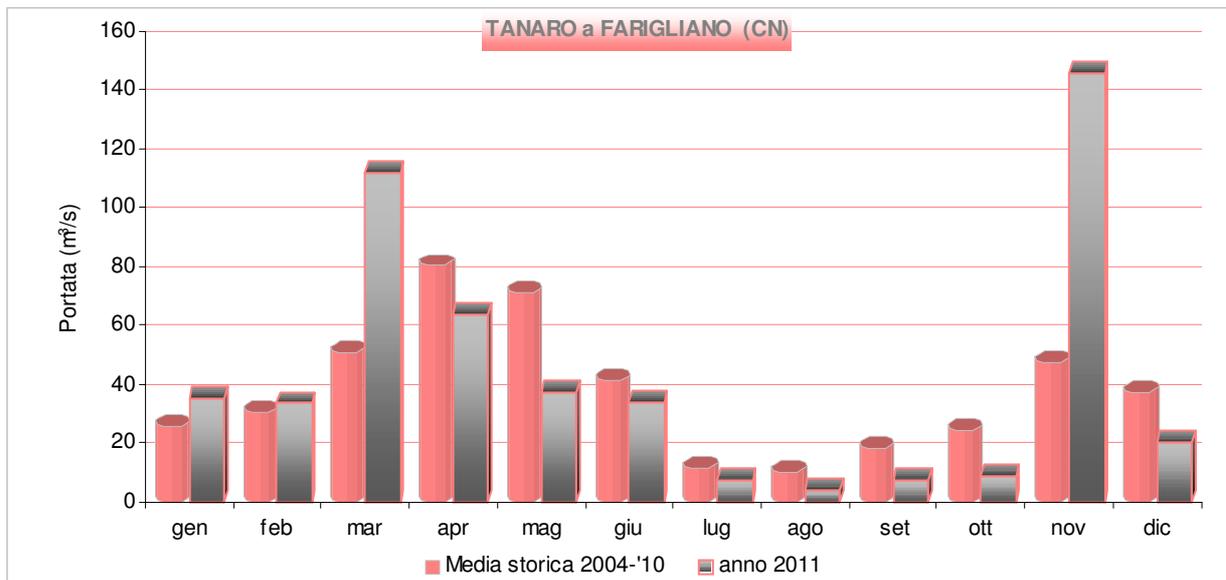


Figura 55. Portate medie mensili nel fiume Tanaro a Farigliano

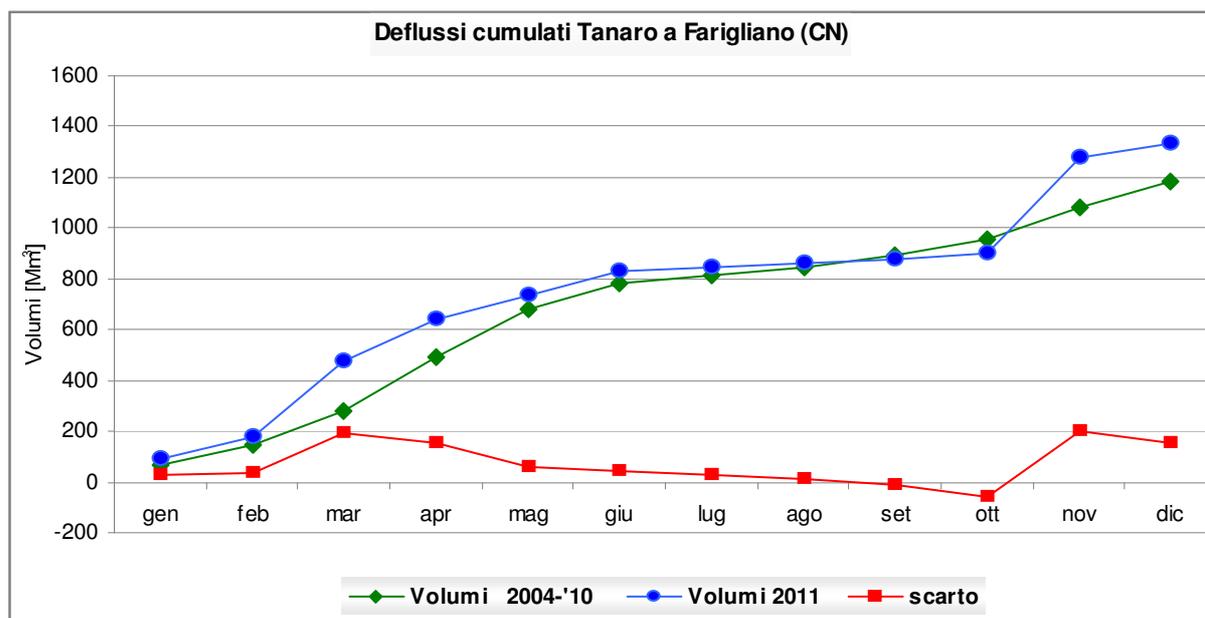


Figura 56. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro a Farigliano

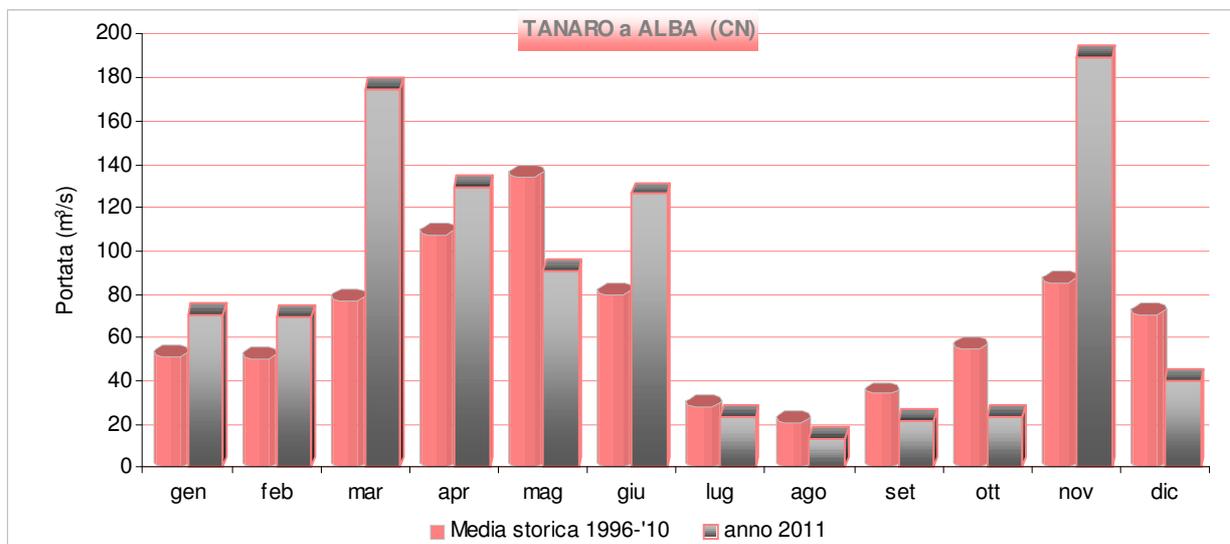


Figura 57. Portate medie mensili nel fiume Tanaro ad Alba

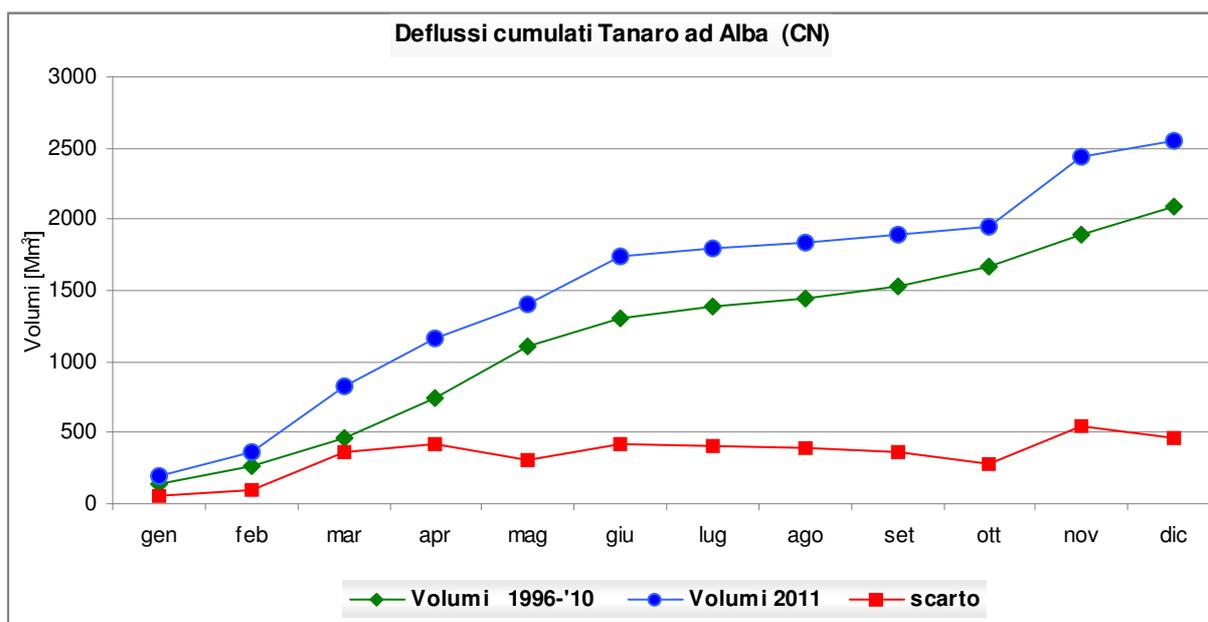


Figura 58. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro ad Alba

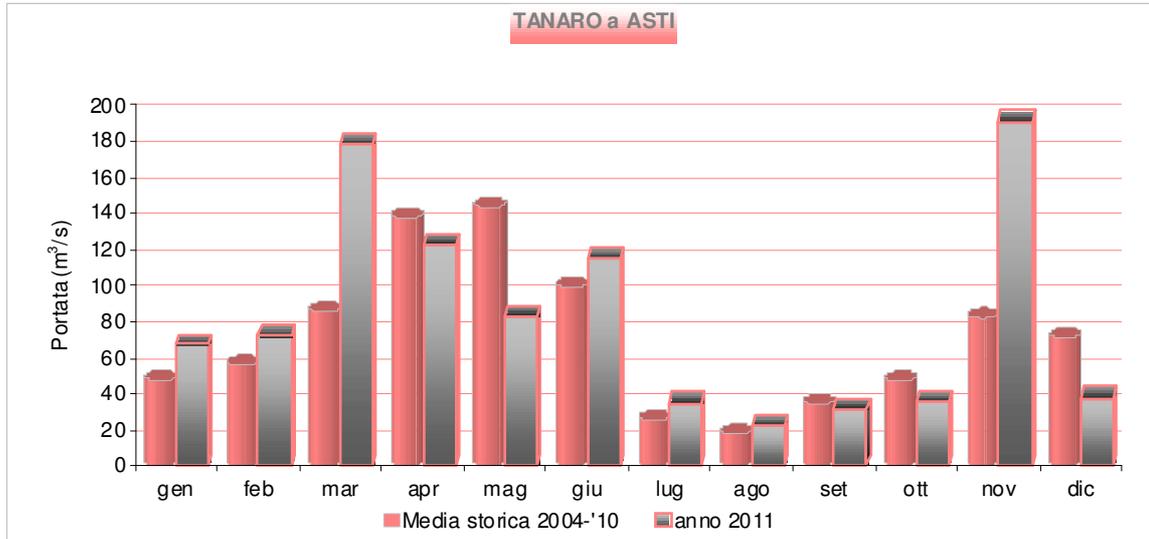


Figura 59. Portate medie mensili nel fiume Tanaro a Asti

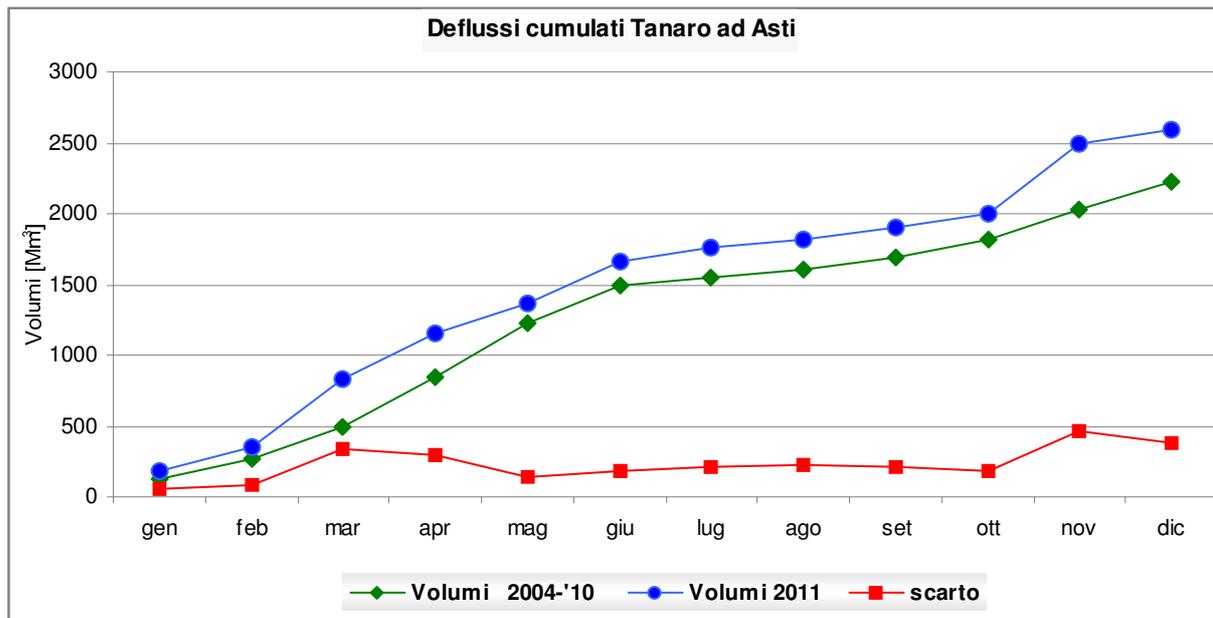


Figura 60. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro a Asti

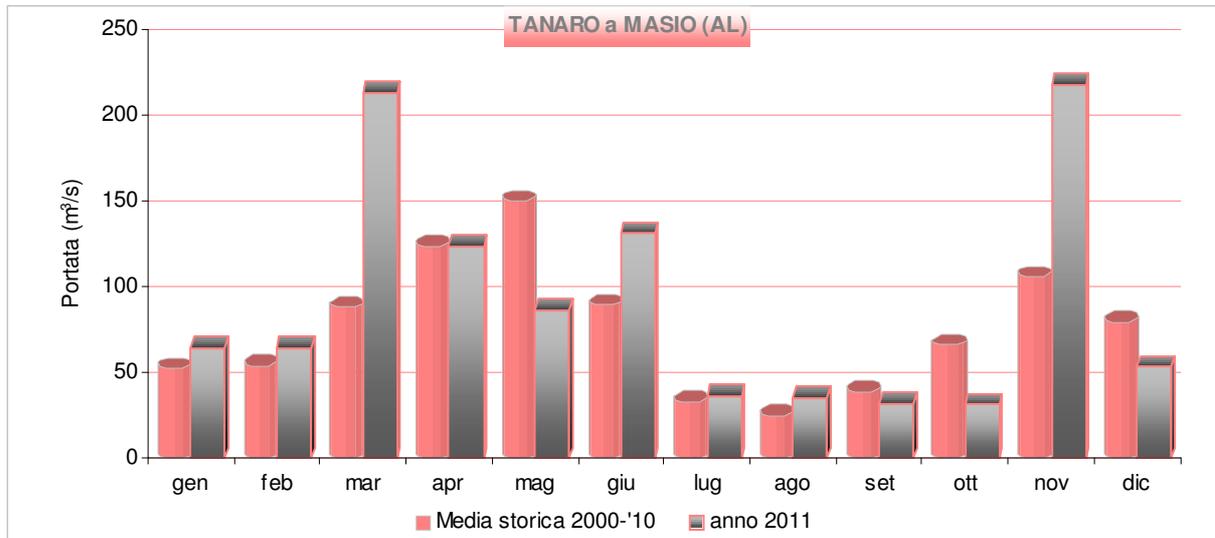


Figura 61. Portate medie mensili nel fiume Tanaro a Masio

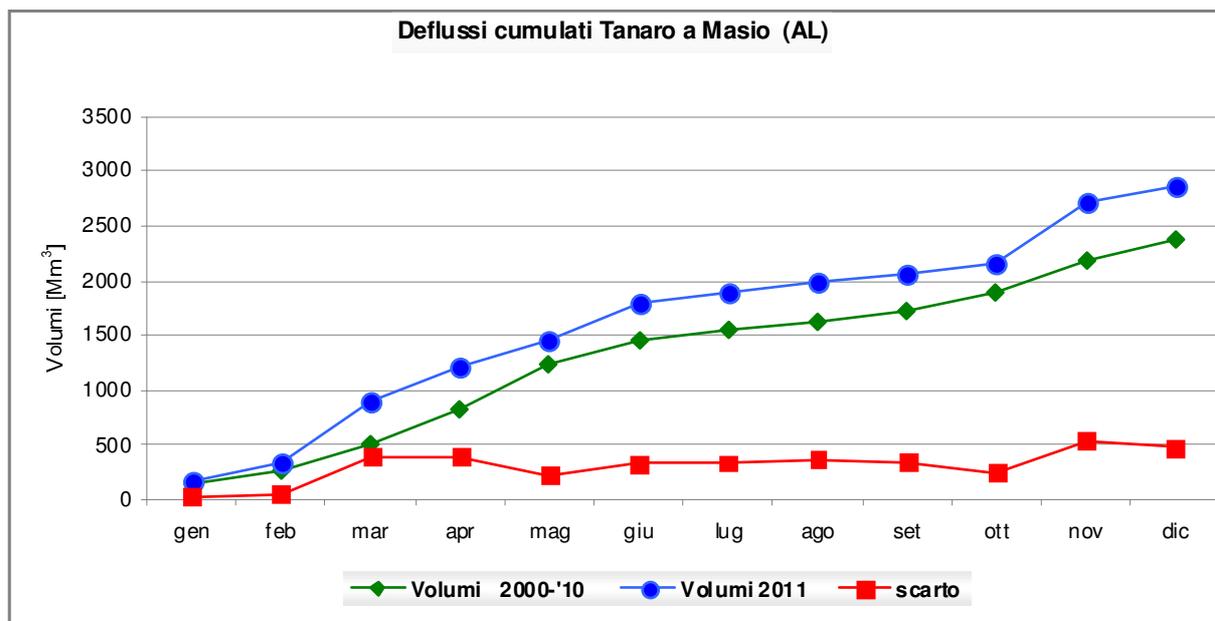


Figura 62. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro a Masio

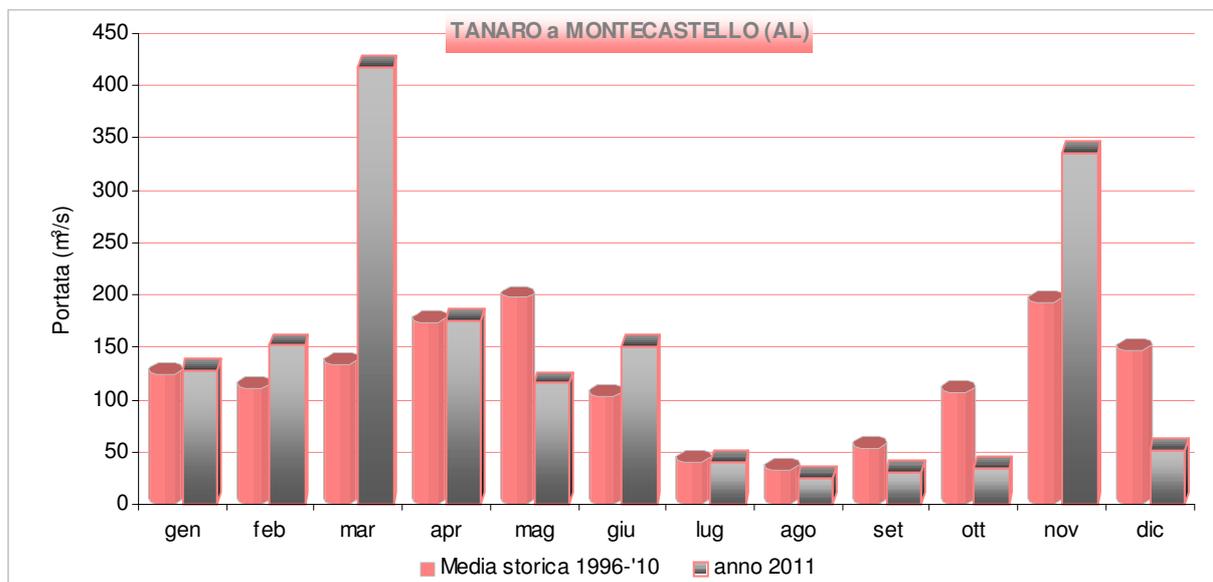


Figura 63. Portate medie mensili nel fiume Tanaro a Montecastello

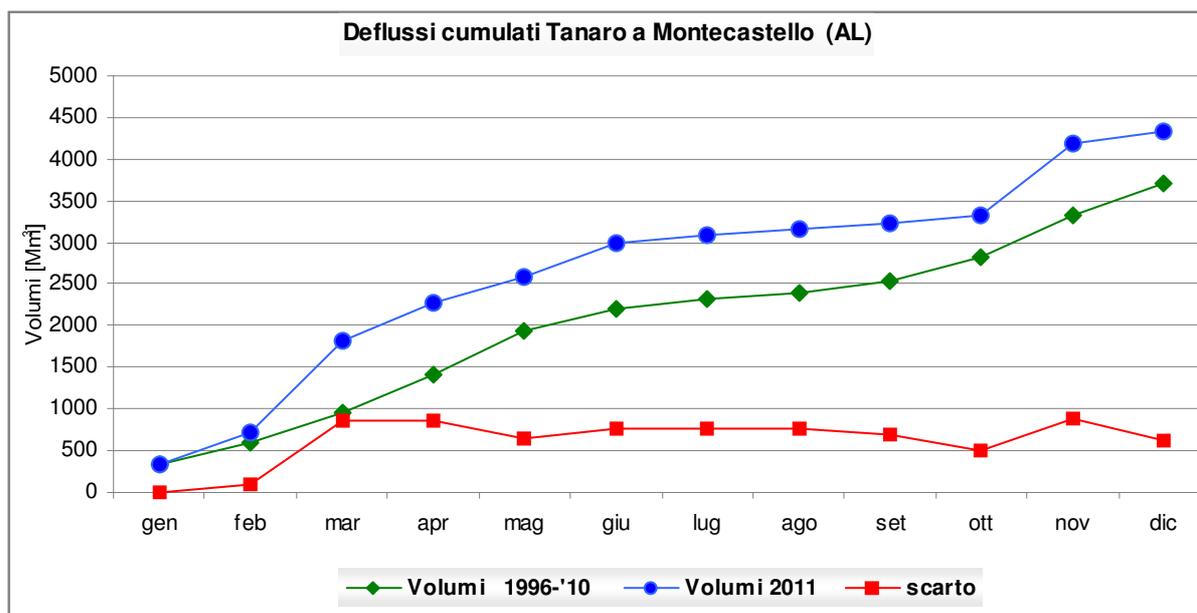


Figura 64. Volumi cumulati mensili transitati nel fiume Tanaro a Montecastello

Inoltre, per i due corsi d'acqua presi in esame (Po e Tanaro) si riporta di seguito una tabella riepilogativa degli scarti tra i deflussi cumulati mensili del 2011 e i relativi deflussi cumulati mensili storici.

Tabella 17. Fiume Po: scarti tra i deflussi cumulati mensili del 2011 ed i relativi deflussi cumulati mensili storici

PO														Periodo in esame
Sezione di chiusura	Area [km ²]	VOLUMI cumulati [Mm ³]												
		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
POCA	3824,9	116,5	220,8	350,5	524,9	835,9	1.069,5	1.154,6	1.225,7	1.331,8	1.503,7	1.649,2	1.795,5	1996-'10
		140,5	264,3	601,2	854,3	1.084,6	1.606,6	1.693,4	1.756,1	1.849,7	1.944,6	2.369,1	2.499,6	2011
		21%	20%	72%	63%	30%	50%	47%	43%	39%	29%	44%	39%	scarto %
POTO1	5280,7	157,0	299,3	471,2	711,1	1.109,2	1.406,7	1.521,0	1.616,6	1.734,5	1.948,4	2.142,1	2.337,7	1996-'10
		184,6	355,7	871,2	1.183,6	1.464,6	2.101,5	2.236,1	2.333,5	2.459,2	2.572,7	3.156,0	3.325,0	2011
		18%	19%	85%	66%	32%	49%	47%	44%	42%	32%	47%	42%	scarto %
POCT	7554,4	71,9	129,1	205,3	440,7	823,4	1.133,3	1.205,5	1.277,3	1.403,1	1.492,1	1.596,7	1.721,6	2003-'10
		38,7	72,9	434,4	557,9	651,3	1.136,7	1.188,2	1.308,5	1.404,7	1.426,8	2.007,7	2.036,6	2011
		-46%	-44%	112%	27%	-21%	0%	-1%	2%	0%	-4%	26%	18%	scarto %
POVA	16896,8	530,2	1.064,9	1.609,5	2.508,7	4.190,7	5.579,1	6.021,1	6.533,7	7.462,0	8.104,8	9.036,8	9.787,5	2004-'10
		564,9	1.013,3	2.447,1	3.202,9	3.809,2	5.611,1	6.254,3	6.521,7	7.131,2	7.449,7	9.407,9	9.845,8	2011
		7%	-5%	52%	28%	-9%	1%	4%	-0%	-4%	-8%	4%	1%	scarto %
POIS	25592,2	809,0	1.566,7	2.471,1	3.648,7	5.988,1	7.517,5	8.158,2	8.836,9	9.898,4	11.176,0	12.672,0	13.861,3	1998-'10
		960,8	1.772,1	4.153,7	5.277,2	6.116,7	8.146,8	8.889,2	9.218,0	9.941,9	10.342,3	13.063,3	13.675,0	2011
		19%	13%	68%	45%	2%	8%	9%	4%	0%	-7%	3%	-1%	scarto %

Tabella 18. Fiume Tanaro: scarti tra i deflussi cumulati mensili del 2011 ed i relativi deflussi cumulati mensili storici

TANARO														Periodo in esame
Sezione di chiusura	Area [km ²]	VOLUMI cumulati [Mm ³]												
		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	
TANPN	146,5	4,9	9,0	17,8	36,5	63,9	78,7	82,4	83,8	86,7	91,6	101,4	112,1	2003-'10
		9,4	12,9	27,9	49,9	68,6	79,3	81,0	81,3	81,6	82,8	126,6	130,5	2011
		92%	44%	56%	37%	7%	1%	-2%	-3%	-6%	-10%	25%	16%	scarto %
TANGA	249,6	10,5	21,3	39,9	69,3	107,0	127,0	134,6	140,0	147,1	157,4	184,5	207,3	2002-'10
		16,7	25,1	53,8	81,0	100,5	113,2	118,4	121,5	123,9	128,5	193,5	202,3	2011
		60%	18%	35%	17%	-6%	-11%	-12%	-13%	-16%	-18%	5%	-2%	scarto %
TANPI	499,2	26,1	48,4	88,8	136,4	189,3	214,3	223,8	231,2	241,1	254,4	299,6	337,4	2001-'10
		28,4	47,9	114,4	146,7	168,5	183,7	190,3	194,7	198,9	205,8	297,2	311,3	2011
		9%	-1%	29%	8%	-11%	-14%	-15%	-16%	-17%	-19%	-1%	-8%	scarto %
TANFA	1540,8	69,6	142,9	279,8	488,2	678,4	785,8	816,4	843,7	891,0	956,4	1.079,5	1.179,9	2004-'10
		93,8	175,2	474,2	638,9	738,8	827,1	847,0	857,4	876,2	899,4	1.276,7	1.331,4	2011
		35%	23%	69%	31%	9%	5%	4%	2%	-2%	-6%	18%	13%	scarto %
TANAB	3450,8	138,0	259,4	465,2	743,1	1.102,5	1.309,3	1.385,0	1.440,1	1.528,4	1.675,0	1.897,1	2.086,4	1996-'10
		189,8	359,0	826,9	1.162,7	1.406,4	1.733,6	1.797,1	1.832,4	1.888,0	1.950,3	2.441,4	2.548,8	2011
		38%	38%	78%	56%	28%	32%	30%	27%	24%	16%	29%	22%	scarto %
TANAS	4182,0	127,0	262,4	491,4	847,5	1.230,4	1.486,6	1.554,2	1.601,2	1.689,9	1.816,0	2.028,5	2.218,4	2004-'10
		180,2	353,7	830,1	1.148,6	1.371,7	1.668,9	1.762,4	1.821,6	1.904,1	1.998,9	2.493,3	2.594,8	2011
		42%	35%	69%	36%	11%	12%	13%	14%	13%	10%	23%	17%	scarto %
TANMA	4594,2	140,6	272,2	509,0	830,0	1.231,7	1.463,8	1.553,8	1.621,5	1.722,9	1.900,2	2.174,6	2.387,9	2000-'10
		172,1	328,3	899,5	1.220,9	1.452,8	1.793,7	1.891,7	1.987,8	2.070,0	2.154,0	2.717,8	2.860,9	2011
		22%	21%	77%	47%	18%	23%	22%	23%	20%	13%	25%	20%	scarto %
TANMO	7995,7	332,4	601,4	959,0	1.410,2	1.938,7	2.206,8	2.315,4	2.400,9	2.540,5	2.825,7	3.323,5	3.717,8	1996-'10
		341,5	708,7	1.827,7	2.280,8	2.589,7	2.981,3	3.090,4	3.156,4	3.237,4	3.328,1	4.198,6	4.335,6	2011
		3%	18%	91%	62%	34%	35%	33%	31%	27%	18%	26%	17%	scarto %

ANALISI DEI LIVELLI DEL SISTEMA ACQUIFERO SUPERFICIALE

Nelle pagine seguenti si riporta l'analisi effettuata sui livelli di falda registrati nelle stazioni piezometriche della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee, nei bacini del Po e del Tanaro, al fine di valutare la situazione idrica sotterranea dell'anno 2011.

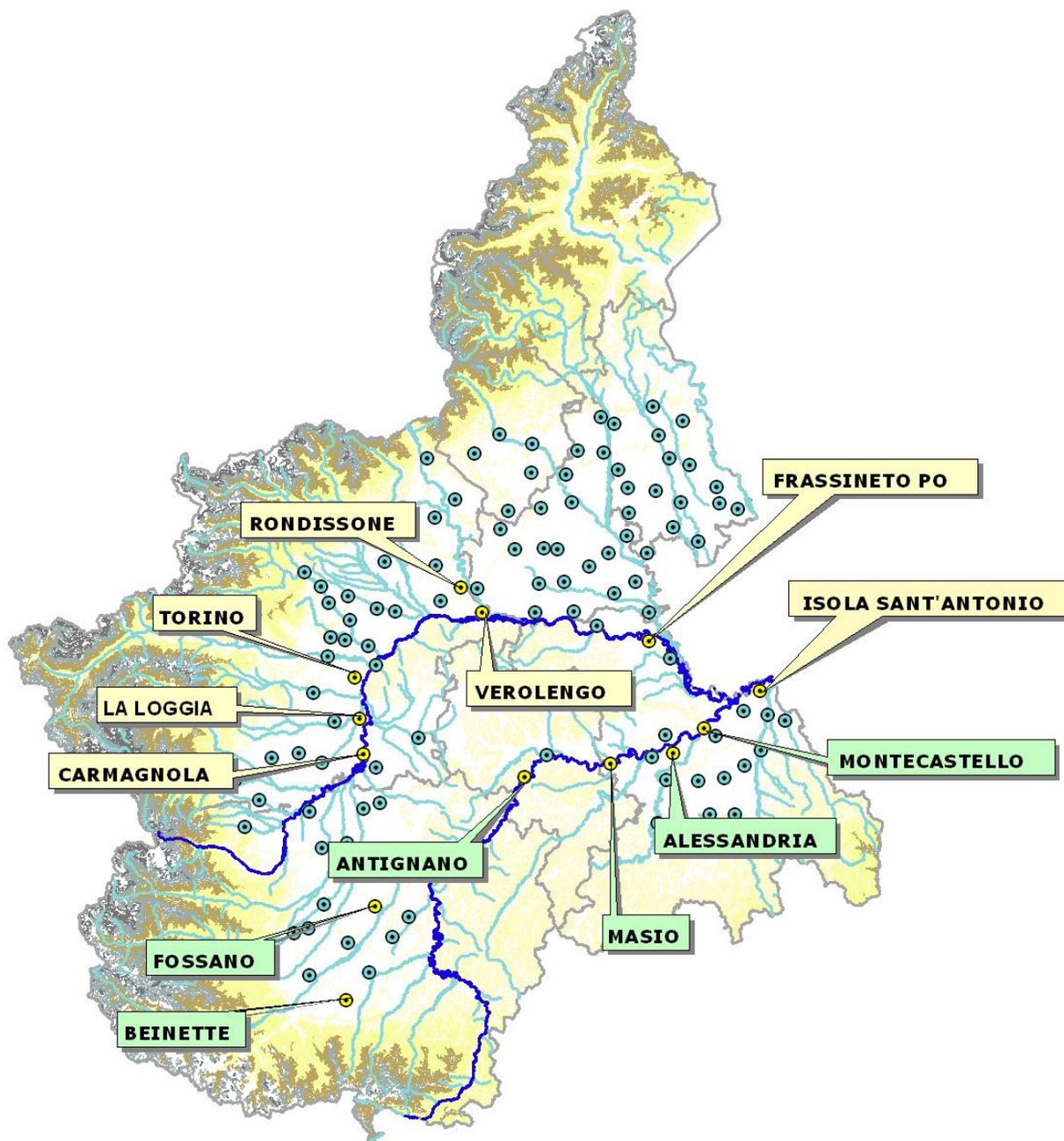


Figura 65. Rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee

Il bacino del fiume Po

Per l'analisi della situazione idrica sotterranea del bacino del fiume Po sono stati utilizzati i dati registrati nei seguenti piezometri evidenziati dalla precedente figura 44:

- TF2 - Carmagnola (To)
- P19 - La Loggia (To)
- P26 - Torino
- P37 - Rondissone (To)
- SI5 - Verolengo (To)
- PII49 – Frassineto Po (Al)
- T10 - Isola S. Antonio (Al)
-

Nelle figure seguenti, dalla 66 alla 72, si riporta, per ciascun piezometro considerato, l'andamento delle medie mensili dell'anno 2011 in confronto con l'anno medio ricavato dalle medie mensili nell'intero periodo monitoraggio (sostanzialmente 2001-2010).

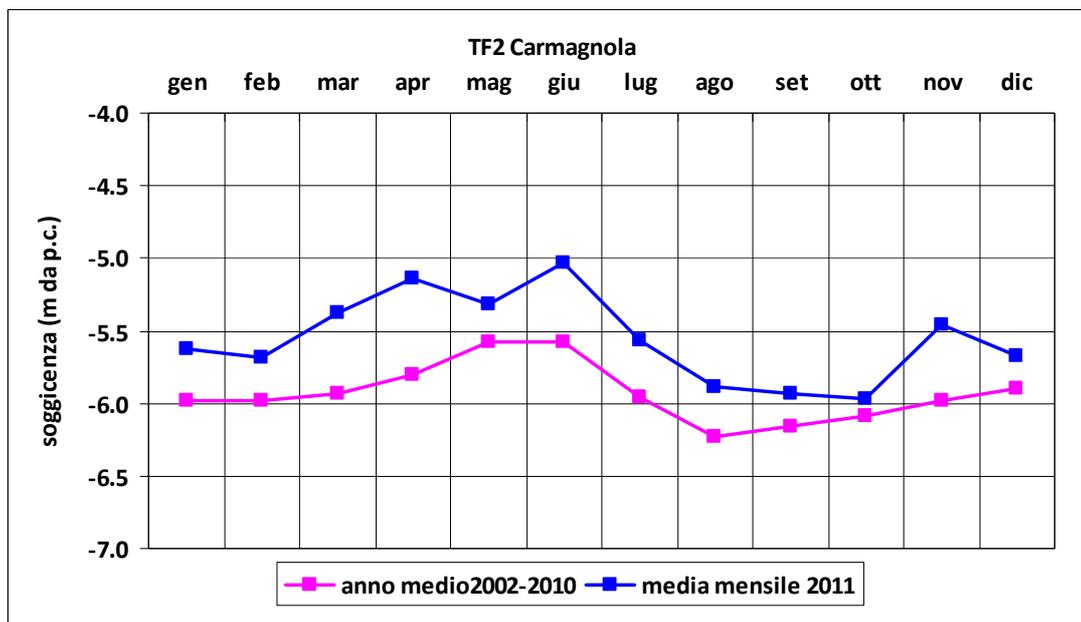


Figura 66. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro TF2 di Carmagnola (TO)

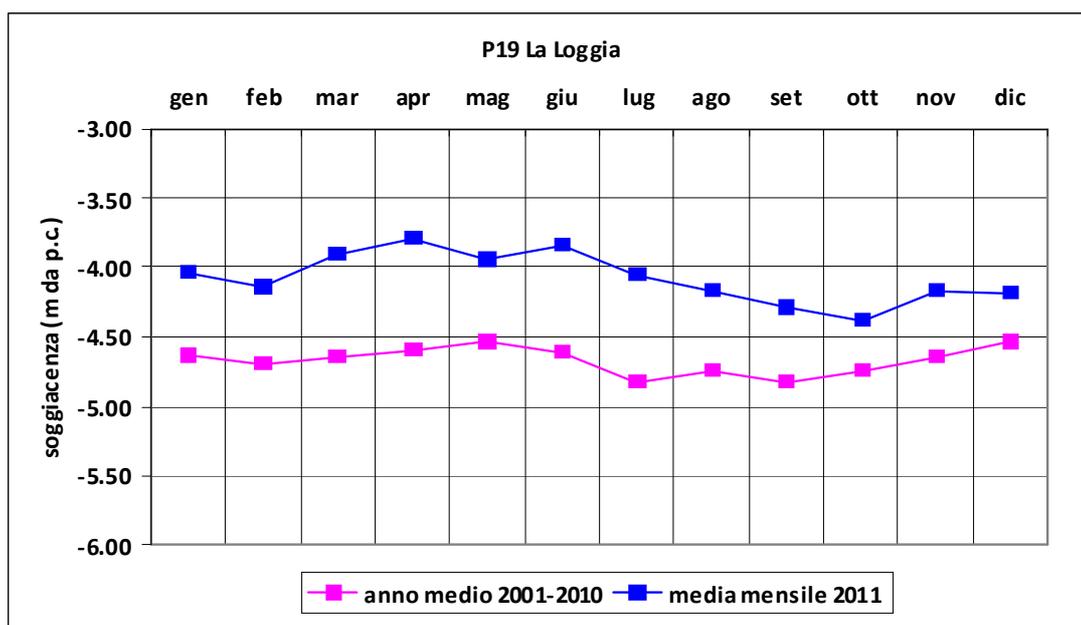


Figura 67. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro P19 di La Loggia (TO)

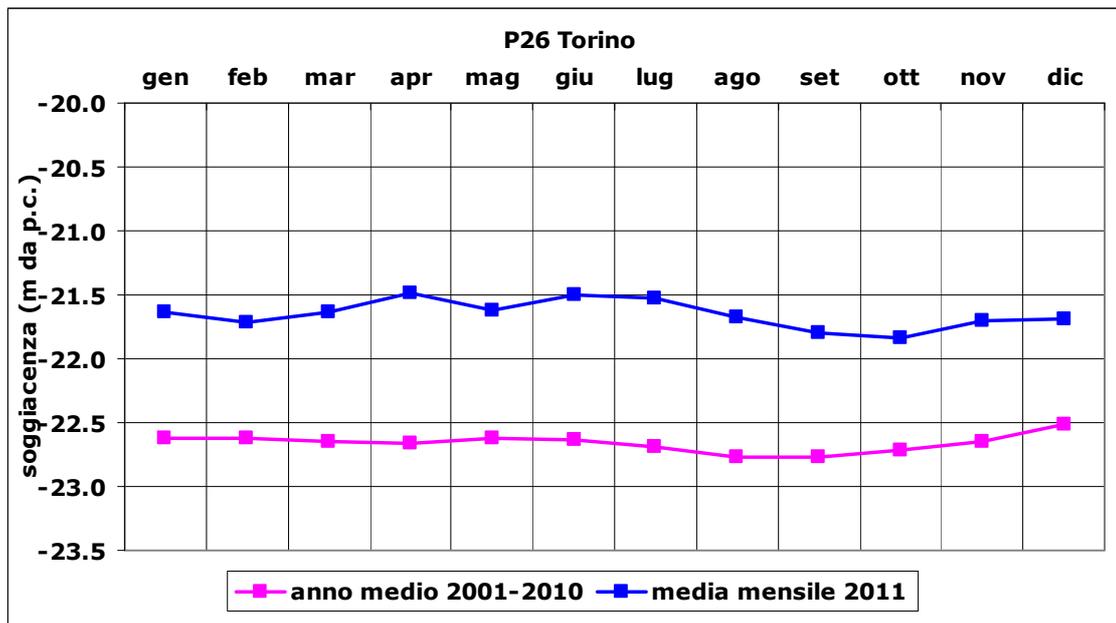


Figura 68. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro P26 di Torino, piazza D'Armi

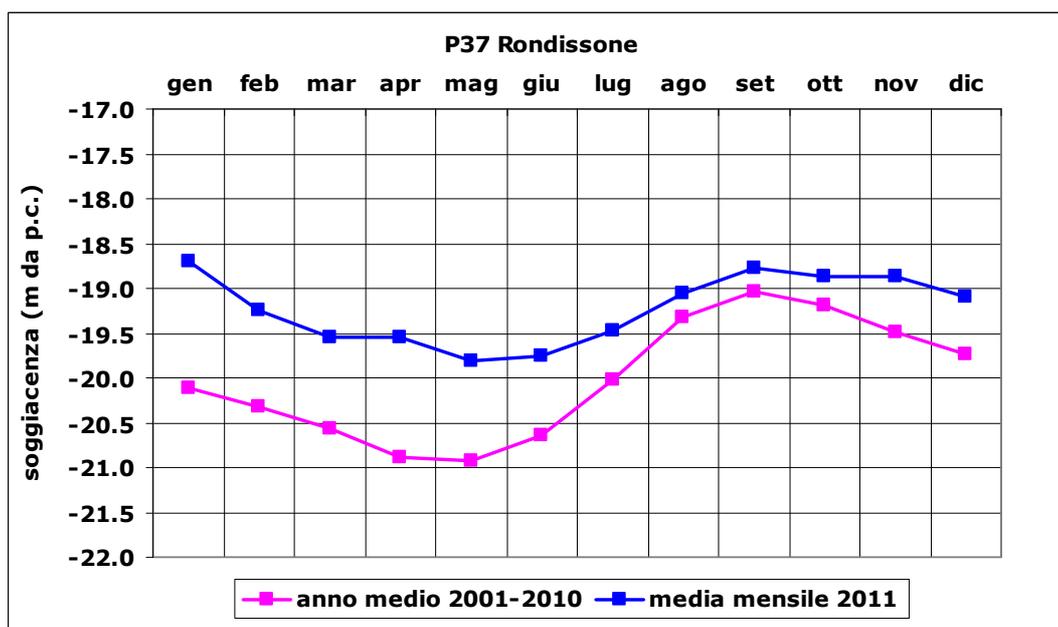


Figura 69. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro P37 di Rondissone (TO)

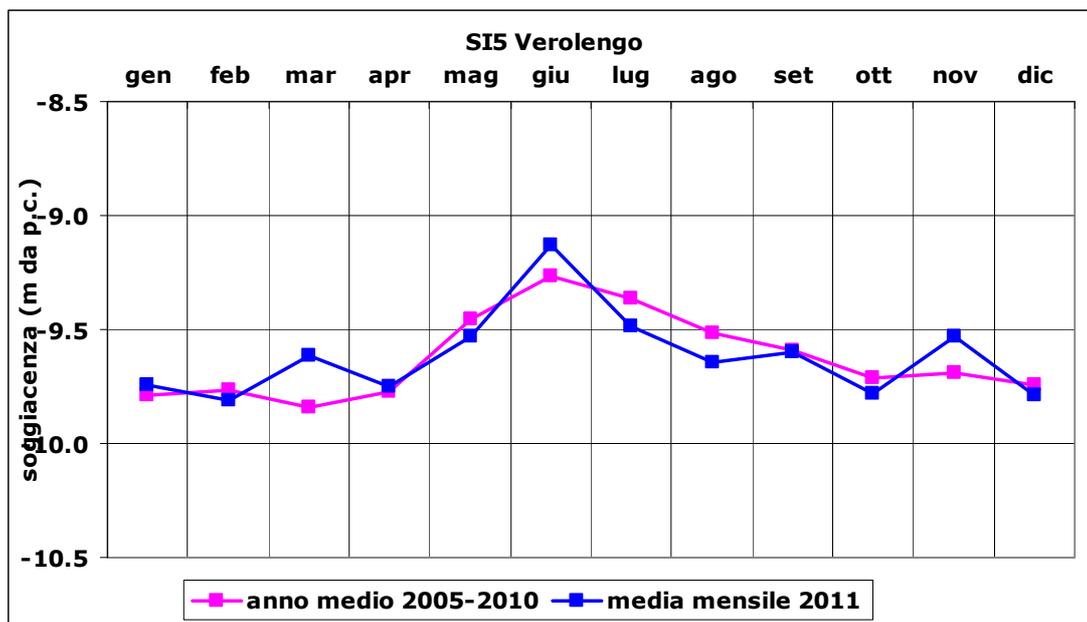


Figura 70. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro SI5 di Verolengo (TO)

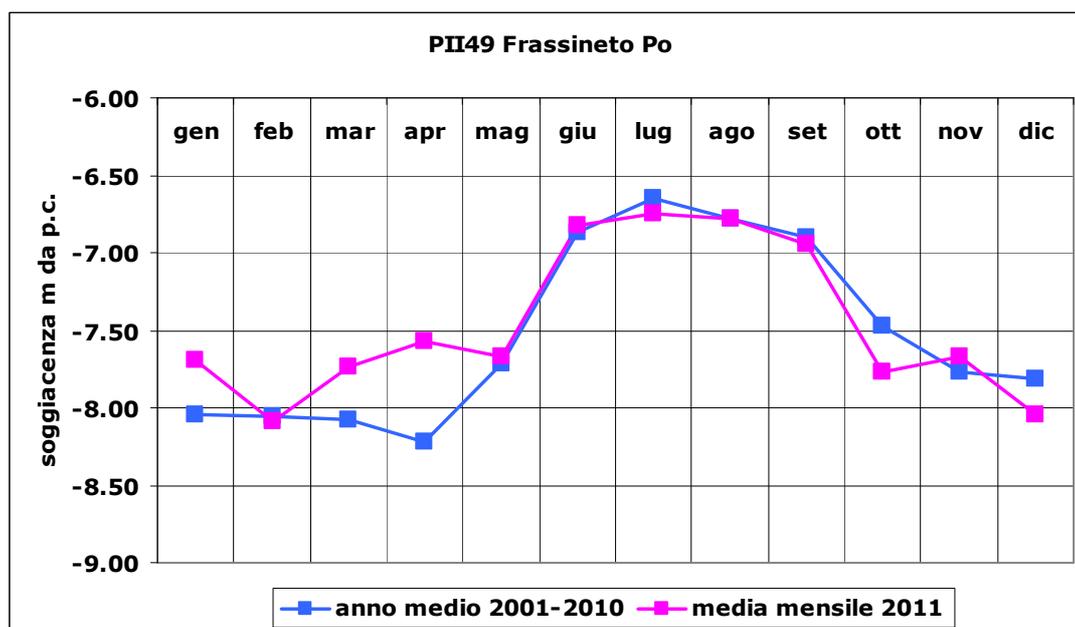


Figura 71. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro PII49 di Frassineto Po (AL)

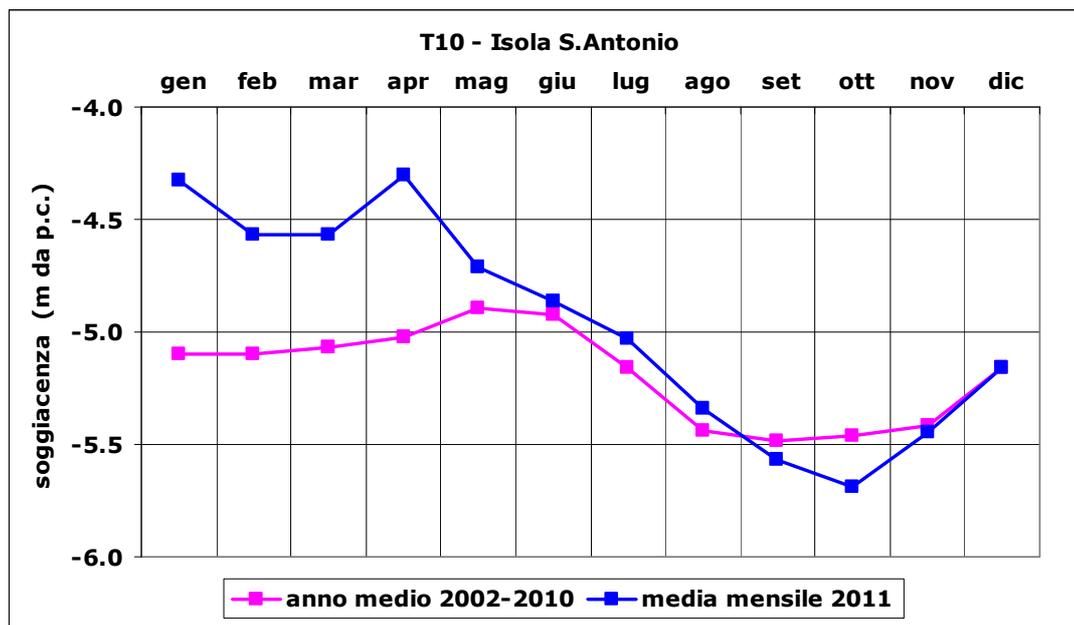


Figura 72. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro T10 di Isola Sant'Antonio (AL)

L'analisi svolta sui livelli di falda registrati nei punti di misura della Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee, presi in esame, ha permesso di valutare l'andamento delle medie mensili nel corso dell'anno 2011 e di confrontarlo con l'anno medio riferito all'intero periodo di monitoraggio. Si evidenzia pertanto un andamento variabile nei piezometri in funzione della componente di ricarica dell'acquifero che prevale. Il confronto con l'anno medio conferma le osservazioni del biennio passato, mostrando un 2011 quasi sempre al di sopra dell'anno medio nella maggior parte dei piezometri esaminati, fanno eccezione Verolengo e Frassineto Po con un 2011 in media e Isola S. Antonio con un 2011 che presenta i primi 5 mesi nettamente al di sopra dell'anno medio poi 3 mesi leggermente al di sopra, una flessione a settembre ed ottobre che lo portano al di sotto e un ultimo bimestre allineato con l'anno medio.

Il bacino del fiume Tanaro

Per l'analisi della situazione idrica sotterranea del bacino del fiume Tanaro sono stati utilizzati i dati registrati nei seguenti piezometri evidenziati dalla precedente figura 44:

- T3 - Beinette (Cn)
- P4 - Fossano (Cn)
- T30 - Antignano (At)
- DST - Masio (Al)
- T25 - Alessandria
- T14 - Montecastello (Al)

Nelle figure seguenti, dalla 73 alla 78, si riporta, per ciascun piezometro considerato, l'andamento delle medie mensili dell'anno 2011 in confronto con l'anno medio ricavato dalle medie mensili nell'intero periodo monitoraggio (sostanzialmente 2001-2010).

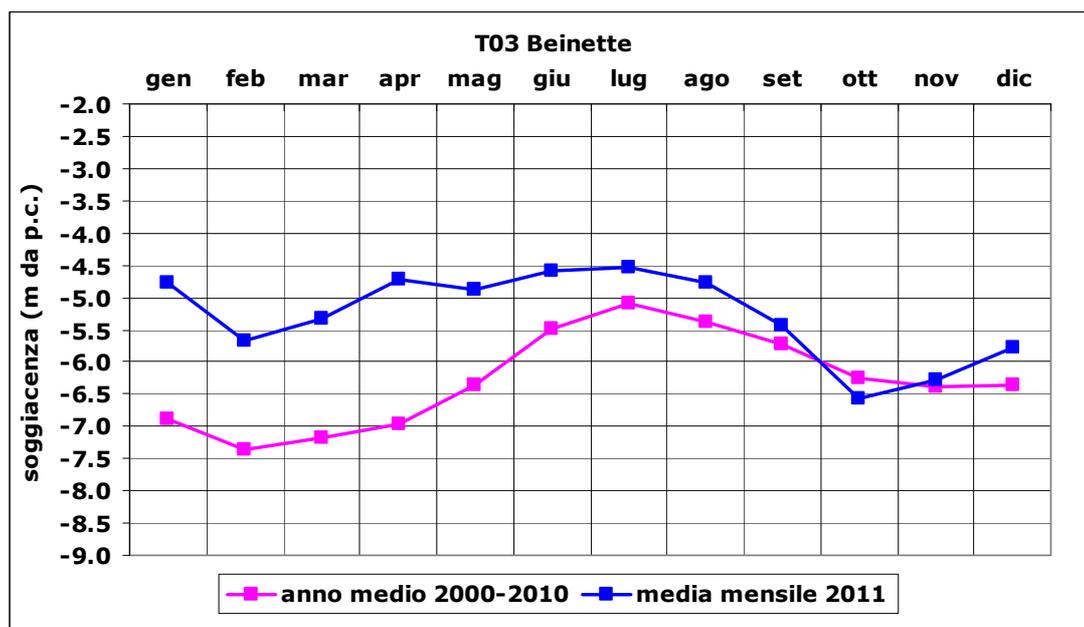


Figura 73. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro T3 di Beinette (Cn)

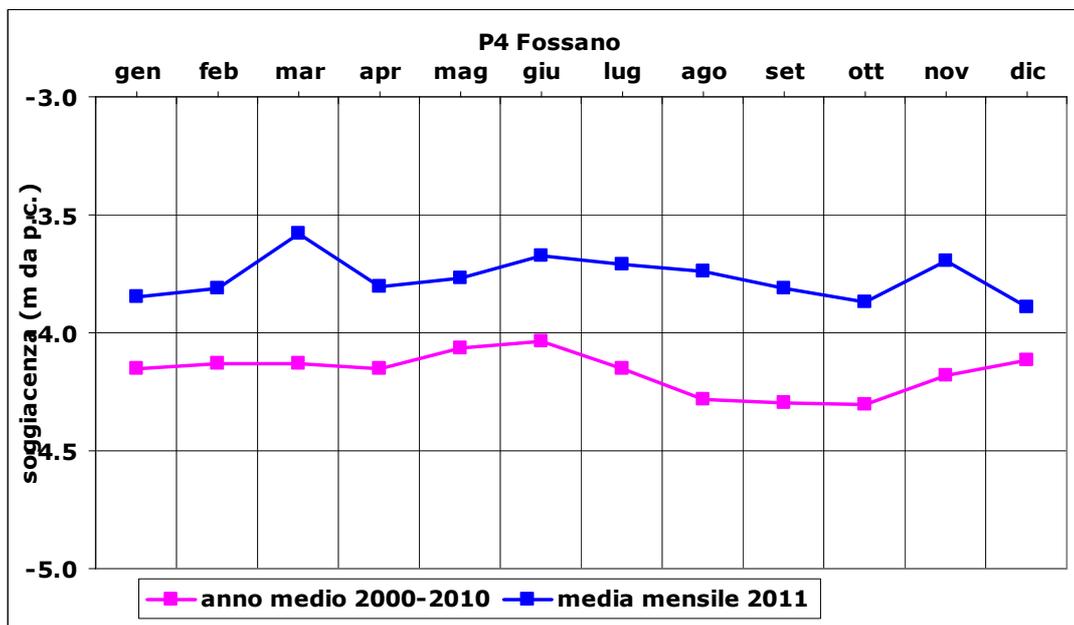


Figura 74. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro P4 di Fossano (Cn)

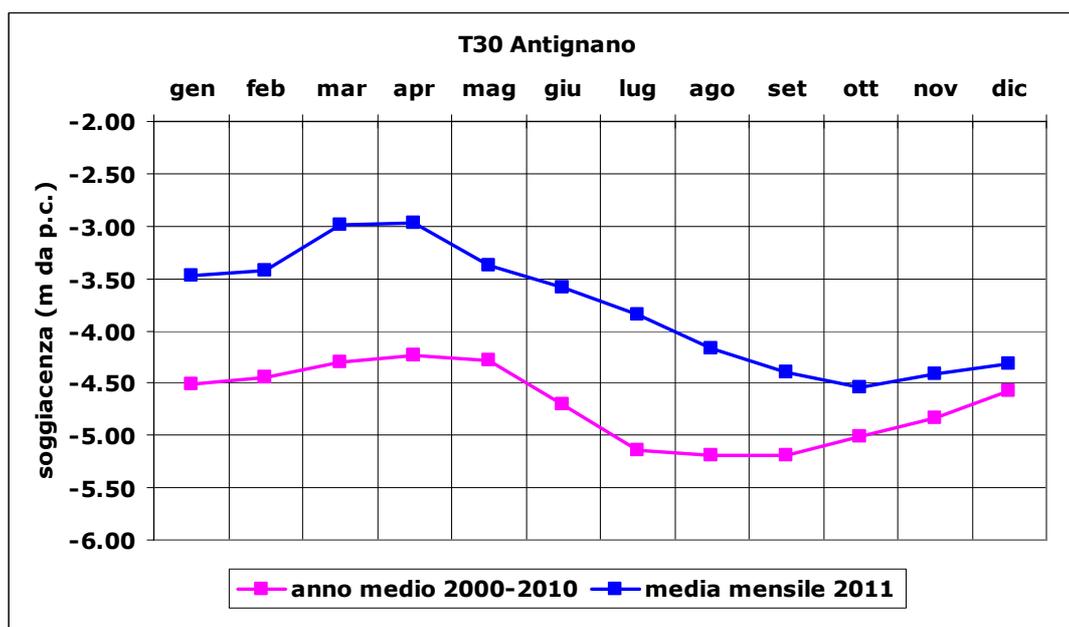


Figura 75. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro T30 di Antignano (At)

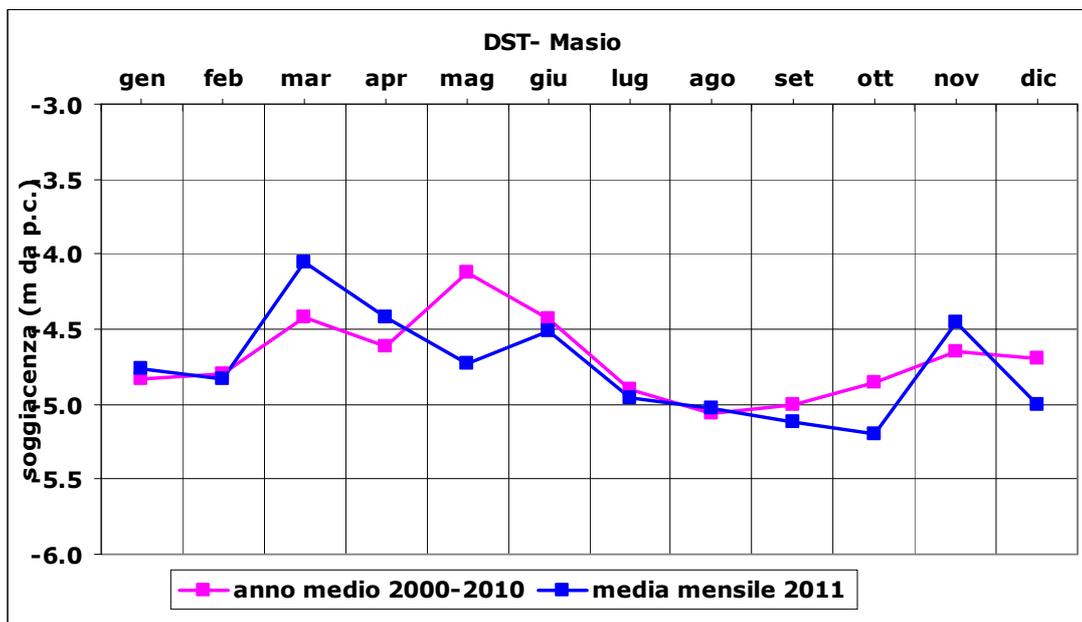


Figura 76. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro DST di Masio (Al)

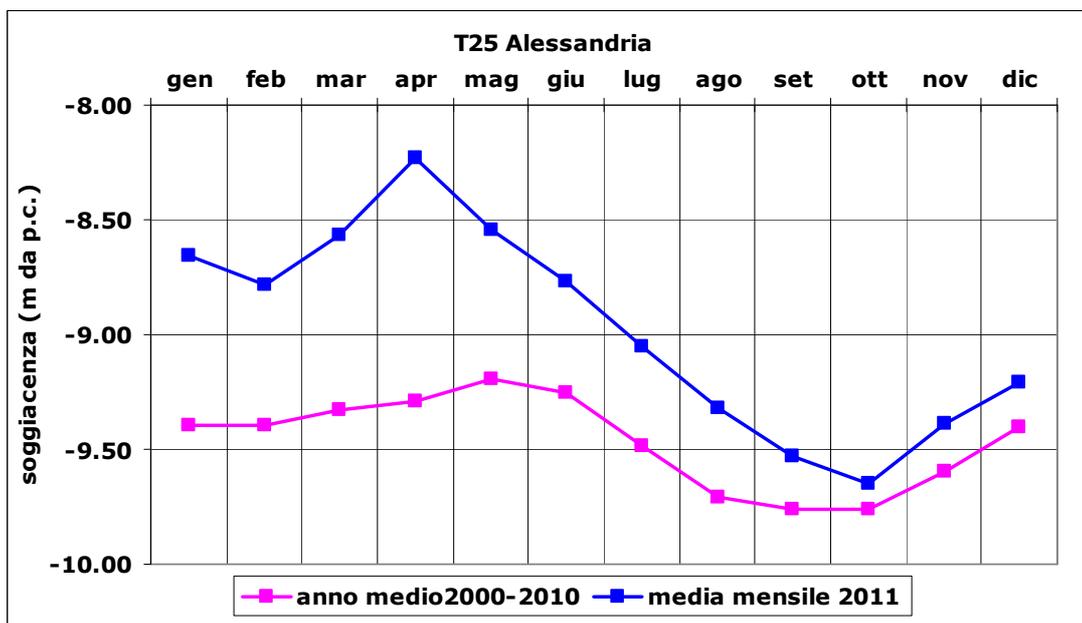


Figura 77. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro T25 di Alessandria

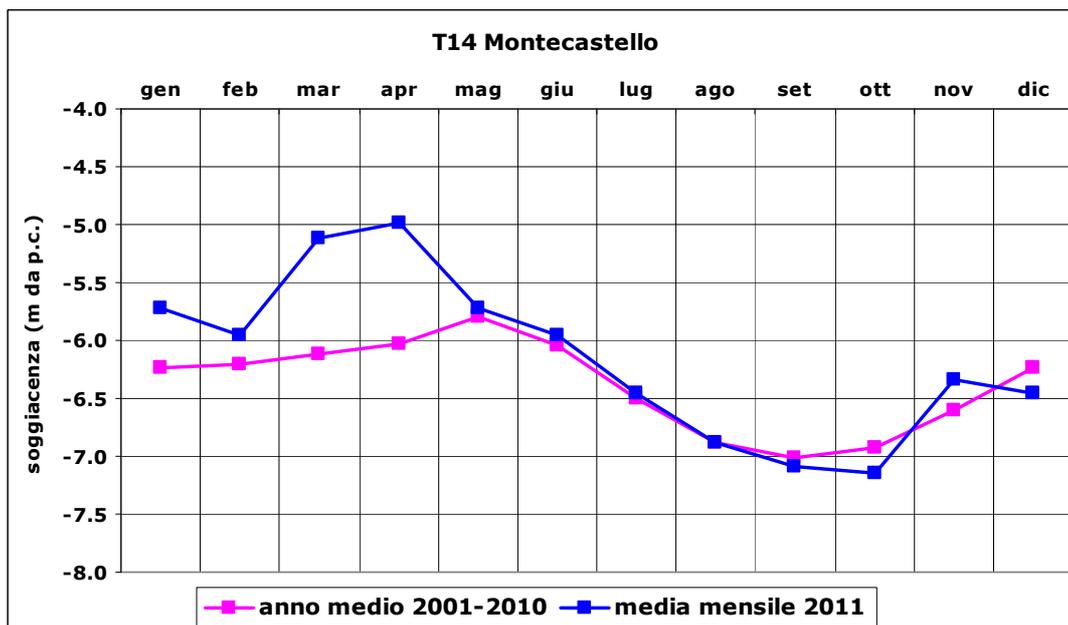


Figura 78. Medie mensili calcolate dai dati rilevati nel piezometro T14 di Montecastello (Al)

L'analisi svolta sui livelli di falda registrati nei punti di misura della Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee ha permesso di valutare l'andamento delle medie mensili nel corso del 2011 e di confrontarlo con l'anno medio riferito all'intero periodo di monitoraggio. Si evidenzia pertanto un andamento variabile nei piezometri in funzione della componente di ricarica dell'acquifero che prevale, qui il fenomeno risulta ancora più evidente di quello osservato per il bacino del Po. Il confronto con l'anno medio conferma le osservazioni del biennio passato, mostrando un 2011 quasi sempre al di sopra dell'anno medio, tendenza riscontrata anche nell'ambito del bacino del Po; unica parziale eccezione: il piezometro di Beinette, il più a monte, nel quale l'andamento del 2011 è al di sopra dell'anno medio per i primi 9 mesi e scende al di sotto nell'ultimo trimestre.

VOLUMI DISPONIBILI NEGLI INVASI PIEMONTESI A SERVIZIO DELLA PRODUZIONE IDROELETTRICA

Gli invasi alpini di capacità massima superiore a 1 milione di metri cubi gravitanti sul territorio piemontese, prevalentemente utilizzati per la produzione di energia elettrica, consentono di accumulare circa 630 milioni di metri cubi massimi, di cui:

- 442 milioni di metri cubi circa, mediante 44 invasi ubicati in Piemonte, tutti destinati alla produzione di energia, tranne gli invasi della Baraggia Vercellese utilizzati per usi potabili e agricoli. La distribuzione territoriale degli impianti è molto disomogenea: 180 milioni circa, pari al 43 % del totale sono ubicati nell'Ossola, 104 milioni circa nel Torinese (più 60 milioni di metri cubi equivalenti alla quota parte dell'invaso del Moncenisio di spettanza dell'Italia, ancorché collocato in territorio francese a seguito della revisione dei confini nazionali), 57 milioni circa nel Cuneese, 21 milioni circa nel Vercellese- Biellese e infine 20 milioni circa nell'Alessandrino;
- 176 milioni di metri cubi, tramite gli invasi ubicati in Valle D'Aosta, ma gravitanti sul bacino del Po Piemontese, destinati prevalentemente alla produzione di energia;
- 12.5 milioni di metri cubi circa, tramite gli invasi ubicati in Liguria, destinati prevalentemente all'utilizzo idropotabile della città di Genova.

I volumi effettivamente utilizzabili sono inferiori al valore massimo invasato sia per vincoli ambientali che funzionali, questi ultimi legati principalmente al grado di interrimento dell'invaso. L'eventuale impiego di parte di tali riserve per fronteggiare situazioni di emergenza idrica ai sensi dell'art. 168 del D.Lgs. 152/2006 richiede in ogni caso una previa valutazione della capacità e localizzazione di detti invasi rispetto agli areali critici a valle nonché alla morfologia dei corsi d'acqua che dovrebbero fungere da vettori. È infatti evidente che in presenza di tratti di corsi d'acqua fortemente disperdenti l'eventuale utilizzo di tali riserve non è ipotizzabile in assenza di adeguate infrastrutture di trasporto della risorsa verso gli areali critici.

La conoscenza dei volumi idrici accumulati negli invasi e della riserva nevosa presente in quota costituisce un elemento di grande rilevanza ai fini dell'attivazione di eventuali misure di prevenzione laddove si manifestino andamenti climatici anomali tali da fare presumere la possibilità dell'insorgere di gravi crisi idriche estive. In questo senso la Regione sta operando sia con iniziative proprie, sia in ambito di Autorità di bacino del fiume Po, per migliorare la conoscenza sullo stato quantitativo e sui relativi indicatori.

Nella figura 79 viene riportato l'andamento mensile dei volumi complessivamente invasati presente nei 31 principali invasi, di capacità massima di invaso superiore a 1 milione di mc, ubicati sul territorio piemontese e la percentuale rispetto al valore massimo potenzialmente invasabile.



Figura 79. Volumi invasati nell'anno 2011

CONCLUSIONI

L'anno 2011 in Piemonte è risultato il più caldo degli ultimi 50 anni; si sono verificati pochi episodi pluviometrici ma intensi, in particolare nei mesi di marzo, giugno, luglio e novembre, tanto è vero che la quantità di precipitazione in media registrata è in linea con i valori storici e pertanto non si sono mai verificate condizioni di sofferenza idrica né prolungata e né significativa.

L'anno è stato caratterizzato da rari episodi di siccità, mediamente moderata (solo a settembre l'Agogna e il Bormida hanno evidenziato condizioni siccitose estreme sui 6 mesi), mentre in tutti gli altri casi le condizioni sono state quelle di normalità o addirittura abbondanza di riserva idrica, situazione diffusa sull'intera regione. In particolare i primi mesi del 2011 hanno contribuito a rendere questa annata una delle meno siccitose degli ultimi 50 anni.

L'evento più importante è sicuramente quello avvenuto nelle giornate comprese tra il 4 ed il 7 novembre: precipitazioni abbondanti e diffuse hanno determinato condizioni generali di criticità, con locali condizioni di elevata criticità per deflussi, sui principali corsi d'acqua. Il mese di novembre 2011 è risultato il 2° mese di novembre più piovoso considerando i dati dal 1960 e il 6° considerando l'intera serie di dati storici disponibili dal 1913.

Per quanto riguarda le precipitazioni nevose esse sono iniziate in anticipo rispetto agli inverni passati: abbondanti nevicate si sono avute già nella metà di ottobre 2010 ed esse hanno favorito lo sviluppo della coltre nevosa che ci ha accompagnato per tutto l'inverno, purtroppo però esse si sono concluse molto in anticipo a causa dell'assenza delle generose nevicate in quota, che normalmente caratterizzano i mesi primaverili, e alle temperature particolarmente elevate registrate a marzo e aprile del 2011.

L'analisi delle **portate superficiali** misurate presso le stazioni idrometriche evidenzia che il regime idrologico del 2011 è stato caratterizzato, a scala regionale, da apporti pluviometrici di entità media, con maggiore concentrazione degli afflussi nel periodo primaverile e in occasione della piena del 5-7 novembre. Per contro il periodo tardo estivo e autunnale fino a tutto il mese di ottobre è stato caratterizzato dalla quasi totale assenza di afflussi, che ha dato luogo a un anomalo prolungamento della magra estiva sui corsi d'acqua.

Nel complesso il bilancio annuale dei deflussi alla sezione di chiusura regionale sul **Po a Isola S. Antonio** (25.837 Km²) evidenzia un carattere medio rispetto alla serie storica delle osservazioni precedenti, con un'altezza di afflusso complessiva annuale di 1014 mm (circa corrispondente all'anno medio) e un coefficiente di deflusso 0.52. La portata media annuale è risultata 435 mc/s per un volume annuo complessivo di deflusso pari a circa $13.7 \cdot 10^9$ mc.

I regimi estremi hanno prodotto variazioni dei deflussi estese dalle portate di magra tardo estive, dell'ordine di 100 mc/s, alla portata massima dell'evento di novembre (6.180 mc/s). In entrambe le situazioni non sono stati comunque toccati i valori estremi osservati nel precedente periodo storico.

Per quanto riguarda l'asta del **Tanaro**, il bilancio idrologico 2011 complessivo definito nella sezione di chiusura di **Montecastello** (7.985 km²) ha presentato un afflusso annuale cumulato di 1025 mm, poco superiore a quello dell'anno medio riferito al periodo di osservazioni più recente, pari a circa 1000 mm. Il coefficiente di deflusso è risultato 0.53, del tutto in linea con il valore medio dei periodi di osservazione precedenti (0.51). La portata media annuale è risultata pari a circa 138 mc/s, per un volume annuo cumulato di deflusso dell'ordine di $4.3 \cdot 10^9$ mc.

I regimi estremi hanno fatto registrare portate di magra dell'ordine di 18-20 mc/s, contro il colmo di piena principale (evento di marzo) pari a circa 3190 mc/s. In entrambe le situazioni non sono stati raggiunti i valori estremi del periodo di osservazioni precedente.

L'analisi svolta sui **livelli di falda** registrati nei punti di misura della Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee ha permesso di valutare l'andamento delle medie mensili nel corso del 2011 e di confrontarlo con l'anno medio riferito all'intero periodo di monitoraggio. Si evidenzia pertanto un andamento variabile nei piezometri in funzione della componente di ricarica dell'acquifero che prevale. Generalmente sia nel bacino del Po sia, in modo più marcato in quello del Tanaro il confronto con l'anno medio mostra un 2011 quasi sempre al di sopra confermando la tendenza osservata nel biennio passato. L'analisi svolta deve comunque essere considerata alla luce del ridotto numero di anni su cui è stata condotta.