REGIONE PIEMONTE
Direzione Pianificazione Risorse Idriche

ALLEGATO TECNICO
PTA - Rev. 01 Luglio 2004

INDAGINI E STUDI FINALIZZATI ALLA PREDISPOSIZIONE DEL

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE *(D.Lgs. 152/99)*

FASE **I** **CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI**

ATTIVITA' **I.c** **ELABORAZIONI DI CARATTERE IDROLOGICO**

ELABORATO **I.c/1** **Rapporto tecnico**

REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE
02	MAR. 04	C.MOSCA	M.BUFFO	A.PORCELLANA	
01	FEB. 03	C.MOSCA	M.BUFFO	A.PORCELLANA	
00	OTT. 02	C.MOSCA	M.BUFFO	A.PORCELLANA	

CODICE DOCUMENTO

1 5 7 0 - 0 1 - 3 0 1 0 2 . D O C

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

Associazione temporanea di imprese

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE · Enel.Hydro · INTECNO-DHI WATER & ENVIRONMENT · C. LOTTI & ASSOCIATI SOCIETA' DI INGEGNERIA S.p.A. - ROMA · RISORSE IDRICHE S.p.A. *Agenzia tecnico-scientifica regionale per lo sviluppo e la salvaguardia delle risorse idriche e dell'ambiente in Piemonte e nel bacino padano*

INDICE

1. PREMESSA 1

2. ANALISI STATISTICA DEI PARAMETRI CLIMATICI 2
   2.1 Pluviometria 2
      2.1.1 Le curve isoiete di lungo periodo 2
         2.1.1.1 Commenti sui valori delle precipitazioni di lungo periodo 4
      2.1.2 Le curve isoiete sul periodo recente 5
      2.1.3 Il regime pluviometrico 7
   2.2 Termometria 9
   2.3 La carta delle precipitazioni 10

3. ANALISI STATISTICA DELLE PORTATE CARATTERISTICHE DEI REGIMI ORDINARI E DI MAGRA 10
   3.1 L'applicazione delle formule di regionalizzazione 12
      3.1.1 Confronto sui valori di portata media annua 14
      3.1.2 Il regime idrologico sui bacini elementari 16
      3.1.3 Le portate minime 17
   3.2 Le carte delle portate 17

4. ANALISI PROBABILISTICA SUI DATI STORICI 18
   4.1 Operazioni statistiche di base: definizione della portata media annua e del regime idrologico mensile ordinario e di magra 19
   4.2 Definizione delle curve di durata dei deflussi 25
   4.3 Analisi della persistenza delle magre 25
   4.4 Analisi probabilistica dei principali indicatori di magra 27

5. VALORI CARATTERISTICI DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE 29
   5.1 Il DMV della Regione Piemonte 29
   5.2 Il DMV dell'Autorità di Bacino del Po 31
   5.3 Risultati 33

6. SINTESI ORGANICA DEI RISULTATI DI CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA 33

APPENDICE 1 - Elaborazioni di sintesi dei risultati del modello idrologico per le 151 sezioni di riferimento (sul periodo 1999-2002)

APPENDICE 2 - Elaborazioni di sintesi dei dati simulati con il modello idrologico a confonto con i dati misurati sul periodo 2000-2001 in alcune stazioni della rete di monitoraggio regionale

APPENDICE 3 - Elaborazioni probabilistiche dei dati misurati alle stazioni idrometriche del SIMN

3.1 Serie storica dei valori medi mensili

3.2 Serie storica dei valori minimi mensili

3.3 Serie storica dei valori della curva di durata

3.4 Serie storica delle portate con persistenza 1,7,15 e 30 gg: analisi statistica e valori di assegnato tempo di ritorno

3.5 Elaborazioni probabilistiche sui valori Qmin, Q355

1. PREMESSA

Le attività sviluppate per la prima fase del progetto "INDAGINI E STUDI FINALIZZATI ALLA PREDISPOSIZIONE DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DI CUI AL DECRETO LEGISLATIVO 152/1999" hanno come finalità la predisposizione di un quadro omogeneo ed integrato dei dati e delle conoscenze di base, necessarie per la caratterizzazione fisiografica, idrologica, geologica, idrogeologica dei corpi idrici, nonché socioeconomica dei bacini di riferimento.

Pertanto, la prima fase del progetto è denominata "Caratterizzazione dei bacini idrografici".

La presente relazione riguarda le attività svolte per le "**Elaborazioni di carattere idrologico**" (rif. Fase 1 - c), descrivendo metodologia di analisi e risultati.

E' importante segnalare che gli aggiornamenti a tale quadro conoscitivo realizzati nelle successive fasi del progetto sono stati completamente riportati nelle schede monografiche relative alle aree idrografiche (redatte nel marzo 2004).

L'analisi statistica di base per la definizione delle caratteristiche climatiche e idrologiche fa riferimento alle basi - dati disponibili, di provenienza SIMN e regionale, descritte nell'elaborato 1.b/1.

L'analisi sulle precipitazioni, intese come il parametro climatico più significativo ai fini delle successive attività di caratterizzazione idrologica, è stata condotta costruendo le curve isoiete delle piogge totali annue medie sul lungo periodo e su un periodo recente. Si è inoltre fornita un'indicazione di regime pluviometrico per bacino principale.

La caratterizzazione statistica dei deflussi, estesa a tutto il reticolo idrografico interessato dai bacini elementari individuati, è stata eseguita mediante procedure di regionalizzazione derivate da espressioni ottenute da analisi di regressione multipla svolte sulla rete di monitoraggio storica del Servizio Idrografico sull'intero bacino del Po, in parte verificate ed aggiornate in base ai dati della rete regionale relativi agli anni più recenti.

Sulle serie di dati storici giornalieri disponibili è stata condotta un'analisi mirata alla definizione di valori caratteristici di regime ordinario e di magra e alla valutazione di indicatori di criticità elaborati anche in termini probabilistici.

Tali valutazioni sono state infine verificate e validate attraverso il confronto con le elaborazioni di base eseguite sui risultati del modello idrologico deterministico (MIKE 11 RR) integrato nel sistema modellistico di supporto al progetto, descritto nell'elaborato 1.b/1.

2. ANALISI STATISTICA DEI PARAMETRI CLIMATICI

Relativamente ai dati climatici principali, l'elaborazioni condotte sui dati di misura reperiti sono state differenziate in relazione alle serie storiche disponibili e alla sensibilità, ai fini della stima del bilancio idrologico, delle grandezze climatiche in esame.
Maggior attenzione è stata pertanto portata all'analisi delle precipitazioni di lungo periodo e più recenti, quale parametro fondamentale nelle analisi di bilancio, ritenendo gli altri fattori climatici (temperatura, evapotraspirazione e radiazione solare) di più difficile oggettiva interpretazione e rappresentazione, sia in termini spaziali (sul territorio) sia in termini temporali (variazioni statistiche su lungo periodo).

E' stata assunta come base conoscitiva e metodologica di riferimento la pubblicazione della Regione Piemonte "Distribuzione regionale delle piogge e delle temperature" (Collana Studi Climatologici in Piemonte - vol.1 - 1998)[1], nella quale sono state elaborate le serie storiche dei valori misurati sul periodo 1951-1986 nelle stazioni del SIMN (come già descritto nell'attività b "Caratterizzazione idrologica").

Le analisi condotte per il presente progetto hanno, in parte, integrato il quadro conoscitivo pregresso costituito dalla pubblicazione, aggiornandolo ai dati più recenti (fino al 1991 con dati del SIMN e per gli anni successivi recenti con i dati di alcune stazioni della Regione Piemonte) in parte sono state finalizzate a confrontare il cosiddetto "lungo periodo" con il "periodo recente di riferimento" 1999-2002 su cui si è basata l'applicazione del modello afflussi-deflussi.

Nel seguito, pertanto, si riassumono le attività condotte ed i principali risultati ottenuti.

2.1 Pluviometria

2.1.1 Le curve isoiete di lungo periodo

Lo studio delle precipitazioni medie annue si è basato sull'analisi dei dati raccolti presso le stazioni del Servizio Idrografico nel dopoguerra e più precisamente nel periodo 1951-1991 che copre quindi un quarantennio.

I valori sono stati estratti, per quanto riguarda gli anni 51-86, dallo studio "Distribuzione regionale di piogge e temperature". Poi sono stati aggiornati con quelli relativi al triennio 89-91 sulla base di dati recentemente pubblicati dall'Ufficio Idrografico stesso.

[1] redatto a cura del Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio della Regione Piemonte e del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino

Le informazioni così acquisite, relative a 112 stazioni pluviometriche, coprono tuttavia il solo territorio piemontese e non, quindi, le aree limitrofe con particolare riferimento a importanti porzioni dei bacini della Dora Baltea (Valle d'Aosta), del Ticino (Svizzera - Canton Ticino) del Tanaro e dello Scrivia (Liguria) che dal punto di vista amministrativo ricadono al di fuori del territori regionale.

Trattandosi di aree montane in cui le variazioni delle precipitazioni medie annue sono particolarmente rilevanti, la pura e semplice estensione per via matematica dei trend derivanti dall'analisi delle stazioni piemontesi è insufficiente per descrivere l'andamento reale delle precipitazioni. Così, ad esempio, se ci si basa solo sulle stazioni piemontesi sembrerebbe che la valle d'Aosta sia caratterizzata da afllussi molto rilevanti dell'ordine di 2000-3000 mm/anno. In realtà non appena si supera la prima barriera montuosa (e quindi il confine regionale) le piogge decrescono improvvisamente e nella zona di Aosta si registrano di norma meno di 600 mm/anno.

Del resto per poter arrivare ad una stima degli afflussi reali sui bacini del Tanaro, della Dora Baltea e del Ticino è necessario descrive in modo statisticamente accettabile le precipitazioni anche nelle aree extraregionali sopra elencate.

Si è quindi fatto ricorso ad un certo numero di stazioni (53) ricavate dallo studio Cati "Idrografia e Idrologia del Po"[2] che coprono l'intero bacino del Po, compreso il territorio svizzero . Purtroppo le piogge medie annue relative a dette stazioni si riferiscono al solo ventennio 51-70, tuttavia questa disomogeneità produce un errore nettamente inferiore rispetto a quello che si avrebbe scartando del tutto dette informazioni.

L'interpolazione dei punti e il successivo tracciamento delle isoiete è stato fatto in ambiente GIS (MIKE INFO LAND & WATER) con l'utilizzo di una funzione interpolante "spline".

I risultati inizialmente ottenuti sono poi stati ulteriormente affinati aggiungendo un certo numero di stazioni fittizie in modo tale da tenere conto degli effetti che la morfologia del territorio induce sulla distribuzione della pioggia.

Il risultato delle elaborazioni, ovvero la carta delle isoiete totali annue su lungo periodo, è riportato sulla tavola dell'elaborato 1.c/2.

In tale tavola cartografica sono anche riportati, a titolo di confronto, sia i valori delle precipitazioni medie sul periodo 1999-2002 (utilizzate per le simulazioni con il modello idrologico, ragguagliando le precipitazioni misurate nelle stazioni della rete regionale sui bacini sottesi da tutti i punti sul reticolo piemontese), sia i valori di sintesi di precipitazione annua sul periodo 1951-1991 calcolati ragguagliati sui bacini principali della schematizzazione regionale di base adottata.

[2] Pubblicazione n.19 dell'Ufficio Idrografico del Po - 1981

2.1.1.1 Commenti sui valori delle precipitazioni di lungo periodo

La distribuzione delle piogge in un'area montuosa come il Piemonte è strettamente legata alla morfologia del terreno oltre che alla direzione di propagazione delle perturbazioni e alla distanza dal mare.
In particolare è particolarmente rilevante l'effetto di blocco ed innalzamento delle correnti umide verso gli strati atmosferici più freddi provocato dalle catene montuose.

Come è noto le perturbazioni in Europa provengono dall'Oceano Atlantico e in minore misura dal Mediterraneo. Da Est giungono esclusivamente correnti di aria secca e, in inverno, spesso molto fredda, tanto da costituire la principale causa degli anomali periodi di intense gelate che colpiscono in certe annate il bacino Padano.

Le correnti umide che provengono da Ovest e da Nord tendono a scaricarsi sul versante esterno delle Alpi (quindi nel caso specifico su quello francese e svizzero) con contributi limitati per lo più ai settori alpini di spartiacque.

Pertanto il grosso delle precipitazioni dipende dalle correnti meridionali. Generalmente quelle più intense si originano in presenza di un minimo barico posto nel Mar Ligure o nel Golfo del Leone (si tratta di solito dell'evoluzione di una perturbazione di origine Atlantica in movimento verso Est). In questi casi i fronti nuvolosi nel loro movimento antiorario attorno al nucleo della bassa pressione, dopo essersi arricchiti di umidità nel Golfo di Genova, si scaricano in parte considerevole sulle Alpi Marittime e sui bassi rilievi dell'Appennino Ligure, provocano precipitazioni modeste nelle fasce collinari e nelle aree di pianura e liberano il grosso degli apporti sulla fascia prealpina.

I settori più interni della catena alpina presentano precipitazioni scarse, spesso di entità inferiore a quelle delle nostre regioni meridionali, come del resto anche i settori centrali della pianura e delle aree collinari (la pianura Vercellese, il basso Monferrato, l'Astigiano).

Il Piemonte è pertanto interessato da due fasce ad elevate precipitazioni. Quella più meridionale corrisponde allo spartiacque ligure-piemontese e prosegue verso Est fino alle Alpi Apuane. Questa fascia interessa il territorio regionale direttamente solo in bassa misura, sia in quanto le precipitazioni decrescono rapidamente via via che ci si allontana dallo spartiacque, sia in quanto dal punto di vista amministrativo tali settori ricadono per lo più nella Regione Liguria. Si intende tuttavia che tali apporti hanno una considerevole influenza sul regime di alcuni importanti fiumi piemontesi quali il Tanaro, il Bormida e lo Scrivia.

La fascia settentrionale è quella prealpina. Si comincia a distinguere a partire dalla Val Pellice (ma in quest'area l'incremento rispetto alle aree circostanti è solo dell'ordine del 50 %), prosegue lungo i rilievi montuosi prospicienti la pianura con medie attorno ai 1200 - 1400 mm fino all'imbocco della valle d'Aosta. Di qua in poi, con l'asse della catena Alpina che gira da Nord-Sud ad Est-Ovest, le precipitazioni diventano più elevate con valori superiori a 1700-1800 mm anno.

In pianura la piovosità decresce regolarmente allontanandosi dalle montagne per stabilizzarsi a Nord del Po sugli 800 mm. A Sud del Po, nella pianura Alessandrina, nell'Astigiano e nel Monferrato gli apporti scendono fino a 650 mm/anno (stazioni di Asti e Alessandria). Nell'arco Alpino occidentale in corrispondenza delle testate delle vallate i valori medi si aggirano tra gli 800 e i 900 mm/anno. Fanno eccezione le aree più interne della catena ovvero l'alta valle di Susa (694 mm/anno a Bardonecchia) e, soprattutto, la Valle d'Aosta (495 mm/anno ad Aosta e addirittura solo 452 mm/anno a Chatillon). Al Nord la val d'Ossola e l'alta val Sesia si attestano attorno ai 1200 mm/anno.

2.1.2 Le curve isoiete sul periodo recente

Per un esame della tendenza della pluviometria nell'ultimo periodo è stata realizzata una carta delle isoiete per l'intervallo di anni compreso tra il 1995 e il 2000 utilizzando i dati delle stazioni gestite dal servizio Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio della Regione Piemonte (cfr. figura 1). Il numero di stazioni utilizzato è risultato variabile da un minimo di 68 (1995) ad un massimo di 136 (2000).

Il confronto tra questa carta e quella relativa alle precipitazioni medie sul lungo periodo mostra che non vi sono sostanziali variazioni nella distribuzione relativa delle precipitazioni.

Tuttavia in assoluto si è osservata una riduzione generale delle stesse negli anni 95-00 particolarmente marcata nel settore meridionale. Nelle province di Cuneo, Asti e Alessandria le precipitazioni sono state infatti l'86-88 % di quelle medie, mentre quelle sulle province di Torino, Novara, Verbania e Vercelli sono state dell'ordine del 90-95 %. In quella di Biella non si segnalano variazioni significative. In assoluto la riduzione è stata mediamente di 100 mm sull'intero territorio regionale.

Vi è da aggiungere, però, che se gli anni 95 - 99 sono stati tendenzialmente siccitosi, a partire del 2000 si è avuta un'inversione di tendenza che appare caratterizzata da precipitazioni annue superiori alle medie sul lungo periodo, anche se non è ancora possibile un'analisi complessiva dei dati.

Da queste analisi si evince come il fattore pioggia sia di difficile collocazione all'interno di analisi di scenari futuri, non essendo rilevabile, dai dati attuali a disposizione sia su lungo periodo sia sul periodo recente, un'effettivo trend in diminuzione o in aumento sui valori medi annui, elementi tipici di bilancio.

Pertanto si può in linea di massima ritenere il campo delle precipitazioni definito dalle curve isoiete di medio-lungo periodo come un parametro invariante per scenari che si collochino su un fronte temporale massimo di poche decine di anni.

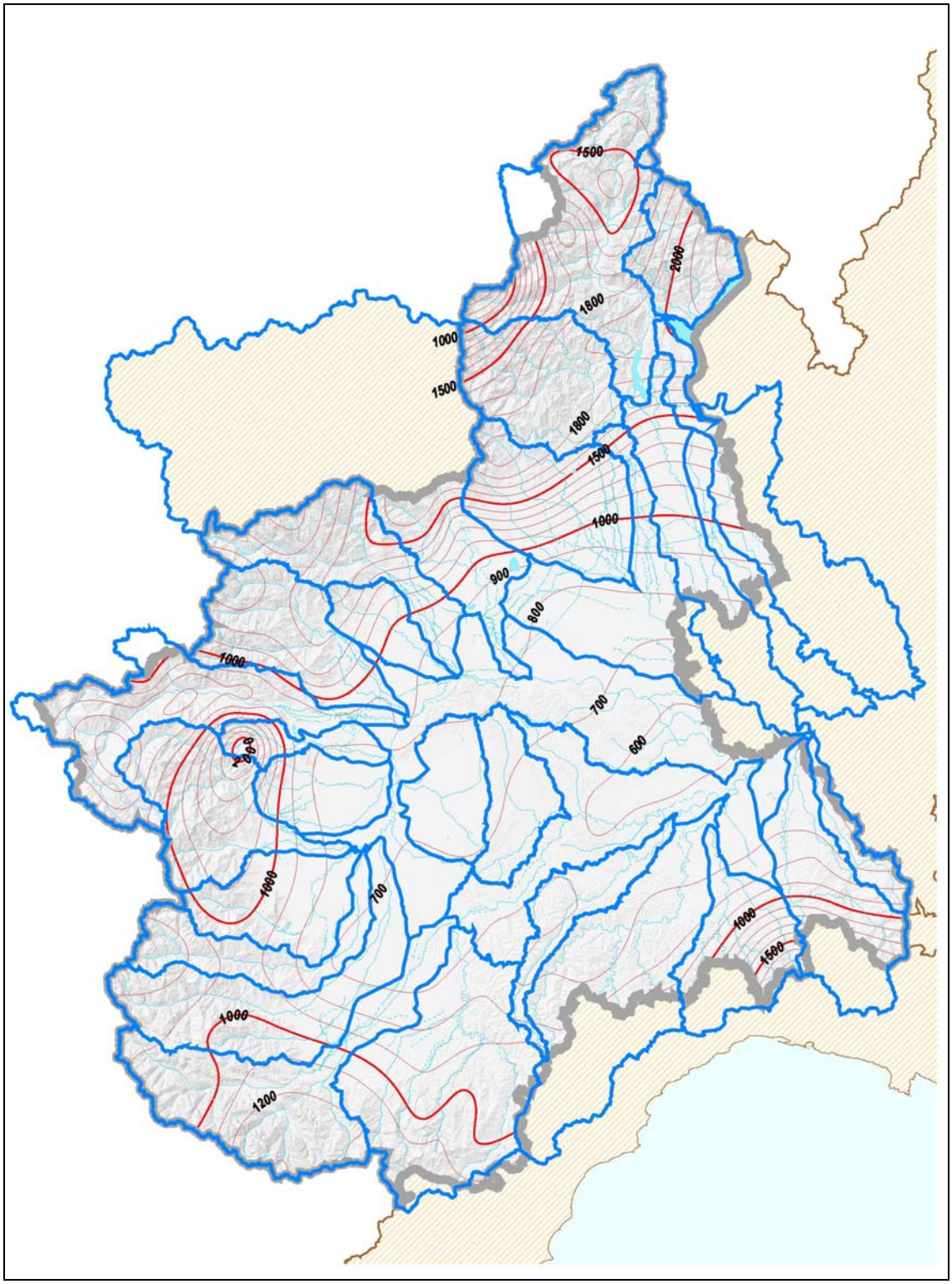

Figura 1 - Isoiete medie annue sul periodo 1995-2000, calcolate sui dati della rete meteo-climatica della Regione Piemonte

2.1.3 Il regime pluviometrico

L'analisi sui valori di lungo periodo registrati nelle stazioni di misura delle precipitazioni ha permesso di caratterizzarne il regime medio mensile in termini più territorialmente distribuiti e quantitativi rispetto alle indicazioni generiche riportate nella fase b precedentemente sviluppata.

Nell'elaborato 1.b/4 (relativo all'attività di caratterizzazione idrologica) sono infatti riportati i valori medi delle precipitazioni mensili sul periodo storico disponibile (1951-1991), misurati nelle 112 stazioni del SIMN sul territorio regionale; sui questi dati sono state condotte alcune specifiche elaborazioni, al fine di individuare una possibile correlazione fra il regime medio di precipitazione misurato e le caratteristiche della rispettiva stazione di misura.

Dall'analisi dei dati si è osservato che la distribuzione nell'anno medio delle precipitazioni è maggiormente sensibile alla situazione geografica del bacino anziché alla quota altimetrica, che invece influisce sulla quantità di afflusso.

In effetti, come anche descritto nell'elaborato 1.b/1 (cap.5), le precipitazioni in Piemonte, pur essendo caratterizzate da un andamento nell'arco dell'anno prevalentemente bimodale (due massimi e due minimi stagionali), presentano valori massimi e minimi in mesi differenti a seconda dell'area considerata.

A titolo esemplificativo delle differenze di regime di precipitazione mensile si riportano nel grafico seguente i valori medi mensili per due stazioni diverse, localizzate rispettivamente nel settore alpino nord-occidentale e sul settore meridionale appenninico.

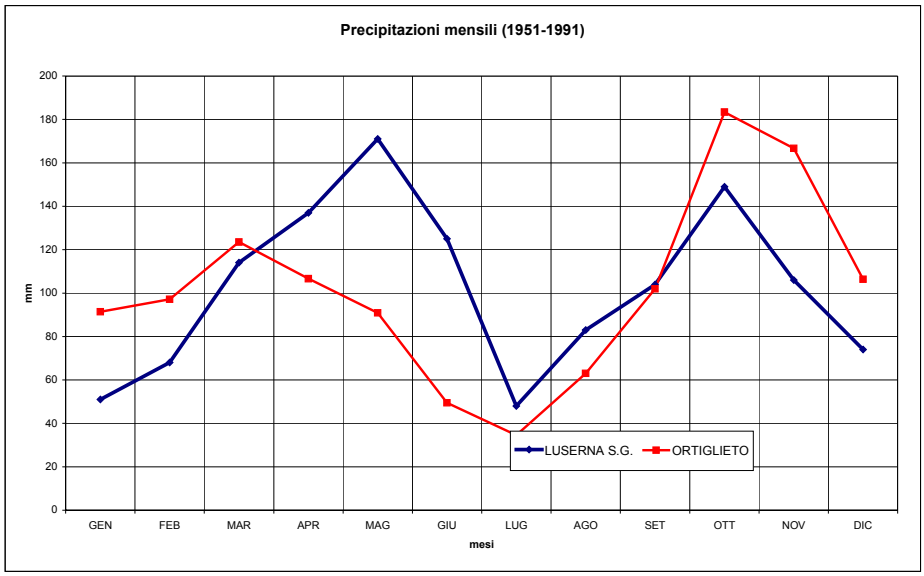

Figura 2 - Andamento tipico di regime pluviometrico alpino (blu) e appenninico(rosso).

Pertanto, anche se le stazioni di misura a disposizione sono localizzate a quote differenti, si è individuato un regime medio pluviometrico per ciascun bacino principale ; tale regime è espresso attraverso 12 coefficienti adimensionali che rappresentano ciascuno la frazione di precipitazione del singolo mese rispetto al valore totale annuo, ovvero:

KA genn;…; KA dic = Agenn/Atot annua; ……; Adic/Atot annua (mm)

FRAZIONE MENSILE DI PRECIPITAZIONE RISPETTO AL VALORE TOTALE ANNUO												
	KA gen	KA feb	KA mar	KA apr	KA mag	KA giu	KA lug	KA ago	KA set	KA ott	KA nov	KA dic
AGOGNA	0.04	0.06	0.09	0.11	0.12	0.11	0.06	0.07	0.09	0.10	0.09	0.05
ALTO PO	0.04	0.06	0.08	0.12	0.13	0.11	0.05	0.08	0.08	0.11	0.08	0.06
ALTO SESIA	0.03	0.05	0.08	0.11	0.13	0.10	0.07	0.08	0.09	0.12	0.10	0.05
ALTO TANARO	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.08	0.05	0.07	0.08	0.11	0.11	0.07
BANNA	0.03	0.05	0.07	0.11	0.13	0.13	0.07	0.08	0.09	0.10	0.09	0.06
BELBO	0.06	0.07	0.10	0.10	0.10	0.07	0.05	0.07	0.08	0.12	0.12	0.07
BORBORE	0.06	0.07	0.09	0.11	0.11	0.09	0.06	0.08	0.07	0.10	0.11	0.06
BORMIDA	0.07	0.08	0.10	0.09	0.08	0.05	0.04	0.06	0.08	0.14	0.13	0.08
CERVO	0.03	0.05	0.08	0.11	0.12	0.11	0.07	0.08	0.09	0.11	0.10	0.05
CHISOLA	0.05	0.06	0.09	0.12	0.13	0.10	0.05	0.07	0.08	0.12	0.09	0.05
CURONE	0.08	0.08	0.10	0.07	0.08	0.05	0.03	0.05	0.08	0.15	0.14	0.09
DORA BALTEA	0.04	0.05	0.08	0.11	0.12	0.12	0.08	0.09	0.08	0.11	0.09	0.05
DORA RIPARIA	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.09	0.05	0.07	0.08	0.11	0.10	0.07
MAIRA	0.05	0.06	0.09	0.11	0.12	0.10	0.05	0.07	0.08	0.11	0.09	0.07
MALONE	0.04	0.06	0.08	0.11	0.13	0.11	0.06	0.09	0.08	0.11	0.09	0.05
ORBA	0.07	0.08	0.10	0.09	0.08	0.05	0.04	0.06	0.08	0.14	0.13	0.08
ORCO	0.04	0.06	0.08	0.11	0.13	0.11	0.06	0.09	0.08	0.11	0.09	0.05
PELLICE	0.05	0.06	0.09	0.11	0.13	0.10	0.05	0.07	0.08	0.12	0.09	0.06
PO	0.05	0.07	0.09	0.11	0.12	0.10	0.06	0.08	0.08	0.10	0.10	0.06
SANGONE	0.05	0.06	0.07	0.12	0.12	0.11	0.06	0.07	0.08	0.10	0.09	0.05
SCRIVIA	0.08	0.08	0.10	0.07	0.08	0.05	0.03	0.05	0.08	0.15	0.14	0.09
SESIA	0.05	0.06	0.09	0.10	0.11	0.10	0.07	0.08	0.08	0.10	0.10	0.05
STURA DI DEMONTE	0.06	0.07	0.09	0.11	0.11	0.08	0.05	0.07	0.08	0.11	0.10	0.07
STURA DI LANZO	0.04	0.06	0.08	0.12	0.13	0.11	0.06	0.08	0.08	0.11	0.08	0.05
TANARO	0.06	0.07	0.09	0.11	0.10	0.08	0.06	0.07	0.07	0.11	0.11	0.07
TERDOPPIO	0.04	0.06	0.09	0.11	0.12	0.11	0.06	0.07	0.09	0.10	0.09	0.05
TICINO	0.08	0.08	0.10	0.09	0.07	0.04	0.03	0.05	0.08	0.15	0.14	0.09
TOCE	0.04	0.06	0.07	0.10	0.11	0.10	0.06	0.09	0.09	0.12	0.10	0.06
VARAITA	0.05	0.05	0.09	0.12	0.13	0.10	0.06	0.07	0.08	0.11	0.09	0.06

Tabella 1 - Coefficienti da applicare al valore di precipitazione totale annuo per l'individuazione del rispettivo regime medio mensile.

Gli andamenti di regime pluviometrico calcolati quindi sulla base dei dati storici misurati su ciascun bacino principale sono ritenuti caratteristici ed invarianti sull'intero bacino stesso; sono quindi stati

riportati anche nelle tabelle ai fini di rappresentare il regime pluviometrico nell'ambito della caratterizzazione climatica-idrologica dei bacini elementari individuati nel presente progetto PTA, (cfr. elaborato 1.c/6).

2.2 Termometria

L'analisi condotta nella pubblicazione regionale sopra citata, considerando sia le temperature medie annue sia le temperature estreme, ha creato un quadro piuttosto esaustivo del regime delle temperature sul territorio piemontese.

Ulteriori studi hanno permesso di verificare che non è effettivamente possibile distinguere per le temperature un vero e proprio trend; l'andamento delle temperature sul periodo storico 1951-1986 (dati misurati alle stazioni del SIMN) non permette infatti di individuare fluttuazioni o tendenze particolari degli andamenti del clima; si verifica solo un generale aumento delle temperature medie, seppur molto contenuto su base annua (0.01°C/anno).

Anche i dati sul periodo recente di riferimento non danno indicazioni su variazioni sostanziali della distribuzione delle temperature sul territorio regionale.

E' da tener presente che la grandezza temperatura, ovvero l'informazione puntuale del dato misurato, è dipendente da una serie molto numerosa di fattori, non solo climatici ma anche orografici, antropici (le temperature nelle città sono più alte a parità di quota di quelle che si rilevano in campagna), che talvolta falsano quello che dovrebbe essere un comportamento termometrico locale, comune al territorio, per esempio, in relazione alla quota o i gradienti termici.

Questa variabilità "spaziale" del dato temperatura risulta però di fatto poco significativa ai fini di elaborazioni su base territoriale, dove si deve necessariamente fare riferimento ad un dato medio.

Rimane quindi importante, ai fini delle successive elaborazioni relative al progetto PTA, il fatto che anche la variazione nel tempo del dato di temperatura sembra essere poco sensibile, sia sui valori medi sia sui valori estremi.

In particolare, poiché la variazione del fattore temperatura sul territorio presenta cicli decisamente lunghi rispetto agli scenari futuri costruiti nelle analisi successive del progetto, estrapolati fino a qualche decina di anni al massimo, in tutte le applicazioni il fattore temperatura dell'aria può essere assunto come parametro invariante sia nei termini medi (legati all'altitudine da gradienti termici abbastanza conosciuti) sia nei termini estremi.

2.3 La carta delle precipitazioni

L'elaborato 1.c/2 presenta la carta delle precipitazioni, costruita con le seguenti informazioni:

- Curve isoiete delle precipitazioni totali annue medie sul periodo 1951-1991 (calcolate sui dati storici delle stazioni del SIMN).
- Afflusso medio annuo (in mm) sui 29 bacini principali della schematizzazione di riferimento della Regione, calcolato in base alle curve isoiete (periodo 1951-1991). Per alcuni bacini, il Sesia, il Po, il Ticino e il Tanaro, sono indicati due valori: uno rappresenta la precipitazione totale ragguagliata al singolo segmento di valle, l'altro rappresenta la precipitazione ragguagliata sul bacino complessivo alla sezione di chiusura di valle.
- Afflusso medio annuo (in mm) calcolato sul periodo 1999-2002 sui 151 bacini individuati dalle sezioni di chiusura del modello di simulazione idrologica.

I valori riportati indicano, pertanto, sia la differenza sul territorio degli afflussi annui, a scala di bacino e all'interno del bacino stesso, sia la differenza fra il lungo periodo ed il periodo recente di riferimento.

Tali caratteristiche di precipitazione possono essere analizzate quindi nel loro complesso o a scala locale, sebbene sia da mettere in evidenza il fatto che il periodo recente è considerato "di riferimento" non tanto per la sua rappresentatività di condizioni medie caratteristiche quanto per la significatività delle differenti dinamiche pluviometriche (e quindi idrologiche) in esso comprese.

3. ANALISI STATISTICA DELLE PORTATE CARATTERISTICHE DEI REGIMI ORDINARI E DI MAGRA

Le portate del regime ordinario (portata media annuale, portate della curva di durata) sono state desunte sia dall'analisi statistica delle serie storiche dei valori misurati nelle stazioni idrometriche storiche (cfr. le sintesi delle elaborazioni riportate in appendice 3 al presente rapporto), sia dall'applicazione di formule di regionalizzazione (denominate formule SIMPO[3]) sviluppate per l'intero bacino del Po, e parzialmente ricalibrate sui bacini di interesse.

Un ulteriore quadro conoscitivo sul regime dei deflussi deriva dall'applicazione del modello idrologico sul periodo recente (cfr. appendice 1), ma di ciò si tratterà più specificatamente nei capitoli successivi e negli elaborati descrittivi di seconda fase (bilancio idrologico).

E' necessario però segnalare che i valori stimati sul periodo recente di riferimento attraverso il modello numerico risultano fornire l'indicazione dei deflussi teorici naturali su un numero molto alto

[3] "Studio e progettazione di massima delle sistemazioni idrauliche dell'asta principale del Po" , Convenzione Magistrato per il Po/ S.I.M.P.O. - H.C. Hydrodataconsult, 1980/81

di sezioni fluviali. Pertanto, essi, rappresentando in effetti il regime teorico naturale nelle sezioni fluviali e non il regime reale misurato alterato dalle derivazioni in atto, possono essere facilmente utilizzati per interpretare i risultati delle applicazioni statistiche sui dati storici (anche per meglio caratterizzare le stazioni di misura) o i valori calcolati mediante regionalizzazione idrologica.

Riguardo ai metodi utilizzabili per individuare le portate caratteristiche sulla rete idrografica regionale, è necessario sottolineare le seguenti considerazioni. Infatti, è necessario rimarcare come qualsiasi metodologia venga utilizzata per condurre una caratterizzazione idrologica di base su un territorio esteso come il Piemonte debba tener conto del peso di tutti i fattori, anche strutturali, che dal conosciuto grado di approssimazione del dato di input portano ad un altro grado di approssimazione sul dato calcolato in output, sconosciuto ma comunque differente del precedente.

L'utilizzo di formule di regionalizzazione idrologica permette in effetti di poter rappresentare omogeneamente le caratteristiche dei deflussi su ambiti predefiniti ed inoltre limita le fonti di errore nel valore risultante alla qualità-grado di approssimazione del solo dato di input.

L'utilizzazione diretta dei dati di misura deve invece tener conto di numerosi fattori, fra cui, per esempio, il grado di affidabilità delle scale di deflusso storiche e/o attuali; infatti, la valutazione del valore di portata derivante dall'applicazione della scala di deflusso ai livelli misurati produce sempre un grado di incertezza derivante dai fattori:

- errore di misura (portata e livello idrometrico);
- variabilità morfologica di base della sezione nel campo di deflusso ordinario (in particolare per le portate di magra e di morbida);
- errore nelle estrapolazioni idrauliche della scala di deflusso, correlabile alla schematizzazione geometrica utilizzata, alla variabilità della scabrezza e delle condizioni di valle (oltre che effetti di cappio e di modellazione morfologica delle sezioni nel corso di eventi di piena).

I valori di portata storici (per esempio quelli di sintesi contenuti nelle pubblicazioni ufficiali dei Servizi Idrografici) derivano, spesso, da elaborazioni su serie di dati misurati generalmente poco estese (salvo alcune sezioni particolarmente di interesse), spesso anche poco rappresentative delle condizioni attuali perché molto vecchie; per questi ed altri motivi (legati alla non similitudine idrologica gìfra sezioni fluviali di aste anche limitrofe) spesso è difficile estrapolare direttamente le informazioni ad altri bacini idrografici. Nella maggior parte dei casi, inoltre, i dati storici sono relativi a portate defluenti non naturali, poiché le stazioni di misura sono in buona parte localizzate sulle aste di pianura o comunque allo sbocco in pianura dei principali corsi d'acqua alpini e appenninici.

Anche le portate derivate dalle applicazioni di modellistica numerica hanno un proprio grado di approssimazione, legato principalmente all'approssimazione degli input, alla schematizzazione adottata, alla qualità della risposta fornita.

Come per le formule statistiche di regionalizzazione idrologica, però, la qualità-grado di approssimazione della risposta di un modello numerico deterministico è da ritenersi concettualmente

omogenea su tutto il territorio ed anche sul regime completo dei deflussi, seppur con le dovute differenziazioni legate proprio al concetto di "approccio fisicamente basato", in cui la fenomenologia dei diversi processi idrologici viene simulata in relazione alle differenti dinamiche spazio-temporali sul territorio.

3.1 L'applicazione delle formule di regionalizzazione

Nel campo della regionalizzazione delle portate naturali, le formule SIMPO, aventi struttura semplice e flessibile, permettono di conseguire guadagni, in termini di rispondenza ed affidabilità, anche con aggiornamenti delle stesse a scala locale.

Le formule, ottenute mediante modelli statistici a regressione multipla per ricercare le leggi di dipendenza delle portate da fattori fisico-climatici, calibrate sulla base dei risultati dell'analisi sui dati storico-statistici, consentono di determinare i valori caratteristici di deflusso per qualsiasi sezione del reticolo idrografico del bacino padano, noti i dati fisio-climatici di base.

All'insieme dei bacini elementari è stato quindi applicato tale sistema statistico di regionalizzazione, derivato dall'elaborazione dei dati relativi alle stazioni di misura presenti sull'intero bacino del Po.

Tale sistema ha fornito le espressioni per il calcolo dei contributi specifici di portata riferiti ai valori caratteristici del deflusso (portata media annua, portate medie mensili e valori della scala di durata delle portate), formule che legano tali valori di portata alle principali grandezze del bacino idrografico; superficie, altitudine media e afflusso medio annuo.

Le caratteristiche strutturali delle espressioni proposte sono:

- riferimento al valore del deflusso per unità di superficie del bacino sotteso (q in l/s/km^2);
- numero limitato di variabili indipendenti, cioè non intercorrelate;
- esplicitazione del grado di verosimiglianza nella simulazione (correlazione e deviazione standard);
- esplicita significatività idrologica dei parametri fisiografici considerati;
- principali parametri climatici e fisiografici presumibilmente utilizzati: afflusso (A in mm), altitudine media del bacino sotteso (H in m.sm.), temperatura media del bacino sotteso (T in °C), superficie degli invasi e delle aree glaciali (S in km^2)…
- struttura delle formule: lineare o esponenziale;
- possibilità di limitata (artificiosa, in caso diverso) "zonatura" delle formule e/o dei singoli coefficienti;
- identificazione della modalità di separazione tra la condizione di regime naturale e quella di regime regolato o alterato artificialmente;
- identificazione della modalità di passaggio del dato simulato dal modello di regionalizzazione al dato "di progetto" (per utilizzazioni di vario genere, tenendo conto del grado di verosimiglianza del singolo valore simulato);

- calibratura anche in base a misure istantanee di portata disponibili.

Le formule SIMPO sono state sviluppate differenziando il bacino padano in tre zone:

- Zona A: zona “alpina”, comprendente tutti i bacini idrografici in sinistra e destra Po dal sistema Sarca-Mincio fino al sistema Tanaro-Bormida-Orba compreso.
- Zona B: zona dell’”asta del Po”, comprendente tutte le porzioni di bacino residue di pianura affluenti direttamente all’asta del Po.
- Zona C: zona “appenninica”, comprendente tutti i bacini in destra Po dallo Scrivia al Panaro.

Si riportano di seguito, a titolo esemplificativo, le espressioni per il calcolo dei contributi specifici di portata riferiti ai valori caratteristici relativi alla zona A (alpina) del bacino padano:

- qMEDA = -24.5694 + 0.00860*H + 0.03416*A (l/s/km^2)
- qGEN = 14.16232 - 0.00683*H + 0.36918*DS (l/s/km^2)
- qFEB = 16.49263 - 0.00824*H + 0.37478*DS "
- qMAR = 22.74646 - 0.01111*H + 0.46902*DS "
- qAPR = 13.85406 - 0.01101*H + 1.15662*DS "
- qMAG = -9.83665 + 0.00797*H + 1.63288*DS "
- qGIU = -34.9228 + 0.02826*H + 1.62190*DS "
- qLUG = -24.4942 + 0.02066*H + 1.04446*DS "
- qAGO = -16.0687 + 0.00955*H + 0.95881*DS "
- qSET = -13.0179 + 0.00232*H + 1.21272*DS "
- qOTT = -4.54832 - 0.00479*H + 1.33784*DS "
- qNOV = 16.50714 - 0.01604*H + 1.25843*DS "
- qDIC = 18.06197 - 0.01030*H + 0.56036*DS "
- q10 = $5.06749 * S^{-0.057871} * DS^{0.965037}$ (l/s/km^2)
- q91 = $1.29772 * S^{0.009539} * DS^{0.976926}$ "
- q182 = $0.54425 * S^{0.049132} * DS^{0.980135}$ "
- q274 = $0.18670 * S^{0.069105} * DS^{1.108675}$ "
- q355 = $0.07560 * S^{0.068232} * DS^{1.234733}$ "

con:

S = superficie del bacino (km^2);
H = altitudine media del bacino (m s.m.);
A = afflusso meteorico medio annuo sul bacino (mm);
DS= deflusso medio annuo specifico (l/s/km^2) = qMEDA.

3.1.1 Confronto sui valori di portata media annua

La valutazione della congruenza dei valori di portata stimati attraverso le formule di regionalizzazione sopradescritte è stata condotta sia confrontando questi ultimi con i valori statistici calcolati dai dati misurati alle stazioni idrometriche storiche, sia confrontandoli con altre fonti conoscitive a disposizione, in particolare le valutazioni di regime idrologico condotte in base ai risultati del modello idrologico applicato sul periodo recente.

Le formule di regionalizzazione idrologica SIMPO sono state quindi inizialmente applicate alle sezioni di calcolo del modello afflussi-deflussi, relativamente al valore di "DS" (deflusso specifico medio annuo espresso in l/s/km^2), che rappresenta una stima del volume medio annuo defluito, con la finalità di "ricalibrarle", se necessario, sulla situazione specifica del territorio Piemontese.

Utilizzando in input l'afflusso medio sul triennio recente di riferimento per l'applicazione modellistica si è ottenuto un ottimo riscontro sui valori della portata media simulata, osservata e regionalizzata, come riportato in tabella 2 per alcune sezioni idrografiche significative, con riferimento al periodo 2000-2001.

Utilizzando invece l'afflusso di lungo periodo si è cercato di rappresentare, attraverso le formule di regionalizzazione, le caratteristiche idrologiche medie misurate nelle stazioni del SIMN. Anche il questo caso il risultato è stato molto soddisfacente, proprio perché le formule si basano sullo stesso quadro conoscitivo su cui sono state verificate.

Questa analisi di confronto sui due periodi considerati, ha permesso di "validare" la formula SIMPO, sui valori di portata media annua, i più significativi perché rappresentano il termine volumetrico di un bilancio idrologico.

Nella tabella 2 è riportato il confronto fra i valori di portata media annua sul biennio 2000-2001 elaborati dal modello idrologico, calcolati con le formule di regionalizzazione SIMPO e stimati dai valori misurati nelle rispettive stazioni idrometriche della rete regionale.

Su alcune limitate aree particolari (i bacini del Banna, del Chisola, del Borbore e pochi altri minori, cioè i piccoli-medi bacini di pianura con caratteristiche collinari, anziché prettamente alpine o appenniniche) l'analisi di confronto precedentemente descritta (con i dati del modello in mancanza di stazioni idrometriche) ha portato ad individuare un possibile coefficiente correttivo (variabile fra 0.85 e 1.30 circa) da apportare all'espressione base della Qmeda, per renderla più valida, ai fini dell'individuazione del volume annuo di risorsa disponibili per le valutazioni di bilancio.

Codice	Stazione idrometrica	Area [Km^2]	Altitudine media (m s.m.)	Afflusso medio (2000-2001) (mm)	zona	Metodo	Qmedia 2000-2001 [m^3/s]
BOMCA	Bormida a Camerana	256	759	984		Modello RR	4.96
					C	simpo	3.99
						misurato 2000-2001	3.27
BORCA	Bormida a Cassine	1521	487	876		Modello RR	24.50
					C	simpo	14.51
						misurato 2000-2001	28.69
CHSSM	Chisone a S.Martino	581	1730	1419		Modello RR	22.35
					A	simpo	22.54
						misurato 2000-2001	20.36
DBATA2	Dora Baltea a Tavagnasco	3314	2094	1962		Modello RR	187.15
					A	simpo	200.42
						misurato 2000-2001	153.72
ELVCA	Elvo a Carisio	262	621	1159		Modello RR	8.02
					A	simpo	5.34
						misurato 2000-2001	3.50
MAIBU	Maira a Busca	587	1653	1138		Modello RR	16.42
					A	simpo	16.74
						misurato 2000-2001	2.18
MALFR	Malone a Front	126	667	1318		Modello RR	3.28
					A	simpo	3.30
						misurato 2000-2001	6.57
ORBCA	Orba a Casal Cermelli	798	442	1240		Modello RR	21.22
					C	simpo	17.23
						misurato 2000-2001	11.12
POTO1	Po a Torino(Murazzi)	5362	907	1011		Modello RR	118.17
					B	simpo	95.21
						misurato 2000-2001	84.74
SCRSE	Scrivia a Serravalle Scrivia	619	685	1310		Modello RR	16.80
					C	simpo	16.13
						misurato 2000-2001	11.71
SSEPR	Sessera a Pray	126	1155	2011		Modello RR	6.58
					A	simpo	6.81
						misurato 2000-2001	7.21
SESPA	Sesia a Palestro	2587	737	1558		Modello RR	91.80
					A	simpo	90.52
						misurato 2000-2001	88.03
SDEGA	Stura di Demonte a Gaiola	560	1818	1221		Modello RR	18.60
					A	simpo	18.35
						misurato 2000-2001	16.34
SLALA	Stura di Lanzo a Lanzo	580	1763	1667		Modello RR	26.85
					A	simpo	27.58
						misurato 2000-2001	30.36
TANFA	Tanaro a Farigliano	1508	940	1073		Modello RR	33.86
					C	simpo	30.42
						misurato 2000-2001	47.57
TANMO	Tanaro a Montecastello	7994	653	926		Modello RR	144.75
					C	simpo	101.33
						misurato 2000-2001	129.81
TANAB	Tanaro ad Alba	3379	1071	1040		Modello RR	77.24
					C	simpo	68.12
						misurato 2000-2001	69.54
TOCA	Toce a Candoglia	1475	1647	2087		Modello RR	87.90
					A	simpo	89.81
						misurato 2000-2001	81.29

Tabella 2- Confronto dei valori di portata media annua sul biennio 2000-2001.

Poiché le altre formule sui valori caratteristici di regime ordinario (mensili e curva di durata) si basano principalmente sul valore del contributo specifico medio annuo e poiché sui bacini campione, selezionati fra i 151, si è comunque riscontrata una buona corrispondenza generale fra i valori medi mensili simulati e quelli calcolati con le SIMPO sul periodo di riferimento 1999-2002, l'intero complesso delle formule di regionalizzazione è stato applicato ai 612 bacini elementari individuati, già caratterizzati attraverso i principali parametri fisio-climatici necessari.

Per la "storia" e la struttura stessa delle formule SIMPO, è bene sottolineare alcuni aspetti conseguenti alla loro applicazione, che devono essere tenuti in conto per un'analisi dei valori ottenuti su ciascun bacino elementare.

1. Il valore della portata media annua calcolato rappresenta correttamente, dal punto di vista idrologico, cioè legato ai valori di portata in alveo, la differenziazione sul territorio dei volumi totali annui defluiti in una sezione idrografica dato un certo afflusso. Infatti, la sua variazione in termini di contributo specifico (l/s/km^2) sul territorio regionale mostra significativamente la diversità delle capacità di contribuzione dei bacini piemontesi, indotta non solo dalla diversità spazio-temporale delle precipitazioni, ma anche dagli altri fattori fisio-climatici, legati per esempio all'altitudine, o addirittura dai fattori antropici.
2. I valori di regime (portate medie mensili) ottenuti con le formule di regionalizzazione mostrano andamenti stagionali ragionevoli, che non possono però essere considerati indistintamente su tutti i bacini come naturali; le formulazioni dei valori medi mensili delle SIMPO sono state basate sulle effettive condizioni di deflusso negli alvei misurate nelle stazioni ed è noto che alcuni tratti fluviali non presentano affatto deflussi naturali a causa delle condizioni di monte; la principale variazione indotta dalle utilizzazioni si vede proprio sul regime delle portate, che risulta alterato, se non sfalsato, sia in termini quantitativi sia temporali; inoltre il regime dei deflussi in alcune zone collinari non è facilmente correlabile ai fattori fisio-climatici di base, per evidenti condizionamenti di tipo locale, come la litologia o l'uso suolo prevalente.
3. Riguardo ai valori caratteristici della curva di durata delle portate, le formule forniscono una buona rispondenza in termini di volumi medi (Q182) su qualsiasi tipo e dimensione di bacino, ma danno risultati poco significativi per quei bacini in cui le portate del regime di magra (Q274, Q355) sono affette da fattori locali, quali utilizzazioni, tipologia delle precipitazioni, interferenza con gli acquiferi di pianura, tipologia del suolo.

Dove le formule SIMPO non hanno fornito risultati "ragionevoli", specialmente su bacini molto piccoli, non sono stati riportati i valori di portata nella tabella di sintesi.

3.1.2 Il regime idrologico sui bacini elementari

Sulla base dei valori di portata caratteristica, media mensile e annua, calcolati attraverso alle formule di regionalizzazione idrologica precedentemente citate, è stato redatto il quadro su tutti i bacini elementari del regime ordinario dei deflussi, ovvero la distribuzione delle portate medie mensili

nell'arco dell'anno; esso è riportato in termini adimensionali rispetto al valore medio annuo nelle tabelle dell'elaborato 1.c/6.

3.1.3 Le portate minime

La definizione delle portate minime "naturali" è decisamente più delicata rispetto alle altre stime idrologiche condotte, perchè i deflussi minimi in una sezione idrografica sono più influenzati da condizioni idrologiche locali, non facilmente individuabili o schematizzabili analiticamente, anzichè dal volume effettivo degli afflussi.

In mancanza di specifici elementi conoscitivi di magra sull'intero reticolo piemontese, (tenendo infatti presente che le serie storiche di portate minime annue misurate alle stazioni idrometriche sono state per quanto possibile elaborate statisticamente, come descritto nel capitolo 4, ma, per i motivi sopra espressi, tali risultati non sono facilmente regionalizzabili sull'intero territorio), si è preferito dare comunque una prima indicazione delle portate minime nelle sezioni di chiusura dei bacini elementari in esame utilizzando le formulazioni sviluppate nello studio SIMPO , che seppur approssimate, forniscono un ordine di grandezza relativo delle condizioni critiche di magra, teoriche naturali.

Tali formule sono espresse come segue:

$$Q_{min\ TR5} = 0.00350 * S^{1.03137} \quad (m^3/s)$$
$$Q_{min\ TR10} = 0.00186 * S^{1.08643} \quad (m^3/s)$$
$$Q_{min\ TR20} = 0.00163 * S^{1.08917} \quad (m^3/s)$$

Tali formule, dipendenti dalla sola superficie del bacino sotteso, in taluni casi hanno fornito risultati del tutto inaccettabili. Pertanto su alcuni bacini i valori non vengono riportati.

3.2 Le carte delle portate

Negli elaborati 1.c/3÷1.c/5 sono riportati alcuni valori di sintesi delle elaborazioni condotte sul campo delle portate di regime ordinario.

In particolare sono state realizzate tre carte descrittive, rispettivamente, dei valori di portata media, di portata di durara 182 giorni/anno e di portata di durata 355 giorni/anno.

I numeri riportati sono riferiti, per rendere direttamente comprensibili le differenze a scala territoriale, non ai valori di portata veri e propri (m^3/s) bensì ai rispettivi valori di contributo specifico ($l/s/km^2$), in modo tale da poter confrontare il comportamento delle differenti aree piemontesi.

Sono stati indicati:

- i contributi specifici medi (rispettivamente q91, q182 e q355 - in l/s/km^2) sui 29 bacini principali della schematizzazione di riferimento della Regione, calcolati alle rispettive sezioni di chiusura sul periodo 1951-1991 mediante le formule SIMPO. Per alcuni bacini, il Sesia, il Po, il Ticino e il Tanaro, sono indicati due valori: uno rappresenta il valore parziale calcolato sul singolo segmento di valle, l'altro rappresenta il valore sul bacino complessivo alla sezione di chiusura di valle. La scelta del valore q91, anziché qmeda, è legata al fatto che, sui bacini piemontesi, in relazione all'adozione di formule di regionalizzazione idrologica, si è individuato come più significativo a rappresentare condizioni di deflusso medie, in termini volumetrici naturali, tale valore anziché il valore di qmeda, che è in qualche modo più soggetto alle eventuali alterazioni di tipo antropico.
- i contributi specifici medi (rispettivamente qmeda, q182 e q355 in l/s/km^2) calcolati sui 151 bacini individuati dalle sezioni di chiusura del modello di simulazione idrologica per il periodo 1999-2002.

Tali carte vogliono rappresentare un quadro efficace delle elaborazioni condotte sulle fonti dei dati disponibili, e permettono di distinguere i comportamenti idrologici medi e quelli a scala locale.

E' da mettere in evidenza come la q355, e la effettiva dispersione dei valori riportati nella carta, sia un parametro di difficile definizione, che risente in maniera molto pesante dei numerosi condizionamenti di tipo idrologico, fisiografico, antropico ed anche statistico. L'analisi critica dei valori riportati sulla carta permette però di individuare in maniera significativa almeno la differenza fra macro-ambiti territoriali ed fra le diverse porzioni idrologiche (di monte e di valle, montane e di pianura, naturali o antropizzate) all'interno di uno stesso bacino, segno di comportamenti idrologici particolari.

4. ANALISI PROBABILISTICA SUI DATI STORICI

L'analisi è stata condotta la fine di individuare indicatori di magra, sia statistici ma specialmente probabilistici, dei deflussi sui corsi d'acqua regionali.

Sono stati pertanto elaborati i valori osservati, memorizzati su base giornaliera, sui bacini idrografici chiusi alle stazioni di misura del SIMN, dotate di serie storiche delle osservazioni sufficientemente lunghe al fine di fornire valori delle variabili idrologiche analizzate ai quali possa essere attribuito significato statistico.

Nel seguito sono brevemente descritte le attività svolte.

4.1 Operazioni statistiche di base: definizione della portata media annua e del regime idrologico mensile ordinario e di magra

Per tutte le stazioni storiche di misura delle portate con dati disponibili (cfr. elaborati 1.b/1,1.b/4 e elaborato 1.b/2 per la loro localizzazione) sono state condotte elaborazioni riguardo ai valori medi mensili e annui per tutti gli anni di osservazione, considerando la serie storica completa, cioè ottenuta unendo i valori mensili caratteristici pubblicati sugli Annali Idrologici ante 1942 e quelli derivati dai dati giornalieri disponibili per gli anni dal 1942 al 1985[4] .

Corso d'acqua	*Sezione*	*Area [km²]*	*Provincia*	*Bacino idrografico*	*Anni osservazione*
Borbera	Baracche	202.0	AL	SCRIVIA	38-43,50-61
Bormida	Cassine	1483.0	AL	BORMIDA	47-58
Chisone	Fenestrelle	154.7	TO	PELLICE	27-43,46-51
Chisone	S. Martino	580.0	TO	PELLICE	37-70
Chisone	Soucheres	94.0	TO	PELLICE	59-71
Corsaglia	Presa C. Moline	88.5	CN	ALTO TANARO	31-59
Dora Baltea	Tavagnasco	3313.0	TO	DORA BALTEA	25-91
Dora Riparia	S.Antonino di Susa	1048.0	TO	DORA RIPARIA	27-53
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	262.1	TO	DORA RIPARIA	27-56
Erro	Sassello	96.0	AL	BORMIDA	45-60
Gesso	Entraque	157.0	CN	STURA DI DEMONTE	52-59,61-64
Grana	Monterosso	102.0	CN	MAIRA	34-73,75
Mastallone	Ponte Folle	149.0	VC	ALTO SESIA	33-44,46-65
Orco	Pont Canavese	617.0	TO	ORCO	28-43,48-75
Po	Crissolo	36.7	CN	ALTO PO	35-73
Rio Bagni	Bagni Vinadio	62.6	CN	STURA DI DEMONTE	34-43,47-56
Rio del Piz	Pietraporzio	21.0	CN	STURA DI DEMONTE	34-56
Scrivia	Serravalle	605.0	AL	SCRIVIA	31-43,52-63
Sesia	Campertogno	170.3	VC	ALTO SESIA	25-50
Sesia	Ponte Aranco	695.0	VC	ALTO SESIA	27-50
Stura di Demonte	Gaiola	562.0	CN	STURA DI DEMONTE	35-44,58-65
Stura di Demonte	Pianche	181.0	CN	STURA DI DEMONTE	33-55
Stura di Lanzo	Lanzo	582.0	TO	STURA DI LANZO	30-43,46-73,75-81
Tanaro	Farigliano	1522.0	CN	ALTO TANARO	42,44-70,76-77,80-85
Tanaro	Montecastello	7985.0	AL	TANARO	23-50,53-77,80-82,84-85
Tanaro	Nucetto	375.0	CN	ALTO TANARO	33-44,47-65
Tanaro	Ponte Nava	148.0	CN	ALTO TANARO	31-34,36-43,46-60,62-68
Ticino	Miorina	6599.0	NO	TICINO	21-85
Toce	Candoglia	1532.0	VB	TOCE	33-64
Vermenagna	Limone	57.2	CN	STURA DI DEMONTE	41-56

Tabella 3 - Elenco delle stazioni storiche di misura considerate

[4] (unica eccezione la Dora Baltea con serie storica fino al 1991).

Le operazioni statistiche di base condotte sulla serie storica delle osservazioni, riportate in appendice 3, sono il calcolo della media, dei valori minimo e massimo, la deviazione standard e il calcolo del coefficiente CV del campione di dati considerato.

Il valore medio della grandezza statistica considerata è calcolato con l'usuale formula della media aritmetica, ovvero come rapporto fra la sommatoria dei valori della serie ed il numero di valori checostituiscono la serie stessa:

$$\text{media} = \left(\frac{\sum_{I=1}^{N} y_i}{N} \right)$$

nella quale:
y_i= singolo valore della variabile ;
N = numero dei dati appartenenti alla serie storica.

Il valore medio della serie storica considerata è un dato molto importante in quanto con riferimento ad esso si può definire se i singoli valori della serie rappresentano situazioni meteo-climatiche più o meno critiche.

In appendice 3 sono quindi riportate, per ogni stazione di misura:

- la tabella delle portate medie mensili e della portata media annua per ogni anno sull'intero periodo di osservazione a disposizione (appendice 3.1);
- la tabella dei valori minimi mensili assoluti per ogni anno, ottenuti dall'elaborazione dei dati giornalieri, e quindi limitata al periodo dal 1942 in poi (per gli anni precedenti non si hanno a disposizione i valori pubblicati riguardo ai minimi assoluti mensili) (appendice 3.2).

La deviazione standard è una misura che indica quanto i valori si discostino dal valore medio y del campione dei dati analizzati (la media) e viene calcolata con la seguente formula:

$$\text{dev.st} = \sqrt{\frac{n\sum y^2 - (\sum y)^2}{n(n-1)}}$$

I valori di regime medio ordinario sono già stati proposti nell'elaborato 1.b/4. Nella tabella 4 seguente sono indicati, invece, i valori minimi mensili (calcolati su base giornaliera) medi sul periodo di osservazione disponibile (dal 1942).

L'analisi dei valori medi mensili e minimi mensili (riportati in appendice 3.1 e 3.2) descrive compiutamente sia il regime medio delle portate dei singoli corsi d'acqua, sia il regime minimo, e permette di individuare i mesi più critici di magra durante l'anno e l'eventuale stagionalità del valore minimo assoluto registrato.

Corso d'acqua	Sezione	Area [km²]	Qgen [m³/s]	Qfeb [m³/s]	Qmar [m³/s]	Qapr [m³/s]	Qmag [m³/s]	Qgiu [m³/s]	Qlug [m³/s]	Qago [m³/s]	Qset [m³/s]	Qott [m³/s]	Qnov [m³/s]	Qdic [m³/s]	Qmedamin [m³/s]
Borbera	Baracche	202.0	3.30	3.79	3.50	2.56	1.99	1.13	0.72	0.53	0.55	1.06	3.78	4.64	0.43
Bormida	Cassine	1483.0	7.75	10.58	12.64	9.62	9.66	3.49	2.21	1.75	1.81	2.55	3.96	6.40	1.54
Chisone	Fenestrelle	154.7	1.01	0.93	0.98	1.82	3.82	5.50	3.16	2.03	1.77	1.73	1.31	1.08	0.74
Chisone	S. Martino	580.0	3.84	3.61	4.22	8.17	17.87	17.86	7.17	4.44	4.38	5.37	5.62	4.63	2.75
Chisone	Soucheres	94.0	0.73	0.72	0.70	0.99	3.53	4.68	2.54	1.36	1.16	1.26	1.03	0.88	0.56
Corsaglia	Presa C. Moline	88.5	0.60	0.63	1.00	3.64	4.48	1.72	0.61	0.46	0.44	0.72	0.93	0.86	0.34
Dora Baltea	Tavagnasco	3313.0	29.89	28.03	28.95	39.84	66.37	143.37	139.97	91.58	62.73	46.18	39.61	32.17	24.52
Dora Riparia	S.Antonino S.	1048.0	11.08	10.71	11.23	14.03	19.42	23.92	14.79	11.35	12.32	13.62	13.17	11.78	8.94
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	262.1	1.83	1.74	1.79	3.39	6.59	7.82	3.85	2.78	2.73	2.83	2.49	1.94	1.52
Erro	Sassello	96.0	1.31	1.49	1.57	1.27	1.07	0.51	0.37	0.32	0.34	0.48	0.81	1.15	0.29
Gesso	Entraque	157.0	1.67	1.70	2.03	5.24	8.92	9.82	4.90	2.91	2.64	2.92	2.57	2.34	1.43
Grana	Monterosso	102.0	0.82	0.87	1.15	3.13	4.13	2.32	1.06	0.80	0.88	1.11	1.26	0.99	0.57
Mastallone	Ponte Folle	149.0	1.39	1.24	1.81	4.16	5.61	3.64	2.04	1.61	1.70	1.97	2.20	1.70	0.72
Orco	Pont Canavese	617.0	5.71	5.40	5.96	9.93	19.02	21.72	14.45	10.06	8.80	8.47	7.48	6.47	4.42
Po	Crissolo	36.7	0.58	0.57	0.56	0.69	1.39	2.43	1.56	1.04	0.92	0.95	0.86	0.70	0.48
Rio Bagni	Bagni Vinadio	62.6	0.66	0.56	0.64	1.36	2.83	3.72	1.65	0.99	0.89	1.00	0.96	0.79	0.52
Rio del Piz	Pietraporzio	21.0	0.27	0.25	0.25	0.42	0.96	1.51	0.89	0.54	0.51	0.53	0.45	0.33	0.24
Scrivia	Serravalle	605.0	7.28	4.25	6.34	6.60	4.36	2.43	1.46	0.91	1.05	4.45	6.22	7.33	0.77
Sesia	Campertogno	170.3	0.81	0.85	0.92	2.79	6.66	7.73	6.10	4.13	3.17	2.09	1.59	1.05	0.66
Sesia	Ponte Aranco	695.0	4.50	4.78	7.50	18.26	31.70	19.25	14.28	12.56	9.99	8.95	8.27	5.80	3.73
Stura di Demonte	Gaiola	562.0	5.72	5.43	6.13	12.14	21.84	23.99	12.24	8.10	7.61	8.63	8.04	6.95	5.05
Stura di Demonte	Pianche	181.0	2.13	2.03	2.09	3.99	6.70	6.59	3.37	2.61	2.47	2.65	2.79	2.29	1.80
Stura di Lanzo	Lanzo	582.0	4.59	4.70	5.68	10.20	18.57	24.29	14.71	9.58	8.35	8.10	7.02	5.67	4.02
Tanaro	Farigliano	1522.0	16.12	15.43	21.44	33.19	36.03	15.20	6.69	6.35	8.18	12.92	15.64	17.18	3.61
Tanaro	Montecastello	7985.0	55.92	62.28	83.83	105.57	111.03	64.67	27.32	19.10	25.92	37.50	48.85	59.00	15.15
Tanaro	Nucetto	375.0	3.37	3.50	5.06	8.26	9.77	4.56	1.97	1.59	1.63	2.58	3.58	4.18	1.52
Tanaro	Ponte Nava	148.0	1.28	1.12	1.85	3.61	5.48	2.99	1.18	0.78	0.64	1.22	1.60	1.63	0.50
Ticino	Miorina	6599.0	128.14	133.40	133.94	164.63	278.06	319.31	228.14	201.76	167.03	160.04	138.41	131.34	96.07
Toce	Candoglia	1532.0	25.95	24.99	25.88	34.71	56.24	72.25	58.06	44.64	37.92	34.46	33.14	28.60	21.43
Vermenagna	Limone	57.2	0.71	0.67	0.74	2.33	2.84	1.33	0.78	0.70	0.68	0.98	1.03	0.83	0.52

Tabella 4 - Valori di portata media minima mensile nelle stazioni in esame.

Sui bacini di tipo alpino, specialmente per le porzioni alte di bacino senza invasi artificiali di rilievo, le portate minime si verificano nel periodo invernale e persistono da dicembre fino a marzo circa, essendo dovute sia alle scarse precipitazioni sia al fatto che spesso queste sono solide e si accumulano nelle coltri nevose. Peraltro, sui bacini alpini più grossi non si osservano minimi estivi significativi, in quanto le portate estive naturali sono sostenute dallo scioglimento dei nevai e dei ghiacciai.

I bacini di tipo appenninico presentano invece un minimo principale estivo che si protrae fra luglio e settembre ed un minimo secondario in inverno (febbraio), entrambi principalmente dovuti alla scarsità di apporti meteorici.

L'analisi delle serie storiche dei minimi mensili ha messo invece in evidenza un fenomeno particolare, legato alla considerazione che su tutti i bacini esaminati, alpini o appenninici, i minimi assoluti storici di portata registrati non presentano alcun legame particolare né con il teorico regime dei deflussi né con la tipologia del bacino (cfr. tabella 5, in cui sono riportati i valori di portata minima assoluta registrata in ciascuna stazione di misura e il mese e l'anno di accadimento).

Sulla Stura di Demonte, sul Sesia o sul Chisone, i minimi storici assoluti si sono verificati principalmente nella stagione invernale, ma con portate minime assolute differenti, come epoca e entità, da stazione a stazione sullo stesso bacino; sul Tanaro invece le portate minime si sono registrate prevalentemente nella stagione estiva, con eccezione della stazione di Farigliano.

Dalle considerazioni sopra evidenziate si può dedurre come il valore di portata minimo registrato in una stazione di misura sia legato a fattori non facilmente oggettivabili e spesso non correlabili a situazioni idrologiche che presentino una determinata ricorrenza spazio-temporale; cioè su quasi tutti i bacini esaminati l'evento critico assoluto è probabilmente dovuto ad una serie di concause che non si verificano con regolarità stagionale, né omogeneamente sull'intero bacino.

Infine, come ulteriore valore statistico è stato valutato il coefficiente CV, calcolato dal rapporto tra la deviazione standard e il valore medio. Esso risulta un ulteriore semplice indicatore della dispensione più o meno evidente dei dati di misura.

Sono stati valutati tre diversi parametri:

- CV1: dato dal rapporto tra la deviazione standard e il valore medio mensile di portata calcolato sull'intero periodo di dati a disposizione
- CV2: dato dal rapporto tra la deviazione standard e la media dei valori giornalieri di portata
- Cvannuo: dato dal rapporto tra la deviazione standard e la portata media annua

Una sintesi di tali indicatori è riportata nella tabella 6 seguente.

Corso d'acqua	*Sezione*	*Area [km²]*	*Periodo*	*Mese-Anno*	*Qmin [m³/s]*
Borbera	Baracche	202.0	1942-1961	Ago 42, Dic 57	0.00
Bormida	Cassine	1483.0	1942-1958	Lug 47, Ago 47	0.70
Chisone	Fenestrelle	154.7	1942-1951	Feb 51, Mar 51	0.53
Chisone	S. Martino	580.0	1942-1970	Mar 47	0.39
Chisone	Soucheres	94.0	1959-1971	Mar 59	0.00
Corsaglia	Presa C. Moline	88.5	1942-1959	Ott 46, Gen 50	0.10
Dora Baltea	Tavagnasco	3313.0	1942-1991	Mar 87	11.40
Dora Riparia	S.Antonino di Susa	1048.0	1942-1953	Ago 50	6.12
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	262.1	1942-1956	Feb 51	1.14
Erro	Sassello	96.0	1945-1960	Mar 50, Dic 50	0.0
Gesso	Entraque	157.0	1952-1964	Nov 54	0.86
Grana	Monterosso	102.0	1942-1975	Dic 42, Ago 61	0.00
Mastallone	Ponte Folle	149.0	1942-1966	Feb 63	0.10
Orco	Pont Canavese	617.0	1942-1975	Mar 49	1.15
Po	Crissolo	36.7	1942-1976	Gen 58, Mar 58	0.00
Rio Bagni	Bagni Vinadio	62.6	1942-1956	Feb 53	0.00
Rio del Piz	Pietraporzio	21.0	1942-1957	Gen 42, Mar 43	0.17
Scrivia	Serravalle	605.0	1942-1963	Lug 62	0.10
Sesia	Campertogno	170.3	1942-1950	Dic 50	0.53
Sesia	Ponte Aranco	695.0	1942-1950	Dic 46	2.19
Stura di Demonte	Gaiola	562.0	1942-1965	Dic 74	3.30
Stura di Demonte	Pianche	181.0	1942-1955	Feb 53, Mar 55	1.00
Stura di Lanzo	Lanzo	582.0	1942-1981	Gen 59	1.00
Tanaro	Farigliano	1522.0	1942-1985	Mar 47, Ott 59	0.00
Tanaro	Montecastello	7985.0	1942-1985	Ago 58	0.30
Tanaro	Nucetto	375.0	1942-1965	Ago 43	0.89
Tanaro	Ponte Nava	148.0	1942-1968	Lug 43	0.00
Ticino	Miorina	6599.0	1942-1985	Mag 70	31.30
Toce	Candoglia	1532.0	1942-1964	Dic 64	12.80
Vermenagna	Limone	57.2	1942-1956	Set 52	0.11

Tabella 5 - Minimi assoluti registrati nelle stazioni di misura del SIMN

Corso d'acqua	Sezione	Area [km^2]	Periodo	$CV1_{gen}$	$CV1_{feb}$	$CV1_{mar}$	$CV1_{apr}$	$CV1_{mag}$	$CV1_{giu}$	$CV1_{lug}$	$CV1_{ago}$	$CV1_{set}$	$CV1_{ott}$	$CV1_{nov}$	$CV1_{dic}$	CVanno	CV2
Borbera	Baracche	202.0	1938-1961	0.80	1.04	0.85	0.58	0.53	0.67	0.42	0.30	1.17	1.59	1.17	0.99	0.54	1.91
Bormida	Cassine	1483.0	1947-1958	0.86	1.13	0.90	0.71	0.78	0.75	0.58	0.60	1.37	1.24	1.79	0.97	0.48	2.71
Chisone	Fenestrelle	154.7	1927-1951	0.31	0.33	0.38	0.58	0.54	0.38	0.62	0.58	0.44	0.50	0.47	0.36	0.33	1.06
Chisone	S. Martino	580.0	1937-1970	0.30	0.33	0.56	0.51	0.54	0.57	0.54	0.40	0.75	0.84	0.75	1.32	0.35	1.32
Chisone	Soucheres	94.0	1959-1971	0.34	0.33	0.46	0.49	0.44	0.27	0.30	0.26	0.47	0.69	0.39	0.44	0.27	1.09
Corsaglia	Presa C. Molline	88.5	1931-1959	0.50	0.52	0.47	0.42	0.43	0.62	0.64	0.52	0.88	0.99	0.77	0.54	0.35	4.22
Dora Baltea	Tavagnasco	3313.0	1925-1991	0.26	0.24	0.32	0.37	0.40	0.31	0.30	0.23	0.33	0.44	0.47	0.27	0.22	0.84
Dora Riparia	S.Antonino di Susa	1048.0	1927-1953	0.19	0.18	0.18	0.31	0.50	0.44	0.53	0.33	0.63	0.54	0.40	0.18	0.28	0.76
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	262.1	1927-1956	0.22	0.19	0.28	0.37	0.43	0.47	0.54	0.34	0.27	0.35	0.33	0.23	0.29	0.99
Erro	Sassello	96.0	1945-1960	0.66	0.71	0.73	0.61	0.77	0.56	0.53	0.68	0.97	0.97	0.96	0.71	0.34	2.03
Gesso	Entraque	157.0	1952-1964	0.28	0.43	0.40	0.17	0.31	0.52	0.26	0.34	0.61	0.92	0.61	0.33	0.36	1.08
Grana	Monterosso	102.0	1934-1975	0.40	0.43	0.53	0.45	0.50	0.52	0.45	0.29	0.66	0.82	0.85	0.72	0.33	1.40
Mastallone	Ponte Folle	149.0	1933-1966	0.67	0.72	0.72	0.62	0.51	1.22	0.64	0.95	1.19	0.81	1.02	0.64	0.36	2.50
Orco	Pont Canavese	617.0	1928-1975	0.28	0.36	0.57	0.51	0.45	0.51	0.49	0.43	0.62	0.84	0.66	0.30	0.27	1.14
Po	Crissolo	36.7	1935-1976	0.34	0.36	0.44	0.33	0.48	0.42	0.45	0.31	0.63	0.64	0.50	0.35	0.27	1.23
Rio Bagni	Bagni Vinadio	62.6	1934-1956	0.25	0.24	0.32	0.37	0.48	0.43	0.47	0.45	0.48	0.67	0.47	0.21	0.27	1.10
Rio del Piz	Pietraporzio	21.0	1934-1957	0.20	0.24	0.32	0.34	0.34	0.35	0.46	0.34	0.36	0.62	0.45	0.19	0.20	0.85
Scrivia	Serravalle	605.0	1931-1963	0.98	0.78	0.69	0.63	0.61	0.76	0.93	1.07	1.29	1.10	0.79	0.70	0.33	1.73
Sesia	Campertogno	170.3	1925-1950	0.30	0.33	0.48	0.43	0.37	0.36	0.40	0.35	0.57	0.63	0.73	0.36	0.21	1.48
Sesia	Ponte Aranco	695.0	1927-1950	0.46	0.48	0.65	0.61	0.37	0.46	0.58	0.66	0.72	0.80	0.71	0.49	0.23	2.38
Stura di Demonte	Gaiola	562.0	1935-1965	0.35	0.34	0.50	0.42	0.41	0.43	0.52	0.49	0.51	0.50	0.56	0.41	0.31	1.02
Stura di Demonte	Pianche	181.0	1933-1955	0.22	0.23	0.20	0.31	0.51	0.47	0.59	0.35	0.33	0.46	0.44	0.24	0.28	0.93
Stura di Lanzo	Lanzo	582.0	1930-1981	0.33	0.34	0.56	0.51	0.53	0.42	0.44	0.44	0.60	0.88	0.77	0.45	0.28	1.44
Tanaro	Farigliano	1522.0	1942-1985	0.41	0.55	0.49	0.40	0.54	0.52	1.34	0.54	0.67	0.89	0.80	0.72	0.33	1.48
Tanaro	Montecastello	7985.0	1923-1985	0.65	0.68	0.64	0.54	0.57	0.53	0.63	0.78	0.85	0.93	0.79	0.74	0.36	1.48
Tanaro	Nucetto	375.0	1933-1965	0.69	0.66	0.63	0.54	0.41	0.63	0.56	0.40	0.89	1.02	0.78	0.74	0.38	1.59
Tanaro	Ponte Nava	148.0	1931-1968	0.77	0.70	0.50	0.47	0.36	0.67	0.73	0.51	0.96	1.02	0.78	0.62	0.35	1.44
Ticino	Miorina	6599.0	1921-1985	0.29	0.40	0.51	0.43	0.41	0.35	0.42	0.47	0.50	0.67	0.84	0.41	0.27	0.81
Toce	Candoglia	1532.0	1933-1964	0.20	0.22	0.32	0.42	0.47	0.43	0.42	0.53	0.54	0.65	0.69	0.50	0.27	1.05
Vermenagna	Limone	57.2	1941-1956	0.35	0.30	0.38	0.29	0.47	0.61	0.40	0.39	0.66	0.77	1.31	0.75	0.31	1.33

Tabella 6 - CV delle stazioni di misura

4.2 Definizione delle curve di durata dei deflussi

Le curve di durata delle portate rappresentano le funzioni che legano ciascun valore di portata al corrispondente numero di giorni in cui mediamente essa viene superata nell'arco di un anno.

La disponibilità dei dati su scala di tempo giornaliera ha permesso di elaborare le curve di durata per tutti gli anni dal 1942 in poi e, come per le portate medie mensili, si è integrata la serie storica dei cinque valori caratteristici della curva di durata delle portate di ciascuna stazione per gli anni precedenti al 1942 utilizzando i valori pubblicati dal SIMN.

Le elaborazioni sono riportate in appendice 3, dove per ogni stazione di misura è fornita la tabella dei valori caratteristici della scala di durata delle portate (denominati Q10÷Q355= portata minima di durata media 10÷355 giorni/anno) per ogni anno sull'intero periodo di osservazione a disposizione (appendice 3.3). I valori statistici di base riportati in appendice 3.3 per ogni durata sono: valore medio, valore massimo, valore minimo e deviazione standard, calcolati sui valori caratteristici della curva di durata.

L'analisi dell'andamento delle curve di durata costruite su base giornaliera permette di mettere in evidenza la differenza fra i corsi d'acqua a regime fluviale con brevi periodi di secca (come i bacini valdostani e quelli alpini di testata), i corsi d'acqua a regime permanente (come la Stura di Demonte) e i corsi d'acqua a regime fortemente torrentizio con lunghi periodi di secca (come i bacini di testata appenninici).

I tratti terminali delle curve di durata delle portate sono ovviamente quelli di interesse per le analisi di magra e confrontando i diversi andamenti delle curve annuali elaborate è possibile, in prima approssimazione, distinguere il campo delle portate di magra a seconda del tipo di bacino.

Per i corsi d'acqua con regime tipicamente alpino, che presentano perciò regime dei deflussi permanente o con brevi periodi di secca, il tratto terminale della curva di durata su cui solitamente si concentrano le analisi ai fini delle magre è delimitato nell'intorno delle portate Q347-Q365.

4.3 Analisi della persistenza delle magre

Il tempo di permanenza di un fenomeno di magra può essere definito come il tempo per cui la portata media giornaliera rimane inferiore ad un valore di soglia prefissato.

L'analisi sviluppata sulle serie storiche giornaliere dei dati di portata misurati è stata volta a definire, anno per anno, alcuni valori di portata di riferimento legati a diverse durate consecutive in giorni; sono stati cioè individuati i valori soglia di portata (minimi annui) che, su differenti estensioni di durata consecutiva, individuano periodi con portate di entità minore.

Numericamente l'analisi è stata svolta applicando, per ogni stazione e per ogni anno il metodo della media mobile su 365 valori, con finestre temporali di 7,15 e 30[5].

Il metodo delle medie mobili consiste nell'assumere la media dei valori della variabile in un periodo di N intervalli precedenti al tempo t (t-N+1,….., t) quale stima previsionale per il successivo tempo (t+1).

Il parametro fondamentale che condiziona la maggiore o minore aderenza del modello alla realtà è ovviamente il numero N di intervalli su cui calcolare la media.

Per determinare il numero di termini successivi che devono costituire le medie si procede nel seguente modo.

Partendo dalla serie dei dati rilevati x_i si eseguono le medie $Y_{i,N}$ per gruppi di termini successivi:

$$Y_{i,N} = \frac{x_i + ...x_{i+N-1}}{N}$$

con i seguenti valori per le variabili N ed i:
N = 1,2…., ntot/2
i = 1,2 …., ntot-N

Sulle serie storiche artificiali create con le medie mobili di assegnata finestra temporale "N" si è individuato, per ogni anno, il valore minimo: esso rappresenta quindi la minima portata media calcolata su "N" giorni consecutivi..

Questo valore minimo però è un valore medio sull'intervallo temporale considerato: il valore massimo individuato sugli "N" giorni consecutivi su cui è stato calcolato tale valore minimo annuo rappresenta invece un vero e proprio valore di soglia, da utilizzarsi per valutare le persistenze di predefiniti stati idrologici di magra.

Dall'analisi con le medie mobili è stata quindi valutata la serie dei valori minimi annui di assegnata finestra temporale, riportata in appendice 3.4, relativi ad intervalli di 7, 15 e 30 giorni consecutivi; tali valori rappresentano ciascuno il valore medio dei minimi valori di portata consecutivi, per durate definite, che si verificano durante l'anno.

Il valore ricavato, specialmente relativo a una durata di 7 giorni, è quello che viene generalmente utilizzato per l'analisi statistica finalizzata all'individuazione di una portata di magra convenzionalmente definita come, per esempio, $Q_{7,10}$ (portata di 7 giorni con tempo di ritorno 10

[5] L'analisi con finestra temporale di 30 giorni è stata condotta su anni fittizzi non solari, nel senso che la media mobile è stata calcolata sempre su 30 giorni consecutivi, quindi considerando sempre anche l'anno successivo a quello in esame.

anni), la quale per alcuni metodi di analisi viene assunta come parametro idrologico della stima del DMV.

La regolarizzazione statistica delle serie storiche ricostruite del valore indicatore sopracitato, permette di rappresentare condizioni di maggior criticità legate al concetto di tempo di ritorno.

4.4 Analisi probabilistica dei principali indicatori di magra

I principali indicatori numerici di magra dei corsi d'acqua in esame sono indubbiamente individuati da alcuni valori caratteristici del tratto terminale della curva di durata delle portate stimata nelle stazioni di misura localizzate sugli stessi corsi d'acqua.

Anche i risultati dell'analisi di persistenza delle magre precedentemente descritta sono significativi indicatori di criticità idrologica.

Gli indicatori di magra calcolati sono stati successivamente regolarizzati attraverso funzioni di probabilità, al fine di individuarne i valori di criticità idrologica di assegnato tempo di ritorno.

Le serie storiche dei valori di portata di assegnata durata (per esempio la Q355, la Q7, la Qmin) calcolati per ogni anno sull'intero periodo di osservazione sono state regolarizzate statisticamente, salvo nei casi in cui il campione di dati a disposizione non presentava lunghezza della serie sufficientemente estesa.

Anche in questo caso sono stati creati due set distinti di dati statistici:

- quelli calcolati dai dati giornalieri dal 1942, che presentano serie storiche più brevi ma omogenee, che permettono di confrontare il comportamento idrologico delle diverse stazioni, la Q355;
- quelli con una serie storica più estesa, utilizzando i 5 dati caratteristici pubblicati dal 1923, che permettono di regolarizzare i valori significativi caratteristici del tratto basso della curva di durata, cioè la Q355.

L'elaborazione statistica condotta determina per una stazione di misura il valore minimo prevedibile per assegnati tempi di ritorno della variabile idrologica assegnata, utilizzando un metodo probabilistico di regolarizzazione con diversi tipi di distribuzione.

Occorre ovviamente che per la stazione considerata sia disponibile una serie storica di misure sufficientemente estesa dei valori annuali osservati

Alla serie storica delle osservazioni vengono adattati diversi tipi di distribuzione probabilistica :

1. distribuzione log-normale (Galton)

$$f(y)\cdot dy = \frac{0.3989}{y\cdot s}\cdot e^{-\frac{(\ln y - m)^2}{2\cdot s^2}}\cdot dy$$

con parametri s,m

2. distribuzione di Pearson Type III (funzione gamma)

$$f(y)\cdot dy = \frac{1}{s\cdot \Gamma(p)}\cdot\left[\frac{y-a}{s}\right]^{p-1}\cdot e^{-\frac{y-a}{s}}\cdot dy$$

con parametri s,p,a

3. distribuzione di Fisher-Tippet Type I (Gumbel)

$$f(y)\cdot dy = \frac{1}{a}\cdot \exp\left[-\frac{y-z}{a} - e^{-\frac{y-z}{a}}\right]\cdot dy$$

con parametri a,z

La stima dei parametri avviene utilizzando il metodo della massima verosimiglianza (maximum likelihood). Noti i parametri, per i diversi tipi di distribuzione, i valori richiesti di Y (valore minimo prevedibile per un assegnato tempo di ritorno TR) soddisfano la condizione per cui l'integrale esteso tra Y e infinito di f(y)dy è uguale a 1/TR, valore che rappresenta la probabilità che in un anno particolare il dato in esame non superi Y.

Per indirizzare la scelta del tipo di distribuzione che meglio si adatta alla serie storica delle osservazioni, vengono calcolati i valori SQM e PROB. Il primo rappresenta lo scarto quadratico medio degli scostamenti tra le distribuzioni teoriche ed osservate delle frequenze di non superamento (FCi - FCO). Il secondo rappresenta la probabilità, secondo il test di Kolmogorov-Smirnov, che la distribuzione teorica rappresenti adeguatamente la distribuzione osservata.

In appendice 3.4 sono sintetizzati i valori di assegnato tempo di ritorno degli indicatori di persistenza, calcolati per ogni stazione naturale e per le durate consecutive che si ritengono più significative a rappresentare realmente i fenomeni di magra (7, 15 e 30 giorni).

In appendice 3.5 sono riportati per ciascuna stazione i valori regolarizzati della Q355 per diversi tempi di ritorno.

Analizzando i risultati ottenuti si osserva come nella maggior parte dei casi l'estensione maggiore della serie storica non ha fondamentalmente alterato l'entità delle portate minime regolarizzate, cioè i valori di magra di assegnato tempo di ritorno.

5. VALORI CARATTERISTICI DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE

L'analisi idrologica di base viene completata con la valutazione della componente del deflusso minimo vitale (DMV), calcolata sui bacini elementari in base sia alla normativa regionale sia alle linee guida dell'Autorità di Bacino del Po definite con delibera del comitato istituzionale n.15/2001 del 31 gennaio 2001.

5.1 Il DMV della Regione Piemonte

La determinazione del deflusso minimo vitale in un corso d'acqua, da garantire in alveo affinchè possano conservarsi la funzionalità e la qualità dell'intero ecosistema fluviale, è resa obbligatoria in Piemonte dalla D.G.R. n.74 - 45166 del 26 aprile 1995.

Le istruzioni tecniche per la corretta definizione del valore DMV -deflusso minimo vitale-, valore di base, sono state sviluppate nello Standard PD-IT/1 del Novembre 1991, valido per qualunque corso d'acqua naturale che scorra nella regione piemontese; lo standard risponde, seppure in termini minimali, oltre che a criteri di qualità ambientale a obiettivi di salvaguardia del bilancio idrico a livello regionale, di tutela delle utenze minori, di mantenimento delle capacità di autodepurazione dei corsi d'acqua e di preservazione di una base minima di risorse idriche per necessità future.

Tale standard presenta dei termini operativi di calcolo e dei termini applicativi, nei quali sono tenuti in conto sia gli aspetti tecnici di individuazione del valore "teorico idrologico", sia gli aspetti di introduzione graduale dello standard stesso, atti comunque a raggiungere un prefissato livello di salvaguardia ambientale nei tratti fluviali oggetto di derivazione.

I *termini operativi* di tale procedura tecnica prevedono il calcolo del valore q355 (portata specifica minima di durata 355 giorni/anno) attraverso formule sintetiche, o di regionalizzazione, che tengono conto sia della superficie del bacino sotteso dalla sezione di derivazione in esame S (km^2), sia della sua altitudine media HMED (m s.m.) e dell'afflusso medio annuo ragguagliato al bacino stesso A (mm).

Tale valore viene "naturalizzato" attraverso la q355-N, che definisce il valore medio corretto, rispetto ai termini di regionalizzazione, del deflusso naturale.

In alternativa all'applicazione del metodo di regionalizzazione idrologica, il valore q355-N può essere

individuato attraverso un'analisi specifica e di dettaglio, basata su dati empirici e calcolazioni di maggior impegno, definita "analisi idrologica avanzata". Essa si basa su informazioni dirette (da misure) relative ai deflussi e sull'utilizzo di adeguati modelli di simulazione idrologica (numerici) operanti su base di tempo giornaliera, preferibilmente di tipo concettuale deterministico.

I *termini applicativi* si basano sulla formula:

DMV = KA * KB * KC * q355-N * S (l/s)

dove:

S = superficie del bacino sotteso (km^2)

KA = 0.70, individua il valore idrologico della q355 con tempo di ritorno pari a 3-5 anni;

KB = individua i termini di introduzione graduale del DMV, secondo l'adeguamento progressivo da applicarsi a rinnovi di domande esistenti:

= 0.10 fino al 31.12.1994
= 0.25 dal 1.1.1995
= 0.50 dal 1.1.2000
= 1.00 dal 1.1.2005 ;

utilizzando KB=1 si individua il cosiddetto "valore a regime" del DMV, da applicarsi a tutte le nuove domande di derivazione;

KC = 1.0 - 1.5, esprime il livello di protezione ambientale che si intende assegnare al corso d'acqua. con riferimento ai seguenti criteri:

per tutti i tratti fluviali non indicati nelle figure 4,5,6 (*) KC= 1.0

per i tratti fluviali indicati nelle figure 4,5,6:

in zona A per bacini con H>= 1600 m s.m. KC= 1.1
per zone A e B KC= 1.25
per zona C KC= 1.5

(*) I tratti fluviali indicati nelle figure 4,5,6 del DGR n.74/1995 sono classificati in relazione alla presenza reale o potenziale delle specie ittiche significative in Piemonte (trota mormorata, trota fario, temolo, barbo canino, luccio).

La decorrenza del coefficiente KC è immediata sui i tratti fluviali con presenza reale dell'ittiofauna significativa; con decorrenza 1/1/2005 sui tratti potenziali.

Il valore ottenuto dai calcoli viene confrontato con il campo individuato dai valori DMV'-DMV", con DMV' valore minimo come da istruzioni tecniche e DMV" valore massimo in funzione della portata naturale media (QMEDA). Si ottiene quindi il valore DMV-C di concessione, valore di base.

Ulteriori *termini applicativi* prevedono le limitazione o le deroghe nella regola del DMV.

Le deroghe sono tali da consentire modalità operative meno efficaci ai fini della compatibilità ambientale e sono configurabili nei seguenti casi:

a) Utenze per le quali - dato il ruolo strategico delle stesse all'interno del sistema delle utilizzazioni

idriche regionale e/o nazionale, riconosciuto previa apposita istruttoria tecnico-amministrativa- si ravvisi l'opportunità di derogare dallo standard;

b) Emergenze idriche di particolare gravità, tali da determinare deroghe stagionali;
c) Utenze con portata massima di prelievo inferiore o uguale al DMV.

Sono altresì configurabili condizioni maggiormente restrittive per motivate ragioni di particolare protezione ambientale.

Il controllo del rispetto del valore di DMV a valle delle opere di captazione deve essere effettuato attraverso una misura diretta della portata istantanea a valle della derivazione, eseguita con modalità oggettive e conformi alla normativa ISO vigente e/o a prassi idrometriche riconosciute.

5.2 Il DMV dell'Autorità di Bacino del Po

L'Autorità di Bacino del Po, tra le sue attività di pianificazione e programmazione nell'ambito della razionale utilizzazione delle risorse idriche superficialie profonde (legge 183/89) include la tutela del deflusso minimo vitale negli alvei fluviali.

Con deliberazione del 13 marzo 2002 n.7/2002[6] , l'AdBPo, adempiendo alle disposizioni di tutela[7] , ha quindi predisposto una regola di calcolo del deflusso minimo vitale e i criteri di applicazione della stessa da parte degli Enti preposti al rilascio delle concessioni di derivazione d'acqua. Regola e criteri si basano su principi di sussidiarietà e gradualità; nonostante la regola dell'Autorità di Bacino sia da applicarsi per l'intero bacino del Po, le Regioni possono adeguarle alle proprie realtà territoriali, nell'ambito di criteri comuni, attraverso l'adozione di provvedimenti propri e la determinazione di parametri sito-specifici, secondo processi stabiliti, nel D.Lgs.152/99, nell'ambito dell'interazione fra pianificazione di bacino e pianificazione regionale.

Il DMV come definito dalla AdBPo si compone di una componente idrologica, stimata in base alle peculiarità del regime idrologico, e da ulteriori eventuali fattori correttivi che tengono conto delle caratteristiche morfologiche dell'alveo, della naturalità e dei pregi naturalistici, della destinazione funzionale e degli obiettivi di qualità definiti dalle Regioni, nell'ambito dei Piani di Tutela.

La componente idrologica si applica a tutte le concessioni di derivazione d'acqua pubblica da corsi d'acqua. L'applicazione dei fattori correttivi è limitata ai soli corsi d'acqua individuati dalle Regioni nell'ambito dei loro strumenti di pianificazione e regolamentari.

---

[6] Adozione degli obiettivi e delle priorita' d'intervento ai sensi dell'art. 44 del d.lgs. 152/99 e successive modifiche e aggiornamento del programma di redazione del piano stralcio di bacino sul bilancio idrico – all.B "Criteri di regolazione delle portate in alveo"

[7] L'azione di tutela deve garantire che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il deflusso minimo vitale (legge 36/94), al fine di non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati.

Il DMV in una determinata sezione di un corso d'acqua si calcola secondo la seguente formula:

$$DMV = k*q_{meda}*S*M*Z*A*T \quad (\text{in l/s})$$

dove:

- k = parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche
- q_{meda} = portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (in l/s km^2)
- S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corso d'acqua (in km^2)
- M = parametro morfologico
- Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, calcolati distintamente, dove:
  - N = parametro naturalistico
  - F = parametro di fruizione
  - Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali
- A = parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee.
- T = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV.

Il valore del termine $k*q_{meda}*S$ rappresenta la componente idrologica del DMV; essa deve essere definita per ogni derivazione che insiste sul reticolo idrografico naturale. Gli altri parametri rappresentano dei fattori di correzione che tengono conto, ove necessario, delle particolari condizioni locali.

Il parametro k esprime la percentuale della portata media che deve essere considerata nel calcolo del deflusso minimo vitale. Il valore del parametro k è compreso fra 0 e 1, estremi inclusi, ed è diversificato per aree omogenee sul bacino del Po nei regimi idrologici di magra.

Inoltre il parametro k è stimato differentemente in funzione della dimensione del bacino idrografico su cui si applica. Per bacini di superficie inferiore o uguale a 50 km^2 l'Autorità ritiene opportuno che il parametro k sia determinato a livello regionale sulla base degli elementi acquisiti attraverso studi finalizzati alla redazione dei piani di tutela delle acque. Per bacini di superficie superiore a 50 km^2, invece, il parametro è calcolato secondo espressioni di calcolo differenziate per ogni area.

Per esempio, per i bacini dell'Area 2 (bacini della Dora Baltea, del Sesia, del Toce) l'espressione è la seguente:

$k = -2.00\ 10^{-5}\ S + 0.14$ per S < 1000 km^2

$k = 0.12$ per S > 1000 km^2

Per i bacini dell'area 7 (bacini compresi tra la Stura di Demonte e l'Orco) è la seguente:

$k = 0{,}052\ S^{0{,}068232}\ q_{meda}0^{,234733} + 0{,}4689/q_{meda}$ per $R = S^{0{,}068232}\ q_{meda}^{1{,}234733} \leq 106{,}37$

$k = 6/q_{meda}$ per R > 106,37

5.3 Risultati

Nell'elaborato 1.c/8 sono riportate le tabelle con il calcolo del DMV sui bacini elementari secondo i due metodi descritti.

Per i bacini di superficie sottesa inferiore a 50 km^2 non è stato calcolato il valore secondo il metodo dell'Autorità di Bacino del Po, in attesa di valutare tutti gli elementi necessari alla definizione del parametro K o di altro indicatore per la stima del rilascio idrologico minimo sui piccoli bacini.

Se si confrontano, per entrambe le formulazioni, le sole componenti idrologiche del valore del DMV, si rileva mediamente un incremento dei valori del DMV dell'Autorità di Bacino del Po dell'ordine del 20÷30% rispetto alla regola della Regione Piemonte.

6. SINTESI ORGANICA DEI RISULTATI DI CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA

Negli elaborati 1.c/6-1.c/7 sono riportate le tabelle contenenti i principali elementi di caratterizzazione climatica e idrologica sui bacini elementari calcolati come descritto nei capitoli precedenti, riferiti mediamente al periodo storico dal 1951 al 1991.

Nel corso delle attività relative alle fasi successive del progetto, il quadro di riferimento è leggermente cambiato rispetto a quello rappresentato nel presente rapporto. In particolare si è adottata una nuova schematizzazione territoriale in 34 aree idrografiche , anziché le 29 iniziali, ed i bacini elementari sono divenuti oltre 680.

E' importante segnalare quindi che, anziché rielaborare completamente il quadro conoscitivo redatto in fase 1 nel marzo 2003, la maggior parte degli elementi di aggiornamento della caratterizzazione sul territorio risultano inseriti negli elaborati finali del progetto (editi nel marzo 2004), e sono riportati in sintesi nelle cosiddette "monografie" delle aree idrografiche, dei laghi, delle macroaree idrogeologiche di riferimento acquifero superficiale e delle macroaree idrogeologiche di riferimento acquifero sotterraneo, cui si rimanda integralmente.

Nell'elaborato 1.c/6 sono riportati i valori delle principali grandezze climatiche calcolati su ciascun bacino elementare individuato, valori pertanto di precipitazione media annua e di regime delle precipitazioni, di temperatura media annua e di evapotraspirazione potenziale media annua. Riguardo alla radiazione solare media annua non è stato possibile regionalizzare a scala di bacino piemontese i dati di misura reperiti durante l'attività conoscitiva (confronta elaborato 1.b/1). E' stato invece inserito un campo relativo ad una sorta di indice nivale grezzo, ovvero è stato riportata la percentuale stimata di possibile precipitazione in forma di neve anzichè pioggia su tutti i bacini con quota altimetrica superiore ai 1200 m s.m..

Nell'elaborato 1.c/7 sono invece riportati i valori statistici relativi ai deflussi, ovvero le portate medie mensili e annue e i valori della curva di durata delle portate, derivanti da formule di regionalizzazione di tipo statistico.

In appendice 3 sono riportate tutte le elaborazioni di tipo statistico (medie, varianze etc) e probabilistico sui valori minimi (valori critici di assegnato tempo di ritorno) condotte sulle serie storiche dei dati di portata osservati.

Per completezza di analisi, si riportano, nelle appendici 1 e 2 al presente rapporto, le elaborazioni di sintesi condotte sui risultati su base giornaliera del modello idrologico, applicato sul periodo recente di riferimento settembre 1999-agosto 2002.

Sui 151 punti di interesse per il territorio regionale sono stati pertanto calcolati i valori di portata medi mensili e quelli caratteristici della curva di durata delle portate derivati dalla simulazione.

L'analisi di tali valori verrà ulteriormente approfondita nella seconda fase del progetto, dove il modello idrologico messo a punto durante questa prima fase verrà utilizzato per alimentare il modello gestionale, ovvero la rappresentazione della componente idrologica e antropica in un sistema numerico integrato, al fine di condurre analisi sul bilancio idrologico dei bacini.

I dati recenti sui corsi d'acqua e sugli utilizzi su di essi assentiti che verranno elaborati nel sistema modellistica integrato, permetteranno di condurre un'ulteriore appropriata taratura del sistema stesso; pertanto le componenti idrologiche naturali, calcolate virtualmente con il modello afflussi-deflussi e qui sintetizzate, diventeranno, integrate con gli usi, portate idrologiche effettivamente defluenti nelle aste fluviali.

Questi valori potranno essere utilizzati per creare un ulteriore quadro conoscitivo sui deflussi nei corpi idrici da confrontare con scenari futuri.

APPENDICE 1

Elaborazioni di sintesi dei risultati del modello idrologico per le 151 sezioni di riferimento (sul periodo 1999-2002)

ELENCO SEZIONI IDROGRAFICHE DEL MODELLO IDROLOGICO

Denominazione bacino: codice bacino e localizzazione sezione di chiusura
UTM X, UTM Y: coordinate della sezione di chiusura sulla rete idrografica di riferimento
AREA (km2) : superficie del bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura

DENOMINAZIONE BACINO	UTM X	UTM Y	AREA (km^2)
1001_SESIA A CAMPERTOGNO	424873	5073042	170.0
1002_SERMENZA A BALMUCCIA	432972	5074816	132.0
1003_MASTALLONE A PONTE FOLLE	442193	5075761	147.0
1004_SESIA A BORGOSESIA	443758	5062636	695.7
1005_SESSERA A PRAY	439474	5058324	126.0
1006_SESIA A ROMAGNANO	451265	5054286	984.6
1007_ELVO A SORDEVOLO	418903	5048156	32.0
1008_ELVO A CARISIO	438097	5030119	261.9
1009_CERVO A BIELLA	426529	5047211	125.0
1010_STRONA A COSSATO	437405	5044019	104.0
1011_CERVO A QUINTO V.SE	451104	5025703	998.6
1012_SESIA A VERCELLI	456403	5018678	2268.0
1013_SESIA A PALESTRO	463549	5015025	2585.9
2001_STURA DI DEMONTE A PIANCHE	350194	4907338	251.4
2002_STURA DI DEMONTE A GAIOLA	373603	4909956	559.4
2003_GESSO DELLA VALLETTA A SAN LORENZO	368704	4901961	112.0
2004_GESSO DI ENTRACQUE AD ENTRACQUE	371546	4900579	155.4
2005_GESSO A BORGO SAN DALMAZZO	380575	4909607	361.2
2006_VERMENAGNA A LIMONE	384526	4898736	75.8
2007_STURA DI DEMONTE A FOSSANO	398586	4930814	1247.9
2008_STURA DI DEMONTE A CHERASCO	410555	4945949	1414.8
2009_TANARO A PONTE NAVA	409487	4885679	134.8
2010_TANARO A GARESSIO	421245	4894618	248.3
2011_TANARO A PIANTORRE	418253	4919049	499.2
2012_CORSAGLIA ALLA CENTRALE MOLLINE	408719	4908106	104.2
2013_CORSAGLIA A LESEGNO	416888	4918933	307.8
2014_ELLERO A MONDOVI'	406108	4916170	178.2
2015_PESIO A CHIUSA PESIO	394587	4906262	90.1
2016_PESIO A CARRU'	411136	4924597	320.3
2017_TANARO A FARIGLIANO	412733	4930146	1507.6
2018_TANARO A CHERASCO	412007	4945310	3190.5
2019_BORBORE A SAN DAMIANO	427383	4966247	84.8
2020_TRIVERSA CONFLUENZA BORBORE	430148	4970164	291.7
2021_TANARO AD ALBA	422930	4951033	3381.3
2022_TANARO AD ASTI	437833	4970758	4122.2
2023_VERSA AD ASTI	441515	4972084	196.4
2024_TANARO A MASIO	453462	4969073	4536.1

DENOMINAZIONE BACINO	UTM X	UTM Y	AREA (km^2)
2025_BELBO A BORGOMALE	432068	4940517	95.6
2026_BELBO A SANTO STEFANO	439082	4951265	182.1
2027_TINELLA CONFLUENZA BELBO	439595	4952191	76.5
2028_BELBO A CASTELNUOVO	454072	4960765	421.8
2029_TANARO AD ALESSANDRIA	468916	4973925	5269.8
2031_BORMIDA DI MILLESIMO A CAMERANA	433227	4920867	259.3
2032_BORMIDA DI MILLESIMO A CESSOLE	440602	4944420	490.8
2034_BORMIDA DI SPIGNO A MOMBALDONE	446330	4933356	316.7
2035_VALLA CONFLUENZA BORMIDA DI SPIGNO	447505	4932530	72.3
2037_ERRO CONFLUENZA BORMIDA	454712	4945761	250.6
2038_BORMIDA A CASSINE	463931	4955483	1522.7
2041_ORBA AD OVADA	472341	4944308	331.9
2042_PIOTA CONFLUENZA ORBA	474233	4947046	110.3
2043_LEMME CONFLUENZA ORBA	483296	4949119	107.3
2044_ORBA A BASALUZZO	473989	4957439	722.5
2045_ORBA A CASALCERMELLI	471168	4964675	798.4
2046_BORMIDA AD ALESSANDRIA	472089	4972610	2583.1
2047_TANARO A MONTECASTELLO	475386	4977136	8011.5
2048_TANARO CONFLUENZA PO	483237	4984233	8156.3
3001_RIO VERDE A POIRINO	407519	4975062	72.7
3002_BANNA A POIRINO	407735	4975576	271.9
3003_BANNA A BAUDUCCHI	398429	4978759	513.5
3004_RICCHIARDO MONTE CONFL. PO	398326	4963545	317.7
3005_SANGONE A SANGANO	378374	4988364	150.8
3006_SANGONE A MONCALIERI	395202	4984869	242.0
3007_CHISOLA A LA LOGGIA	395163	4980713	475.4
3008_CHISONE A SOUCHERES BASSES	339065	4988175	93.9
3009_CHISONE MONTE CONFL. GERMANASCA	356700	4981007	271.1
3010_GERMANASCA A PERRERO	355016	4978902	188.5
3011_CHISONE A S. MARTINO	364423	4971842	580.7
3012_PELLICE A LUSERNA	361207	4963681	215.0
3013_PELLICE A ZUCCHEA	373818	4964523	324.0
3014_PO A GAMBASCA	370507	4943972	223.3
3015_PO A CARDE'	379467	4956396	495.3
3016_VARAITA A RORE	358801	4937402	264.2
3017_VARAITA A ROSSANA	376181	4934954	401.6
3018_VARAITA A POLONGHERA	389207	4961986	563.5
3019_MAIRA A STROPPO	352555	4929318	333.5
3020_MAIRA A BUSCA	379236	4930574	568.7
3021_GRANA A MONTEROSSO	366506	4919099	103.0
3022_MAIRA A RACCONIGI	394683	4957952	1115.3
3023_PO VALLE CONFL. MAIRA	394280	4967923	3575.0
3024_PO A CARIGNANO	396585	4973745	3975.5
3025_PO A MONCALIERI	395720	4983889	5058.6
3026_PO A TORINO (MURAZZI INFERIORI)	398314	4991439	5365.9

DENOMINAZIONE BACINO	UTM X	UTM Y	AREA (km^2)
4001_THURES MONTE CONFL. DORA RIPARIA	328130	4977941	57.3
4002_RIPA MONTE CONFL. DORA RIPARIA	328328	4978300	88.5
4003_DORA RIPARIA A OULX	329235	4989180	260.1
4004_DORA DI BARDONECCHIA VALLE CONFL. DORA DI ROCHEMOLLES	320186	4993668	172.9
4005_DORA DI BARDONECCHIA MONTE CONFL. DORA RIPARIA	328863	4990046	236.7
4006_DORA RIPARIA A EXILLES	337769	4996181	595.0
4007_DORA RIPARIA MONTE CONFL. CENISCHIA	346957	5000252	689.2
4008_CENISCHIA A NOVALESA	344127	5006070	81.0
4009_DORA RIPARIA A SUSA	347563	4999970	826.5
4010_DORA RIPARIA A BUSSOLENO	356455	4999434	956.1
4011_DORA RIPARIA AD AVIGLIANA	376145	4994290	1218.2
4012_DORA RIPARIA A TORINO	399197	4992385	1314.3
4013_STURA DI VIU' A USSEGLIO	360699	5010258	81.3
4014_STURA DI VIU' A MADDALENE	377463	5010856	229.9
4015_STURA DI ALA MONTE CONFL. STURA DI LANZO	373388	5019119	133.1
4016_STURA DI VAL GRANDE MONTE CONFL. STURA DI LANZO	374179	5019263	156.1
4017_STURA DI LANZO A LANZO	381075	5014062	580.1
4018_CERONDA A VENARIA	392567	4999276	170.9
4019_STURA DI LANZO A TORINO	398267	4996287	869.4
4020_MALONE A FRONT	395694	5015596	125.9
4021_MALONE A BRANDIZZO	409974	5004016	336.5
4022_ORCO A ROSONE	376354	5032491	198.4
4023_SOANA A PONT CANAVESE	390661	5030874	214.5
4024_ORCO A COURGNE'	394724	5027934	629.9
4025_ORCO A FOGLIZZO	406429	5011430	845.8
4026_ORCO A CHIVASSO	410280	5005562	915.1
5005_TOCE A CADARESE	451042	5127021	177.0
5006_TOCE A PONTEMAGLIO	447892	5114555	358.8
5007_ISORNO A PONTETTO	448294	5111379	71.0
5008_MELEZZO OCCIDENTALE A MASERA	448365	5109195	51.0
5009_DIVERIA A CREVOLA	445934	5111414	264.0
5010_BOGNA A PONTE CADDO	443891	5107962	81.0
5011_S. BERNARDINO A SANTINO	463407	5089502	122.0
5012_OVESCA A VILLADOSSOLA	442622	5101797	145.0
5013_ANZA A PIEDIMULERA	442446	5096653	257.0
5014_TOCE A CANDOGLIA	455121	5091583	1534.8
5015_NIGUGLIA A OMEGNA	454213	5080413	96.0
5016_STRONA A GRAVELLONA	456131	5086258	222.0
5017_TICINO A MIORINA	471828	5063538	6571.2
5018_TICINO A CERANO	485943	5029687	7096.5
5019_TERDOPPIO MONTE CONFL. TICINO	484298	5027570	262.0
5020_TICINO MONTE CONFL. PO	516879	4999944	8110.9
6025_DORA BALTEA A TAVAGNASCO	408490	5044584	3316.0
6026_DORA BALTEA A IVREA	412113	5035431	3390.1
6027_CHIUSELLA A STRAMBINELLO	406042	5030633	150.7

DENOMINAZIONE BACINO	UTM X	UTM Y	AREA (km^2)
6028_CHIUSELLA A CERONE	413712	5028898	212.6
6029_DORA BALTEA A VEROLENGO	424637	5005506	3899.3
7001_SCRIVIA AD ARQUATA	493513	4945929	295.5
7002_VOBBIA A ISOLA DEL CANTONE	496963	4943579	60.8
7003_BORBERA A BARACCHE	498543	4952601	208.4
7004_SCRIVIA A SERRAVALLE	489042	4952858	618.3
7005_SCRIVIA A TORTONA	487421	4964098	713.8
7006_GRUE MONTE CONFL. SCRIVIA	490682	4980503	117.5
7007_SCRIVIA A GUAZZORA	490343	4986079	955.1
7008_CURONE A VOLPEDO	498891	4970549	153.9
7009_CURONE MONTE CONFL. PO	493460	4987931	248.2
7011_STAFFORA MONTE CONFL. PO	503987	4992188	348.8
8001_PO A CASTIGLIONE	404259	4998380	7636.0
8002_PO A CHIVASSO	412694	5003973	9076.8
8003_PO A CRESCENTINO	429320	5003362	13217.7
8004_PO A PALAZZOLO	439895	5002017	13307.6
8005_STURA DEL MONFERRATO MONTE CONFL. PO	448924	4999553	191.0
8006_PO A CASALE MONFERRATO	456521	4999083	13753.0
8007_ROTALDO MONTE CONFL. PO	468550	4992908	161.0
8008_PO A VALENZA	471069	4989578	17371.8
8009_PO A ISOLA S. ANTONIO	485525	4987194	25952.4
8011_AGOGNA MONTE CONFL. PO	488581	4991412	703.6
8012_PO A CASEI GEROLA	494021	4990617	27937.3
8014_PO A BECCA	517921	4998839	37185.8

PORTATE MEDIE MENSILI SUL PERIODO SETT.1999 - AGOSTO 2002 (m^3/s)

Codice BAC	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
1001	1.61	1.91	2.69	2.75	13.00	15.69	17.92	8.25	12.57	14.50	2.87	2.03	7.98
1002	1.82	2.26	4.05	7.08	19.62	13.36	8.02	4.05	12.19	14.55	4.40	2.64	7.84
1003	2.64	3.48	5.69	10.99	20.22	11.75	5.82	4.01	10.68	15.73	7.18	3.54	8.48
1004_tot	11.75	16.47	23.68	38.51	85.17	58.13	40.89	22.77	63.28	74.35	30.26	14.88	40.01
1005	1.53	2.98	5.29	6.44	16.46	7.67	4.85	4.36	13.88	15.04	8.38	2.05	7.41
1006_tot	16.37	24.08	33.91	50.97	114.98	71.36	49.84	31.52	84.32	103.56	49.23	19.98	54.18
1007	0.32	0.62	0.95	1.51	4.56	2.35	1.13	1.20	2.86	3.21	1.54	0.51	1.73
1008_tot	3.95	4.91	5.63	6.54	16.90	8.22	4.29	4.14	7.06	17.48	13.94	4.61	8.14
1009	1.09	2.98	4.06	6.44	17.52	8.51	4.88	3.90	14.20	12.80	6.87	1.69	7.08
1010	1.64	2.23	3.11	3.43	7.51	3.08	1.76	2.15	3.37	8.41	7.01	2.22	3.83
1011_tot	17.26	20.12	24.37	25.86	54.62	30.30	19.92	18.24	30.30	47.86	41.12	20.80	29.23
1012_tot	37.17	47.84	61.92	81.09	175.36	106.30	73.52	53.00	116.49	154.21	94.55	44.92	87.20
1013_tot	41.20	51.99	66.04	85.29	180.63	110.57	77.06	56.16	118.57	157.33	99.29	49.59	91.14
2001	3.39	2.75	5.38	7.17	17.41	20.75	11.62	6.62	7.58	13.97	9.08	4.92	9.22
2002_tot	8.18	8.37	13.48	15.79	36.03	38.17	22.53	12.63	14.24	26.94	21.74	11.90	19.16
2003	0.17	0.13	0.70	2.03	6.23	9.84	8.90	6.87	8.65	7.91	3.16	0.51	4.59
2004	0.55	0.86	2.01	3.76	10.01	12.12	9.71	7.19	9.11	11.88	5.92	1.05	6.18
2005_tot	1.60	2.74	5.26	9.02	21.91	25.85	20.95	14.84	20.89	25.23	13.79	2.90	13.75
2006	0.46	0.44	1.13	1.73	4.39	4.19	2.80	0.89	2.90	5.16	4.03	0.87	2.42
2007_tot	13.26	15.25	25.02	31.44	71.53	74.44	49.88	29.69	42.93	67.73	49.90	19.03	40.84
2008_tot	14.51	16.70	26.98	33.20	74.31	75.65	50.60	30.22	43.96	71.20	53.86	20.53	42.64
2009	3.23	2.43	5.41	4.26	7.58	3.40	2.59	2.22	6.48	14.49	9.86	2.83	5.40
2010_tot	5.19	3.79	8.33	6.74	12.12	5.39	3.94	3.60	10.92	23.17	15.43	4.75	8.62
2011_tot	8.60	6.95	13.50	11.49	19.57	7.34	5.26	4.95	15.20	35.39	27.03	8.34	13.64
2012	1.47	1.18	3.30	3.18	6.94	2.74	2.36	1.62	4.57	7.08	4.89	1.89	3.44
2013_tot	4.71	3.75	7.99	7.35	13.83	5.34	4.39	3.05	10.34	17.53	14.00	5.27	8.13
2014	2.99	2.40	4.42	4.09	9.55	4.17	3.42	2.33	6.02	10.25	8.14	3.03	5.07
2015	1.22	1.43	2.87	3.07	7.24	4.73	2.78	1.39	4.25	6.07	4.35	1.55	3.41
2016_tot	4.80	5.10	7.99	7.85	14.85	10.02	5.95	3.09	8.86	16.08	14.81	5.58	8.75

Codice BAC	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
2017_tot	23.70	20.59	37.42	33.80	62.33	28.51	20.07	14.40	41.89	84.44	70.72	25.29	38.60
2018_tot	41.15	40.15	68.52	70.69	141.49	106.22	71.95	45.71	87.07	160.19	131.05	49.45	84.47
2019	0.51	0.66	0.81	0.77	0.68	0.42	0.32	0.30	0.41	0.67	0.95	0.58	0.59
2020	1.99	1.78	2.47	2.08	2.52	1.48	1.30	1.21	0.83	1.32	2.69	2.14	1.82
2021_tot	43.05	41.94	71.14	72.97	144.21	107.80	72.93	46.51	87.84	162.49	134.77	52.11	86.48
2022_tot	49.01	47.42	77.77	78.97	151.04	112.46	76.97	50.22	90.71	166.84	142.19	58.68	91.86
2023	1.80	1.44	2.03	1.66	2.19	1.05	0.92	0.88	0.62	1.11	2.50	1.81	1.50
2024_tot	52.51	50.52	81.48	82.31	155.07	114.97	79.20	52.31	92.27	169.17	146.46	62.32	94.88
2025	1.16	0.96	1.29	1.17	1.70	0.56	0.44	0.42	0.52	1.88	2.20	1.20	1.13
2026_tot	2.16	2.02	2.63	2.30	3.61	0.95	0.64	0.62	0.91	3.70	4.47	2.03	2.17
2027	0.81	1.05	1.24	1.06	1.81	0.41	0.19	0.23	0.36	1.61	2.05	0.75	0.97
2028_tot	4.67	4.87	6.15	5.51	7.93	1.86	1.08	1.15	1.60	8.10	10.50	4.12	4.80
2029_tot	59.75	57.94	90.21	90.47	165.81	119.21	82.38	55.36	95.43	179.17	159.61	69.15	102.04
2031_tot	4.37	5.23	6.52	7.12	8.53	2.17	1.60	1.58	4.68	10.94	11.25	3.72	5.64
2032_tot	6.58	8.20	9.92	10.27	13.06	3.17	2.40	2.29	6.58	16.46	17.38	5.78	8.51
2034_tot	3.41	5.91	6.32	7.10	8.92	1.85	1.27	1.08	3.74	12.22	13.76	3.61	5.77
2035	0.95	1.86	1.63	1.54	1.72	0.45	0.32	0.23	0.48	2.14	2.99	1.14	1.29
2037_tot	3.71	7.14	6.10	5.39	5.63	1.51	1.08	0.79	1.72	8.11	11.88	3.86	4.74
2038_tot	19.17	29.67	31.14	30.30	36.21	9.32	6.63	5.49	14.23	46.74	59.70	19.90	25.71
2041_tot	8.35	12.19	12.16	9.59	8.87	2.80	2.35	2.39	4.22	13.84	20.72	8.29	8.81
2042	3.96	4.36	4.81	3.75	3.60	1.22	0.99	1.29	2.16	5.98	8.79	3.90	3.73
2043	3.43	3.83	4.69	3.52	2.85	1.11	0.93	1.21	2.37	5.71	9.22	4.34	3.60
2044_tot	19.15	24.31	26.18	20.41	18.09	6.15	5.17	5.68	10.35	30.21	47.71	20.46	19.49
2045_tot	20.21	25.67	27.70	21.64	19.14	6.51	5.48	5.95	10.87	31.59	50.79	21.75	20.61
2046_tot	42.35	58.27	62.88	55.30	58.59	17.63	13.67	12.82	26.21	80.55	116.43	44.84	49.13
2047_tot	103.59	117.65	154.49	147.18	225.79	138.02	97.09	69.11	122.52	260.68	277.52	115.55	152.43
2048_tot	105.13	119.11	155.88	148.55	227.10	139.14	98.06	69.98	123.39	261.64	279.02	117.14	153.68
3001	0.59	0.95	0.94	0.87	0.85	0.36	0.25	0.30	0.45	1.04	1.36	0.53	0.71
3002	1.87	3.69	3.11	2.68	4.10	0.98	1.09	1.71	1.92	4.77	5.52	1.78	2.77
3003_tot	3.84	7.43	6.01	5.32	7.23	2.19	2.17	3.18	3.56	8.48	10.14	3.47	5.25
3004	3.11	3.41	4.35	3.53	3.77	1.90	1.60	1.51	1.16	3.38	5.68	3.09	3.04
3005	2.37	2.64	3.83	5.55	10.04	4.84	2.81	2.65	3.95	7.55	4.90	2.82	4.49

Codice BAC	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
3006_tot	3.76	4.12	5.25	6.86	12.15	6.03	3.72	3.61	4.70	9.38	6.96	4.04	5.88
3007	5.75	7.62	8.18	7.33	15.51	7.87	4.83	4.35	2.89	11.40	11.90	5.72	7.78
3008	0.37	0.50	1.06	1.31	6.55	6.70	2.38	1.40	2.21	5.07	1.08	0.58	2.43
3009_tot	1.36	3.19	4.77	6.12	22.16	16.94	6.02	4.27	6.44	15.74	4.38	2.01	7.78
3010	0.91	2.34	3.64	5.18	18.11	17.05	6.86	3.85	6.72	13.41	3.44	1.34	6.90
3011_tot	3.35	8.40	12.88	15.76	51.14	38.65	15.35	10.24	16.11	37.23	12.07	4.69	18.82
3012	2.52	3.46	4.18	6.62	19.40	15.87	6.78	4.14	7.13	12.66	5.20	3.21	7.60
3013_tot	4.76	6.07	7.05	9.64	25.21	19.27	9.24	6.41	8.73	16.04	8.59	5.77	10.57
3014	3.57	4.09	4.99	6.17	14.72	12.90	5.75	4.77	4.66	9.70	6.17	4.16	6.81
3015_tot	8.32	9.13	10.92	10.71	22.06	17.54	10.06	8.75	7.36	15.11	13.61	9.50	11.92
3016	2.15	2.08	5.03	5.23	15.47	19.45	11.04	8.93	9.41	15.71	6.23	3.30	8.67
3017_tot	4.55	4.64	8.28	9.00	20.36	22.41	13.39	11.09	11.12	18.10	9.57	5.98	11.54
3018_tot	6.58	6.49	10.39	10.59	22.32	24.19	15.06	12.60	12.17	19.38	11.87	8.17	13.32
3019	6.64	6.28	7.83	8.89	16.29	17.98	11.98	9.37	9.78	13.24	10.66	8.19	10.59
3020_tot	10.88	10.60	13.04	14.62	24.23	23.55	16.05	12.56	13.96	19.34	16.72	12.73	15.69
3021	1.23	1.66	2.67	3.41	6.68	4.81	2.59	1.33	2.50	4.62	3.48	1.72	3.06
3022_tot	18.47	18.39	22.29	24.22	37.80	34.58	24.43	19.08	20.35	28.83	27.31	21.26	24.75
3023_tot	47.04	54.01	69.28	76.26	165.41	140.65	80.10	62.56	68.58	121.38	79.62	55.41	85.03
3024_tot	50.85	58.09	74.31	80.43	169.97	143.24	82.32	64.66	70.24	125.36	86.09	59.28	88.74
3025_tot	61.21	73.95	89.31	93.82	193.58	154.07	90.01	72.85	77.18	145.87	108.98	69.32	102.51
3026_tot	65.60	78.76	95.28	101.28	206.47	160.78	94.34	77.03	82.29	155.77	116.65	74.06	109.02
4001	0.61	0.58	0.59	0.63	2.33	4.07	3.16	2.35	1.83	2.13	1.18	0.77	1.69
4002	0.93	0.89	1.00	1.14	3.57	6.51	5.28	3.69	2.93	3.31	1.79	1.18	2.69
4003_tot	2.95	2.87	3.16	3.42	10.24	15.18	10.94	7.79	6.27	8.74	5.10	3.65	6.69
4004	0.70	0.79	1.40	1.57	8.66	13.00	5.16	2.71	3.08	5.11	1.98	0.94	3.76
4005_tot	1.40	1.53	2.33	2.65	10.77	14.88	6.13	3.48	3.68	6.46	3.20	1.81	4.86
4006_tot	5.44	5.46	6.84	7.73	24.57	33.77	19.44	12.83	10.96	17.69	10.27	6.85	13.49
4007_tot	6.93	6.98	8.71	9.99	28.85	37.91	22.05	14.66	12.28	20.80	12.88	8.54	15.88
4008	1.63	1.50	1.62	1.72	3.46	4.44	3.23	3.06	2.97	3.36	2.28	1.87	2.60
4009_tot	9.67	9.58	11.64	13.11	34.32	44.33	26.78	19.14	16.41	26.02	16.68	11.62	19.94
4010_tot	12.13	11.95	14.12	15.78	38.49	48.34	29.85	21.83	18.54	28.88	19.75	14.29	22.83
4011_tot	17.01	16.49	18.90	20.63	46.03	55.11	35.20	26.86	22.56	34.34	25.72	19.76	28.22

Codice BAC	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
4012_tot	18.28	17.69	20.13	21.75	47.55	56.55	36.51	28.08	23.42	35.46	27.19	21.18	29.48
4013	0.18	0.27	1.01	1.06	5.47	8.41	5.50	5.68	3.84	4.69	0.91	0.24	3.11
4014_tot	1.65	2.45	5.10	5.95	21.49	16.20	8.09	9.35	8.58	16.47	5.79	1.72	8.57
4015	0.49	1.31	2.30	2.73	13.83	12.78	7.75	9.49	7.96	11.98	2.32	0.76	6.14
4016	0.72	1.85	3.38	4.01	17.46	16.80	12.61	11.85	11.71	15.71	3.04	1.23	8.37
4017_tot	3.50	6.86	12.44	14.85	58.01	48.03	29.22	32.17	29.86	48.87	13.76	4.46	25.17
4018	1.60	3.62	3.37	4.01	8.71	3.60	1.37	3.00	3.81	9.04	6.86	1.98	4.25
4019_tot	6.06	12.04	18.35	21.78	73.51	54.76	31.97	37.01	34.89	63.50	24.84	7.86	32.21
4020	0.58	2.40	2.58	3.60	9.37	3.69	1.38	2.96	4.85	8.50	5.67	0.92	3.87
4021_tot	1.28	5.88	5.39	6.74	18.87	6.35	2.58	5.62	7.52	18.37	14.07	1.95	7.88
4022	1.33	1.44	2.27	3.44	15.63	23.26	18.12	21.03	16.65	15.90	4.38	1.86	10.44
4023	1.12	2.74	3.96	5.37	23.68	25.63	12.54	8.27	14.18	15.86	4.99	1.43	9.98
4024_tot	4.01	7.18	11.46	15.01	60.90	76.74	40.10	39.23	43.12	48.60	16.56	5.13	30.67
4025_tot	6.54	10.49	15.26	19.08	73.09	81.92	42.92	42.66	46.79	60.03	26.46	8.27	36.13
4026_tot	7.24	11.35	16.28	19.71	74.54	82.91	43.50	43.16	47.13	61.15	28.03	9.28	37.02
5005	11.19	9.75	8.74	8.02	9.34	11.87	16.18	55.34	67.89	32.26	15.16	13.01	21.56
5006_tot	17.68	15.67	14.85	14.65	21.65	24.87	27.78	66.01	81.42	46.59	24.84	20.51	31.38
5007	1.21	1.56	1.96	3.76	9.90	8.40	4.74	2.25	6.27	8.34	3.63	1.53	4.46
5008	0.87	1.11	1.64	2.88	5.02	2.70	1.85	1.44	4.42	4.99	2.28	1.05	2.52
5009	4.81	5.00	6.65	8.80	19.82	22.77	31.94	37.55	26.18	26.76	11.24	6.06	17.30
5010	0.54	0.77	1.68	3.53	11.51	7.73	3.94	2.63	7.57	12.13	3.17	1.08	4.69
5011	2.48	2.92	4.01	6.22	14.05	9.51	5.80	5.12	7.94	14.04	8.29	3.63	7.00
5012	5.23	4.76	4.74	5.51	9.43	9.55	9.15	8.54	10.18	11.56	7.80	6.04	7.71
5013	1.42	2.49	5.32	8.07	30.21	19.72	14.45	15.32	24.33	23.64	8.02	2.33	12.95
5014_tot	34.86	36.18	43.07	58.13	131.62	107.87	100.20	139.65	176.54	160.66	74.42	42.59	92.15
5015	2.36	2.68	2.37	3.32	6.65	4.74	3.23	3.02	2.94	8.10	6.73	3.19	4.11
5016_tot	4.33	5.52	5.90	10.08	20.85	13.31	8.68	7.46	11.99	22.34	14.77	5.73	10.91
5017_tot	161.01	173.93	223.56	290.75	629.93	542.35	520.67	446.35	517.28	681.03	410.02	196.78	399.47
5018_tot	174.87	186.96	237.50	303.72	645.05	555.28	532.53	457.78	525.40	691.79	426.53	210.92	412.36
5019	4.81	5.32	5.73	5.17	7.01	3.82	3.65	3.66	2.77	5.84	8.01	4.76	5.05
5020_tot	188.72	201.22	252.10	318.24	662.41	567.94	544.01	468.68	533.57	703.91	443.59	225.16	425.80
6025_tot	90.55	84.68	88.62	95.05	208.18	269.20	238.62	231.60	218.66	238.83	163.22	116.09	170.28

Codice BAC	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
6026_tot	91.68	85.79	89.99	96.58	212.23	271.72	240.16	233.05	220.47	243.18	166.91	117.87	172.47
6027	2.83	2.73	3.34	4.90	11.91	10.65	6.98	5.81	5.94	9.54	7.67	4.30	6.38
6028_tot	4.02	3.82	4.49	5.98	14.27	12.40	8.19	6.84	6.94	12.28	10.60	6.01	7.99
6029_tot	100.83	94.61	99.35	106.93	232.35	289.06	252.78	243.95	230.63	260.24	183.93	129.61	185.36
7001_tot	7.00	7.58	9.91	7.92	5.95	1.95	1.31	2.40	6.76	16.37	29.00	10.27	8.87
7002	1.52	1.33	1.83	1.54	1.12	0.38	0.26	0.45	1.29	3.03	5.47	1.91	1.68
7003	4.41	4.13	6.13	5.22	3.67	1.35	0.90	1.38	4.37	9.61	16.36	5.12	5.22
7004_tot	14.33	14.19	19.11	15.56	11.25	3.87	2.58	4.33	12.72	30.57	54.62	18.74	16.82
7005_tot	16.32	15.75	20.96	17.13	12.43	4.35	2.91	4.69	13.55	32.87	60.03	21.27	18.52
7006	5.06	2.81	2.43	1.86	1.44	0.60	0.42	0.42	0.85	1.96	5.37	2.64	2.15
7007_tot	23.35	20.00	25.14	20.58	15.08	5.46	3.68	5.47	15.05	36.32	69.88	26.55	22.21
7008	2.89	2.52	3.32	3.14	2.40	1.02	0.63	0.74	1.86	4.06	8.65	3.91	2.93
7009_tot	4.23	3.50	4.55	4.27	3.33	1.39	0.89	1.01	2.28	5.00	11.56	5.73	3.98
7011_tot	6.31	5.41	6.54	6.14	4.81	2.02	1.31	1.52	3.49	8.13	17.98	8.47	6.01
8001_tot	90.68	109.23	134.52	145.52	328.41	272.94	163.60	142.85	141.12	255.39	169.53	103.93	171.48
8002_tot	101.01	128.28	158.12	173.81	424.05	364.39	211.66	193.48	197.03	336.52	213.69	117.16	218.27
8003_tot	203.93	224.99	259.71	282.93	658.93	655.94	466.69	439.51	429.08	598.56	399.93	249.08	405.77
8004_tot	204.60	225.68	260.45	283.67	659.76	656.72	467.39	440.15	429.52	599.10	400.64	249.80	406.46
8005	1.45	1.68	2.19	1.90	2.36	1.34	0.83	0.80	0.66	1.46	2.69	1.80	1.60
8006_tot	208.26	229.63	265.02	287.95	664.83	660.66	470.52	443.04	431.67	602.35	405.66	253.96	410.30
8007	0.86	0.82	1.20	1.39	1.56	0.82	0.52	0.61	0.38	0.85	1.71	1.17	0.99
8008_tot	257.22	289.46	339.63	382.65	856.38	780.76	555.79	506.88	555.32	765.90	513.80	312.12	509.66
8009_tot	365.14	411.28	498.33	534.14	1086.50	922.58	656.20	579.00	680.60	1029.54	795.54	432.14	665.92
8011_tot	8.60	10.35	9.91	11.36	18.34	9.89	6.89	7.41	7.08	18.05	21.56	10.85	11.69
8012_tot	401.82	445.62	538.42	570.85	1123.75	939.76	668.05	593.25	705.39	1089.30	899.03	475.80	704.25
8014_tot	607.03	664.05	808.83	906.40	1801.53	1518.13	1220.47	1069.83	1248.33	1808.12	1371.04	719.26	1145.25

VALORI CARATTERISTICI DELLA CURVA DI DURATA DELLE PORTATE SUL PERIODO SETT.1999 - AGOSTO 2002 (m^3/s)

Codice BAC	Q10	Q30	Q60	Q91	Q182	Q274	Q355
1001	37.59	21.69	13.67	7.52	2.81	1.34	0.52
1002	42.33	17.14	9.57	6.54	3.01	2.04	1.13
1003	41.37	17.18	9.56	6.48	3.46	2.49	1.51
1004_tot	198.35	79.08	43.80	33.77	19.01	11.62	7.66
1005	40.29	15.30	9.21	6.53	2.59	0.86	0.29
1006_tot	244.72	106.89	60.53	48.19	28.18	15.24	8.74
1007	7.23	3.67	2.43	1.81	0.84	0.32	0.08
1008_tot	34.22	16.84	11.59	8.99	5.12	2.18	0.76
1009	38.03	14.16	8.37	6.06	2.85	0.80	0.24
1010	18.36	7.73	4.72	3.76	2.22	0.99	0.40
1011_tot	100.66	57.03	40.80	31.86	21.30	11.10	4.44
1012_tot	326.26	165.14	106.49	85.42	54.85	29.42	14.53
1013_tot	332.83	171.15	111.56	90.69	59.11	31.83	15.86
2001	29.90	20.44	14.99	11.70	6.53	3.59	1.56
2002_tot	61.19	39.52	29.98	24.85	14.13	8.75	4.15
2003	19.12	10.33	7.10	6.12	3.25	0.46	0.01
2004	27.09	14.00	9.46	7.37	4.02	1.16	0.01
2005_tot	56.02	30.81	21.25	16.26	9.50	3.44	0.03
2006	13.15	6.03	4.18	3.06	1.36	0.44	0.01
2007_tot	144.36	87.55	63.94	50.97	28.91	16.67	4.94
2008_tot	151.41	90.95	65.49	52.83	30.15	17.68	5.12
2009	28.71	11.79	7.11	5.42	2.53	0.74	0.22
2010_tot	45.74	19.69	12.06	8.88	3.92	1.25	0.36
2011_tot	73.59	32.20	20.07	14.62	5.85	2.36	0.87
2012	15.04	7.71	4.82	3.65	1.66	0.80	0.19
2013_tot	41.98	18.11	11.34	8.69	4.07	1.78	0.72
2014	24.03	11.66	6.88	5.32	2.71	1.07	0.39
2015	14.86	7.64	4.81	3.42	1.81	0.92	0.18
2016_tot	43.37	19.28	11.98	9.14	4.58	2.12	0.77
2017_tot	182.94	85.42	56.93	43.09	18.90	9.02	3.33
2018_tot	349.53	181.79	126.96	98.18	55.31	30.25	10.85
2019	2.88	0.73	0.63	0.49	0.35	0.25	0.16
2020	5.68	3.07	2.58	2.04	1.47	1.01	0.57
2021_tot	352.27	184.81	131.19	101.39	57.42	31.22	11.27
2022_tot	357.67	190.82	137.58	107.28	61.83	34.82	13.50
2023	5.30	2.93	2.36	1.79	1.02	0.70	0.39
2024_tot	373.63	195.57	141.78	111.61	65.06	37.27	14.75
2025	4.77	2.11	1.68	1.35	0.61	0.39	0.25
2026_tot	11.30	4.16	2.97	2.34	0.94	0.52	0.32

Codice BAC	Q10	Q30	Q60	Q91	Q182	Q274	Q355
2027	6.55	1.89	1.13	0.87	0.29	0.12	0.06
2028_tot	29.70	8.93	6.37	4.90	1.63	0.82	0.51
2029_tot	385.96	210.17	150.21	120.49	70.55	40.21	17.35
2031_tot	30.54	14.34	9.38	5.98	1.90	1.16	0.71
2032_tot	50.58	21.75	14.08	9.02	2.86	1.84	1.17
2034_tot	35.05	17.08	9.81	6.19	1.74	0.71	0.35
2035	7.96	2.47	1.50	1.17	0.52	0.29	0.14
2037_tot	31.35	10.03	5.17	3.94	1.77	1.01	0.50
2038_tot	156.70	64.39	38.02	25.49	9.63	5.42	3.33
2041_tot	49.41	24.30	13.57	8.24	3.28	2.35	1.51
2042	19.27	10.25	5.38	3.72	1.43	0.97	0.69
2043	17.63	9.43	5.35	3.48	1.37	0.91	0.70
2044_tot	108.28	54.07	28.93	18.91	7.50	5.17	3.53
2045_tot	115.87	57.29	30.94	19.99	7.85	5.48	3.75
2046_tot	273.83	124.51	73.13	46.99	20.75	12.97	8.31
2047_tot	654.05	322.90	223.22	179.74	97.45	57.76	28.37
2048_tot	654.89	325.11	225.54	181.32	98.66	58.62	29.02
3001	4.42	1.13	0.76	0.58	0.25	0.16	0.09
3002	17.57	5.49	2.94	2.18	0.85	0.53	0.31
3003_tot	33.52	9.95	5.63	4.24	1.72	1.10	0.64
3004	13.34	5.41	4.33	3.39	1.79	1.28	0.72
3005	21.34	7.08	4.47	3.59	2.45	1.78	1.20
3006_tot	28.51	9.83	6.39	5.24	3.38	2.42	1.70
3007	32.44	17.14	12.01	9.47	4.76	2.40	1.26
3008	10.70	7.09	4.88	3.18	0.87	0.28	0.09
3009_tot	34.13	21.46	14.65	9.60	3.76	1.31	0.35
3010	30.29	17.98	12.25	8.08	3.03	1.09	0.27
3011_tot	77.25	48.77	31.59	22.92	9.55	3.72	0.91
3012	41.75	15.91	8.86	5.67	3.52	2.26	0.97
3013_tot	53.46	20.57	12.14	9.37	6.10	4.02	2.13
3014	25.45	13.10	8.17	6.35	4.48	3.12	1.35
3015_tot	38.80	20.80	15.02	12.94	9.00	6.55	3.15
3016	28.33	19.40	13.58	10.33	5.67	3.04	1.42
3017_tot	35.85	22.83	16.89	13.07	8.50	5.82	2.43
3018_tot	37.45	24.87	19.11	15.15	10.26	7.59	3.12
3019	25.03	17.58	14.09	11.55	8.82	6.91	5.49
3020_tot	37.55	24.10	19.43	17.26	13.10	10.62	7.77
3021	12.21	6.73	4.31	3.32	1.97	1.03	0.40
3022_tot	57.01	38.47	30.82	27.48	21.64	16.91	11.48
3023_tot	270.71	149.25	115.80	93.42	64.01	46.22	23.87
3024_tot	283.82	158.03	119.37	98.01	68.54	48.63	25.07
3025_tot	344.52	182.63	138.52	113.25	78.71	54.28	27.84
3026_tot	378.38	194.38	143.89	118.49	83.44	57.51	29.88
4001	4.92	3.85	2.85	2.19	1.21	0.65	0.50

Codice BAC	Q10	Q30	Q60	Q91	Q182	Q274	Q355
4002	8.22	6.16	4.57	3.39	1.89	1.07	0.70
4003_tot	17.92	14.18	10.69	8.53	4.85	3.19	2.37
4004	15.63	11.05	7.44	5.18	1.52	0.80	0.46
4005_tot	17.70	12.86	9.23	6.46	2.50	1.59	0.82
4006_tot	40.03	28.94	23.43	17.68	9.17	6.15	3.89
4007_tot	44.52	33.23	26.74	20.98	11.31	7.67	4.69
4008	5.95	4.36	3.48	3.01	2.14	1.63	1.24
4009_tot	52.97	39.29	31.69	25.55	14.80	10.50	6.96
4010_tot	57.09	43.32	35.17	28.49	17.48	12.84	8.54
4011_tot	67.42	50.62	41.24	34.76	23.26	16.98	11.39
4012_tot	68.99	52.05	42.71	36.08	24.88	17.95	12.04
4013	11.10	7.50	6.07	4.95	1.50	0.31	0.04
4014_tot	36.52	18.47	12.88	9.27	4.77	2.08	0.40
4015	24.21	15.63	11.21	8.09	2.77	0.79	0.22
4016	36.02	19.42	14.55	11.40	3.84	1.13	0.33
4017_tot	112.51	55.33	40.12	30.68	13.94	5.40	1.12
4018	27.11	7.80	3.82	2.90	1.21	0.61	0.36
4019_tot	136.93	65.24	46.02	35.27	17.99	8.07	2.05
4020	24.89	10.20	5.31	2.86	0.48	0.01	0.00
4021_tot	49.14	23.38	10.95	6.44	1.23	0.15	0.00
4022	46.17	26.32	19.01	14.32	4.06	1.72	0.60
4023	58.88	23.56	14.65	10.26	3.84	1.03	0.33
4024_tot	152.82	61.74	43.27	34.28	14.08	5.43	1.49
4025_tot	168.45	74.52	49.87	40.66	18.97	8.27	2.36
4026_tot	169.51	76.45	52.18	41.58	20.20	9.18	2.53
5005	83.34	20.50	18.00	16.34	12.46	9.23	6.77
5006_tot	97.93	38.10	29.82	26.88	20.67	16.27	12.34
5007	23.54	9.54	5.97	3.47	2.03	1.38	0.69
5008	16.84	4.94	2.60	1.73	0.93	0.72	0.50
5009	57.07	38.49	28.78	21.85	10.53	5.80	3.15
5010	29.34	11.13	5.92	3.73	1.60	0.76	0.25
5011	29.95	14.92	10.12	7.75	4.38	2.50	1.23
5012	19.37	12.05	9.55	8.25	6.28	5.09	3.73
5013	61.86	29.32	17.43	12.49	6.89	2.57	0.56
5014_tot	331.83	164.13	117.12	92.42	60.38	39.25	26.76
5015	14.25	9.16	6.52	4.91	3.09	1.80	0.84
5016_tot	44.29	23.37	15.29	11.53	6.86	3.79	1.55
5017_tot	1392.90	802.73	566.52	457.37	290.20	176.51	97.60
5018_tot	1408.94	824.98	580.52	472.58	303.75	188.52	106.44
5019	22.69	9.48	5.84	5.07	3.47	2.61	1.79
5020_tot	1419.75	847.18	597.41	492.10	317.76	200.97	114.78
6025_tot	384.97	285.47	240.95	211.82	156.98	95.06	66.15
6026_tot	386.99	287.68	244.45	214.05	159.93	96.42	67.12
6027	18.64	12.19	9.32	7.73	4.71	3.16	1.38

Codice BAC	Q10	Q30	Q60	Q91	Q182	Q274	Q355
6028_tot	23.47	15.24	11.87	9.74	5.97	4.05	1.72
6029_tot	412.95	302.38	260.73	230.23	173.82	106.08	73.84
7001_tot	49.41	18.64	11.73	8.16	3.59	1.44	0.83
7002	9.37	3.53	2.22	1.59	0.68	0.27	0.15
7003	26.56	11.21	7.09	5.21	2.14	0.87	0.47
7004_tot	89.72	35.72	22.83	15.99	6.67	2.80	1.54
7005_tot	97.21	40.17	25.82	18.34	7.39	3.20	1.80
7006	9.47	5.67	3.62	2.37	0.84	0.43	0.21
7007_tot	113.91	50.88	33.29	23.60	8.82	4.04	2.43
7008	12.54	7.55	4.83	3.64	1.38	0.63	0.37
7009_tot	16.63	10.42	6.82	5.08	1.89	0.87	0.52
7011_tot	25.77	15.69	10.21	7.50	2.80	1.31	0.77
8001_tot	544.99	299.88	228.47	188.69	128.50	88.93	44.59
8002_tot	741.09	415.71	294.88	235.95	154.23	105.01	48.10
8003_tot	1107.76	684.22	535.54	473.09	331.06	232.09	142.47
8004_tot	1108.38	684.92	535.90	473.73	331.64	232.50	142.78
8005	4.51	3.61	2.97	2.47	1.12	0.59	0.29
8006_tot	1111.83	688.44	538.76	478.85	335.76	236.23	144.16
8007	2.97	2.30	1.81	1.46	0.71	0.35	0.18
8008_tot	1475.01	872.58	651.32	573.31	404.43	283.33	164.85
8009_tot	2077.31	1168.86	860.17	744.26	528.03	374.97	196.54
8011_tot	40.02	26.76	19.12	15.56	8.44	4.21	1.89
8012_tot	2226.28	1255.19	909.71	786.07	560.32	394.37	201.71
8014_tot	3517.39	2083.32	1519.32	1303.43	913.96	635.04	326.47

APPENDICE 2

Elaborazioni di sintesi dei dati simulati con il modello idrologico a confonto con i dati misurati sul periodo 2000-2001 in alcune stazioni della rete regionale

Codice	Stazione idrometrica	Area [Km^2]		Altitudine media	afflusso annuo	zona	Qmedia [m^3/s]	Qgen [m^3/s]	Qfeb [m^3/s]	Qmar [m^3/s]	Qapr [m^3/s]	Qmag [m^3/s]	Qgiu [m^3/s]	Qlug [m^3/s]	Qago [m^3/s]	Qset [m^3/s]	Qott [m^3/s]	Qnov [m^3/s]	Qdic [m^3/s]
BOMCA	Bormida a Camerana	256	RR				**4.96**	5.91	3.31	6.89	6.25	5.55	1.73	1.20	1.04	2.19	10.01	11.82	3.62
			simpo	759	984	C	3.99	4.62	3.75	7.76	4.82	7.59	3.66	0.68	0.52	1.92	4.18	7.62	0.74
			Mis				**3.27**	1.63	7.16	9.25	2.25	2.91	2.16	4.19	3.31	2.83	1.78	1.10	0.67
BORCA	Bormida a Cassine	1521	RR				**24.50**	30.07	27.06	34.27	28.89	21.47	8.06	5.15	4.13	7.66	45.34	61.78	20.14
			simpo	487	876	C	14.51	11.85	13.91	42.89	20.09	28.56	7.50	-0.12	-1.31	2.01	10.47	37.67	1.22
			Mis				**28.69**	5.46	49.46	84.91	16.69	27.91	20.47	44.89	38.70	22.74	30.93	1.31	0.83
CHSSM	Chisone a S.Martino	581	RR				**22.35**	4.36	14.54	15.12	27.38	64.80	46.05	19.38	10.75	10.35	42.97	7.84	4.69
			simpo	1730	1419	A	22.54	10.13	9.75	12.62	23.05	39.09	44.66	30.07	21.87	22.10	22.69	21.83	12.77
			Mis				**20.36**	9.85	8.95	14.19	21.35	38.99	39.36	14.26	8.89	9.74	45.39	19.05	14.25
DBATA2	Dora Baltea a Tavagnasco	3314	RR				**187.15**	89.40	89.02	91.95	111.10	221.82	309.19	262.07	241.79	245.15	283.26	173.50	127.57
			simpo	2094	1962	A	200.42	76.63	72.59	92.28	201.32	349.97	405.44	271.53	205.19	216.01	219.82	195.61	100.69
			Mis				**153.72**	166.46	239.89	159.93	110.59	81.82	75.62	75.36	98.87	232.21	248.86	205.17	149.89
ELVCA	Elvo a Carrisio	262	RR				**8.02**	5.37	8.83	6.81	8.46	13.78	5.26	4.02	3.20	5.59	19.60	10.84	4.50
			simpo	621	1159	A	5.34	4.64	4.98	6.65	8.01	7.43	4.10	2.52	2.46	3.44	5.17	8.43	6.05
			Mis				**3.50**	5.18	3.74	8.78	4.43	11.27	0.63	2.72	1.83	2.18	1.16	0.09	0.05
MAIBU	Maira a Busca	587	RR				**16.42**	12.68	11.76	14.77	16.83	26.45	27.70	17.41	12.87	10.28	18.68	15.39	12.21
			simpo	1653	1138	A	16.74	8.30	7.96	10.43	16.82	29.30	34.08	23.16	15.89	14.92	15.08	15.20	9.99
			Mis				**2.18**	1.15	0.80	2.79	2.32	6.52	6.50	0.53	0.08	0.15	2.16	1.61	1.52

Codice	Stazione idrometrica	Area [Km²]		Altitudine media	afflusso annuo	zona	Qmedia [m³/s]	Qgen [m³/s]	Qfeb [m³/s]	Qmar [m³/s]	Qapr [m³/s]	Qmag [m³/s]	Qgiu [m³/s]	Qlug [m³/s]	Qago [m³/s]	Qset [m³/s]	Qott [m³/s]	Qnov [m³/s]	Qdic [m³/s]
MALFR	Malone a Front	126																	
			RR				**3.28**	0.69	2.37	2.81	4.74	7.57	2.07	0.48	0.50	4.08	10.04	3.14	0.83
			simpo	**667**	1318	A	3.30	2.47	2.62	3.48	4.64	4.82	3.33	2.10	1.94	2.56	3.44	4.89	3.26
			Mis				**6.57**	4.21	4.20	6.18	7.15	10.33	5.00	4.42	4.27	7.13	16.02	5.65	4.25
ORBCA	Orba a Casal Cermelli	798																	
			RR				**21.22**	29.61	22.59	37.44	25.71	13.46	7.37	6.38	5.66	4.93	24.29	54.33	22.91
			simpo	**442**	1240	C	17.23	16.03	23.37	34.81	23.57	16.99	4.92	2.74	1.69	4.57	12.46	37.25	29.07
			Mis				**11.12**	17.63	6.36	17.20	17.21	3.25	0.22	0.09	0.66	1.01	18.43	42.46	8.95
POCA	Po a Carignano	3976																	
			RR				**95.97**	64.31	73.25	85.72	107.64	188.52	161.21	85.73	60.58	54.99	141.97	72.03	55.72
			simpo	**1087**	1054	B	82.65	52.08	52.81	82.54	96.84	172.79	144.94	59.50	35.17	55.43	87.56	89.84	61.47
			Mis				**69.93**	47.90	43.99	67.09	69.16	139.75	117.12	36.24	32.15	41.25	120.02	66.98	57.48
POCE2	Po a Crescentino	13230																	
			RR				**440.86**	234.27	280.05	304.84	370.33	699.84	702.47	502.95	435.42	428.10	706.49	364.78	260.77
			simpo	**1291**	1315	B	416.11	198.11	204.38	400.46	433.28	880.84	814.97	397.90	219.81	298.23	462.87	440.59	215.81
			Mis				**174.09**	116.51	106.97	108.03	104.54	337.87	274.56	105.40	60.22	160.13	502.87	134.23	77.72
POTO1	Po a Torino(Murazzi)	5362																	
			RR				**118.17**	84.12	103.10	114.38	135.80	225.55	178.50	95.23	69.43	67.59	176.92	97.29	70.17
			simpo	**907**	1011	B	95.21	74.75	77.32	97.33	111.01	154.52	129.96	62.59	47.95	72.42	99.12	122.02	95.07
			Mis				**84.74**	58.88	54.14	78.14	88.19	189.33	132.51	32.75	30.49	43.67	161.00	86.03	61.67
SCRSE	Scrivia a Serravalle Scrivia	619																	
			RR				**16.80**	21.57	15.97	30.28	21.08	8.31	4.15	2.57	2.53	3.27	15.94	56.25	19.70
			simpo	**685**	1310	C	16.13	17.50	20.25	27.49	20.65	19.00	8.86	3.47	2.76	6.74	14.45	30.67	22.13
			Mis				**11.71**	17.64	10.13	15.82	14.50	7.84	5.02	3.82	3.90	4.38	9.75	38.31	9.34

Codice	Stazione idrometrica	Area [Km²]		Altitudine media	afflusso annuo	zona	Qmedia [m³/s]	Qgen [m³/s]	Qfeb [m³/s]	Qmar [m³/s]	Qapr [m³/s]	Qmag [m³/s]	Qgiu [m³/s]	Qlug [m³/s]	Qago [m³/s]	Qset [m³/s]	Qott [m³/s]	Qnov [m³/s]	Qdic [m³/s]
SSEPR	Sessera a Pray	126																	
			RR				**6.58**	2.02	4.01	6.77	7.08	12.18	5.20	5.09	1.57	10.74	15.79	6.66	1.91
			simpo	**1155**	**2011**	**A**	6.81	3.37	3.43	4.44	8.02	11.04	10.76	7.03	5.90	6.96	7.84	8.32	4.59
			Mis				**7.21**	2.72	2.44	3.01	13.41	13.43	6.63	6.68	3.11	9.76	15.85	6.58	2.84
SESPA	Sesia a Palestro	2587																	
			RR				**91.80**	53.84	61.85	75.96	109.23	164.79	92.28	74.73	47.96	105.16	179.80	86.22	49.73
			simpo	**737**	**1558**	**A**	90.52	57.89	60.88	80.12	119.54	137.55	110.35	70.57	63.43	80.52	100.20	126.03	77.81
			Mis				**88.03**	51.05	42.70	67.19	96.40	97.18	16.67	41.44	42.94	135.33	287.96	121.02	56.45
SDEGA	Stura di Demonte a Gaiola	560																	
			RR				**18.60**	10.24	9.38	15.41	19.18	39.33	43.60	21.53	10.16	7.80	21.79	15.29	9.44
			simpo	**1818**	**1221**	**A**	18.35	8.21	7.73	10.04	17.78	32.58	38.98	26.49	18.32	17.33	17.13	16.01	9.91
			Mis				**16.34**	11.13	8.62	15.37	18.06	36.34	36.88	16.61	9.78	6.22	13.65	13.71	9.74
SLALA	Stura di Lanzo a Lanzo	580																	
			RR				**26.85**	3.73	8.21	15.51	22.49	61.27	49.04	29.99	32.74	24.83	63.02	7.21	4.21
			simpo	**1763**	**1667**	**A**	27.58	11.87	11.48	14.77	28.67	47.48	53.37	35.72	26.89	28.27	29.36	27.88	15.40
			Mis				**30.36**	5.18	8.87	16.08	33.39	69.23	53.66	31.99	25.95	26.61	58.88	20.94	13.51
TANFA	Tanaro a Farigliano	1508																	
			RR				**33.86**	34.46	16.78	37.73	41.30	56.02	29.12	9.72	6.80	16.53	68.83	64.51	24.56
			simpo	**940**	**1073**	**C**	30.42	38.46	29.03	48.94	35.25	55.92	31.10	7.02	6.22	17.92	34.84	51.45	8.87
			Mis				**47.57**	44.71	30.65	60.05	51.41	80.46	39.52	14.27	12.84	20.74	83.10	95.12	37.87
TANMO	Tanaro a Montecastello	7994																	
			RR				**144.75**	145.10	110.05	174.25	167.35	201.54	149.29	77.27	53.97	62.13	225.50	257.70	112.82
			simpo	**653**	**926**	**C**	101.33	107.65	92.89	230.50	127.31	201.73	84.08	11.38	6.11	38.95	97.72	214.75	4.49
			Mis				**129.81**	123.14	82.38	165.59	150.66	179.37	123.57	41.08	38.92	38.69	208.32	304.91	101.08

Codice	Stazione idrometrica	Area [Km^2]		Altitudine media	afflusso annuo	zona	Qmedia [m^3/s]	Qgen [m^3/s]	Qfeb [m^3/s]	Qmar [m^3/s]	Qapr [m^3/s]	Qmag [m^3/s]	Qgiu [m^3/s]	Qlug [m^3/s]	Qago [m^3/s]	Qset [m^3/s]	Qott [m^3/s]	Qnov [m^3/s]	Qdic [m^3/s]
TANAB	**Tanaro ad Alba**	**3379**																	
			RR				**77.24**	60.45	34.44	71.49	84.99	141.22	116.80	52.32	32.38	38.75	134.98	110.88	48.18
			simpo	1071	1040	C	68.12	92.32	58.13	101.22	75.15	139.74	82.81	17.20	16.05	46.13	85.69	106.26	3.88
			Mis				**69.54**	57.59	40.87	83.94	78.24	143.10	90.84	24.75	20.97	30.32	97.83	109.93	56.05
TOCCA	**Toce a Candoglia**	**1475**																	
			RR				**87.90**	37.52	39.68	44.83	71.23	122.08	103.60	105.82	105.32	124.94	177.46	75.22	47.11
			simpo	1647	2087	A	89.81	38.54	37.97	48.68	97.56	151.50	162.80	107.86	85.61	95.34	101.80	98.40	51.94
			Mis				**81.29**	42.24	41.03	40.95	67.39	115.85	97.61	79.64	56.55	76.36	226.84	84.56	46.41

APPENDICE 3

Elaborazioni probabilistiche dei dati misurati alle stazioni idrometriche del SIMN

3.1 Serie storica dei valori medi mensili
3.2 Serie storica dei valori minimi mensili
3.3 Serie storica dei valori della curva di durata
3.4 Serie storica delle portate con persistenza 1,7,15 e 30 gg: analisi statistica e valori di assegnato tempo di ritorno
3.5 Elaborazioni probabilistiche sui valori Qmin, Q355

APPENDICE 3.1

Serie storica dei valori medi mensili

APPENDICE 3.2

Serie storica dei valori minimi mensili

APPENDICE 3.3

Serie storica dei valori della curva di durata

APPENDICE 3.4

Serie storica delle portate con persistenza 1,7,15 e 30 gg: analisi statistica e valori di assegnato tempo di ritorno

APPENDICE 3.5

Elaborazioni probabilistiche sui valori Qmin, Q355

Corso d'acqua	*Sezione*	*Area [km²]*	*Periodo*	*Numero Osservazioni*	*Q355medio [m³/s]*	*Q355TR2 [m³/s]*	*Q355TR3 [m³/s]*	*Q355TR5 [m³/s]*	*Q355TR10 [m³/s]*
Borbera	Baracche	202.0	1938-1961	18	0.53	0.52	0.45	0.40	0.34
Bormida	Cassine	1483.0	1947-1958	12	1.78	1.69	1.47	1.28	1.10
Chisone	Fenestrelle	154.7	1927-1951	23	0.89	0.87	0.80	0.72	0.63
Chisone	S. Martino	580.0	1937-1970	34	3.39	3.13	2.84	2.63	2.48
Chisone	Soucheres	94.0	1959-1971	12	0.71	0.62	0.54	0.48	*
Corsaglia	Presa C. Molline	88.5	1931-1959	29	0.53	0.49	0.40	0.34	0.28
Dora Baltea	Tavagnasco	3313.0	1925-1991	50	29.29	28.84	26.28	23.88	20.79
Dora Riparia	S.Antonino di Susa	1048.0	1927-1953	25	10.32	10.19	9.41	8.59	*
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	262.1	1927-1956	26	1.90	1.83	1.72	1.64	1.58
Erro	Sassello	96.0	1945-1960	16	0.33	0.27	0.21	0.17	0.14
Gesso	Entraque	157.0	1952-1964	12	1.69	1.67	1.55	1.44	*
Grana	Monterosso	102.0	1934-1975	39	0.72	*	*	*	*
Mastallone	Ponte Folle	149.0	1933-1966	31	0.93	0.85	0.70	0.58	0.47
Orco	Ponte Canavese	617.0	1928-1975	43	5.63	5.31	4.64	4.07	3.48
Po	Crissolo	36.7	1935-1976	36	0.52	0.50	0.44	0.39	0.34
Rio Bagni	Bagni Vinadio	62.6	1934-1956	20	0.69	0.66	0.61	0.57	0.53
Rio del Piz	Pietraporzio	21.0	1934-1957	23	0.23	0.22	0.20	0.18	0.17
Scrivia	Serravalle	605.0	1931-1963	29	1.42	1.18	0.80	0.69	0.52
Sesia	Campertogno	170.3	1925-1950	25	0.98	0.96	0.86	0.77	0.68
Sesia	Ponte Aranco	695.0	1927-1950	24	4.95	4.67	4.04	3.52	3.03
Stura di Demonte	Gaiola	562.0	1935-1965	25	6.09	5.92	5.22	4.60	3.98
Stura di Demonte	Pianche	181.0	1933-1955	22	2.02	1.99	1.83	1.67	*
Stura di Lanzo	Lanzo	582.0	1930-1981	49	5.34	5.07	4.25	3.58	2.94
Tanaro	Farigliano	1522.0	1942-1985	34	7.78	7.38	6.18	5.17	4.21
Tanaro	Montecastello	7985.0	1923-1985	57	24.88	21.35	16.07	12.16	9.04
Tanaro	Nucetto	375.0	1933-1965	31	1.75	1.70	1.52	1.37	1.22
Tanaro	Ponte Nava	148.0	1931-1968	33	0.66	0.62	0.51	0.42	0.31
Ticino	Miorina	6599.0	1921-1985	57	102.95	100.46	89.26	79.30	69.26
Toce	Candoglia	1532.0	1933-1964	31	23.99	23.54	21.48	19.66	17.83
Vermenagna	Limone	57.2	1941-1956	16	0.63	0.59	0.51	0.45	0.38

Corso d'acqua	*Sezione*	*Area [km^2]*	*Periodo*	*Numero Osservazioni*	*QMINmedio [m^3/s]*	*QMINTR2 [m^3/s]*	*QMINTR5 [m^3/s]*	*QMINTR10 [m^3/s]*
Borbera	Baracche	202.0	1938-1961	18	0.53	*	*	*
Bormida	Cassine	1483.0	1947-1958	12	1.78	1.48	1.15	1.00
Chisone	Fenestrelle	154.7	1927-1951	23	0.89	0.81	0.66	0.58
Chisone	S. Martino	580.0	1937-1970	34	3.39	2.62	1.76	1.39
Chisone	Soucheres	94.0	1959-1971	12	0.71	*	*	*
Corsaglia	Presa C. Molline	88.5	1931-1959	29	0.53	0.40	0.26	0.20
Dora Baltea	Tavagnasco	3313.0	1925-1991	50	29.29	23.59	19.25	17.31
Dora Riparia	S.Antonino di Susa	1048.0	1927-1953	25	10.32	9.35	7.90	7.29
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	262.1	1927-1956	26	1.90	1.64	1.43	1.34
Erro	Sassello	96.0	1945-1960	16	0.33	*	*	*
Gesso	Entraque	157.0	1952-1964	12	1.69	1.38	1.13	1.02
Grana	Monterosso	102.0	1934-1975	39	0.72	*	*	*
Mastallone	Ponte Folle	149.0	1933-1966	31	0.93	0.67	0.41	0.30
Orco	Ponte Canavese	617.0	1928-1975	43	5.63	3.85	2.83	2.38
Po	Crissolo	36.7	1935-1976	36	0.52	*	*	*
Rio Bagni	Bagni Vinadio	62.6	1934-1956	20	0.69	0.55	0.50	*
Rio del Piz	Pietraporzio	21.0	1934-1957	23	0.23	0.23	0.20	0.18
Scrivia	Serravalle	605.0	1931-1963	29	1.42	0.98	0.52	0.36
Sesia	Campertogno	170.3	1925-1950	25	0.98	0.65	0.56	*
Sesia	Ponte Aranco	695.0	1927-1950	24	4.95	3.50	2.53	2.14
Stura di Demonte	Gaiola	562.0	1935-1965	25	6.09	4.74	3.82	3.49
Stura di Demonte	Pianche	181.0	1933-1955	22	2.02	1.75	1.33	1.14
Stura di Lanzo	Lanzo	582.0	1930-1981	49	5.34	3.98	3.03	2.60
Tanaro	Farigliano	1522.0	1942-1985	34	7.78	*	*	*
Tanaro	Montecastello	7985.0	1923-1985	57	24.88	14.24	6.80	3.63
Tanaro	Nucetto	375.0	1933-1965	31	1.75	1.52	1.21	1.06
Tanaro	Ponte Nava	148.0	1931-1968	33	0.66	*	*	*
Ticino	Miorina	6599.0	1921-1985	57	102.95	90.76	68.58	58.54
Toce	Candoglia	1532.0	1933-1964	31	23.99	20.23	16.87	15.34
Vermenagna	Limone	57.2	1941-1956	16	0.63	0.48	0.31	0.24