



FASE	I	CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI
ATTIVITA'	I.b	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA
ELABORATO	I.b/1	Rapporto tecnico

CODICE DOCUMENTO

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

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	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

Associazione temporanea di imprese

INDICE

1. PREMESSA	1
2. SISTEMATIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI PREGRESSE SU CARATTERISTICHE CLIMATICHE E DI REGIME IDROLOGICO	2
2.1 Le stazioni storiche del S.I.M.N.	2
2.2 Le stazioni di misura della Regione Piemonte	5
2.2.1 La rete meteo-idrografica regionale	5
2.2.2 La rete agrometeorologica R.A.M.	6
2.3 Analisi sulla consistenza delle due reti di misura (storica e recente)	8
2.3.1 Pluviometria	8
2.3.2 Termometria	11
2.4 Quadro dei dati meteoroclimatici e idrologici disponibili	12
2.4.1 Dati sulla nevosità	12
2.4.2 Radiazione solare	19
2.4.2.1 La rete della Regione Piemonte	19
2.4.2.2 Altre fonti	22
2.4.3 Evapotraspirazione	24
2.4.4 Portate	28
2.4.5 Altri dati climatici	29
3. COSTITUZIONE DEL DATABASE METEO-IDROMETRICO	30
4. LA CARTA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO IDROMETRICO-AMBIENTALE	31
4.1 Descrizione dei campi dei dati caratteristici delle stazioni idrometriche (rif. Elab. I.b/3)	32
5. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DI REGIME IDROLOGICO IN PIEMONTE	33
5.1 Regime pluviometrico	33
5.2 Regime termometrico	34
5.3 Regime idrometrico	34
6. IL MODELLO DI SIMULAZIONE IDROLOGICA	36
APPENDICE 1 - Elenco stazioni storiche del SIMN	
APPENDICE 2 - Stazioni meteorologiche automatiche della Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione	
APPENDICE 3 - Stazioni attuali automatiche della rete di monitoraggio della Regione Piemonte - Settore Agricoltura "RAM"	

- APPENDICE 4 - Stazioni attuali automatiche della rete nivometrica della Regione Piemonte
- APPENDICE 5 - Indicazione del regime idrologico nelle sezioni idrometriche piemontesi
- APPENDICE 6 - Dati di radiazione solare fonte ENEA
- APPENDICE 7 - Breve descrizione del modulo idrologico RR del codice DHI-MIKE11

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 la “**Caratterizzazione idrologica**” (rif. Fase 1 - b), che prevede la creazione di un quadro conoscitivo di tipo climatico-idrologico sui bacini di interesse individuati come descritto nell’elaborato 1.a/1.

Le attività svolte sono state finalizzate preliminarmente alla costituzione e organizzazione di un data base conoscitivo delle sezioni idrografiche oggetto di analisi idrologica; successivamente sono state orientate all’individuazione sui relativi bacini di interesse sia delle caratteristiche climatiche, riferite alla scala annua in relazione a precipitazione, temperatura e radiazione solare, sia delle principali caratteristiche idrologiche, quali il regime pluviometrico, termometrico ed idrometrico.

Fondamentalmente i due principali ambiti di informazioni pregresse riguardo alle caratteristiche climatiche e di regime idrologico disponibili sul bacino padano piemontese, in particolare ai fini delle attività future nell’ambito del progetto PTA, si ricollegano ai seguenti comparti:

- Quadro su lungo periodo derivante dalla elaborazione dei dati registrati nelle stazioni di misura storiche (pluviometriche, termometriche e idrometriche) del S.I.M.N. (Servizio Idrografico e Mareografico di Torino), aggiornato fino ai primi anni '90 e successivamente integrato agli anni recenti con i dati delle stazioni di misura della rete meteoidrografica della Regione Piemonte;
- Quadro su un periodo recente derivante dalla messa a punto e utilizzazione di un modello idrologico basato sui dati delle stazioni di misura (pluviometriche, termometriche e idrometriche) della rete di monitoraggio della Regione Piemonte, aggiornato all’agosto 2002.

I due quadri conoscitivi, meglio descritti nel seguito, derivano da approcci concettuali all’analisi idrologica differenti: il primo è legato all’elaborazione di informazioni storiche puntuali su lungo periodo, sintetizzate in termini statistici; il secondo, invece, deriva dall’utilizzo di un modello numerico di simulazione idrologica su un periodo significativo e recente e fornisce quindi un’informazione più distribuita sul territorio, in termini fisicamente basati, ovvero deterministici.

L’analisi sul periodo recente può essere ricollegata e confrontata con il lungo periodo. Pertanto nel seguito si terrà conto di entrambi i quadri conoscitivi disponibili, anche se essi sono organizzati su differenti supporti informativi: il quadro storico è contenuto in specifici data base esterni rispetto al sistema informativo del progetto PTA, il quale invece contiene al suo interno le serie di dati idrologici

recenti delle stazioni di misura del sistema di monitoraggio idrologico-ambientale della Regione Piemonte.

Si è reso necessario, al fine di non confondere i dati direttamente osservati da quelli invece elaborati, distinguere fra loro i due diversi approcci metodologici utilizzati per le analisi idrologiche.

Inizialmente sono riportati i risultati dell'analisi di caratterizzazione idrologica di tipo statistico, condotta sulla base dei dati storici disponibili di lungo periodo (climatici ed idrologici)¹; nel capitolo finale sono riportati invece i risultati delle elaborazioni di caratterizzazione che derivano dall'applicazione del modello numerico di simulazione idrologica (afflussi-deflussi) cuore del sistema modellistico integrato su cui si basa, in effetti, la seconda fase di indagine del progetto PTA, finalizzata alla identificazione dei termini di bilancio idrologico sui principali corpi idrici in relazione allo stato dei prelievi in atto.

2. SISTEMATIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI PREGRESSE SU CARATTERISTICHE CLIMATICHE E DI REGIME IDROLOGICO

2.1 Le stazioni storiche del S.I.M.N.

Si è fatto riferimento alle stazioni di misura della sezione di Torino del S.I.M.N., i cui dati (giornalieri e mensili) sono riportati negli Annali Idrologici, pubblicati fino al 1990.

In effetti molti dei dati di tipo meteorologico ed idrometrico osservati storicamente nelle stazioni del SIMN sono ormai disponibili su data base informativi, o come serie storiche o in forma già elaborata come sintesi mensile e annua su un periodo di osservazione².

E' però da evidenziare il fatto che i periodi di osservazione disponibili per ciascun tipo di stazione sono fra loro differenti, al punto tale, spesso, da non poter correlare direttamente le serie storiche delle diverse grandezze di interesse, per esempio l'andamento delle precipitazioni con la variabilità dei deflussi misurati in alveo.

Questo fatto risulta evidente, per esempio, analizzando il database idrologico sviluppato a supporto delle attività di studio nell'ambito del progetto previsione delle portate in Piemonte³, dove è stata

¹ come da specifiche tecniche di prima fase conoscitiva del progetto

² Per esempio, precipitazioni e temperature in Piemonte nel periodo 1951-1986 sono state oggetto di analisi e sono riportate, anche come banca dati, nell'ambito del Volume 1 della Collana "Studi climatici in Piemonte"- "distribuzione regionale di piogge e temperature" (Regione Piemonte, Università degli studi di Torino, 1998). Manca però un simile quadro conoscitivo ufficiale sui dati idrometrici storici dei corsi d'acqua.

³ Regione Piemonte, Servizi Tecnici di Prevenzione/Sistema informativo per la previsione delle piene dei corsi d'acqua del bacino idrografico piemontese/Hydrodata, CAE, Intecno DHI/2000÷2001

informatizzata una gran mole di informazioni (serie storiche dei dati giornalieri di precipitazione di 528 stazioni del S.I.M.N. disponibili nel periodo 1913÷1986; serie storiche dei dati di portata media giornaliera di 63 stazioni del S.I.M.N. disponibili nel periodo 1942÷1993) che si sono rivelate essere difficilmente sistematizzabili. In seguito all'analisi dei dati memorizzati si è messo in evidenza, infatti, il fatto che molte stazioni storiche (pluvio o idro) hanno smesso di funzionare negli anni '50 o hanno funzionato per un numero molto limitato di anni e quindi non possono essere utilizzate per successive analisi di lungo periodo.

Ai fini di una caratterizzazione idrologica a scala di bacino, la scelta di operare su un numero minore di stazioni storiche di riferimento (pluvio-termo-idro), come in numerosi altri studi citati, si riferisce, oltre che a una ragionevole necessità di sintesi e selezione delle informazioni disponibili più significative, anche alla verifica di omogeneità e consistenza dei dati, ovvero in rapporto alla lunghezza delle serie storiche e alla sua estendibilità fino a tempi il più possibile recenti.

Dai dati storici di sintesi disponibili, pubblicati o informatizzati in banche dati ufficiali⁴ sono state estratte tutte le informazioni di base ritenute importanti ai fini della caratterizzazione di tipo climatico-idrologico sul territorio piemontese, ovvero:

- per 112 stazioni pluviometriche storiche sul territorio regionale i valori mensili e annui sono disponibili sul periodo 1951-1990 (fonte banca dati Regione Piemonte 1951-1986 estesa al 1990 inserendo i dati dell'idrografico non pubblicati ma disponibili da lavori pregressi);
- per 44 stazioni termometriche storiche sul territorio regionale i dati sono similmente disponibili dal 1951 fino al 1986;
- per altre 53 stazioni pluviometriche storiche sui bacini limitrofi (Val d'Aosta, Liguria e Lombardia) sono disponibili dati riferibili al regime mensile delle precipitazioni, come sintesi sul periodo 1951-1970, (fonte SIMN- pubblicazione n. 24)⁵;
- per le 29 stazioni idrometriche con almeno 10 anni di osservazione sono stati memorizzati i valori caratteristici di regime di portata (portate medie mensili e annue, valori caratteristici della curva di durata) pubblicati sui periodi disponibili (fonte SIMN - pubblicazione n. 17 con aggiornamenti successivi e annali recenti).

Nell'appendice 1 alla presente relazione sono riportati gli elenchi e le caratteristiche (periodo di osservazione, quota, coordinate geografiche, provincia e bacino di appartenenza) delle stazioni storiche del SIMN, pluviometriche, termometriche e idrometriche, localizzate sul territorio regionale.

Nella figura seguente sono riportate le stazioni idrometriche storiche del SIMN.

⁴ Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani"- SIMN pubblicazione n. 17; "Banca dati climatologica del Piemonte" Regione Piemonte –1998; studi vari dell'Autorità di Bacino del Po, 1996-2000

⁵ Le stazioni di misura esterne al territorio regionale risultano di interesse al solo fine di poter meglio rappresentare l'andamento delle isoiete di pioggia sui confini, ma non vengono ulteriormente elaborate né inserite all'interno della banca dati del progetto.

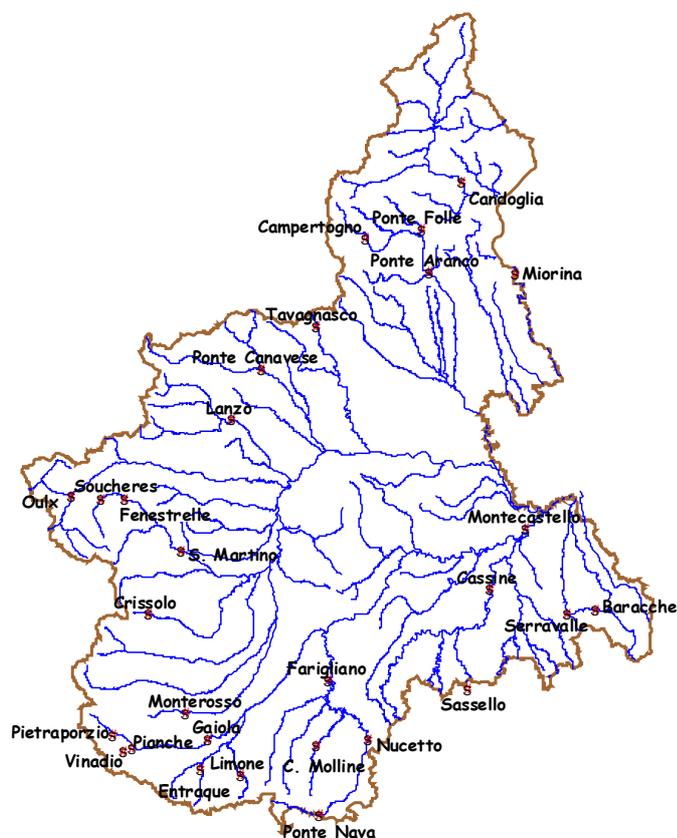


Figura 1 - Stazioni idrometriche storiche del SIMN.

I dati storici sono riportati invece nell'elaborato allegato 1.b/4, organizzato in 3 appendici; in appendice 1 sono riportate le tabelle di sintesi sul periodo di osservazione disponibile (media annua e mensile) dei dati storici osservati di precipitazione e di temperatura; in appendice 2, è riportata la tabella di sintesi con le caratteristiche idrologiche principali calcolate sul periodo di osservazioni disponibile nelle 29 stazioni idrometriche storiche (afflusso medio annuo sul periodo di osservazione, coefficiente di deflusso, portate di regime ordinario, valori della curva di durata delle portate); in appendice 3 sono invece riportati e graficizzati per le stazioni pluviometriche, termometriche storiche ritenute più significative (sia per rappresentatività della serie storica sia per la localizzazione sul territorio, come descritto nel successivo capitolo 2.3) i valori memorizzati su base mensile e annua sul periodo esteso (storico del SIMN e recente della Regione Piemonte).

E' importante evidenziare che i dati reperiti, memorizzati e sistematizzati in questa prima fase di caratterizzazione idrologica sono stati successivamente elaborati come meglio descritto nell'elaborato 1.c/1 "Elaborazioni idrologiche".

2.2 Le stazioni di misura della Regione Piemonte

2.2.1 La rete meteo-idrografica regionale

Come descritto nel capitolato “la rete regionale di monitoraggio meteorologico idrometrico e della qualità dell'acqua superficiale è attualmente costituita da oltre 200 stazioni automatiche. La componente meteorologica è nata per consentire il supporto decisionale ed operativo alla gestione delle emergenze idrogeologiche, nonché per costituire una banca dati a supporto delle attività di programmazione e gestione del territorio in materia di rischio idrogeologico. La componente idrometrica e di qualità, invece, è stata realizzata, nell'ambito di diversi progetti regionali, ai fini della tutela ambientale e per costituire una serie storica validata di dati utili per la programmazione di interventi di pianificazione della risorsa idrica”.

La rete di monitoraggio della Regione Piemonte, gestita dalle Direzioni Servizi Tecnici di Prevenzione e Pianificazione delle Risorse Idriche, è attiva dagli ultimi anni '80, ma solo in anni recenti (1998-2002) è stata potenziata fino ad arrivare alla attuale copertura di stazioni meteo-idrometriche automatiche in teletrasmissione:

- 307 stazioni meteorologiche automatiche⁶, di cui:
 - 232 con pluviometro
 - 224 con termometro
 - 62 con nivometro
 - 96 con idrometro

Il numero delle stazioni è continuamente in crescita per la naturale espansione della rete; inoltre, dal 2002 la Regione ha acquisito anche le stazioni del SIMN (DPCM 24 luglio 2002 in attuazione del decreto Bassanini 212).

Il periodo storico di osservazioni disponibili dalla rete regionale presenta però al massimo 10 -12 anni continui di osservazioni e non è ancora sufficientemente esteso per poter elaborare i dati in termini statistici.

Ma è evidente che la qualità dell'informazione meteo-idrometrica sul territorio regionale per gli anni più recenti è davvero ottima perché omogenea, validata, supportata continuamente da misure e indagini dirette, correlata a fattori di influenza (fra cui quelli antropici) sempre meglio conosciuti sul territorio, attraverso le attività di censimento (catasti), progetto e studio specifiche⁷ sviluppate dai diversi enti competenti (Comunità montane, Enti Parco, Provincie, Regione, Autorità di Bacino ...).

⁶ aggiornamento novembre 2002, fonte Regione Piemonte – Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione)

⁷ Progetto Speciale 2.5 dell' Autorità di Bacino del Po “Azioni per la predisposizione di una normativa riguardante il minimo deflusso vitale negli alvei/Hydrodata, Beta Studio/1999-2000”.

Nell'appendice 2 alla presente relazione sono riportate le caratteristiche delle stazioni di misura meteo-climatiche ed idrometriche del servizio meteo-idrografico regionale. La distribuzione delle stazioni della rete di monitoraggio regionale sul territorio è riportata in figura 2.

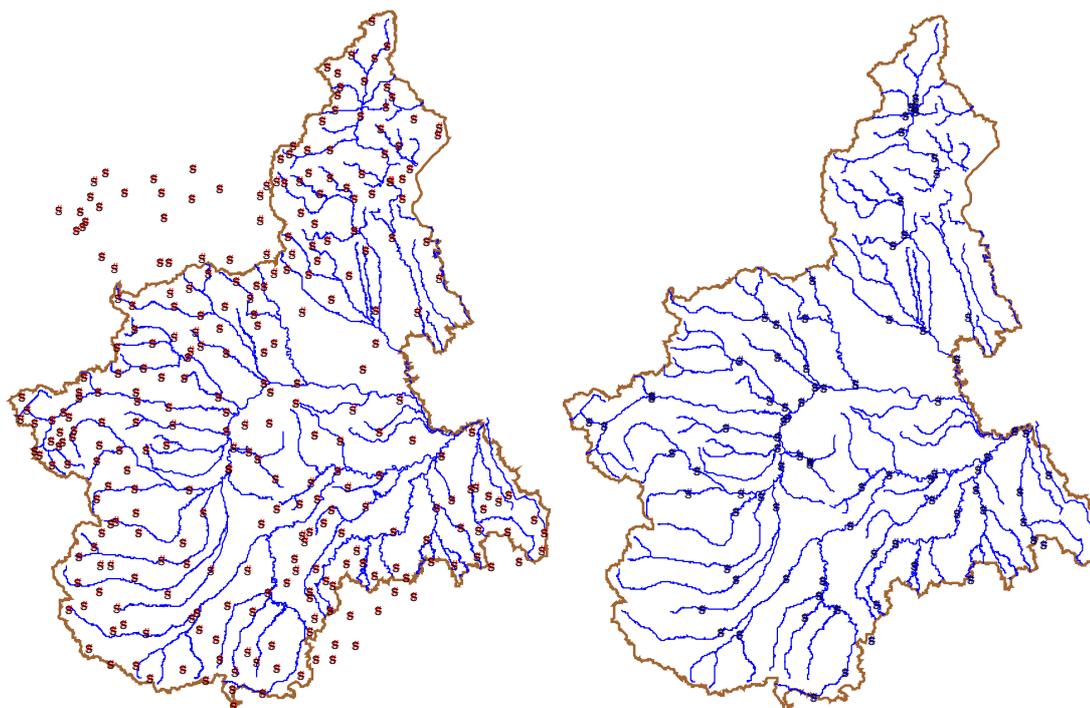


Figura 2 - Stazioni meteorologiche (in rosso a sinistra) e idrometriche (in blu a destra) della Regione Piemonte -(aggiornamento nov. 2002)

2.2.2 La rete agrometeorologica R.A.M.

Ad integrazione dell'analisi sui dati climatici disponibili sul territorio piemontese occorre considerare anche la Rete Agrometeorologica del Piemonte (R.A.M.-PIEMONTE), che nasce nel 1998 per opera del Settore Fitosanitario regionale per rispondere alle esigenze del mondo agricolo in materia di assistenza tecnica e per radunare in un unico sistema coordinato tutte le iniziative pubbliche e private condotte in ambito agrometeorologico sul territorio piemontese.

Provincia di Torino/Studi e ricerche per la definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici della Provincia di Torino dei torrenti Pellice, Chisone, Dora Riparia, Stura di Lanzo, Ceronda, Chiusella/Hydrodata/1998-99.
Regione Piemonte, Servizi Tecnici di Prevenzione/Sistema informativo per la previsione delle piene dei corsi d'acqua del bacino idrografico piemontese/Hydrodata, CAE, Intecno DHI/2000÷2001
Regione Piemonte, Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche/Studio del bilancio idrico e programma di riequilibrio dei prelievi d'acqua per il bacino idrografico della Stura di Lanzo/Hydrodata, Intecno DHI/2001÷2002

La R.A.M. si raccorda con le altre reti di monitoraggio regionali ed in particolare con quella già citata del Settore regionale Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, istituita per scopi meteorologici, di difesa idrogeologica e di protezione civile. Le due reti si completano a vicenda senza presentare sovrapposizioni; la R.A.M. è diffusa più capillarmente sul territorio agricolo, mentre l'altra rete interessa maggiormente le aree alpine e prealpine.

Tale rete intende fornire una rappresentazione più adeguata delle caratteristiche climatiche delle aree coltivate di pianura e delle colline astigiane ed alessandrine (zone a quota inferiore ai 500 m s.m.); pertanto è stata strutturata con stazioni di rilevamento delle seguenti grandezze: precipitazione, temperatura (aria, ma anche acqua e suolo), umidità, bagnatura, direzione vento e radiazione solare.

La R.A.M. Piemonte si compone attualmente di 110 stazioni di rilevamento di tipo meccanico e di 87 stazioni di tipo elettronico (consistenza al febbraio 2003), gestite in parte dal Settore Fitosanitario regionale ed in parte da soggetti privati operanti nel campo dell'assistenza tecnica in agricoltura. La localizzazione delle stazioni automatiche è riportata nella figura 3; l'elenco delle stazioni con le caratteristiche principali (sensoristica installata) è riportato in appendice 3 alla presente relazione.

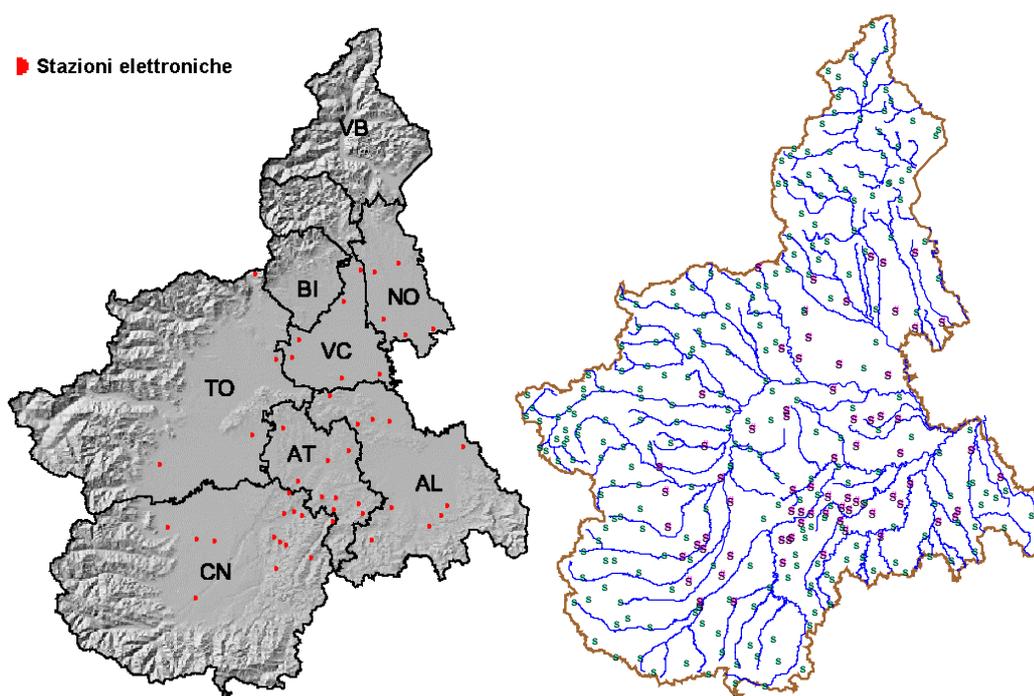


Figura 3 - Distribuzione delle stazioni pluviometriche in Piemonte: a sinistra consistenza della rete R.A.M., a destra confronto della R.A.M. con la rete meteoidrografica dei servizi di prevenzione (aggiornamento feb.03).

Le informazioni raccolte dalla R.A.M. Piemonte sono centralizzate presso il Settore Fitosanitario, dove concorrono all'arricchimento di una banca dati storica di rilievo.

La distribuzione attuale territoriale delle stazioni della R.A.M. è finalizzata a rispondere a esigenze di tipo agronomico; quindi, come già detto, integra l'informazione meteorologica della rete meteorografica dei Servizi Tecnici di Prevenzione, ma data la limitata estensione delle serie storiche disponibili dei dati misurati nelle stazioni di pianura, le rispettive informazioni meteorologiche di sintesi (per altro attualmente solo parzialmente disponibili) non risultano facilmente integrabili con le altre informazioni storiche reperite.

Per il momento, quindi, pur tenendo conto (specialmente nell'ambito della messa a punto, nella seconda fase, di un modello numerico che descrive il comportamento idrologico del suolo) dell'esistenza di una rete di monitoraggio che permette di meglio descrivere le condizioni climatiche in zone particolarmente caratteristiche del territorio piemontese, come il Monferrato e le Langhe, per uniformità di analisi ai fini della caratterizzazione idrologica di tutti i bacini piemontesi i dati storici della R.A.M. non sono stati utilizzati e non sono attualmente inseriti nel sistema informativo del progetto PTA.

2.3 Analisi sulla consistenza delle due reti di misura (storica e recente)

Individuato il quadro complessivo delle stazioni di misura (storiche e recenti) in Piemonte e delle relative informazioni disponibili, è stata condotta un'analisi specifica per verificare la possibilità di collegare i dati di precipitazione storici del SIMN con quelli del periodo recente misurati dalla rete di monitoraggio meteo-idrografico della Regione Piemonte.

2.3.1 Pluviometria

Nella figura 4 è riportata in blu la distribuzione delle stazioni storiche del SIMN, con dati pubblicati per il periodo 1951-1991, e in rosso la distribuzione delle stazioni del servizio Meteorografico della Regione Piemonte.

Si osserva subito come siano davvero poche le stazioni del SIMN che hanno continuato a funzionare entro la rete di monitoraggio regionale, talvolta magari in località effettivamente solo limitrofe.

L'analisi della consistenza delle stazioni sovrapponibili (secondo criteri di congruenza di ubicazione, quota altimetrica e valore di afflusso medio annuo sul periodo di osservazione) ha prodotto la seguente tabella di collegamento, su cui, però, le informazioni contenute evidenziano situazioni importanti per una corretta selezione di stazioni significative su lungo periodo.

La scelta delle stazioni effettivamente utilizzabili per un confronto di lungo periodo si basa infatti sulle seguenti considerazioni relativamente alla consistenza delle informazioni reperite:

- la stazione SIMN di Vercelli ha registrazioni fino al 1939 poi si interrompe; riparte come stazione della Regione Piemonte dal 1993, pertanto non può essere considerata stazione significativa per analisi di confronto;
- per la stazione di Rifugio Gastaldi della Regione Piemonte si ha una serie storica pubblicata di osservazioni pluviometriche a partire dall'anno 1996, mentre risulta da fonti regionali che la stazione ha iniziato a funzionare nel 1987;
- 6 sono le stazioni della Regione Piemonte installate nel 1999 e che quindi possiedono 2 soli anni di osservazione, peraltro con dati non ancora pubblicati. Sono: Dronero, Cicogna, Boccioletto, Ceresole Villa, Barge, Brossasco; non possono essere considerate stazioni significative per analisi di confronto;
- solo 21 stazioni hanno dati che comprendono anche i primi anni '90; tutte le altre sono state installate negli anni successivi.

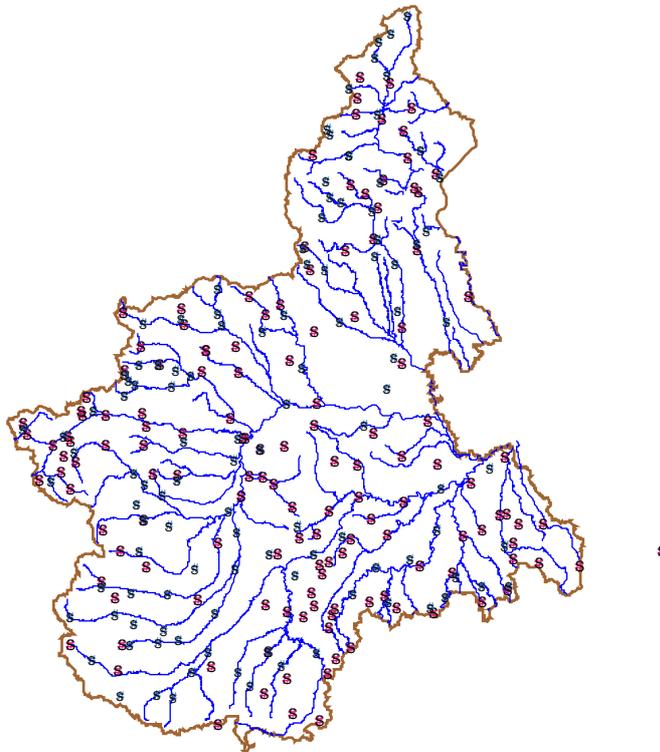


Figura 4 - Distribuzione delle stazioni pluviometriche del SIMN (in blu) e della Regione Piemonte (in rosso), condotta considerando le stazioni che presentano serie storiche di osservazioni significative per elaborazioni su lungo periodo.

	Stazioni SIMN						Stazioni Regione Piemonte			
	Provincia	Bacino	Denominazione	Quota (m s.m.)	Periodo osserv.	Pannua (mm)	Denominazione	Quota (m s.m.)	Anno inizio osservaz.	Pannua (mm)
1	CN	MAIRA	ACCEGLIO SARETTO	1540	1951-86	871	P133 ACCEGLIO	1610	1990	684
2	AL	BORMIDA	ACQUI	167	1951-86	686	P101 ACQUI TERME	215	1990	736
3	TO	STURA DI LANZO	ALA DI STURA	1210	1951-86	1312	P250 ALA DI STURA	1006	1994	1257
4	CN	TANARO	ALBA	183	1951-86	750	P429 ALBA	172		(*)
5	TO	DORA RIPARIA	BARDONECCHIA	1360		694	P152 PRERICHARD	1353	1990	721
6	VC	ALTO SESIA	BOCCIOLETTO	667	1951-86	1744	P343 BOCCIOLETTO	800	1999	(**)
7	CN	STURA DI DEMONTE	BORGO S.DALMAZZO	641	1951-86	1050	P107 BOVES	575	1990	1220
8	NO	AGOGNA	BORGOMANERO	206	1951-86	1341	P130 BORGOMANERO	300	1990	1621
9	VC	ALTO SESIA	BORGOSIESA	360	1951-86	1710	P413 BORGOSIESA	359	1990	2059
10	CN	PO	BRA	290	1951-86	686	P317 BRA	298	1993	594
11	CN	VARAITA	BROSSASCO	610	1951-86	958	P356 BROSSASCO	580	1999	(**)
12	CN	ALTO PO	CALCINERE	700	1951-86	984	P354 BARGE	961	1999	(**)
13	VC	ALTO SESIA	CAMPERTOGNO	815	1951-86	1406	P185 RASSA	950	1993	1511
14	VC	ALTO SESIA	CARCOFORO FERRANTE	1150	1951-84	1619	P182 CARCOFORO	1290	1996	1395
15	AL	ORBA	CASTAGNOLA	560	1951-81	1715	P228 FRACONALTO	725	1996	1751
16	AT	TANARO	CASTAGNOLE LANZE	271	1951-86	764	P206 CASTAGNOLE LANZE	235	1996	676
17	TO	ORCO	CERESOLE REALE	1600	1951-85	1014	P348 CERESOLE VILLA	1581	1999	(**)
18	VB	TICINO	CICOGNA	770	1951-86	2252	P340 CICOGNA	696	1999	(**)
19	TO	CHISOLA	CUMIANA BIVIO	290	1951-83	883	P109 CUMIANA	332	1990	825
20	VB	TOCE	DOMODOSSOLA	277	1951-86	1267	P117 DOMODOSSOLA	252	1990	1573
21	CN	MAIRA	DRONERO	619	1951-83	883	P342 DRONERO	575	1999	(**)
22	TO	STURA DI LANZO	FUNGHERA	502	1951-86	1318	P415 LANZO	540	1989	?
23	TO	STURA DI LANZO	LATO DELLA ROSSA LA TORRE	2716	1951-86	1138	P004 RIFUGIO GASTALDI	2659	1996	1256
24	TO	PELLICE	LUSERNA S.GIOVANNI	476	1951-85	1229	P105 LUSERNA S. GIOVANNI	475	1990	1277
25	TI	TICINO	MARMO SAMBUGHETTO	765	1951-86	2332	P638 SAMBUGHETTO	742	1989	?
26	TO	DORA BALTEA	MAZZE'	218	1951-86	816	P099 CANDIA	226	1988	1107
27	AL	PO	MOMBELLO MONFERRATO	294	1951-86	758	P211 CREA	385	1997	760
28	CN	ALTO TANARO	MONDOVI	555	1951-86	889	P315 MONDOVI'	422	1993	855
29	BI	CERVO	OROPA	1180	1951-86	1889	P123 OROPA	1186	1990	1751
30	AL	ORBA	OVADA	187	1951-86	916	P230 OVADA	230	1997	829
31	VB	TICINO	PALLANZA	202	1951-86	1726	P641 PALLANZA	202	1996	?
32	TO	ORCO	PIAMPRATO	1550	1951-86	1236	P239 PIAMPRATO	1555	1993	1123
33	AL	ORBA	PIANCASTAGNA	732	1951-86	1038	P127 BRIC BERTON	773	1990	955
34	BI	CERVO	PIEDICAVALLO	1050	1951-86	1594	P191 PIEDICAVALLO	1040	1996	1866
35	TO	BANNA	PINO TORINESE	620	1951-82	781	P120 PINO TORINESE	619	1990	770
36	CN	ALTO TANARO	PREA	850	1951-80	1348	P307 CHIUSA PESIO	940	1996	1076
37	TO	DORA RIPARIA	SALBERTRAND	1031	1951-86	748	P150 SALBERTRAND	1010	1990	722
38	AL	PO	SALE	83	1951-86	758	P115 LOBBI	90	1990	616
39	BI	CERVO	SALUSSOLA	289	1951-85	1177	P272 MASSAZZA	226	1993	1018
40	AL	BORMIDA	SPIGNO MONFERRATO	258	1951-86	776	P236 BORMIDA A MOMBALDONE Q.A.	187	1995	977
41	AL	SCRIVIA	STAZZANO	219	1951-86	966	P229 SARDIGLIANO	228	1998	973
42	TO	PO	TORINO	238	1951-86	836	P153 TORINO BUON PASTORE	240	1990	817
43	VC	ALTO SESIA	VARALLO	453	1951-86	1746	P132 VARALLO	470	1990	1837
44	TO	DORA RIPARIA	VENAUS	620	1951-86	789	P146 PIETRASTRETTA	520	1991	687
45	VB	TOCE	VERAMPIO	525	1951-86	1303	P156 CRODO	560	1991	1371
46	VC	SESLIA	VERCELLI	135	ante 1951	826	P198 VERCELLI	132	1993	765
47	TO	PELLICE	VILLAR PEROSA	590	1951-86	1140	P417 CHISONE A S.MARTINO	486		(*)

(*) stazione idrometrica

(**) non ci sono dati pubblicati

Tabella 1 - Confronto fra stazioni pluviometriche limitrofe del SIMN e della Regione Piemonte.

In definitiva risultano essere 39 le stazioni di misura sulle quali si può individuare una serie di osservazioni pluviometriche estesa dai tempi "storici" ai tempi recenti. Ma solo alcune di queste permettono di completare una serie storica estesa senza "buchi": molte presentano numerosi anni mancanti nel periodo a cavallo fra il 1985 e il 1993.

Per queste stazioni complete sono state memorizzate, su base media mensile, le serie storiche complete fino al 2000 e sono stati calcolati alcuni valori caratteristici sul periodo: valore medio, massimo e minimo, deviazione standard ed indici CV.

Sono state inoltre tracciate le rette rappresentanti possibili trend delle precipitazioni totali annue; l'analisi degli andamenti sulle stazioni selezionate non permette però di individuare un comune comportamento in aumento o diminuzione dei valori totali annui sul periodo di osservazione 1951-2000 disponibile.

E' invece più evidente un trend in diminuzione, per le stazioni selezionate, sui valori di precipitazione totale mensile (per esempio marzo e ottobre), segno di un evidente differenziazione della distribuzione temporale delle precipitazioni in Piemonte, peraltro analizzata più dettagliatamente nella pubblicazione della Regione Piemonte, Collana "Studi climatologici in Piemonte" - volume 3 - "Serie climatiche ultracentenarie", nella quale, come risultato delle analisi condotte su 25 stazioni pluviometriche distribuite sull'intero territorio piemontese, si rileva la presenza di una tendenza generale alla diminuzione delle precipitazioni annue, concentrata però maggiormente sull'area centrale di pianura.

Le elaborazioni condotte sulle stazioni selezionate sono sintetizzate nella già citata appendice 3 dell'elaborato 1.b/4.

2.3.2 Termometria

Simile analisi è stata condotta sulle stazioni di misura termometriche, la cui consistenza sul territorio piemontese storica e recente, però, non fornisce un quadro soddisfacente; infatti solo 5 stazioni, riportate nella tabella seguente, risultano disporre di una serie storica completa, sulla quale sono state condotte comunque le stesse elaborazioni delle serie pluviometriche su base media mensile (valore medio, massimo e minimo e deviazione standard, trend sui valori medi annui e sui valori di alcuni mesi significativi) considerando però che i valori disponibili sono riferiti non solo alla temperatura media giornaliera ma anche ai rispettivi valori estremi.

Con riferimento alla pubblicazione della Regione Piemonte precedentemente citata, si riporta la considerazione finale degli studi condotti su sei stazioni termometriche distribuite nell'area di pianura piemontese, che evidenzia la presenza di un trend positivo nell'andamento della temperatura media annua, e quindi l'esistenza di una correlazione inversa fra precipitazioni e temperature, rappresentazione su scala locale di un ormai noto effetto climatico generale.

Provincia	Bacino	Stazioni SIMN			Stazioni Regione Piemonte		
		Denominazione	Quota (m s.m.)	Periodo osserv.	Denominazione	Quota (m s.m.)	Anno inizio osservaz.
VB	TOCE	DOMODOSSOLA	277	1951-74, 79-81, 83-86	P117 DOMODOSSOLA	252	1990
BI	CERVO	OROPA	1180	1951-75, 77, 79-86	P123 OROPA	1186	1991
TO	PO	TORINO	238	1951-86	P153 TORINO BUON PASTORE	240	1990
TO	PELLICE	LUSERNA S.GIOVANNI	476	1951-86	P105 LUSERNA S. GIOVANNI	475	1990
VC	ALTO SESIA	VARALLO	453	1951-86	P132 VARALLO	470	1990

Tabella 2 - Confronto fra stazioni termometriche del SIMN e della Regione Piemonte

Le elaborazioni condotte sono sintetizzate nella già citata appendice 3 dell'elaborato 1.b/4.

2.4 Quadro dei dati meteorologici e idrologici disponibili

Nei capitoli precedenti si è fornito un quadro dei dati storici e recenti disponibili per l'analisi delle precipitazioni e delle temperature sul Piemonte. Nel seguito vengono descritti i dati disponibili per altre grandezze climatiche di interesse.

2.4.1 Dati sulla nevosità

La Regione Piemonte attraverso la Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione organizza e gestisce dal 1983 una rete di rilevamento nivometrico provvedendo al monitoraggio delle precipitazioni nevose, all'elaborazione e trattamento dei dati ed all'emissione di bollettini previsionali del pericolo valanghe.

Nel 1998 la Regione, in collaborazione con l'Università di Torino, ha pubblicato il volume "Le precipitazioni nevose sulle Alpi piemontesi", nell'ambito della collana "Studi climatologici in Piemonte" - volume 2.

In tale pubblicazione, cui si farà nel seguito diretto riferimento, sono riportate le analisi effettuate sui dati nivometrici, sulla base dei dati disponibili sul trentennio 1966-1996, delineando la distribuzione delle precipitazioni nevose sul territorio regionale, nello spazio e nel tempo.

Sono stati infatti recuperati e standardizzati tutti i dati disponibili per 16 stazioni di misura sull'arco alpino piemontese:

Comune	Denominazione	Provincia	Valle	Quota (m s.m.)	Gestione
ENTRAQUE	Lago Piastra	CN	Valle Gesso	906	ENEL
VINADIO	Riofreddo	CN	Valle Stura	1206	ENEL
S.DAMIANO MACRA	Combamala	CN	Valle Maira	915	ENEL
PONTECHIANALE	Castello	CN	Valle Varaita	1589	ENEL
BARDONECCHIA	Rochemolles	TO	Valle Susa	1975	ENEL
MONCENISIO	Lago Piastra	TO	Val Cenischia	2000	ENEL
USSEGLIO	Lago della Rossa	TO	Valle di Viù	2720	ENEL
LOCANA	Rosone	TO	Valle di Locana	700	A.E.M.
CERESOLE	Capoluogo	TO	Valle di Locana	1573	A.E.M.
CERESOLE	Lago Serrù	TO	Valle di Locana	2296	A.E.M.
LOCANA	Valsoera	TO	Valle di Locana	2412	A.E.M.
OROPA	Osservatorio Q. Sella	BI	Prealpi Biellesi	1180	Oss. Q.Sella
ANTRONA	Alpe Cavalli	VB	Valle Antrona	1500	ENEL
FORMAZZA	Ponte	VB	Val Formazza	1300	ENEL
FORMAZZA	Lago Vannino	VB	Val Formazza	2177	ENEL
FORMAZZA	Lago Toggia	VB	Val Formazza	2200	ENEL

Tabella 3 - Quadro delle stazioni con serie storica nivometrica trentennale (fonte pubblicazione Regione Piemonte)

Lo studio ha fornito alcuni utili elementi per la caratterizzazione nivologica dei bacini piemontesi.

E' stata individuata la distribuzione dei corpi glaciali permanenti (ghiacciai, glacionevati) e non (cascate di ghiaccio), per le valli piemontesi, che fornisce un'idea dell'attitudine dei versanti a conservare la neve.

La tabella 4 seguente, che sintetizza tali informazioni, mostra la maggiore concentrazione di ghiacciai nelle Alpi Graie meridionali (valle Ossola), mentre evidenzia come le Alpi Cozie settentrionali, pur ricche di cascate di ghiaccio, abbiano rari ghiacciai.

Dato di sintesi di interesse è quello relativo all'area glacializzata sul territorio piemontese, che risulta pari a circa 66 km².

Settore alpino	Valle	N° dei ghiaccia e gloacionevati	Area glacializzata (km ²)	N° di cascate di ghiaccio con dislivello maggiore ai 35 m
	Tanaro	0	0	6
Alpi liguri	Corsaglia	0	0	4
	Ellero	0	0	4
	Pesio	0	0	1
Alpi Marittime	Gesso	14	1.34	35
	Stura	4	0.23	10
	Maira	0	0	10
Alpi Cozie meridionali	Varaita	8	0.60	72
	Po	4	0.42	4
	Pellice	0	0	24
Alpi Cozie settentrionali	Germanasca	0	0	15
	Chisone	0	0	24
	Susa	9	1.55	129
Alpi Graie meridionali	Lanzo	36	8.26	85
	Orco	43	14.71	21
	Soana	0	0	10
Prealpi biellesi	-	0	0	Dato mancante
Alpi Pennine	Sesia	15	7.79	Dato mancante
	Anzasca	24	13.52	Dato mancante
Alpi Lepontine	Ossola	70	17.47	Dato mancante

Tabella 4 - Distribuzione dei corpi glaciali permanenti e non nelle valli piemontesi.

Riguardo ai regimi nivometrici, l'analisi dei dati misurati alle stazioni di riferimento mostrano una distribuzione della neve varia e irregolare, sia in termini quantitativi, sia come frequenza, che comunque aumentano sempre con l'altitudine.

Le precipitazioni nevose sull'arco alpino variano, nel periodo novembre-maggio, dai circa 770 cm al lago della Toggia (2200 m s.m.) sino ai circa 300 cm anno a quote inferiori ai 1000 m s.m..

Il regime nivometrico varia essenzialmente con la quota. Le stazioni situate sotto i 1200 m s.m., di fondovalle, presentano un unico massimo di precipitazione nevosa a gennaio; quelle a quote fra i 1200 e i 1700 presentano il massimo in febbraio (regimi unimodali a massimo invernale). La stazione di Rochemolles presenta invece un regime equilibrato, con precipitazioni nevose quasi equivalenti nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio. I regimi bimodali presentano invece due massimi, uno a dicembre/gennaio e uno primaverile (aprile); intervallati da un minimo in gennaio/febbraio; sono tipici sulle Alpi Graie fra i 2000 e i 2300 m s.m. e sulla alpi Lepontine. A quote superiori ai 2300 m i regimi tornano ad avere un solo massimo, primaverile (regimi unimodali a massimo primaverile): tipico è il caso delle Alpi Graie (stazioni di Valsoera e Lago della Rossa).

Riguardo alla frequenza dei giorni in cui si sono avute delle precipitazioni nevose, essa viene di solito espressa come nevosità mensile, ovvero il numero di giorni nevosi in cui la precipitazione nevosa cumulata è maggiore di 1 cm e il numero dei giorni del mese. E' un parametro che dipende strettamente dalla quota ma che sembra meno influenzato dalle variabili geografiche. Per tutte le stazioni esaminate, poste fino ai 2000 m s.m. di quota, tale frequenza presenta un massimo a febbraio. A quote superiori si ritrovano due massimi, uno a febbraio e uno ad aprile, che sopra i 2400 m s.m. risultano quasi equivalenti.

Gli studi pubblicati hanno individuato l'influenza della quota sull'altezza delle precipitazioni nevose, verificando che, a scala regionale, essa è preponderante sulla variabilità geografica delle aree.

Sia le altezze cumulate stagionali di precipitazione nevosa, sia il numero di giorni nevosi (per i 30 anni di osservazione sulle 16 stazioni) alle diverse quote altimetriche sono stati elaborati, individuando in entrambi i casi una relazione diretta lineare.

Si è quindi stimato l'incremento delle precipitazioni nevose all'aumentare della quota, calcolando il rapporto fra la differenza di altezza cumulata media stagionale su 2 stazioni adiacenti alla volta e la rispettiva differenza di quota, ottenendo valori massimi nelle Alpi Graie meridionali che si abbassano sia andando verso nord, ovvero verso il centro della catena alpina, sia procedendo verso le Alpi Marittime.

Nella tabella 5 sono riportati alcuni dei risultati ottenuti, ovvero i valori degli incrementi con la quota dei parametri nivologici sopradescritti, confrontati con quelli stimati da Gazzolo e Pinna (1973, dati riferiti al quarantennio 1921-1960, comprendenti anche la Valle d'Aosta), i quali risultano inferiori a quelli medi calcolati attraverso l'interpolazione su tutte le 16 stazioni considerate, ma in linea con quelli relativi a coppie di stazioni adiacenti (o nella stessa valle o in valli limitrofe).

Gruppo	Stazioni considerate	GHn (cm/m)	Hn2000 (mm)	GGn (gg/m)	Gn2000 (gg)
Alpi Lepontine	Toggia-Ponte	0.25	722	0.022	59
Alpi Pennine	Larecchio-A..Cavalli	0.31	595	0.009	37
Alpi Graie S(Locana)	Rosone-Ceresole	0.33	506	0.020	36
	Ceresole-Serrù	0.36	520	0.017	34
	Rosone-Valsoera	0.36	544	0.021	37
Alpi Graie S (Viù)	L.Rossa-Usseglio	0.35	540	0.020	40
Alpi Cozie N	Moncenisio		428		34
Alpi Cozie S	Combamala-Castello	0.26	460	0.021	42
Alpi Marittime	L.Chiotas-L.Piastra	0.30	615	0.018	40
	L.Chiotas-Valcasotto	0.26	615	0.013	40
INCREMENTO MEDIO		0.39	584	0.028	45
INCREMENTO GAZZOLO&PINNA		0.30	486	0.023	42

Tabella 5 - Incrementi con la quota di alcuni parametri nivologici

Nella tabella 5 sono riportati i valori dei seguenti parametri:

- GHn : incremento dell'altezza media di precipitazione nevosa in cm/m
- Hn2000: altezza della precipitazione nevosa (mm) alla quota 2000 m s.m.
- GGN: incremento del numero dei giorni nevosi in gg/m
- Gn200: numero di giorni nevosi alla quota 200 m s.m.

Lo studio segnala, però, che la consistenza dei dati a disposizione utilizzati per le elaborazioni non permette di poter rappresentare compiutamente a scala regionale la distribuzione delle precipitazioni nevose, perché le stazioni sono poste a quote molto diverse e l'effetto della diversità altimetrica maschera la variabilità geografica "orizzontale" dovuta alla diversa posizione delle valli lungo l'arco alpino.

Infatti si rilevano "scarti" di altezza cumulata di precipitazione nevosa di differente segno ed magnitudine fra i dati realmente misurati e quelli calcolati adottando i gradienti nivometrici regionali sopra citati. Le stazioni alpine settentrionali, come le stazioni delle Alpi Cozie più meridionali e delle Alpi Marittime, mostrano valori sempre superiori a quelli teorici, in quanto in questa zona le precipitazioni nevose sono più abbondanti. Valori più bassi invece di quelli calcolati si registrano nel Biellese e nella maggior parte delle stazioni delle Alpi Graie meridionali e in Val Susa., dove si osservano i valori minimi.

L'entità degli scarti risulta comunque dell'ordine di grandezza massimo del $\pm 30\%$ rispetto ai valori reali di altezza cumulata.

Pertanto, ai fini della presente caratterizzazione idrologica, in relazione alla necessità di fornire un indicazione su indici nivometrici caratterizzanti la nevosità probabile sui bacini elementari individuati nell'ambito del presente progetto, in mancanza di elaborazioni di maggior dettaglio a scala regionale, non disponibili allo stato attuale, si è assunta come significativa l'indicazione fornita dalle relazioni lineari individuate sulle coppie di stazioni dello studio regionale e riportate in termini di incremento in tabella 5 riferito al valore alla quota 2000 m s.m..

E' utile riportare un'ulteriore risultato significativo contenuto nella pubblicazione della Regione Piemonte e relativo all'evoluzione delle precipitazioni nevose sul periodo trentennale considerato.

Dalle analisi condotte si rileva come le quantità di neve caduta sono molto irregolari e solo raramente esprimono nettamente una tendenza positiva o negativa negli ultimi 30 anni. In breve si riportano alcune osservazioni di sintesi relativamente ai settori alpini nei quali tradizionalmente si suddivide la catena alpina, partizione che si rileva molto efficace per descrivere la variabilità geografica effettiva delle precipitazioni nevose.

Le Alpi Liguri e Marittime risentono fortemente della vicinanza del Mar Ligure; pertanto le precipitazioni nevose sono relativamente abbondanti e concentrate fra gennaio e febbraio anche a causa della bassa quota degli spartiacque. Le analisi dei dati disponibili mostrano una certa riduzione della quantità delle precipitazioni nevose sull'ultimo trentennio.

Le Alpi Cozie sono caratterizzate da precipitazioni nevose di frequenza e quantità simili a quelle della media piemontese. La Val di Susa rappresenta un corridoio per le perturbazioni atlantiche e per questo motivo si presenta diversa dalle valli adiacenti; infatti le stazioni valsusine mostrano precipitazioni nevose ridotte non tanto come frequenza, quanto come quantità, che sembra anch'essa in fase di riduzione sull'ultimo trentennio.

Le valli delle Alpi Graie meridionali si presentano più incise e presentano le maggior quantità di neve delle alpi occidentali italiane, pur mostrando un'elevata variabilità nelle quantità di precipitazione nevosa.

Le Prealpi Biellesi, notoriamente ricche di precipitazioni piovose, non lo sono altrettanto di precipitazioni nevose, data la loro modesta quota.

Le Alpi Pennine piemontesi, date le alte quote, sono ricche di neve fino ad aprile, come le Alpi Lepontine. La Val Formazza è unico tratto delle alpi piemontesi dove si è registrato un incremento delle precipitazioni nell'ultimo trentennio.

Un ultimo commento riguarda lo stato di consistenza attuale della rete nivometrica piemontese. Essa conta di circa 67 stazioni automatiche (aggiornamento dicembre 2002) riportate in appendice 4, distribuite geograficamente come in figura 5.

La rete è integrata da altre circa 50 stazioni manuali, gestite da diversi enti e società, che effettuano rilevamenti giornalieri o settimanali di alcuni parametri nivometeorologici finalizzati alla valutazione della stabilità del manto nevoso e del rischio valanghe.

Su alcune stazioni vengono effettuate con frequenza bisettimanale alcune prove penetrometriche e stratigrafiche al fine di caratterizzare dal punto di vista fisico e meccanico il manto nevoso.

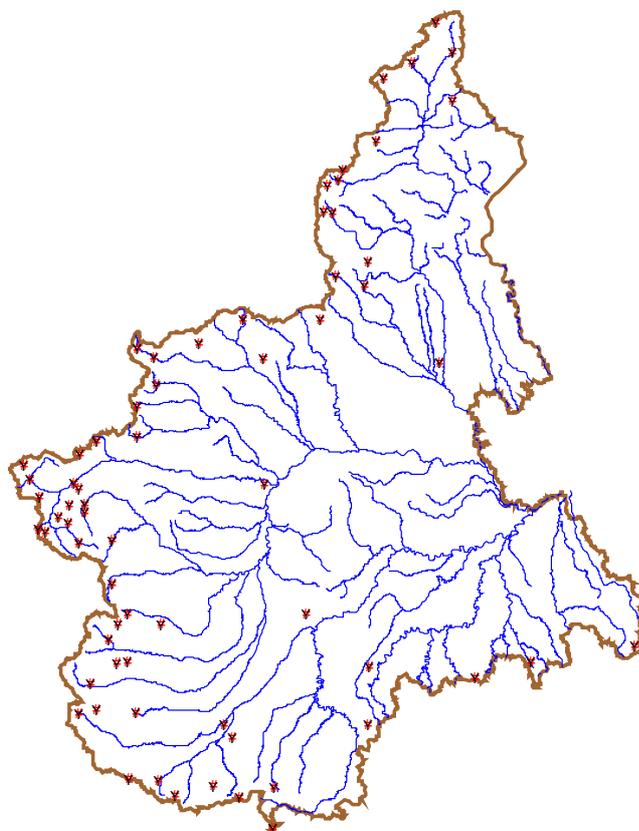


Figura 5 - Stazioni nivometriche della Regione Piemonte (agg. dic.02)

I principali dati misurati nelle stazioni della rete nivometrica regionale sono:

- Altezza della neve
- Condizioni di innevamento
- Incrementi giornalieri di neve al suolo
- Cronologia degli incrementi di neve al suolo
- Temperature giornaliere del manto nevoso e relativo gradiente termico

Molte delle ulteriori informazioni di tipo nivologico in parte disponibili dai dati registrati, in parte contenute come elaborazioni basate su lungo periodo nella pubblicazione della Regione Piemonte, riguardo le caratteristiche dell'innevamento (per esempio lo spessore del manto nevoso), sono state utilizzate per la messa a punto e calibrazione del modello idrologico nell'ambito del citato progetto Previsione Portate della Regione Piemonte, da cui è stato derivato il modello idrologico utilizzato per il progetto PTA in corso, meglio descritto nell'ultimo capitolo della presente rapporto.

2.4.2 Radiazione solare

Dati di radiazione solare “storici” non sono disponibili, in quanto fino al 1990 le misure erano quasi esclusivamente condotte dal Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare Italiana, ai fini della preparazione dell’Atlante Solare Europeo, fornendo in generale stime risultanti poi sovrastimate (fonte ENEA).

Quando sono entrate in funzione in Italia stazioni automatiche per il rilevamento della radiazione solare al suolo anche la Regione Piemonte si è attrezzata ad installare stazioni meteo complete anche di radiometro. Nel contempo dagli anni '80 si è pensato, dati i costi gestionali delle apparecchiature a terra, di usare le immagini fornite dai satelliti meteorologici per la stima della radiazione solare al suolo.

Nel seguito vengono pertanto descritte entrambe le fonti di acquisizione di dati relativi alla radiazione solare al suolo.

2.4.2.1 La rete della Regione Piemonte

I dati di radiazione solare diretta globale sono misurati solo in alcune delle stazioni della rete regionale di monitoraggio meteorologico; un quadro aggiornato delle stazioni di misura della radiazione solare in Piemonte è riportato nella tabella 6 . Alcune di queste misurano anche la radiazione riflessa.

I valori di radiazione solare sono misurati ed espressi in W/m^2 , ma in bibliografia la radiazione solare è espressa anche in MJ/m^2 giorno.

La consistenza dei dati memorizzati dalla banca meteorologica regionale evidenzia, però, l'impossibilità di condurre efficacemente stime di sintesi sui valori misurati di radiazione solare, poichè le serie storiche disponibili sul periodo 1990-1999 sono spesso discontinue e presentano alcune difficoltà nell'interpretazione dei valori anomali, specialmente per il periodo ante 1999. Per molte stazioni e per numerosi anni solari non è pertanto possibile stimare, dai dati misurati, la radiazione totale mensile, che risulta essere un parametro significativo nella stima di numerose altre grandezze climatiche, prima fra tutte l'evapotraspirazione.

CODICE	DENOMINAZIONE	INDIRIZZO / LOCALITA'	UTM X	UTM Y	QUOTA STAZIONE (m s.m.)	INIZIO FUNZIONAMENTO
8	LAGO PILONE	SAUZE D'OULX	332693	4985596	2320	21/10/88
11	CAMINI FREJUS	BARDONECCHIA	318287	4998760	1800	9/11/90
19	LE SELLE	SALBERTRAND	336091	4991300	1950	26/7/91
101	ACQUI TERME	STRADA PIAN D'ENDICE	458845	4947584	215	26/1/88
106	MONTE MALANOTTE	FRABOSA SOTTANA	403783	4901595	1741	4/2/88
109	CUMIANA	PIEVE - SCUOLE COMUNALI	373174	4980375	332	27/1/88
110	VEROLENGO	VIVAIO FORESTALE VIGNOLI	422382	5004180	165	7/4/88
113	BORGOFRANCO D'IVREA	MONTE BUONO	410087	5040929	337	5/5/88
115	ALESSANDRIA	LOBBI - DEPURATORE COMUNALE	476727	4976201	90	11/5/88
117	DOMODOSSOLA	NOSERE - DEPURATORE COMUNALE	446156	5105927	252	4/5/88
118	MOTTARONE	STRESA	457689	5081238	1491	13/7/88
119	CASALE MONFERRATO	ISTITUTO DI PIOPPICOLTURA	461092	4997958	136	20/5/88
120	PINO TORINESE	OSSERVATORIO ASTRONOMICCO	402828	4988482	619	19/5/88
121	CAPANNE DI COSOLA	CABELLA LIGURE	515945	4947126	1550	10/5/88
122	COLLE S.BERNARDO	GARESSIO	423980	4892286	980	10/3/88
127	BRIC BERTON	PONZONE	463454	4929755	773	5/10/89
139	MONTECHIARO D'ASTI	ROVANELLO - BOREGNA - DEPURATORE COMUNALE	429242	4984323	200	6/4/89
140	COSTIGLIOLE SALUZZO	RIO TALU' - DEPURATORE COMUNALE	380628	4935110	440	23/3/89
142	AVIGLIANA	GRANGIA	373774	4994834	340	9/1/91
143	BORGONE SUSA	PONTE DORA	361958	4997582	400	10/1/91
146	SUSA	PIETRASTRETTA	347088	5000758	520	5/12/90
151	OULX	GAD	329988	4990162	1065	19/12/90
152	PRERICHARD	BARDONECCHIA	320334	4994017	1353	6/12/90
153	TORINO	BUON PASTORE - CORSO REGINA MARGHERITA 153/bis	395608	4992819	240	22/3/89
195	CARMAGNOLA	ISTITUTO AGRARIA	396348	4971353	232	10/6/93
198	VERCELLI	CASELLO RUGGERINA	452237	5019386	132	17/6/93
212	BASALUZZO	BASALUZZO	474833	4956759	149	8/10/98
213	ARQUATA SCRIVIA	ARQUATA SCRIVIA	490646	4947889	240	9/4/98
217	TORTONA	CASTELLAR PONZANO	487962	4963974	154	9/4/98
220	ISOLA SANT'ANTONIO	STICOZZA	488564	4985460	77	30/6/93
223	SPINETO SCRIVIA	SPINETO SCRIVIA	489720	4964473	197	11/3/98
225	NOVI LIGURE	DEPURATORE	480884	4959362	162	24/2/98
229	SARDIGLIANO	CAMPO SPORTIVO	492695	4956060	228	25/3/98
273	MONCALIERI	BAUDUCCHI	398228	4979528	226	16/6/93
317	BRA	MUSEO CRAVERI	409096	4950597	298	5/5/93
320	TREISO	CASCINA MONTARSINO	427326	4947726	376	23/11/90
323	FOSSANO	MADONNA DI LORETO	403729	4932637	403	8/4/93
325	BERGALLI	SALICETO	434957	4917579	385	14/2/90

Tabella 6 - Elenco delle stazioni meteo della Regione Piemonte dove viene misurata la radiazione solare

Allo stato attuale sono disponibili, dalla banca dati regionale, solo per alcuni anni e solo su alcune stazioni, i valori misurati in continuo della radiazione diretta globale, riportati nella tabella seguente su base cumulata mensile.

Cod staz	Denominazione	Radiazione totale (W/m ²)												anno
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
323	FOSSANO	221.6	290.9	386.5	486.7	574.2	650.4	701.6	496.1	395.4	255.1	161.9	160.2	1999
257	COLLE BERZIA	206.3	311.8	486.6	512.6	616.5	732.1	716.9	595.7	435.1	292.6	197.5	161.5	1999
153	TORINO	129.4	190.1	328.6	378.7	497.3	522.8	649.9	530.2	375.5	197.2	154.9	122.3	1990
151	GAD	201.7	249.8	481.8	571.6	685.4	776.7	735.9	602.4	430.3	334.7	202.1	122.1	1995
146	PIETRASTRETTA	168.4	220.3	261.6	427.7	598.8	571.9	613.7	555.0	343.0	232.7	167.5	151.9	1991
146	PIETRASTRETTA	150.5	239.0	317.1	434.3	457.1	416.6	565.0	529.0	359.5	197.4	174.1	108.7	1992
142	AVIGLIANA	153.1	255.5	476.1	615.5	584.1	545.7	669.2	543.3	440.5	311.8	155.2	134.4	1997
142	AVIGLIANA	182.5	266.8	462.7	403.2	596.6	634.6	688.2	584.4	384.9	299.8	200.8	137.2	1998
140	COSTIGLIOLE S.	179.4	203.9	478.8	519.9	544.7	656.2	687.6	612.8	371.1	254.8	153.1	126.9	1994
139	MONTECHIARO	154.9	241.6	291.2	479.3	648.7	672.5	741.8	643.9	375.8	250.3	162.9	159.1	1991
139	MONTECHIARO	133.0	240.9	372.6	450.0	576.9	537.3	657.3	598.9	417.1	212.4	132.6	90.0	1992
139	MONTECHIARO	161.3	177.5	459.4	490.5	543.0	682.5	712.0	620.2	349.8	236.8	103.4	96.0	1994
127	BRIC BERTON	205.0	272.8	411.7	438.2	631.7	644.0	754.8	613.0	425.1	185.8	203.1	169.2	1990
127	BRIC BERTON	170.3	267.7	398.5	445.2	607.8	539.8	657.0	630.7	414.7	193.8	183.1	107.3	1992
121	CAPAN.COSOLA	154.5	266.1	377.9	425.2	595.0	666.8	600.9	513.5	390.0	282.3	178.7	127.2	1996
120	PINO TORINESE	184.8	258.4	269.7	467.4	630.3	666.2	739.9	636.1	376.1	233.3	183.0	183.9	1991
119	CASALE MONFER.	116.5	212.6	404.9	426.9	621.6	661.8	689.3	623.9	345.3	183.2	121.4	114.7	1993
117	DOMODOSSOLA	131.9	240.9	325.4	463.9	538.5	473.1	626.8	548.4	364.9	181.4	152.7	93.9	1992
116	MOMBARCARO	198.1	294.9	378.6	433.2	526.8	500.8	625.6	602.0	407.2	219.5	198.9	131.7	1992
116	MOMBARCARO	189.4	290.8	441.0	379.2	539.3	620.5	629.5	594.5	365.3	216.9	161.9	174.6	1993
116	MOMBARCARO	196.3	224.6	449.0	491.8	511.5	616.6	664.1	594.0	344.2	264.4	183.8	139.2	1994
116	MOMBARCARO	228.4	338.6	391.6	458.1	513.9	621.2	657.2	487.5	386.1	283.5	177.3	177.8	1999
113	BORGOFRANCO	179.6	228.9	390.1	408.4	570.3	554.5	677.8	561.4	400.9	222.6	197.6	167.1	1990
110	VEROLENGO	139.4	232.4	282.4	483.4	624.3	665.0	740.6	636.6	368.3	244.9	159.0	138.9	1991
109	CUMIANA	179.5	277.8	484.3	424.0	626.1	682.5	689.8	603.6	396.2	314.7	208.3	142.1	1998
109	CUMIANA	219.2	312.4	389.0	472.6	528.6	634.5	716.7	521.3	403.3	248.7	173.8	166.2	1999
104	BELMONTE	183.6	238.2	412.8	432.4	572.2	549.1	692.7	584.4	398.0	215.0	205.8	163.9	1990
104	BELMONTE	184.3	267.9	457.5	355.9	552.1	633.3	673.8	581.2	367.0	282.0	211.5	148.1	1998
valore medio sulle stazioni disponibili (W/m ²)		175.1	254.0	395.3	456.3	575.5	611.8	677.7	580.1	386.8	244.6	173.8	139.9	
valore medio sulle stazioni disponibili (MJ/m ² giorno)		4.2	6.1	9.5	11.0	13.8	14.7	16.3	13.9	9.3	5.9	4.2	3.4	

Tabella 7 - Consistenza dei dati di radiazione solare disponibili dalle banche dati della Regione Piemonte.

Si osserva facilmente che la consistenza dei dati misurati non è davvero sufficiente a poter rappresentare compiutamente la grandezza a scala regionale. Infatti, non si è a conoscenza di analisi o studi specialistici ufficiali che indichino come regionalizzare tale informazione, che ha valenza prettamente puntuale.

Pertanto si è scelto di non inserire attualmente il parametro “radiazione solare” come indicatore climatico di caratterizzazione dei bacini elementari individuati ai fini del PTA, in attesa di futuri studi più di dettaglio..

Elaborazioni sui alcuni dei dati disponibili della rete regionale sono state condotte sul periodo 1999-2002, per fornire dati di input al sistema modellistico integrato utilizzato per le analisi di bilancio idrologico, come descritto negli elaborati di fase 2.

L'attività svolta riguardo al dato relativo alla radiazione solare ha riguardato i seguenti steps:

1. conversione dei valori cumulati orari disponibili in valori giornalieri;
2. rappresentazione grafica dell'andamento della radiazione giornaliera sul periodo considerato in alcune stazioni significative, sia sul settore montano sia sul settore di pianura, fra quelle in tabella 6;
3. verifica della similitudine di tali andamenti, sia in termini temporali (nell'ambito dello stesso anno e sul triennio prescelto), sia relativamente alla posizione geografica delle stazioni scelte;
4. costruzione di un'unica serie di valori giornalieri da inserire nei modelli di simulazione (in particolare il modello DAISY) come media dei valori misurati nelle stazioni, con serie completa.

I dati elaborati per il modello, però, non sono attualmente presentabili in quanto non del tutto sistematizzati e validati e verranno quindi ripresentati negli elaborati di fase II.

I dati della rete agrometeorologica regionale R.A.M., per i motivi precedentemente citati (cfr. paragrafo 2.2.2), non sono stati acquisiti né elaborati in quanto relativi a ristrette porzioni di territorio (solo collinare e di pianura) e non all'intera Regione Piemonte.

2.4.2.2 Altre fonti

Un'analisi bibliografica ha portato a confrontarsi con una delle fonti più specializzate su tali aspetti, ovvero gli studi condotti da ENEA⁸ su tutta l'Italia, ed in particolare la pubblicazione “La radiazione solare globale al suolo in Italia negli anni 1996-1997 - Valori medi mensili stimati dalle immagini fornite dal satellite Meteosat”.

Come già detto, negli anni '80 si è partiti a usare le immagini satellitari per la stima della radiazione solare globale, sviluppando metodi sperimentali di interpretazione delle immagini. Per valutare l'accuratezza dei valori di radiazione solare stimati con tali metodi sono stati utilizzati i dati delle misure a terra delle due reti a scala nazionale che rilevano tale parametro: il rete Agrometeorologica Nazionale del Servizio Informativo Agricolo Nazionale del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali e quella del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

⁸ Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

Le elaborazioni condotte da ENEA sui dati da satellite hanno prodotto numerosi risultati, sintetizzati sia come valori medi annui di radiazione solare in numerose località italiane sul periodo 1994-1997, sia come più generali “profili climatici dell’Italia”, pubblicati in anni recenti.

In appendice 6 sono riportati i valori di radiazione solare contenuti nella pubblicazione sopraccitata “La radiazione solare globale al suolo in Italia negli anni 1996-1997 - Valori medi mensili stimati dalle immagini fornite dal satellite Meteosat”, nella quale sono riportati anche i valori medi stimati sul periodo 1994-1997 per numerose località. Ovviamente anche questi valori sono forniti puntualmente e riferiti ad un periodo di osservazione molto breve e quindi non sono suscettibili di interpretazione a maggior scala spaziale.

Tali valori sono stati stimati con il “Metodo Heliosat” che si basa sulle immagini riprese dal satellite Meteosat con tre diverse bande di frequenza: infrarosso, visibile e vapore acqueo. Basandosi sulle immagini della banda del visibile, valutando la copertura nuvolosa su una certa porzione, si determina la quantità di radiazione solare che raggiunge il suolo come frazione di quella extra-atmosferica.

La radiazione giornaliera al suolo calcolata con il metodo Heliosat viene espressa in MJ/m² giorno.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni dei valori forniti da ENEA e calcolati come media mensile (media aritmetica degli n valori giornalieri) sul periodo analizzato 1994-1997 per alcuni comuni piemontesi (cfr. appendice 6) .

STAZIONE	quota (m s.m.)	RADIAZIONE SOLARE MEDIA MENSILE (MJ/m ² giorno)											
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Torino	239	4.5	7.3	13.3	17.4	19.8	22.1	21.9	18.8	14	10	5.9	4.2
Villadossola	257	3.6	6.1	12	16.4	18.8	21.4	21.4	18.8	13.3	9.4	5.1	3.5
Alessandria	95	5.1	7.6	13.8	17.8	20.6	22.8	22.7	19.5	14.4	9.8	5.7	4.2
Cuneo	534	4.8	7.6	13.6	17.5	20.2	22.1	21.9	18.8	14.3	10.3	6.3	4.5
Vercelli	130	4.8	7.5	13.6	17.6	20.1	22.4	22.4	19.2	14.1	9.8	5.6	4.2

Tabella 8 - Valori di radiazione globale al suolo stimati nella pubblicazione ENEA per alcune località piemontesi significative.

Nel seguito si riporta il grafico di tali valori, che evidenziano la relativa uniformità sul territorio del fattore “radiazione solare al suolo”.

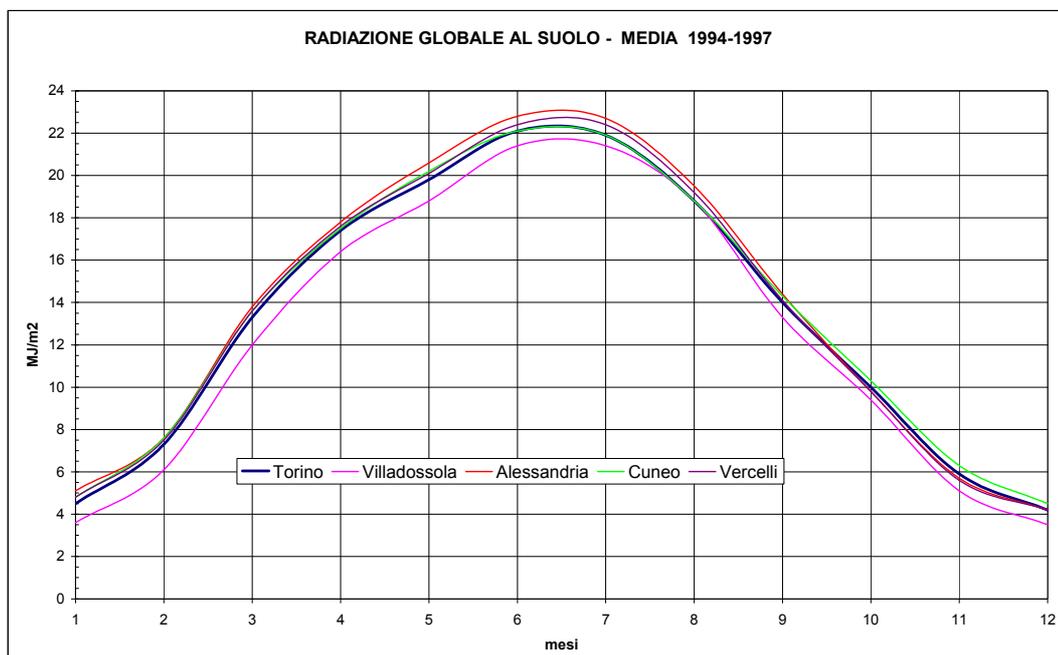


Figura 6 - Radiazione solare media in Piemonte (stima ENEA)

L'analisi dei dati disponibili da fonte ENEA per numerose località in Piemonte (cfr. appendice 6), oltre a fornire risultati confrontabili con i pochi dati disponibili dalla rete di monitoraggio della Regione Piemonte, porta alle seguenti considerazioni generali riguardo al parametro radiazione solare.

La radiazione giornaliera al suolo in Piemonte, stimata dai dati Meteosat, sembra non essere molto variabile su scala spaziale, planimetrica e altimetrica, specialmente sui valori massimi estivi.

Invece, relativamente agli andamenti mensili, la radiazione solare presenta un evidente massimo nei mesi estivi, sui 21-23 MJ/m²giorno circa in giugno e luglio su tutto il territorio; mentre risulta mediamente inferiore a 4 MJ/m²giorno nei mesi invernali (dicembre e gennaio), salvo che sulle aree di pianura, dove i valori invernali sono compresi fra 4 e 5 MJ/m²giorno.

2.4.3 Evapotraspirazione

Non esistono dati di sintesi pubblicati sull'evapotraspirazione in Piemonte. Nell'ambito della Rete Agrometeorologica del Piemonte (R.A.M.-PIEMONTE) sono misurati tutti i parametri necessari alla stima di tale grandezza (temperatura aria, umidità relativa, precipitazione, velocità vento, radiazione solare) e il valore di evapotraspirazione potenziale viene calcolato, ma limitatamente all'area di pianura e sul periodo di interesse per motivi agronomici.

Una stima dell'evapotraspirazione a scala regionale è stata condotta invece nella pubblicazione n.22 della Collana Ambiente della Regione Piemonte, a cura della Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche e del prof. Merlo dell'Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Economia e Ingegneria agraria forestale e ambientale, "Metodologia di verifica dei fabbisogni lordi nei comprensori irrigui della Regione Piemonte"

Tale pubblicazione illustra una nuova metodologia di calcolo che consente di stimare i fabbisogni lordi d'acqua a livello di comprensori agrari omogenei tenendo conto delle differenti specie vegetali coltivate, delle diverse caratteristiche dei terreni e del clima, nonché delle peculiari modalità di trasporto e di distribuzione dell'acqua alle colture.

Per una prima analisi dei fabbisogni netti particellari d'acqua irrigua a scala regionale, nello studio del prof. Merlo si sono formulati bilanci idrici al suolo, condotti con riferimento a diverse colture e per una lunga serie di anni, al fine di tenere conto della variabilità climatica. Successivamente, mettendo in conto le superfici interessate dalle varie colture irrigue e le perdite legate all'adacquamento, al trasporto, alla distribuzione dell'acqua, sono stati quantificati i fabbisogni lordi alla fonte di approvvigionamento.

Elemento significativo del bilancio idrico è risultata la ET_m, evapotraspirazione massima di ciascuna coltura nell'ipotesi di pieno soddisfacimento delle esigenze idriche, che viene calcolata in base alla ET₀ o evapotraspirazione di riferimento, definita come "altezza di evapotraspirazione da un'ampia superficie ricoperta da un prato in pieno sviluppo, fitto, omogeneo, di uniforme altezza, compresa fra gli otto ed i 15 cm, che ombreggi completamente la superficie del suolo ed al quale sia assicurato il pieno soddisfacimento delle proprie esigenze idriche".

Nei bilanci idrici si è stimata quindi l'evapotraspirazione massima delle colture sulla base di una miglior stima della evapotraspirazione di riferimento a scala regionale. Data la disponibilità effettiva solo di alcuni dati necessari alla stima dell'evapotraspirazione di riferimento, nello studio del prof. Merlo si è ritenuto significativo procedere alla taratura del metodo di Blaney-Criddle mod. FAO, sulla base dei valori di ET₀ ottenuti con un metodo più preciso, vale a dire con quello di Penman mod. FAO, il quale richiede la disponibilità dei valori dei seguenti parametri meteorologici, reperibili solo a scala locale: radiazione globale o eliofanìa assoluta, temperatura e umidità relativa dell'aria, velocità del vento.

Pertanto, per la stima dell'evapotraspirazione di riferimento nello studio citato si è proceduto come segue. Nell'ambito del territorio di pianura e di collina della Regione Piemonte sono state individuate 13 stazioni meteorologiche automatiche per le quali sono disponibili i valori medi mensili delle grandezze meteorologiche necessarie per calcolare il valore di ET₀ con la formula di Penman (per ogni stazione il periodo utilizzato risulta compreso tra il 1988 ed il 1998 ed ha una durata minima di cinque anni). Su questi valori è stata tarata la formula di Blaney-Criddle e si è arrivati quindi ad una stima dell'evapotraspirazione di riferimento mensile sulle 13 stazioni, riportata in tabella seguente sia in termini di valori medi, sia secondo un'assegnata frequenza di superamento.

Per la successiva stima dei bilanci idrici a scala di bacino sono stati utilizzati valori mensili di temperatura media dell'aria e di precipitazione atmosferica, estesi per una lunga serie di anni e per un insieme di stazioni tale da consentire un'adeguata rappresentazione spaziale sul territorio regionale. A questo fine sono state individuate 20 stazioni termo-pluviometriche situate nella parte di pianura e di collina del territorio piemontese, oppure nelle immediate vicinanze (dette stazioni presentano un numero di anni di osservazione variabile da un minimo di 24 ad un massimo di 35 (media pari a 33) nel periodo 1931-1986). In tali bilanci sono entrati valori medi mensili di evapotraspirazione di riferimento precedentemente stimati, rappresentati anche sotto forma di isolinee di evapotraspirazione media annua di riferimento, come nella figura seguente.

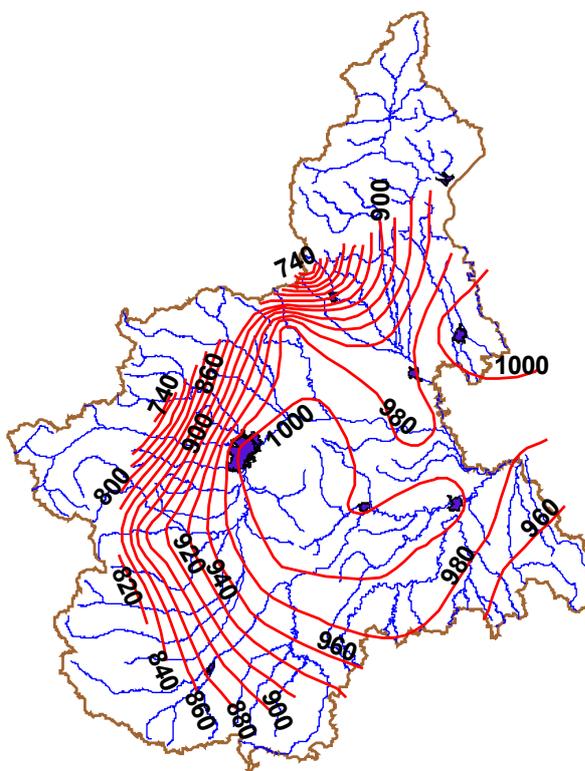


Figura 7 - Curve isovalore di evapotraspirazione di riferimento totale annua (Regione Piemonte)

Merito dello studio quindi, oltre alla taratura della formula di Blaney-Criddle (uno dei metodi più conosciuti per la stima della ET_0) per l'impiego specifico in Piemonte, è stata la redazione di carte regionali dell'evapotraspirazione di riferimento (mensile e totale annua), cui si è fatto riferimento per la stima della grandezza su tutti i bacini elementari individuati nell'ambito del presente progetto, al fine di completare il quadro di caratterizzazione idrologica.

Poiché però l'analisi dei fabbisogni irrigui è stata centrata sulle aree di pianura, lo studio dell'evapotraspirazione non è stato esteso all'intero territorio regionale e, come si vede dalla figura 7, sulle aree montane l'evapotraspirazione non è stata stimata.

E' evidente che alle alte quote, dove la vegetazione è quasi del tutto assente, tale grandezza abbia valori trascurabili e prossimi allo zero; sulle aree pedemontane e di pianura si osserva invece come l'evapotraspirazione annua vari fra gli 800 e i 1000 mm/anno; ma a quote intermedie (sotto i 2000 m s.m. e sopra gli 800 m s.m., circa), non si può non assumere che tale fenomeno sia invece comunque significativo ai fini della valutazione del bilancio idrologico.

Nell'ambito del recente progetto regionale di previsione delle portate⁹ è stata condotta una stima dell'evapotraspirazione potenziale sul territorio regionale, utilizzando una correlazione di tale grandezza con la quota altimetrica, basandosi su dati sperimentali e di letteratura, pur sapendo che il valore calcolato in funzione della sola quota altimetrica è da ritenersi approssimato.

I valori medi mensili di evapotraspirazione alle diverse quote calcolati nell'ambito del progetto previsione portate sono riportati nella tabella seguente.

QUOTA (m s.m.)	genn (mm)	feb (mm)	mar (mm)	apr (mm)	mag (mm)	giu (mm)	lug (mm)	ago (mm)	set (mm)	ott (mm)	nov (mm)	dic (mm)	anno (mm)
200	2.6	8.4	28.5	65.3	102.9	136.9	153.3	130.0	89.6	49.0	16.9	3.2	787
400	2.3	7.7	26.3	59.7	94.6	126.7	142.4	120.9	82.9	45.4	15.7	3.0	728
600	2.1	6.9	24.1	54.2	86.4	116.4	131.4	111.8	76.3	41.8	14.5	2.7	669
800	1.9	6.2	21.9	48.7	78.2	106.1	120.5	102.7	69.7	38.2	13.3	2.5	610
1000	1.7	5.4	19.8	43.1	70.0	95.9	109.5	93.6	63.0	34.6	12.1	2.2	551
1200	1.4	4.7	17.6	37.6	61.8	85.6	98.6	84.5	56.4	31.0	10.9	2.0	492
1400	1.2	3.9	15.4	32.0	53.5	75.4	87.6	75.4	49.8	27.4	9.6	1.7	433
1600	1.0	3.2	13.2	26.5	45.3	65.1	76.7	66.3	43.1	23.8	8.4	1.5	374
1800	0.8	2.4	11.0	21.0	37.1	54.8	65.7	57.2	36.5	20.2	7.2	1.2	315
2000	0.5	1.7	8.8	15.4	28.9	44.6	54.8	48.1	29.9	16.6	6.0	1.0	256
2200	0.3	0.9	6.7	9.9	20.7	34.3	43.8	39.0	23.2	13.1	4.8	0.7	197

Tabella 9 - Valori di evapotraspirazione potenziale (mm) media mensile elaborati in Piemonte in relazione alla quota altimetrica.

Tale stima dell'evapotraspirazione potenziale è stata ritenuta attendibile ed è stata inserita nel modello di simulazione afflussi-deflussi utilizzato per la rappresentazione delle condizioni idrologiche dei bacini di interesse sul territorio regionale, sia nel passato progetto previsione portate sia nel presente progetto PTA.

Per stimare il valore di evapotraspirazione potenziale media annua su tutti i bacini elementari individuati nell'ambito del presente progetto PTA si è pensato, quindi, di integrare l'informazione degli studi del prof. Merlo, peraltro in pianura non dissimili dai valori di evapotraspirazione utilizzata per i modelli idrologici, con le indicazioni di tabella 9, considerando su ciascun bacino diversi valori di

⁹ Regione Piemonte, Servizi Tecnici di Prevenzione/Sistema informativo per la previsione delle piene dei corsi d'acqua del bacino idrografico piemontese/Hydrodata, CAE, Intecno DHI/2000÷2001

evapotraspirazione in relazione alla suddivisione in fasce altimetriche ed assumendo che per le porzioni di bacino a quote superiori a 2000 m s.m. un valore pari a 0.

In tal modo, mediando sui valori disponibili in letteratura, si è calcolato il valore di evapotraspirazione potenziale a copertura dell'intero territorio regionale.

2.4.4 Portate

Come per i dati di precipitazione e temperatura, il quadro delle stazioni idrometriche, storiche del SIMN e attuali della rete regionale, è già stato descritto in precedenza ed è riportato in tabelle di sintesi (cfr. allegati al rapporto).

E' importante segnalare che delle 29 stazioni idrometriche storiche gestite dal SIMN, 18 sono funzionanti all'interno della rete regionale:

CODICE	CORSO D'ACQUA	LOCALITA'	TIPO (*)	FUNZIONAMENTO	TIPO
				PERIODI	GESTIONE
DRIOU	DORA RIPARIA	OULX	A	simn 1927-1956 reg 1994	previsione
TANPN	TANARO	PONTE DI NAVA	A	simn 1931-1968 reg 2001	previsione
TOCCA	TOCE	CANDOGLIA	B1	simn 1933-1964 reg 1999-	pianificazione
TANMO	TANARO	MONTECASTELLO	A	simn 1923-1985 reg 1995	pianificazione
SESBO	SEZIA	BORGOSIESIA	A	simn 1927-1950 reg 1991	previsione
TANFA	TANARO	FARIGLIANO	A	simn 1929-1970 1986-1988 reg 1992-1994 1995	previsione
SLALA	STURA DI LANZO	LANZO	A	simn 1930-1943 1946-1973 1975-1981 reg 1991	previsione
POCM1	PO	CASALE MONFERRATO (p.te)	B1	simn 1931-1941 reg 2001	pianificazione
DBRBE	DORA DI BARDONECCHIA	BEAULARD	A	simn 1931-1944 reg 1990	previsione
SCRSE	SCRIVIA	SERRAVALLE	C	simn 1931-1963 1992- reg 2001	pianificazione
MASPF	MASTALLONE	VARALLO - PONTE FOLLE	A	simn 1933-1965 reg 2001	previsione
GRAMO	GRANA MELLEA	MONTEROSSO	A	simn 1934-1978 reg 2001	previsione
SDEGA	STURA DI DEMONTE	GAIOLA	A	simn 1935-1965 reg 1992	previsione
CHSSM	CHISONE	S. MARTINO	A	simn 1937-1971 reg 1991	previsione
DRISU	DORA RIPARIA	SUSA	A	simn 1942-1943 1946-1953 reg 1991-2000	previsione
BORCA	BORMIDA	CASSINE	B	simn 1947-1958 1992- reg 1995	pianificazione
TANAB	TANARO	ALBA	B	simn 1991- reg 1994	pianificazione
POCA	PO	CARIGNANO	B	simn 1991- reg. 1995	pianificazione

(*) tipologia della stazione regionale

A stazione dotata di sensore idrometrico

B sonde multiparametriche con sensori idrometrico e di qualità dell'acqua

B1 installazione in cabina con sensori idrometrico, di qualità dell'acqua e campionatore

C installazione in cabina con sensori idrometrico, di qualità dell'acqua, sedimentatore e campionatore

Tabella 10 - Stazioni storiche del SIMN funzionanti nella rete di monitoraggio della Regione Piemonte

Il tipo di gestione si riferisce alla finalità principale di utilizzo della sezione di misura: le sezioni di previsione devono poter fornire una buona rappresentazione, in tempo reale, dell'evoluzione temporale dei fenomeni di piena, mentre le stazioni di pianificazione devono poter misurare tutto il regime dei deflussi, ma in particolare le criticità di magra, ai fini della pianificazione dell'uso della risorsa.

Le stazioni storiche attualmente funzionanti presentano però un "buco" di dati di portata disponibili per un periodo piuttosto esteso, dal 1986 (ultimo annale pubblicato dal SIMN) al 1999, primo anno di gestione idraulica completa e redazione di bilanci idrologici sulle stazioni regionali.

Pertanto, i dati di livello sono disponibili per tutte le stazioni di misura su base giornaliera (dati storici) e semioraria (dati regionali); mancano invece molte delle scale di deflusso storiche per poter stimare le relative portate.

Per gli anni recenti, dal 1999, sono disponibili per tutte le stazioni di misura anche le scale di deflusso aggiornate annualmente; le serie storiche di portata sono quindi validate ed utilizzabili.

Per le stazioni della Regione è stato creato, nell'ambito del già citato progetto Previsioni Portate, un apposito data-base (DBSTAZ), attualmente installato presso la SSRN del settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, che contiene tutte le informazioni relative alle stazioni idrometriche attive, fra cui le scale di deflusso e tutte le misure dirette di portata condotte negli ultimi anni per il loro continuo aggiornamento e per le attività di validazione idraulica.

2.4.5 Altri dati climatici

La rete meteorologica della Regione Piemonte, organizzata con stazioni diversificate (termopluviometriche, meteorologica completa e nivometrica), misura, oltre ai già citati valori di precipitazione, temperatura, neve e radiazione solare, anche i seguenti dati:

- Umidità dell'aria
- Pressione atmosferica
- Vento

che, data la relativa scarsa consistenza dei valori disponibili (serie storiche di limitata estensione, solo sugli anni recenti e con molti buchi) possono essere utilizzati solo per caratterizzazioni climatiche a scala locale.

3. COSTITUZIONE DEL DATABASE METEO-IDROMETRICO

Come precedentemente descritto, i dati meteorologici sono disponibili su un gran numero di punti e per periodi storici diversi (lungo periodo e periodo recente), facendo riferimento alle banche dati storiche relative alle stazioni del SIMN e alla banca dati della Regione Piemonte.

I dati di precipitazione e di temperatura storici sono disponibili sotto forma di valori giornalieri, medi mensili e totali/medi annui; per le temperature sono disponibili anche analisi sui valori massimi e minimi giornalieri.

I dati del servizio regionale sono disponibili invece, oltre che su sintesi mensile e giornaliera (sui valori medi minimi e massimi per le temperature, ovvero di diversa intensità per le piogge) anche su base oraria (un valore ogni 10' per le precipitazioni, un valore ogni 30' per le temperature); similmente sono disponibili i livelli idrometrici misurati ogni 30'.

Il dispositivo di data-processing messo a punto (MIKE INFO LAND& WATER) permette di visualizzare le stazioni ed alcuni dei dati meteo climatici di sintesi più significativi. Si attiverà nel seguito anche il collegamento con le basi-dati per permettere la visualizzazione diretta delle serie storiche dei dati.

Il data-base meteo-idrometrico è effettivamente prevalentemente orientato all'attuale quadro delle stazioni di misura della rete di monitoraggio regionale, essendo questo il sistema di riferimento anche futuro, sia in termini di monitoraggio preventivo sia di controllo conseguente, per le future azioni di piano.

Il sistema regionale è infatti attualmente ben distribuito, completamente funzionante e offre la possibilità di acquisire e gestire informazioni, aggiornandole anche in tempo reale, riguardo alle principali grandezze climatiche e idrologiche misurate e trasmesse al sistema centrale di acquisizione dati presso la SSRN (Sala Situazione Rischi Naturali) della Regione Piemonte; i dati vengono poi validati ed elaborati per la redazione degli "annali idrologici" presso la Direzione Pianificazione Risorse Idriche..

Il sistema "ORACLE" presso il CSI è il database ufficiale della Regione Piemonte e contiene tutti i dati misurati nelle stazioni. Da esso sono stati estratti i valori idrometrici (livelli e portate validate) e i dati di precipitazione e temperatura in tutti i punti di misura disponibili sul periodo settembre 1999-agosto 2002, poi elaborati e utilizzati nel modello di simulazione idrologica afflussi-deflussi messo a punto per le specifiche finalità del progetto.

Le serie storiche di input inserite nel modello (dati orari misurati in oltre 300 punti per il periodo prescelto) definiscono una prima base dati di tipo meteo-idrometrica che può essere gestita anche in ambiente GIS tramite le opzioni del codice MIKE INFO LAND & WATER.

Similmente anche le serie storiche di output del modello (dati simulati in oltre 150 punti) forniscono informazioni che definiscono una diversa ma altrettanto significativa base dati relativa a valori (orari e giornalieri) di portate simulate e che possono anch'essi essere inseriti su base GIS tramite le opzioni del codice MIKE INFO LAND & WATER.

E' su questa base conoscitiva, molto dettagliata ed attuale, che verranno condotte le simulazioni di scenario previste dalle fasi successive del presente progetto.

4. LA CARTA DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO IDROMETRICO-AMBIENTALE

Le stazioni automatiche di monitoraggio idrometrico-ambientale in Piemonte sono distinte nelle seguenti categorie:

- stazioni idrometriche (A);
- stazioni idrometriche integrate da sensori di qualità (B e B1);
- stazioni fluviali dotate di impianto di pompaggio e di edificio attrezzato (C)¹⁰.

In cartografia nell'elaborato I.b/2 sono indicate tutte le stazioni idrometriche attive (funzionanti o no), storiche o in progetto.

L'attuale consistenza (febb.03) della rete di monitoraggio meteorologico, idrometrico e di qualità delle acque superficiali (98 punti di misura) della Regione Piemonte è così strutturata:

- n. 76 stazioni idrometriche per la misura del livello idrometrico e, indirettamente, della portata (stazioni di tipo A);
- n. 3 stazioni idrometriche integrate con sensori di qualità per la misura di parametri fisico-chimici dell'acqua (pH, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica, temperatura) (stazioni di tipo B);
- n. 7 stazioni idrometriche integrate da un'installazione per il prelievo automatico di campioni di acque fluviali, costituita da impianto di pompaggio, autocampionatore refrigerato e cabina di alloggiamento (stazioni di tipo B1);
- n. 12 stazioni fluviali costituite da impianto di pompaggio per l'adduzione delle acque all'interno di una cabina-laboratorio dove vengono misurati on-line parametri chimici e fisico-chimici dell'acqua (pH, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica, temperatura, azoto ammoniacale, torbidità), dotate di autocampionatore, sedimentatore e equipaggiate con idrometro (stazioni di tipo C);

Sono inoltre presenti 70 stazioni piezometriche per il rilievo in automatico dei livelli freatici (stazioni di tipo G) e per il monitoraggio quali-quantitativo delle acque sotterranee.

¹⁰ Le stazioni C sono le più complesse; oltre a misurare il livello idrometrico e i principali parametri fisico-chimici, misurano anche l'azoto ammoniacale e la torbidità.

In cartografia sono indicati, oltre alle stazioni fisse sul reticolo superficiale, anche i punti di monitoraggio manuale della qualità chimico-biologica delle acque superficiali su cui ARPA campiona con frequenza mensile, per poter fornire un quadro completo delle informazioni disponibili di tipo quantitativo e qualitativo sulle principali aste piemontesi.

Nell'elaborato I.b/3 è riportato un quadro riassuntivo di tutte le stazioni idrometriche conosciute sul territorio piemontese, attuali e storiche, alcune dismesse, altre ancora funzionanti, altre in progetto.

4.1 Descrizione dei campi dei dati caratteristici delle stazioni idrometriche (rif. Elab. I.b/3)

LISTA DELLE STAZIONI

Fonti disponibili: per le stazioni storiche dell'Idrografico le informazioni sono state derivate dagli annali; per le stazioni regionali le informazioni sono state desunte dalla banca dati regionale Polifemo e verificate con i Servizi Tecnici di Prevenzione. Alcune stazioni derivano da altri enti (ENEL, AIES etc). Alcune stazioni sono delle Regioni Liguria, Valle d'Aosta o svizzere; o sono gestite direttamente dalla Regione Piemonte o sono in visione presso la Regione, essendo di proprietà delle altre regioni.

ATTRIBUZIONE ENTI

Le stazioni sono distinte secondo i 3 settori della Regione Piemonte che originariamente le hanno installate (Risorse Idriche, Servizi Tecnici e Difesa Suolo) e che attualmente ne curano la gestione. Ai Servizi Tecnici sono state assegnate anche le stazioni SIMN prese in carico dalla Regione dal luglio 2002. Per le stazioni installate da altri enti e poi prese in carico dalla Regione è stata mantenuta l'indicazione della loro storia come riferimento per reperire le serie storiche dei dati. La divisione delle stazioni SIMN in storiche e attive è basata sulla presenza o meno di una stazione funzionante attualmente nello stesso sito; per cui per stazione Simn attiva si intendono anche quelle riattivate ultimamente dalla Regione realizzando nuove strutture.

COORDINATE DELLA STAZIONE / PUNTO DI MISURA

Fonti disponibili: files forniti dai rilevatori che hanno battuto le aste idrometriche con GPS per le stazioni recenti; banca dati DBSTAZ (Regione); annali SIMN. Tutte le coordinate di tutte le stazioni sono state verificate sulle CTR in scala 1:10000 della Regione Piemonte. In generale sono riferite all'asta idrometrica; in mancanza di questa le coordinate sono riferite al sensore idrometrico; in mancanza di entrambi, le coordinate sono riferite all'ubicazione della cabina con la strumentazione.

PERIODI DI FUNZIONAMENTO

Fonti disponibili: banca dati DBSTAZ (Regione); progetti Autorità di Bacino del Po; consultazione della banca dati regionale Polifemo; annali SIMN.

STATO ATTUALE

E' stato desunto dall'insieme delle informazioni raccolte dai diversi enti e da verifiche condotte con osservazioni dirette. Lo stato si riferisce alla situazione in data feb.03, e potrà essere soggetto a variazioni in funzione delle condizioni che possono verificarsi nel tempo nei siti di misura.

SCALE DI DEFLUSSO

Indica la presenza o meno di scale di deflusso disponibili, gestite in DBSTAZ, storiche ed attuali, sebbene non sempre utilizzabili perché talvolta non aggiornate.

5. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE DI REGIME IDROLOGICO IN PIEMONTE

Gli andamenti di regime pluviometrico ed idrometrico riportati nelle tabelle dell'elaborato 1.b/3, caratteristici sui bacini elementari individuati ai fini del presente progetto PTA, derivano principalmente dalle elaborazioni di base condotte sui principali dati climatici misurati nelle stazioni meteo-climatiche (storiche e attuali).

Considerazioni generali sui regimi climatici e idrometrici in Piemonte emergono infine dalla caratterizzazione di tipo climatico contenuta nella pubblicazione della Regione Piemonte "Distribuzione regionale delle piogge e delle temperature" (Collana Studi Climatologici in Piemonte - vol.1 - 1998), di cui si riportano nel seguito alcuni elementi di sintesi.

5.1 Regime pluviometrico

Per quanto riguarda il regime pluviometrico si osserva mediamente in Piemonte l'andamento tipico del nord Italia caratterizzato da due massimi, il primo primaverile ed il secondo autunnale e due minimi, uno invernale e uno estivo.

In base alla collocazione nell'anno del massimo principale e del massimo secondario, si possono distinguere in Piemonte 4 tipi di regime pluviometrico: quando il massimo primaverile è maggiore di quello autunnale il regime viene definito di tipo prealpino; quando il massimo principale è in autunno e il secondario in primavera si parla di regime sublitoraneo se il minimo principale è in estate, subalpino se il minimo principale è in inverno; se il minimo principale è in inverno, il massimo principale è in autunno e il secondario è in estate si parla di regime subcontinentale (Pinna, 1978).

Il regime pluviometrico più frequente in Piemonte è il regime prealpino, che comprende le aree di pianura, ad esclusione della pianura alessandrina, la pianura cuneese e buona parte del Monferrato e tutte le Alpi Cozie; presentano invece regime sublitoraneo la pianura alessandrina insieme alle Langhe e al basso Monferrato, l'alta Val di Susa ed una parte delle Alpi Marittime. Il regime subalpino si

estende sull'alta pianura novarese e vercellese, la valle Sesia e buona parte della valle Toce. Infine il regime subcontinentale si estende su una limitata area prossima al lago Maggiore

5.2 Regime termometrico

Le temperature variano notevolmente in funzione dell'altitudine e tendono a diminuire di circa 0.6 °C ogni 100 m. Si tratta, tuttavia, di un gradiente non fisso con scostamenti anche rilevanti in alcune zone interne montane. Si passa comunque da una media annua di circa 13 °C in pianura a meno di 0 °C nelle stazioni montane più elevate. Ad esempio, sul periodo 1951-1986 la temperatura media annua a Torino (238 m s.m.) è di 13.0 °C, contro i 5.1 °C di Usseglio (1265 m s.m.) o i -0.6 °C del Lago d'Avino (2240 m s.m.) .

Il regime termometrico è relativamente costante su tutto il Piemonte: il mese più freddo è gennaio a tutte le quote; il mese più caldo è sempre luglio. Nelle aree di pianura la temperatura media mensile supera i 10°C da aprile fino a ottobre, mentre nelle zone montane sopra i 500 m s.m. il periodo con temperature mensili superiori ai 10°C si accorcia progressivamente fino ad annullarsi al di sopra dei 2000 m s.m.. Le temperature medie mensili più elevate si registrano nelle principali città.

5.3 Regime idrometrico

Il regime idrometrico, stimato dai dati misurati nelle stazioni di misura storiche, presenta caratteristiche molto simili al regime pluviometrico sul bacino sotteso, quindi con portate più abbondanti in relazione ai periodi di maggior afflusso.

A titolo di esempio si riportano nel seguito due grafici, rappresentanti i deflussi mensili stimati in un corso d'acqua alpino e in un corso d'acqua appenninico chiusi in sezioni fluviali che sottendono bacini idrografici di dimensioni simili; la differenza fra i due regimi è evidente, indipendentemente dalla maggiore o minore abbondanza d'acqua.

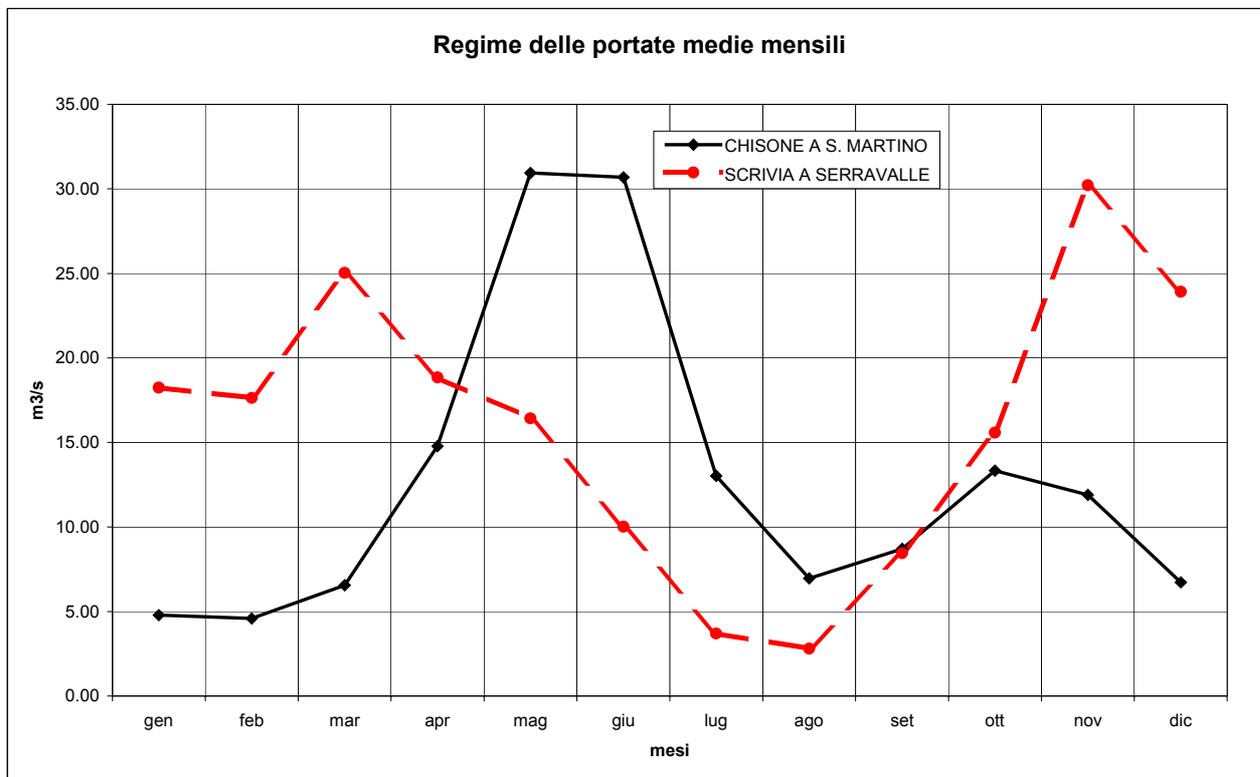


Figura 8 - Andamento delle portate medie mensili su una sezione fluviale con regime alpino (blu) e appenninico (rosso).

E' stata però eseguita un'analisi preliminare dei fattori di condizionamento antropico dei deflussi ordinari nei bacini sottesi in particolari sezioni idrografiche significative.

Come classificazione in base al regime idrologico si può fare riferimento a quella adottata nel P.S. 2.5 (DMV) dell'Autorità di Bacino del Po ed applicata negli studi regionali sul sistema di previsione delle portate e sul bilancio idrico della Stura di Lanzo:

- N = regime naturale;
- A1= regime alterato per regolazione (es. serbatoi di ritenuta a monte);
- A2 = regime alterato per sottensione (es. impianti idroelettrici a monte)
- A3= regime alterato per sottrazione (es. derivazione irrigua).

In appendice 5 è riportata tale classificazione per le sezioni idrometriche principali della rete regionale.

Nella tabella seguente è riportata la caratterizzazione di regime per le 29 stazioni storiche del SIMN.

<i>Corso d'acqua</i>	<i>Sezione</i>	<i>Anni osservazione</i>	REGIME
BORBERA	BARACCHE	38-43,50-61	N
BORMIDA	CASSINE	47-58	A3 (A1)
CHISONE	SOUCHERES BASSES	61-70	N
CHISONE	FENESTRELLE	27-43,46-51	A2 (A1)
CHISONE	S. MARTINO	37-70	A2 (A1)
CORSAGLIA	C. MOLINE	31-59	N
DORA BALTEA	TAVAGNASCO	36-85	A1
DORA RIPARIA	OULX	27-56	A1
ERRO	SASSELLO	45-60	N
GESSO	ENTRAQUE	52-59,61-64	N
GRANA	MONTEROSSO	34-73,75	N
MASTALLONE	PONTE FOLLE	33-44,46-65	N
ORCO	PONT CANAVESE	28-43,48-75	A1
PO	CRISOLO	35-73	N
RIO BAGNI	BAGNI DI VINADIO	34-43,47-56	N
RIO DEL PIZ	PIETRAPORZIO	34-56	N
SCRIVIA	SERRAVALLE	31-43,52-63	A1
SEZIA	CAMPERTOGLIO	25-50	N
SEZIA	BORGOSIESA (PONTE ARANCO)	27-50	A1
STURA DI LANZO	LANZO	30-43,46-73,75-81	A1
STURA DI DEMONTE	GAIOLA	35-44,58-65	A1
STURA DI DEMONTE	PIANCHE	33-55	N
TANARO	FARIGLIANO	42,44-70,76-77,80-85	A1 (A3)
TANARO	MONTECASTELLO	23-50,53-77,80-82,84-85	A3
TANARO	NUCETTO	33-44,47-65	N
TANARO	PONTENAVA	31-34,36-43,46-60,62-68	N
TICINO	MIORINA	21-85	A1
TOCE	CANDOGLIA	33-64	A1
VERMENAGNA	LIMONE	41-56	N

Tabella 11 - Regime idrologico nelle stazioni storiche del SIMN

6. IL MODELLO DI SIMULAZIONE IDROLOGICA

Come già descritto in premessa, il quadro conoscitivo sulle caratteristiche idrologiche in Piemonte si è basato sia sull'analisi ed elaborazione dei dati storici di lungo periodo osservati nelle stazioni di misura, sia sui risultati dell'applicazione di un modello numerico afflussi-deflussi su un periodo recente ritenuto significativo a rappresentare differenti stati idrologici.

E' stato allestito, già in questa prima fase, finalizzato alle successive applicazioni nelle diverse fasi del progetto PTA, un modello completo di simulazione idrologica (afflussi meteorici-deflussi superficiali) sulla rete idrografica piemontese, funzionante sia sulle aste principali che su quelle secondarie.

Un precedente modello idrologico-idraulico sviluppato ed utilizzato nel Progetto Portate¹¹ (in cui, per le finalità di previsione delle piene era ovviamente fondamentale la componente idrodinamica sulle aste) è stato convertito in un modello totalmente idrologico, attraverso “combined catchment”, ovvero mediante l’aggregazione dei singoli sottobacini senza l’attivazione dei collegamenti fra di essi attraverso il modulo idrodinamico. Il modello idrologico messo a punto per il PTA si basa quindi sul solo modulo RR (afflussi-deflussi) del codice MIKE 11 (descritto in appendice 7).

Il nuovo modello idrologico di simulazione è stato utilizzato per definire le portate giornaliere defluenti in oltre 150 punti del reticolo idrografico principale del bacino piemontese; esso è stato attivato sul periodo settembre 1999-agosto 2002, ritenuto altamente significativo dal punto di vista idrologico in quanto contiene al suo interno sia eventi di piena stagionali o eventi particolarmente gravosi (ottobre 2000), sia un lungo inconsueto periodo siccitoso (agosto 2001-febbraio 2002) che ha prodotto situazioni critiche di magra su quasi tutto il reticolo piemontese.

Nella figura seguente è rappresentata la schematizzazione idrografica adottata nel modello di simulazione idrologica.

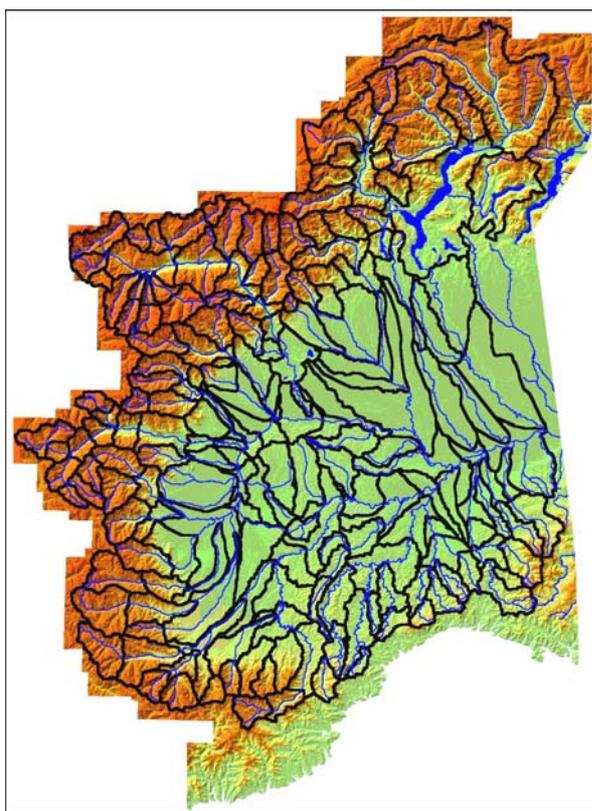


Figura 9 - Corografia del bacino padano piemontese con schematizzazione dei sottobacini considerati nel modello

¹¹ Regione Piemonte, Servizi Tecnici di Prevenzione/Sistema informativo per la previsione delle piene dei corsi d’acqua del bacino idrografico piemontese/Hydrodata, CAE, Intecno DHI/2000÷2001

Tale schematizzazione è derivata dal modello di previsione delle portate regionale. In nero sono i segmenti di bacino; l'utilizzo dello schema "combined catchment" permette di simulare le portate prodotte sia sui bacini complessivi, "combinando" opportunamente i segmenti, sia sui singoli segmenti.

L'input di precipitazione nel modello è assegnato in 193 punti di monitoraggio (le stazioni pluviometriche in teletrasmissione della Regione Piemonte) e viene distribuito sui segmenti attraverso la creazione di mappe di pioggia orarie. Similmente l'input di temperatura viene acquisito da 125 punti di monitoraggio (stazioni in teletrasmissione) caratterizzati dalla propria quota altimetrica. Vengono inoltre importati nel modello i dati di livello idrometrico relativi a circa 80 stazioni per essere convertiti direttamente in portate mediante scale di deflusso aggiornate ed essere quindi utilizzati per confronto e validazione del modello stesso in tempo reale.

L'output principale del modello (andamenti cronologici delle portate) è disponibile in tutte le sezioni di chiusura dei bacini di testata e in tutte le sezioni dei "combined catchment".

In totale sono state individuate 151 sezioni idrografiche sul territorio regionale, sulle quali è stata prodotta una serie storica di portata defluente per il periodo simulato (i dati sono simulati su base oraria e successivamente rielaborati a scala giornaliera)

L'aggregazione sui bacini idrografici dei dati di precipitazione e di temperatura misurati nelle stazioni dalla rete di monitoraggio è stata condotta mediante una apposita procedura di calcolo che utilizza metodi di interpolazione spaziale del dato climatico puntuale, su opportuna griglia di calcolo. Sebbene la distribuzione delle stazioni di rilevamento sia abbastanza capillare sul territorio della Regione Piemonte, non è talvolta sufficiente a rappresentare condizioni di precipitazioni tipicamente locali. La costruzione delle mappe di precipitazione o di temperatura viene effettuata, quindi, basandosi sulle più moderne tecniche di analisi spaziale, ricorrendo dove necessario a correttivi ("fault line") simili alla referenziazione di Thiessen, che definiscono sottoaree omogenee entro le quali poter assumere la variazione continua del campo indagato.

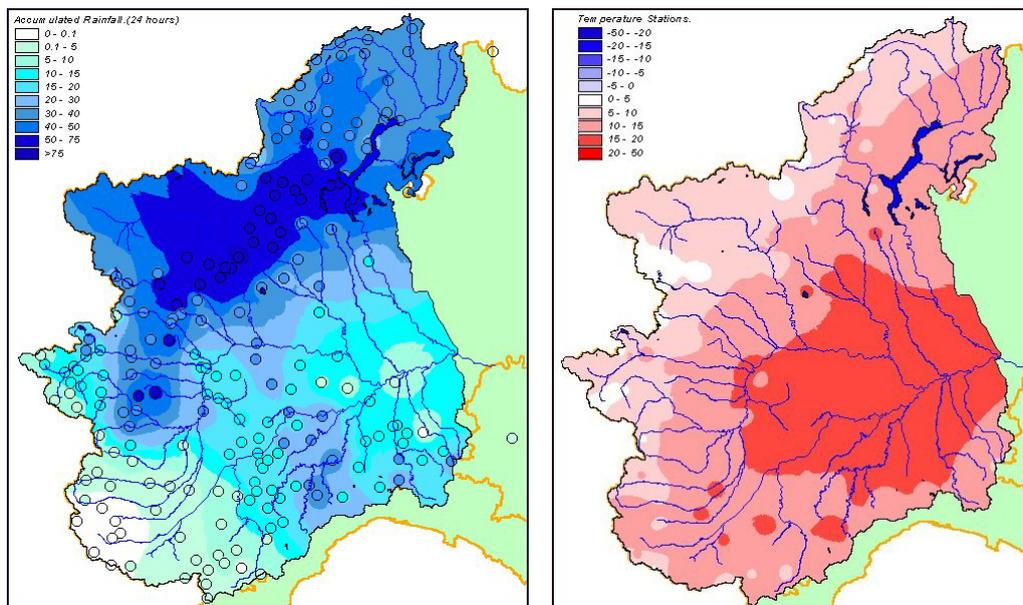


Figura 10 - Le surface maps per le piogge (blu) e per le temperature (rosso)

Nell'elaborato 1.c/1 ("Elaborazioni di carattere idrologico") è riportata la sintesi, media sul periodo di simulazione adottato (set 1999-ago 2002), dei risultati giornalieri delle simulazioni condotte; per ogni sezione di riferimento relativa al territorio regionale (151 sezioni di chiusura del modello) sono riportati i valori medi mensili, annui e caratteristici della curva di durata.

Questa sintesi può essere vista come la caratterizzazione idrologica dei bacini idrografici piemontesi basata su analisi di tipo **deterministico**, ovvero mediante l'utilizzo di un modello afflussi-deflussi, derivato dal modello Previsione Portate della Regione Piemonte, applicato su un (nuovo) periodo di riferimento individuato, sett99-ago02.

E' da mettere in evidenza come il modello idrologico per il PTA, applicato sul suo specifico schema di riferimento (che contiene di fatto tutte le sezioni piemontesi della originaria schematizzazione in 187 sottobacini) e indirizzato alla gestione delle analisi dei regimi ordinari e di magra e di bilancio idrico, rappresenta di fatto un'evoluzione "finalizzata" del modello Previsione Portate, ma completamente congruente.

La rispondenza del modello idrologico messo a punto è stata verificata su alcune sezioni idrografiche significative, ovvero sulle stazioni idrometriche della rete regionale più "stabili" e affidabili (ovvero con scala di deflusso recente e controllata), come meglio descritto negli elaborati successivi.

APPENDICE 1

Stazioni storiche del SIMN

STAZIONI PLUVIOMETRICHE

NOME STAZIONE	Periodo di osservazione	QUOTA (m s. m.)	UTM X	UTM Y	Provincia	Bacino idrografico
ACCEGLIO SARETTO	1951-1991	1540	335889	4927902	CN	MAIRA
ACQUI	1951-1991	167	456229	4948749	AL	BORMIDA
ALA DI STURA	1951-1991	1210	366946	5017953	TO	STURA DI LANZO
ALBA	1951-1991	183	422330	4950365	CN	TANARO
ALESSANDRIA	1951-1986	95	467350	4974050	AL	TANARO
ANGROGNA	1951-1986	782	359311	4968105	TO	PELLICE
ARBORIO	1951-1991	185	434395	5092821	VB	TOCE
ASTI	1951-1991	126	452042	5037103	VC	CERVO
BALME D'ALA	1951-1986	1458	360412	5018095	TO	STURA DI LANZO
BANNIO-ANZINO	1951-1991	670	434396	5092820	VB	TOCE
BARDONECCHIA	1951-1991	1360	319217	4995049	TO	DORA RIPARIA
BOCCIOLETO	1951-1986	667	431629	5076182	VC	ALTO SESIA
BORGO S. DALMAZZO	1951-1986	641	379284	4908433	CN	STURA DI DEMONTE
BORGOMANERO	1951-1991	306	458714	5061129	NO	AGOGNA
BORGOSIESIA	1951-1991	360	444457	5063091	VC	ALTO SESIA
BRA	1951-1991	290	406484	4950575	CN	PO
BROSSASCO	1951-1991	610	370535	4936379	CN	VARAITA
BUBBIO	1951-1986	224	444078	4945513	AT	BORMIDA
CALCINERE	1951-1991	700	360267	4951411	CN	ALTO PO
CAMPERTOGNO	1951-1991	815	425089	5070703	VC	ALTO SESIA
CAMPICCIOLI	1951-1991	1310	428026	5100301	VB	TOCE
CAMPOSECCO	1951-1986	2308	426761	5102167	VB	TOCE
CARAGLIO	1951-1991	575	374183	4919639	CN	MAIRA
CARCOFONO-FERRATE	1951-1991	1150	426539	5083650	VC	ALTO SESIA
CASTAGNOLA	1951-1986	560	490980	4938796	AL	ORBA
CASTAGNOLE LANZE	1951-1991	271	432362	4956873	AT	TANARO
CASTELDELFINO	1951-1991	1296	346755	4938751	CN	VARAITA
CASTELMAGNO	1951-1986	1262	356891	4918146	CN	MAIRA
CAVOUR	1951-1991	360	371017	4960448	TO	ALTO PO
CENTALLO	1951-1986	480	386966	4929592	CN	MAIRA
CERES	1951-1991	704	373443	5015967	TO	STURA DI LANZO
CERESOLE REALE	1951-1986	1600	362044	5032879	TO	ORCO
CEVA	1951-1986	388	423235	4915174	CN	ALTO TANARO
CHIUSA PESIO	1951-1991	580	395235	4908156	CN	ALTO TANARO
CHIVASSO	1951-1986	183	412504	5004194	TO	PO
CICOGNA	1951-1991	770	460226	5094452	VB	TICINO
CODELAGO	1951-1986	1846	445091	5133461	VB	TOCE
COMBAMALA	1951-1991	915	358381	4925520	CN	MAIRA
CORTEMILIA	1951-1986	305	436058	4936329	CN	BORMIDA
CUMIANA BIVIO	1951-1991	290	373982	4977059	TO	CHISOLA

NOME STAZIONE	Periodo di osservazione	QUOTA (m s.m.)	UTM X	UTM Y	Provincia	Bacino idrografico
CUNEO	1951-1991	536	384733	4915740	CN	STURA DI DEMONTE
DOMODOSSOLA	1951-1991	277	444855	5107535	VB	TOCE
DRONERO	1951-1986	619	368949	4923448	CN	MAIRA
ENTRACQUE	1951-1991	900	372459	4899300	CN	STURA DI DEMONTE
FUNGHERA	1951-1991	502	378636	5014013	TO	STURA DI LANZO
GOGLIO	1951-1986	1140	443757	5127917	VB	TOCE
INGRIA	1951-1986	827	388184	5036064	TO	ORCO
IVREA	1951-1991	267	411636	5035690	TO	DORA BALTEA
LA MORRA	1951-1991	513	415577	4942862	CN	TANARO
LAGO DIETRO	1951-1991	2400	356311	5012448	TO	STURA DI LANZO
LATO DELLA ROSSA LA TORRE	1951-1991	2716	355100	5014509	TO	STURA DI LANZO
LAVAGNINA C.LE	1951-1991	245	481721	4938814	AL	ORBA
LOMBRIASCO	1951-1991	241	392207	4965614	TO	PO
LUSERNA S.G.	1951-1986	476	361826	4962493	TO	PELLICE
MALCIAUSSIA	1951-1986	1810	354931	5007103	TO	STURA DI LANZO
MARMO SAMBUGHETTO	1951-1991	765	445857	5083270	VB	TOCE
MAZZE'	1951-1991	218	417910	5017085	TO	DORA BALTEA
MOMBELLO MONF.	1951-1991	294	439932	4996468	AL	PO
MONCALIERI	1951-1991	225	393832	4984107	TO	SANGONE
MONDOVI'	1951-1986	555	405976	4915400	CN	ALTO TANARO
MONTEROSSO	1951-1986	720	366866	4918860	CN	MAIRA
NOVARA	1951-1991	164	468957	5033293	NO	AGOGNA
OROPA	1951-1991	1180	419692	5054102	BI	CERVO
ORTIGLIETO	1951-1991	300	468475	4935163		ORBA
OVADA	1951-1991	187	472477	4942550	AL	ORBA
PALLANZA	1951-1986	202	466630	5085154	VB	TOCE
PARUZZARO	1951-1986	334	461986	5065739	NO	TICINO
PEROSA ARGENTINA	1951-1986	640	358241	4979243	TO	PELLICE
PIAMPRATO	1951-1986	1550	388349	5045322	TO	ORCO
PIANCASTAGNA	1951-1991	732	463160	4931488	AL	ORBA
PIEDICAVALLO	1951-1991	1050	418466	5059674	BI	CERVO
PIETRAPORZIO	1951-1991	1250	343486	4912895	CN	STURA DI DEMONTE
PINEROLO	1951-1991	377	368607	4971610	TO	CHISOLA
PINO TORINESE	1951-1991	620	403084	4987663	TO	BANNA
PONT CANAVESE	1951-1991	461	389421	5032337	TO	ORCO
PONTE PRETI	1951-1991	290	403734	5030250	TO	DORA BALTEA
PRAGELATO	1951-1991	1524	337393	4987148	TO	PELLICE
PREA	1951-1986	850	399817	4903456	CN	ALTO TANARO
PRESA C.LE MOLINE	1951-1986	620	410559	4910707	CN	ALTO TANARO
RACCONIGI	1951-1991	255	394721	4958164	CN	MAIRA
REANO	1951-1986	480	376224	4990908	TO	DORA RIPARIA
RIMASCO	1951-1991	905	427767	5078079	VC	ALTO SESIA
ROMAGNANO	1951-1991	266	450870	5053778	VC	SEZIA

NOME STAZIONE	Periodo di osservazione	QUOTA (m s.m.)	UTM X	UTM Y	Provincia	Bacino idrografico
ROSONE	1951-1991	714	375117	5034458	TO	ORCO
S.STEFANO ROERO	1951-1986	388	416520	4960624	CN	BORBORE
SALBERTRAND	1951-1991	1031	333598	4992804	TO	DORA RIPARIA
SALE	1951-1986	83	484471	4981392	AL	PO
SALUSSOLA	1951-1986	289	431161	5033593	BI	CERVO
SALUZZO	1951-1991	395	379917	4945278	CN	ALTO PO
SAMPEYRE	1951-1991	980	357299	4936657	CN	VARAITA
SAVIGLIANO	1951-1991	330	394509	4945204	CN	MAIRA
SEZZADIO	1951-1991	127	465955	4959244	AL	BORMIDA
SOSTEGNO	1951-1986	397	443750	5056618	BI	CERVO
SPIGNO MONF.	1951-1991	258	448608	4933438	AL	BORMIDA
STAZZANO	1951-1986	219	489682	4953609	AL	SCRIVIA
STROPPO	1951-1991	1080	351782	4929191	CN	MAIRA
THURES	1951-1986	1703	329215	4976247	TO	DORA RIPARIA
TOGGIA	1951-1991	2160	455416	5142638	VB	TOCE
TOLLEGNO	1951-1986	495	426167	5052169	BI	CERVO
TORINO	1951-1991	238	395268	4991491	TO	PO
TRICERRO	1951-1991	140	447905	5009360	VC	SESIA
USSEGLIO	1951-1991	1265	358940	5010717	TO	STURA DI LANZO
VALDIERI	1951-1986	780	366488	4900347	CN	STURA DI DEMONTE
VANNINO	1951-1986	2153	449600	5136203	VB	TOCE
VARALLO	1951-1986	453	442606	5073296	VC	ALTO SESIA
VARZO	1951-1991	550	434651	5116896	VB	TOCE
VENAUS	1951-1986	620	344322	5001797	TO	DORA RIPARIA
VERAMPIO	1951-1986	525	448193	5121398	VB	TOCE
VERCELLI	1951-1991	135	450608	5020448	VC	SESIA
VILLAR PEROSA	1951-1986	590	362105	4975453	TO	PELLICE
VINADIO	1951-1991	900	353824	4899689	CN	STURA DI DEMONTE
VIU'	1951-1991	785	371969	5010259	TO	STURA DI LANZO

STAZIONI TERMOMETRICHE

NOME STAZIONE	Periodo di osservazione	QUOTA (m s.m.)	UTM X	UTM Y	Provincia	Bacino idrografico
ALESSANDRIA - AEROPORTO	1951-1986	95	467113	4973778	CN	TANARO
ASTI	1951-1986	152	434423	4972270	AT	TANARO
BARDONECCHIA	1966-1971	1340	319198	4994868	TO	DORA RIPARIA
BELFORTE MONFERRATO	1951-1986	275	473554	4940422	AT	TANARO
BIELLA	1951-1986	412	426081	5046434	VC	SESIA
BRA	1951-1986	290	409107	4950357	AT	PO PIEMONTESE
BUSALLETTA DIGA	1951-1986	657	495866	4935789	AL	SCRIVIA
CAMANDONA	1957-1986	708	428553	5053718	VC	SESIA
CASALE MONFERRATO - IST. PIOPP.	1951-1986	104	462211	4997968	TO	PO PIEMONTESE
CASTELDELFINO	1951-1986	1296	346736	4938570	TO	VARAITA
CERESOLE REALE	1951-1986	1579	362024	5032698	TO	ORCO
COMBAMALA	1951-1986	915	359688	4925311	TO	MAIRA
CRISSOLO	1951-1986	1410	353646	4951377	TO	PO PIEMONTESE
CUNEO (STURA DI DEMONTE)	1951-1986	536	384714	4915560	CN	TANARO
DOMODOSSOLA (TOCE)	1951-1986	277	444802	5103651	VB	TOCE
FENESTRELLE	1966-1967	1200	346611	4988591	TO	PELLICE - CHISONE
FOSSANO	1951-1977	376	399498	4933611	CN	TANARO
FUNGHERA	1951-1986	502	378617	5013833	TO	STURA DI LANZO
ISOLA DEL CANTONE	1967-1986	300	496255	4944164	AL	SCRIVIA
IVREA	1951-1986	267	411617	5035509	TO	DORA BALTEA
LAGO D'AVINO	1951-1976	2240	433386	5120433	VB	TOCE
LUSERNA S.GIOVANNI (LUSERNA)	1951-1986	476	361847	4964162	TO	PELLICE - CHISONE
MONCALIERI	1951-1986	240	396441	4983883	TO	PO PIEMONTESE
MONCENISIO SCALA	1951-1986	1726	339250	5009152	TO	DORA RIPARIA
MONDOVI'	1951-1986	470	405957	4915219	CN	TANARO
MONTECAPRARO	1951-1986	828	512098	4953431	AL	SCRIVIA
NIZZA MONFERRATO	1951-1986	137	445925	4957258	AT	TANARO
NOVARA - C.LE	1951-1986	164	468937	5033113	NO	AGOGNA
NOVI LIGURE	1951-1986	200	480216	4957061	CN	TANARO
ORMEA	1951-1977	730	412249	4889208	CN	TANARO
OROPA (CERVO)	1951-1986	1180	420972	5053905	VC	SESIA
OULX	1951-1960	1121	329581	4998194	TO	DORA RIPARIA
RIVA VALDOBBIÀ	1951-1964	1117	418452	5076066	VC	SESIA
ROMAGNANO SESIA	1951-1986	266	453435	5051726	VC	SESIA
S. BERNOLFO	1951-1960	1702	344362	4903341	CN	TANARO
SALUZZO	1951-1986	395	379918	4943426	TO	PO PIEMONTESE
SPIGNO MONFERRATO (BORMIDA SPIGNO)	1951-1986	258	448574	4931407	AT	TANARO
STAZZANO	1951-1986	219	489662	4953428	AL	SCRIVIA

NOME STAZIONE	Periodo di osservazione	QUOTA (m s.m.)	UTM X	UTM Y	Provincia	Bacino idrografico
TORINO - UFFICIO IDROGRAFICO	1951-1986	238	395249	4991310	TO	PO PIEMONTESE
TORTONA	1951-1967	209	489692	4971943	AL	SCRIVIA
USSEGLIO - C.LE (STURA DI VIU')	1951-1986	1310	358921	5010536	TO	STURA DI LANZO
VARALLO SESIA	1951-1986	453	441947	5074045	VC	SEZIA
VERBANIA PALLANZA (LAGO MAGGIORE)	1951-1986	241	466610	5084975	VB	TICINO
VERCELLI-STAZIONE RISICOLTURA	1951-1986	135	450575	5018416	VC	SEZIA

STAZIONI IDROMETRICHE

<i>Corso d'acqua</i>	<i>Sezione</i>	<i>Area [km²]</i>	<i>UTM X</i>	<i>UTM Y</i>	<i>Provincia</i>	<i>Bacino idrografico</i>	<i>Anni osservazione</i>
Borbera	Baracche	202.0	498661	4952556	AL	SCRIVIA	1938-1943,1950-1961
Bormida	Cassine	1483.0	464612	4959029	AL	BORMIDA	1947-1958
Chisone	Fenestrelle	154.7	346829	4988427	TO	PELLICE	1927-1943, 1946-1951
Chisone	S. Martino	580.0	365011	4971591	TO	PELLICE	1937-1970
Chisone	Soucheres	94.0	339124	4988213	TO	PELLICE	1961-1970
Corsaglia	Presa C. Molline	88.5	408816	4908294	CN	ALTO TANARO	1931-1959
Dora Baltea	Tavagnasco	3313.0	408643	5044382	TO	DORA BALTEA	1936-1985
Dora Riparia	Oulx (Ulzio)	262.1	329501	4989428	TO	DORA RIPARIA	1927-1956
Erro	Sassello	96.0	457469	4926432	AL	BORMIDA	1945-1960
Gesso	Entraque	157.0	371514	4900579	CN	STURA DI DEMONTE	1952-1959, 1961-1964
Grana	Monterosso	102.0	366737	4919025	CN	MAIRA	1934-1973, 1975
Mastallone	Ponte Folle	149.0	442539	5076132	VC	ALTO SESIA	1933-1944, 1946-1965
Orco	Ponte Canavese	617.0	391163	5030503	TO	ORCO	1928-1943, 1948-1975
Po	Crissolo	36.7	354456	4951120	CN	ALTO PO	1935-1973
Rio Bagni	Bagni Vinadio	62.6	346422	4906467	CN	STURA DI DEMONTE	1934-1943, 1947-1956
Rio del Piz	Pietraporzio	21.0	345463	4911723	CN	STURA DI DEMONTE	1934-1956
Scrivia	Serravalle	605.0	489461	4950968	AL	SCRIVIA	1931-1943, 1952-1963
Sesia	Campertogno	170.3	424778	5072947	VC	ALTO SESIA	1925-1950
Sesia	Ponte Aranco	695.0	445122	5062062	VC	ALTO SESIA	1927-1950
Stura di Demonte	Gaiola	562.0	373759	4910254	CN	STURA DI DEMONTE	1935-1944, 1958-1965
Stura di Demonte	Pianche	181.0	349528	4907458	CN	STURA DI DEMONTE	1933-1955
Stura di Lanzo	Lanzo	582.0	381260	5014111	TO	STURA DI LANZO	1930-1943, 1946-1973, 1975-1981
Tanaro	Farigliano	1522.0	412415	4929488	CN	ALTO TANARO	1942, 1944-1970, 1976-1977, 1980-1985
Tanaro	Montecastello	7985.0	476189	4978872	AL	TANARO	1923-1950, 1953-1977, 1980-1982, 1984-1985
Tanaro	Nucetto	375.0	425314	4910350	CN	ALTO TANARO	1933-1944, 1947-6195
Tanaro	Ponte Nava	148.0	409615	4885864	CN	ALTO TANARO	1931-1934, 1936-1943, 1946-1960, 1962-1968
Ticino	Miorina	6599.0	472948	5061520	NO	TICINO	1921-1985
Toce	Candoglia	1532.0	455469	5091242	VB	TOCE	1933-1964
Vermenagna	Limone	57.2	384295	4898848	CN	STURA DI DEMONTE	1941-1956

APPENDICE 2

**Stazioni meteorologiche automatiche della
Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di
Prevenzione**

PROVINCIA	COMUNE	BACINO	CODICE STAZIONE	STAZIONE	QUOTA m slm	DATA INSTALLAZIONE	PLUVIOMETRO	TERMOMETRO	NIVOMETRO	VELOCITÀ VENTO	DIREZIONE VENTO	RADIOMETRO	BAROMETRO	IDROMETRO
AL	ACQUI TERME	TANARO	101	ACQUI TERME	215	26/1/88	X	X						
AL	ALESSANDRIA	TANARO	115	ALESSANDRIA LOBBI	90	11/5/88	X	X		X	X	X	X	X
AL	ALESSANDRIA	TANARO	178	ALESSANDRIA BORMIDA Q.A.	96	19/5/98								X
AL	ARQUATA SCRIVIA	SCRIVIA	214	ARQUATA SCRIVIA Q.A.	240	2/10/00								X
AL	ARQUATA SCRIVIA	SCRIVIA	213	ARQUATA SCRIVIA	240	9/4/98	X	X		X	X	X	X	
AL	BASALUZZO	TANARO	212	BASALUZZO	149	8/10/98	X	X		X	X	X	X	
AL	BASALUZZO	TANARO	226	BASALUZZO ORBA Q.A.	125	2/10/00								X
AL	BOSIO	TANARO	141	CAPANNE MARCAROLO	780	6/7/89	X	X	X					
AL	BRIGNANO-FRASCATA	CURONE	227	BRIGNANO FRASCATA	520	9/7/93	X	X						
AL	CABELLA LIGURE	SCRIVIA	121	CAPANNE DI COSOLA	1550	10/5/88	X	X		X	X	X		
AL	CARREGA LIGURE	SCRIVIA	S2562	PIANI DI CARREGA	1245	30/5/01	X	X	X					
AL	CARTOSIO		284	CARTOSIO ERRO	236	13/3/01								X
AL	CASAL CERMELLI	TANARO	430	CASAL CERMELLI ORBA	102	15/1/92								X
AL	CASALE MONFERRATO		119	CASALE MONFERRATO	118	20/5/88	X	X		X	X	X	X	
AL	CASSINE	TANARO	431	CASSINE BORMIDA	123	4/2/92								X
AL	CASSINE	TANARO	233	CASSINE BORMIDA Q.A.	123	1/1/95								X
AL	CASTELLANIA	SCRIVIA	219	CASTELLANIA	390	27/8/96	X							
AL	FABBRICA CURONE	CURONE	334	CALDIROLA	1190	23/1/99	X	X						
AL	FELIZZANO	TANARO	302	FELIZZANO TANARO Q.A.	100	28/7/00								X
AL	FRACONALTO	SCRIVIA	228	FRACONALTO	725	27/8/96	X							
AL	GAVI		306	GAVI	215	15/2/01	X	X						
AL	GUAZZORA	SCRIVIA	221	GUAZZORA SCRIVIA Q.A.	78	2/10/00								X
AL	ISOLA SANT'ANTONIO	SCRIVIA	220	ISOLA S. ANTONIO	77	30/6/93	X	X		X	X	X	X	
AL	ISOLA SANT'ANTONIO		216	ISOLA S. ANTONIO PO	76	1/1/95								X
AL	MASIO	TANARO	177	MASIO TANARO	105	19/5/98	X							X
AL	MONLEALE	CURONE	424	VOLPEDO CURONE	182	5/2/92								X
AL	MONTECASTELLO	TANARO	218	MONTECASTELLO TANARO Q.A.	216	1/1/95								X
AL	NOVI LIGURE	SCRIVIA	225	NOVI LIGURE	162	24/2/98	X	X		X	X	X	X	
AL	OVADA	TANARO	230	OVADA	230	29/10/97	X	X						
AL	PARETO	TANARO	231	PARETO	525	27/8/96	X							
AL	PONZONE		243	PONZONE CIMA FERLE	693	29/5/01	X	X						
AL	PONZONE	TANARO	127	PONZONE BRIC BERTON	773	5/10/89	X	X	X	X	X	X	X	
AL	ROCCAFORTE LIGURE	SCRIVIA	222	ROCCAFORTE LIGURE	770	27/8/96	X	X						
AL	SAN SALVATORE MONFERRATO	TANARO	176	SAN SALVATORE MONFERRATO	250	26/2/98	X	X						
AL	SARDIGLIANO	SCRIVIA	229	SARDIGLIANO	228	25/3/98	X	X		X	X	X	X	
AL	SERRALUNGA DI CREA	STURA	211	CREA	385	14/10/97	X	X		X	X			
AL	SERRAVALLE SCRIVIA	SCRIVIA	423	SERRAVALLE SCRIVIA	220	3/10/91								X
AL	SERRAVALLE SCRIVIA	SCRIVIA	224	SERRAVALLE SCRIVIA Q.A.	220	2/10/00								X
AL	SPINETO SCRIVIA	TANARO	223	SPINETO SCRIVIA	197	11/3/98	X	X		X	X	X	X	
AL	TORTONA	SCRIVIA	215	CASTELLAR PONZANO SCRIVIA Q.A.	154	2/10/00								X
AL	TORTONA	SCRIVIA	217	CASTELLAR PONZANO	154	9/4/98	X	X		X	X	X	X	
AL	VIGNALE MONFERRATO	ROTALDO	175	VIGNALE MONFERRATO	308	25/2/98	X	X						
AT	ASTI	TANARO	138	ASTI TANARO	117	19/5/98	X	X						X
AT	CASTAGNOLE DELLE LANZE	TANARO	206	CASTAGNOLE LANZE	235	27/8/96	X	X						
AT	CASTELL'ALFERO	TANARO	174	CASTELL'ALFERO	235	25/2/98	X	X						
AT	CASTELNUOVO BELBO	TANARO	427	CASTELNUOVO BELBO	122	14/1/92								X
AT	CESSOLE	TANARO	387	CESSOLE BORMIDA	200	26/7/00								X
AT	MOMBALDONE	TANARO	236	MOMBALDONE BORMIDA Q.A.	187	1/1/95	X	X				X	X	X
AT	MONTALDO SCARAMPI	TANARO	103	MONTALDO SCARAMPI	290	3/2/88	X	X		X	X			
AT	MONTECHIARO D'ASTI	TANARO	139	MONTECHIARO D'ASTI	200	6/4/89	X	X				X		
AT	NIZZA MONFERRATO	TANARO	207	NIZZA MONFERRATO	138	15/7/93	X	X						
AT	ROCCAVERANO		244	ROCCAVERANO	640	11/5/01	X	X						
AT	SAN DAMIANO D'ASTI	TANARO	204	SAN DAMIANO BORBORE	154	8/11/95	X	X						X
AT	SEROLE	TANARO	135	SEROLE BRIC PUSCHERA	765	5/4/89	X	X						
AT	TONENGO	RIO DELLA VALLE	209	TONENGO	480	27/8/96	X							
BI	BIELLA	SESLIA	S2568	BIELLA	420	13/12/00	X	X						
BI	BIELLA	SESLIA	123	OROPA	1162	19/5/88	X	X		X	X	X		
BI	MASSAZZA	SESLIA	272	MASSAZZA	226	17/6/93	X	X						
BI	MASSERANO	SESLIA	201	MASSERANO	243	20/11/90	X	X						X
BI	PETTINENGO	SESLIA	345	PETTINENGO	725	1/9/99	X	X						
BI	PIEDICAVALLO	SESLIA	191	PIEDICAVALLO	1040	6/11/96	X	X	X					
BI	PRAY	SESLIA	188	PRAY SESSERA	409	6/11/96								X
BI	SAGLIANO MICCA		235	PASSOBREVE CERVO	593	13/2/01								X
BI	TRIVERO	SESLIA	344	CAMPARIENT	1515	9/9/99	X	X	X					
BI	TRIVERO	SESLIA	189	TRIVERO	1108	6/11/96	X							
CN	ACCEGLIO	MAIRA	133	ACCEGLIO	1810	14/6/89	X	X	X					

**ELENCO DELLE STAZIONI
METEOROLOGICHE AUTOMATICHE**

Md si 17

Revisione 02

12 novembre 2002

Pagina 2 di 5

PROVINCIA	COMUNE	BACINO	CODICE STAZIONE	STAZIONE	QUOTA m slm	DATA INSTALLAZIONE	PLUVIOMETRO	TERMOMETRO	NIVOMETRO	VELOCITA' VENTO	DIREZIONE VENTO	RADIOMETRO	BAROMETRO	IDROMETRO
CN	ALBA	TANARO	429	ALBA TANARO	172	2/10/91								X
CN	ALBA	TANARO	330	GALLO D'ALBA TALLORIA	188	27/4/97								X
CN	ALBA	TANARO	333	ALBA TANARO Q.A.	172	1/1/95				X	X	X		
CN	ARGENTERA	TANARO	298	ARGENTERA	1680	19/9/96	X	X	X					
CN	BALDISSERO D'ALBA	TANARO	332	BALDISSERO D'ALBA	265	20/4/97	X	X		X	X			
CN	BARGE	GHIANDONE	354	BARGE	961	5/8/99	X	X						
CN	BELLINO	VARAITA	355	BELLINO	1805	15/7/99	X	X						
CN	BELVEDERE LANGHE	TANARO	316	BELVEDERE LANGHE	550	16/11/85	X	X						
CN	BORGO SAN DALMAZZO	TANARO	384	BORGO SAN DALMAZZO GESSO	610	11/10/00								X
CN	BORGOMALE	TANARO	321	BORGOMALE BELBO	334	21/11/95								X
CN	BOVES	TANARO	107	BOVES	575	14/1/88	X	X	X	X	X		X	
CN	BRA	TANARO	275	BRA - ISOLA SONORA	290	8/5/00	X			X	X			
CN	BRA	TANARO	317	BRA	285	5/5/93	X	X	X	X	X	X	X	
CN	BRIGA ALTA	TANARO	308	UPEGA	1310	15/11/96	X	X						
CN	BRIGA ALTA	TANARO	360	PIAGGIA	1645	1/9/99	X	X						
CN	BROSSASCO	VARAITA	356	BROSSASCO	580	15/7/99	X	X					X	
CN	BUSCA	MAIRA	421	BUSCA MAIRA	500	8/6/90								X
CN	CAMERANA	TANARO	208	CAMERANA BORMIDA Q.A.	360	15/6/90								X
CN	CANOSIO	MAIRA	357	CANOSIO	1220	16/7/99	X	X						
CN	CANOSIO	MAIRA	S2561	GARDETTA	2437	20/9/01	X	X	X					
CN	CARDE'		419	CARDE' PO	258	28/6/90								X
CN	CARRU'	TANARO	383	CARRU' PESIO	275	27/7/00	X	X						X
CN	CASTELLETTO UZZONE		246	CASTELLETTO UZZONE	423	11/5/01	X	X						
CN	CASTELLINALDO	TANARO	318	CASTELLINALDO	325	8/11/95	X	X						
CN	CASTELMAGNO	MAIRA	294	CASTELMAGNO	1755	19/9/96	X	X	X					
CN	CHIUSA DI PESIO	TANARO	307	CHIUSA PESIO	940	19/9/96	X	X						
CN	COSTIGLIOLE SALUZZO	VARAITA	140	COSTIGLIOLE SALUZZO	440	23/3/89	X	X				X		
CN	CRISSOLO		S2580	PIAN GIASSET	2183	20/9/01	X	X	X					
CN	CRISSOLO		439	CRISSOLO	1318	2/10/96	X							
CN	DEMONTE	TANARO	422	GAIOLA STURA DI DEMONTE	692	29/1/92								X
CN	DEMONTE	TANARO	S2571	DEMONTE	765	17/5/01	X	X						
CN	DEMONTE	TANARO	358	S. GIACOMO DEMONTE	1297	2/9/99	X	X						
CN	DIANO D'ALBA	TANARO	331	ABELLONI CHERASCA	210	29/4/97	X	X						X
CN	DRONERO	MAIRA	342	DRONERO	572	14/7/99	X	X						
CN	ELVA	MAIRA	S2572	ELVA	1637	6/9/01	X	X	X					
CN	ENTRACQUE	TANARO	S2576	DIGA DEL CHIOTAS	2025	27/8/01	X	X	X					
CN	ENTRACQUE	TANARO	295	DIGA LA PIASTRA	904	17/1/01	X							
CN	FARIGLIANO	TANARO	435	FARIGLIANO TANARO	263	20/9/95								X
CN	FEISOGGIO	TANARO	327	FEISOGGIO	770	22/11/95	X	X	X					
CN	FOSSANO	TANARO	323	FOSSANO	403	8/4/93	X	X		X	X	X	X	
CN	FOSSANO	TANARO	292	FOSSANO STURA DI DEMONTE	330	29/4/97								X
CN	FRABOSA SOTTANA	TANARO	106	MONTE MALANOTTE	1741	4/2/88	X	X		X	X			
CN	FRABOSA SOTTANA	TANARO	310	BORELLO	1005	14/10/97	X	X						
CN	GARESSIO	TANARO	312	MONTE BERLINO	1765	16/11/95	X	X						
CN	GARESSIO	TANARO	122	COLLE SAN BERNARDO	980	10/3/88	X	X		X	X	X		
CN	GARESSIO	TANARO	313	GARESSIO TANARO	582	22/11/95								X
CN	GOVONE		280	GOVONE	310	15/5/01	X	X						
CN	LESEGNIO	TANARO	328	PIANTORRE TANARO	345	24/4/96								X
CN	LIMONE PIEMONTE	TANARO	009	LIMONE PANCANI	2020	19/10/86	X	X	X	X	X			
CN	MANGO	TANARO	319	MANGO	425	17/11/95	X	X						
CN	MOMBARCARO	TANARO	116	MOMBARCARO	896	27/7/88	X	X		X	X	X		
CN	MONDOVI'	TANARO	386	MONDOVI' ELLERO	390	11/10/00								X
CN	MONDOVI'	TANARO	315	MONDOVI'	422	13/7/93	X	X						
CN	MONTEROSSO GRANA	MAIRA	385	MONTEROSSO GRANA	720	27/7/00								X
CN	ORMEA		S2590	PONTE DI NAVA TANARO	840	20/9/01	X	X	X					X
CN	PAESANA		277	PAESANA	1265	12/5/93	X	X	X					
CN	PAMPARATO	TANARO	311	PAMPARATO	975	14/10/97	X	X						
CN	PAROLDO		363	PAROLDO	810	16/5/01	X	X						
CN	PERLO	TANARO	136	PERLO	700	23/5/89	X	X						
CN	POLONGHERA	VARAITA	381	POLONGHERA VARAITA	246	15/6/00								X
CN	PONTECHIANALE	VARAITA	283	PONTECHIANALE	1575	27/7/93	X	X	X					
CN	PRIERO	TANARO	314	PRIERO	810	8/4/93	X	X	X					
CN	PRUNETTO	TANARO	322	PRUNETTO	751	13/12/95	X	X						

PROVINCIA	COMUNE	BACINO	CODICE STAZIONE	STAZIONE	QUOTA m. slm	DATA INSTALLAZIONE	PLUVIOMETRO	TERMOMETRO	NIVOMETRO	VELOCITA' VENTO	DIREZIONE VENTO	RADIOMETRO	BAROMETRO	IDROMETRO
CN	RODELLO	TANARO	324	RODELLO	415	15/11/95	X	X						
CN	ROSSANA	VARAITA	420	ROSSANA VARAITA	499	8/6/90								X
CN	SALICETO	TANARO	325	BERGALLI	385	14/2/90	X	X		X	X	X	X	
CN	SALUZZO	BRONDA	S2583	SALUZZO	395	18/1/01	X	X						
CN	SAMPEYRE	VARAITA	002	PIAN DELLE BARACCHE	2125	8/10/87	X	X	X	X		X		
CN	SAN DAMIANO MACRA	MAIRA	S2570	SAN DAMIANO MACRA	854	7/9/01	X	X						
CN	SOMANO	TANARO	137	SOMANO	640	5/7/89	X	X						
CN	TREISO	TANARO	320	TREISO	376	23/11/90	X	X				X	X	
CN	VALDIERI	TANARO	303	VALDIERI	1390	29/7/93	X	X	X					
CN	VERNANTE	TANARO	S2563	PALANFRE'	1624	28/6/01	X	X	X					
CN	VILLANOVA SOLARO	VARAITA	281	VILLANOVA SOLARO	267	21/7/93	X	X						
CN	VINADIO	TANARO	359	VINADIO S. BERNOLFO	1695	2/9/99	X	X						
CN	VINADIO	TANARO	001	COLLE LOMBARDA	2278	24/9/87	X	X	X	X				
CN	VINADIO	TANARO	126	NERAISSA	1433	15/6/89	X	X						
NO	BORGOMANERO	AGOGNA	130	BORGOMANERO	300	28/2/89	X	X						
NO	CAMERI	TICINO	114	CAMERI	173	3/5/88	X	X		X	X	X		
NO	NOVARA	AGOGNA	379	NOVARA AGOGNA Q.A.	146	11/10/00	X	X						X
NO	VARALLO POMBIA	TICINO	S2585	VARALLO POMBIA	300	11/12/00	X	X						
TO	ALA DI STURA	STURA DI LANZO	250	ALA DI STURA	1006	21/7/93	X	X						
TO	ANDRATE	SESA	346	ANDRATE PINALBA	1580	8/9/99	X	X	X					
TO	ANGROGNA	PELLICE	353	VACCERA	1435	5/8/99	X	X						
TO	AVIGLIANA	DORA RIPARIA	142	AVIGLIANA	340	9/1/91	X	X	X	X	X			
TO	BALME	STURA DI LANZO	004	RIFUGIO GASTALDI	2659	25/9/87	X	X	X	X	X			
TO	BARDONECCHIA	DORA RIPARIA	011	CAMINI FREJUS	1800	9/11/90	X	X	X	X	X	X	X	
TO	BARDONECCHIA	DORA RIPARIA	152	PRERICHARD	1353	8/12/90	X	X	X	X	X	X	X	
TO	BOBBIO PELLICE	PELLICE	S2586	BOBBIO PELLICE	1334	3/9/01	X	X						
TO	BOBBIO PELLICE	PELLICE	003	COLLE BARANT	2294	25/9/87	X	X	X	X				
TO	BORGOFRANCO D'IVREA	DORA BALTEA	113	BORGOFRANCO D'IVREA	337	5/5/88	X	X	X	X	X	X	X	
TO	BORGONE SUSA	DORA RIPARIA	143	BORGONE	400	10/1/91	X	X	X	X	X			
TO	BRANDIZZO	MALONE	373	BRANDIZZO MALONE	192	11/12/00	X	X						X
TO	BROSSO	DORA BALTEA	241	CAVALLARIA	1270	4/2/98	X	X						
TO	CALUSO	ORCO	S2573	CALUSO	271	19/4/01	X	X		X	X			
TO	CANDIA CANAVESE	DORA BALTEA	099	CANDIA	226	1/3/88	X	X		X	X	X		
TO	CARIGNANO		271	CARIGNANO PO Q.A.	236	1/1/93								X
TO	CARIGNANO		412	CARIGNANO PO	240	1/10/91								X
TO	CARMAGNOLA		293	CARMAGNOLA PLUVIO	240	30/1/01	X							
TO	CARMAGNOLA		195	CARMAGNOLA	232	10/6/93	X	X		X	X	X	X	
TO	CASTIGLIONE TORINESE		S2422	CASTIGLIONE TORINESE PO	215	20/9/01								X
TO	CERESOLE REALE	ORCO	348	CERESOLE VILLA	1581	7/9/99	X	X	X					
TO	CERESOLE REALE	ORCO	237	LAGO AGNEL	2304	8/10/96	X	X	X					
TO	CESANA TORINESE	DORA RIPARIA	257	COLLE BERCIA	2200	18/10/96	X	X	X	X	X			
TO	CESANA TORINESE		242	CESANA THURAS	1918	29/8/01	X	X						
TO	CESANA TORINESE	DORA RIPARIA	S2619	SAN SICARIO	2093	28/8/01	X	X	X					
TO	CHIANOCCO	DORA RIPARIA	404	CHIANOCCO PREBEC	435	11/2/93								X
TO	CHIAMONTE	DORA RIPARIA	148	FINIERE	813	19/12/90	X	X		X	X			
TO	CHIVASSO		S2423	CHIVASSO PO	209	20/9/01								X
TO	CLAVIERE	DORA RIPARIA	S2617	CLAVIERE	2044	30/8/01	X	X	X	X	X			
TO	COAZZE	SANGONE	260	COAZZE	1130	15/7/93	X	X						
TO	COLLERETTO CASTELNUOVO	ORCO	347	COLLERETTO	1240	2/9/99	X	X	X					
TO	CONDOVE	DORA RIPARIA	255	PRAROTTO	1440	8/9/97	X	X	X	X				
TO	CORIO	MALONE	245	PIANO AUDI	1150	8/10/96	X							
TO	CORIO	MALONE	428	CORIO	624	28/5/96	X							
TO	CUMIANA	CHISOLA	109	CUMIANA	332	27/1/88	X	X		X	X	X	X	
TO	CUORGNE'	ORCO	436	CUORGNE' ORCO	414	30/11/95								X
TO	CUORGNE'	MALONE	104	BELMONTE	684	18/5/88	X	X		X	X	X		
TO	FENESTRELLE	PELLICE	265	PRA' CATINAT	1670	8/9/97	X	X						
TO	FRONT	MALONE	247	FRONT MALONE	270	7/12/95	X	X						X
TO	GIAGLIONE	DORA RIPARIA	020	RIFUGIO VACCARONE	2745	6/9/96	X	X	X	X	X			
TO	GIAGLIONE	DORA RIPARIA	149	VAL CLAREA	1135	3/9/96	X	X						
TO	GROSCAVALLO	STURA DI LANZO	253	FORNO ALPI GRAIE	1215	8/10/96	X	X	X					
TO	LA LOGGIA		S2752	LA LOGGIA CHISOLA	247	1/10/01								X
TO	LANZO TORINESE	STURA DI LANZO	415	LANZO STURA DI LANZO	540	12/7/90	X	X						X
TO	LANZO TORINESE	STURA DI LANZO	111	LANZO	580	24/8/89	X	X						
TO	LEMIE	STURA DI LANZO	S2578	LEMIE	957	17/4/01	X	X						
TO	LOCANA	ORCO	125	BERTODASCO	1120	26/5/88	X	X						
TO	LOCANA	ORCO	005	LAGO DI VALSOERA	2365	8/10/87	X	X	X	X				

PROVINCIA	COMUNE	BACINO	CODICE STAZIONE	STAZIONE	QUOTA m s/m	DATA INSTALLAZIONE	PLUVIOMETRO	TERMOMETRO	NIVOMETRO	VELOCITÀ VENTO	DIREZIONE VENTO	RADIOMETRO	BAROMETRO	IDROMETRO
TO	LUSERNA SAN GIOVANNI	PELLICE	105	LUSERNA S. GIOVANNI	475	12/1/88	X	X						
TO	LUSERNA SAN GIOVANNI	PELLICE	418	LUSERNA S. GIOVANNI PELLICE	478	28/6/90								X
TO	MARENTINO	BANNA	274	MARENTINO	345	6/12/95	X	X						
TO	MASSELLO	PELLICE	352	MASSELLO	1388	4/8/99	X	X						
TO	MEUGLIANO	DORA BALTEA	124	MEUGLIANO	650	6/5/88	X	X						
TO	MONASTERO DI LANZO	STURA DI LANZO	S2569	CHIAVES	1617	19/4/01	X	X						
TO	MONCALIERI	BANNA	273	BAUDUCCHI	226	16/6/93	X	X		X	X	X		
TO	OULX	DORA RIPARIA	401	BEAULARD DORA DI BARDONECCHIA	1216	9/4/93		X						X
TO	OULX	DORA RIPARIA	402	OULX DORA RIPARIA	2105	2/2/93								X
TO	OULX		S2960	CHATEAU BEAULARD	1800	13/11/01	X	X	X					
TO	OULX	DORA RIPARIA	151	GAD	1065	19/12/90	X	X		X	X	X		
TO	PARELLA	DORA BALTEA	279	PARELLA CHIUSELLA	280	13/12/00	X	X						X
TO	PERRERO	PELLICE	276	PERRERO GERMANASCA	662	21/6/00	X	X						X
TO	PINEROLO	CHISOLA	268	TALUCCO	776	13/11/96	X							
TO	PINEROLO	PELLICE	417	SAN MARTINO CHISONE	486	15/3/91								X
TO	PINO TORINESE	TEPICE	120	PINO TORINESE	608	19/5/88	X	X		X	X	X	X	
TO	PIVERONE	DORA BALTEA	234	PIVERONE	230	23/6/93	X	X		X	X			
TO	POIRINO	BANNA	179	POIRINO RIO VERDE	241	8/10/98								X
TO	POIRINO	BANNA	131	POIRINO BANNA	237	12/12/95	X	X						X
TO	PONT-CANAVESE	ORCO	388	PONT SOANA	453	15/6/00								X
TO	PRAGELATO	PELLICE	095	PRAGELATO - TRAMPOLINO A VALLE	1521	21/12/00	X	X	X	X	X			
TO	PRAGELATO	PELLICE	094	PRAGELATO - TRAMPOLINO A MONTE	1560	21/12/00		X		X	X			
TO	PRAGELATO	PELLICE	261	CLOT DELLA SOMA	2150	23/10/96	X	X	X	X	X			
TO	PRALI	PELLICE	264	PRALY	1385	27/7/93	X	X	X					
TO	PRALORMO	BANNA	102	PRALORMO	295	28/1/88	X	X						
TO	SALBERTRAND	DORA RIPARIA	150	SALBERTRAND	1010	15/11/90	X	X	X	X	X			
TO	SALBERTRAND	DORA RIPARIA	019	LE SELLE	1950	26/7/91	X	X	X	X	X	X	X	
TO	SAN BENIGNO CANAVESE	ORCO	374	SAN BENIGNO ORCO	219	15/6/00								X
TO	SANTENA	BANNA	180	SANTENA BANNA	238	8/10/98	X	X						X
TO	SAUZE DI CESANA	DORA RIPARIA	158	SAUZE CESANA	1840	5/10/98	X	X						
TO	SAUZE D'OULX	DORA RIPARIA	008	LAGO PILENE	2320	21/10/88	X	X	X	X	X			
TO	SESTRIERE	DORA RIPARIA	108	MONTE FRAITEVE	2701	18/11/88	X	X		X	X	X		
TO	SESTRIERE	DORA RIPARIA	262	SESTRIERE	2020	10/9/96	X	X	X					
TO	SPARONE	ORCO	S2584	SPARONE	550	18/4/01	X	X						X
TO	SUSA	DORA RIPARIA	403	SUSA CENISCHIA	500	10/2/93								X
TO	SUSA	DORA RIPARIA	416	SUSA DORA RIPARIA	503	27/9/90								X
TO	SUSA	DORA RIPARIA	146	PIETRASTRETTA	520	5/12/90	X	X		X	X	X		
TO	TAVAGNASCO	DORA BALTEA	414	TAVAGNASCO DORA BALTEA	270	13/7/90								X
TO	TORINO		249	TORINO VALLERE	239	17/5/01	X	X				X		
TO	TORINO	DORA RIPARIA	371	TORINO DORA RIPARIA Q.A.	219	11/10/00								X
TO	TORINO		153	TORINO BUON PASTORE	240	22/3/89	X	X	X	X	X	X	X	
TO	TORINO	STURA DI LANZO	372	TORINO STURA DI LANZO	221	1/2/01								X
TO	TORINO		155	TORINO MURAZZI PO Q.A.	239	1/1/93								X
TO	TRANA	SANGONE	278	TRANA SANGONE	371	13/12/00	X	X						X
TO	TRAVERSELLA	DORA BALTEA	240	TRAVERSELLA	1165	8/10/96	X	X						
TO	USSEGLIO	STURA DI LANZO	349	MALCIAUSSIA	1800	15/6/00	X	X	X					
TO	VALPRATO SOANA	ORCO	239	PIAMPRATO	1555	8/7/93	X	X						
TO	VARISELLA	STURA DI LANZO	351	VARISELLA	615	2/9/99	X	X						
TO	VENARIA	STURA DI LANZO	256	VENARIA CERONDA	253	23/12/97	X	X						X
TO	VENAUS	DORA RIPARIA	258	BARCENISIO	1525	17/11/94	X	X	X	X	X			
TO	VEROLENGO	DORA BALTEA	375	VEROLENGO DORA BALTEA	167	15/6/00								X
TO	VEROLENGO		110	VEROLENGO	165	7/4/88	X	X			X			
TO	VIALFRE'	DORA BALTEA	S2567	VIALFRE'	470	11/12/00	X	X						
TO	VILLAFRANCA PIEMONTE	PELLICE	370	VILLAFRANCA PELLICE	260	11/10/00	X	X						X
TO	VIU'	STURA DI LANZO	350	NIQUIDETTO	1418	3/9/99	X	X						
VB	ANTRONA SCHIERANCO	TICINO	160	ALPE CHEGGIO	1460	6/11/96	X	X	X					
VB	BACENO	TICINO	154	ALPE DEVERO	1634	29/10/91	X	X	X					
VB	BANNIO ANZINO	TICINO	162	ANZINO	669	25/11/00	X	X						
VB	BOGNANCO	TICINO	642	LAGO PAIONE	2269	15/6/96	X	X		X	X	X		
VB	BOGNANCO	TICINO	157	PIZZANCO	1142	31/10/91	X	X						
VB	CANNOBIO	TICINO	339	CANNOBIO	201	11/11/99	X	X						
VB	CEPPO MORELLI	TICINO	098	CEPPO MORELLI	2001	25/11/00	X	X						
VB	CESARA	TICINO	S2568	CESARA	500	11/12/00	X	X						
VB	COSSOGNO	TICINO	340	CICOGNA	696	12/11/99	X	X						
VB	CREVOLADOSSOLA	TICINO	407	PONTEMAGLIO TOCE	373	20/4/93								X
VB	CREVOLADOSSOLA	TICINO	408	CREVOLA DIVERIA	337	25/3/93								X

PROVINCIA	COMUNE	BACINO	CODICE STAZIONE	STAZIONE	QUOTA m slm	DATA INSTALLAZIONE	PLUVIOMETRO	TERMOMETRO	NIVOMETRO	VELOCITA' VENTO	DIREZIONE VENTO	RADIOMETRO	BAROMETRO	IDROMETRO
VB	CRODO	TICINO	156	CRODO	560	30/10/91	X	X						
VB	CURSOLO-ORASSO	TICINO	159	CURSOLO	940	26/5/93	X	X						
VB	DOMODOSSOLA	TICINO	117	DOMODOSSOLA	252	4/5/88	X	X		X	X	X	X	
VB	DOMODOSSOLA	TICINO	409	PONTECADDO BOGNA	280	24/3/93								X
VB	DRUOGNO	TICINO	129	DRUOGNO	831	11/4/89	X	X						
VB	FORMAZZA	TICINO	336	FORMAZZA BRUGGI	1230	9/9/99	X	X	X					
VB	FORMAZZA	TICINO	010	FORMAZZA	2450	27/10/88	X	X	X	X	X			
VB	GRAVELLONA TOCE	TICINO	378	GRAVELLONA STRONA	210	2/11/99								X
VB	MACUGNAGA	TICINO	338	MACUGNAGA PECETTO	1360	10/11/99	X	X	X					
VB	MACUGNAGA	TICINO	007	PASSO DEL MORO	2820	4/11/88	X	X	X	X	X	X		
VB	MASERA	TICINO	405	MASERA MELEZZO	280	22/4/93								X
VB	MERGOZZO	TICINO	604	CANDOGLIA TOCE Q.A.	201	1/3/90	X	X						X
VB	MONTECRESTESE	TICINO	406	PONTEETTO ISORNO	280	23/4/93								X
VB	MONTECRESTESE	TICINO	337	LARECCHIO	1860	10/9/99	X	X	X					
VB	PIEDIMULERA	TICINO	411	PIEDIMULERA ANZA	247	20/4/93								X
VB	PREMIA	TICINO	S2575	PREMIA	755	11/6/01	X	X						
VB	STRESA	TICINO	635	MOTTARONE - BAITA CAI	1302	1/3/86	X	X						
VB	STRESA	AGOGNA	118	MOTTARONE	1491	13/7/88	X	X		X	X			
VB	STRESA	TICINO	326	SOMERARO	425	26/7/90	X	X						
VB	TOCENO	TICINO	S2566	ARVOGNO	1243	20/9/01	X	X						
VB	TRAREGO VIGGIONA	TICINO	361	MONTE GARZA	1110	12/11/99	X	X						
VB	TRONTANO	TICINO	637	MOTTAC	1695	1/4/89	X	X						
VB	VALSTRONA	TICINO	638	SAMBUGHETTO	742	28/11/89	X							
VB	VARZO	TICINO	128	VARZO	1308	19/7/89	X	X						
VB	VERBANIA	TICINO	641	PALLANZA	202	6/6/96	X	X		X	X	X	X	X
VB	VILLADOSSOLA	TICINO	410	VILLADOSSOLA OVESCA	259	24/3/93								X
VC	ALAGNA VALSESA	SESA	006	BOCCHETTA DELLE PISSE	2410	21/10/87	X	X	X					
VC	ALAGNA VALSESA	SESA	341	ALAGNA	1196	14/6/01	X	X						
VC	ALBANO VERCELLESE	SESA	112	ALBANO VERCELLESE	155	8/4/88	X	X	X					
VC	BOCCIOLETO	SESA	343	BOCCIOLETO	600	25/11/99	X	X						
VC	BORGOSIESIA	SESA	413	BORGOSIESIA SESIA	359	27/7/90	X							X
VC	CARCOFORO	SESA	182	CARCOFORO	1290	6/11/96	X	X						
VC	CARISIO	SESA	377	CARISIO ELVO	183	25/5/00								X
VC	CRESCENTINO		473	CRESCENTINO PO	158	30/10/97								X
VC	FOBELLO	SESA	437	FOBELLO	873	29/5/96	X							
VC	LOZZOLO	SESA	S2579	LOZZOLO	550	17/4/01	X	X		X	X			
VC	RASSA	SESA	185	RASSA	950	20/7/93	X	X						
VC	RIMA SAN GIUSEPPE	SESA	S2581	RIMA	1289	14/6/01	X	X						
VC	SABBIA	SESA	438	SABBIA	600	29/5/96	X							
VC	TRICERRO	SESA	S2564	TRICERRO	140	11/12/00	X	X						
VC	VARALLO	SESA	376	VARALLO MASTALLONE	485	24/11/99								X
VC	VARALLO	SESA	132	VARALLO	470	1/3/89	X	X						
VC	VERCELLI	SESA	198	VERCELLI	132	17/6/93	X	X		X	X	X		

APPENDICE 3

Stazioni attuali della rete agrometeorologica del Piemonte -RAM

Stazione	Proprietario	Prov	UTM X	UTM Y	quota (m s.m.)	anno	SENSORI							
							Temp. (aria)	Umidità	Pioggia	Bagnatura	Dir. Vento	Vel. Vento 1	Rad. Sol.	Temp. (acqua)
Cassine	Cadir	AL	461951	4956498	162	<1995	X	X	X	X				
Castellazzo Bormida	Regione Piemonte	AL	465415	4963963	102	2000	X	X	X	X				
Castelletto d'Orba	Cadir	AL	476380	4949679	160	<1995	X	X	X	X		X		
Castelnuovo Scrivia	Regione Piemonte	AL	489010	4977385	93	1999	X	X	X	X				
Cuccaro	Regione Piemonte	AL				2003	X	X	X	X				
Gabiano	Cadir	AL	435908	5001034	193	<1995	X	X	X	X		X	X	
Melazzo	Cadir	AL	454240	4943858	165	<1995	X	X	X	X		X		
Moleto	Com di Ottiglio	AL	450561	4989240	216	1996	X	X	X	X				
Montemarzino	Regione Piemonte	AL	500474	4966969	228	2000	X	X	X	X				
Murisengo	Regione Piemonte	AL				2003	X	X	X	X				
Novi Ligure	Cadir	AL	484089	4954068	269	1997	X	X	X	X		X	X	
Occimiano	Cadir	AL	460893	4989732	114	<1995	X	X	X	X		X	X	
Quargnento	Regione Piemonte	AL	461790	4976529	108	2000	X	X	X	X				
Ricaldone	Regione Piemonte	AL				2003	X	X	X	X				
Rosignano	Cadir	AL	454091	4990571	207	<1995	X	X	X	X		X	X	
Tassarolo	ViPi	AL	483041	4951563	282	1997	X	X	X	X				
Agliano	Prunotto	AT	441515	4959113	221	1998	X	X	X	X				
Asti	Scuola ITAS	AT	436475	4974582	167	1998	X	X	X	X				
Calosso	C.I.A. Asti	AT	439216	4955257	269	1998	X	X	X	X				
Canelli	Gruppo Coltivatori Sviluppo Asti	AT	441939	4954273	281	2001	X	X	X	X				
Castagnole M.to	Prov. di Asti	AT	444992	4979380	220	1998	X	X	X	X				
Castel Boglione	ViPi	AT	450808	4952711	323	1997	X	X	X	X		X	X	
Castelnuovo D.Bosco	Regione Piemonte	AT	417922	4990406	352	1999	X	X	X	X				
Penango	Regione Piemonte	AT				2003	X	X	X	X				
Coazzolo	SAGEA Centro di Saggio	AT	433020	4952816	252	2002	X	X	X	X				
Costigliole d' Asti	ViPi	AT	434099	4959537	253	1997	X	X	X	X				
Loazzolo	Regione Piemonte	AT	440697	4946434	403	2001	X	X	X	X				
Mombaruzzo	Az. Tre Roveri	AT	459157	4959668	200	2000	X	X	X	X				
Moncalvo	Regione Piemonte	AT	444003	4989712	228	2000	X	X	X	X				
Nizza Monferrato	ViPi	AT	447608	4956479	179	1997	X	X	X	X				
San Damiano	Com. di S.Damiano	AT	427244	4963105	228	1998	X	X	X	X				
San Marzano	Az. L'Albiola	AT	444859	4957558	180	2000	X	X	X	X				
Albugnano Fraz. Vezzolano	Accademia dell'Agricoltura CNR IMA	AT	418203	4992659	420	2002	X	X	X	X				
Villanova d'Asti	Regione Piemonte	AT				2003	X	X	X	X				
Vinchio	Regione Piemonte	AT				2003	X	X	X	X				
Gaglianico	Regione Piemonte	BI	428191	5043915	355	2000	X	X	X	X				
Viverone	Provincia di Biella	BI	425276	5031463	275	2002	X	X	X	X				
Alba	Scuola Enologica Alba	CN	423457	4949194	183	2002	X	X	X	X	X	X	X	X
Barbaresco	ViPi	CN	427389	4952734	239	1996	X	X	X	X				
Busca	Regione Piemonte	CN	380518	4926516	497	2000	X	X	X	X				
Canale	Regione Piemonte	CN	420546	4962017	260	1999	X	X	X	X				
Castellaro	Regione Piemonte	CN				2003	X	X	X	X				
Castiglion Falletto	ViPi	CN	418870	4942329	309	1997	X	X	X	X		X	X	
Castino	Regione Piemonte	CN				2003	X	X	X	X				

Stazione	Proprietario	Prov	UTM X	UTM Y	quota (m s.m.)	anno	SENSORI							
							Temp. (aria)	Umidità	Pioggia	Bagnatura	Dir. Vento	Vel. Vento 1	Rad. Sol.	Temp. (acqua)
Costigliole di Saluzzo	ASPROCOM S.r.l. Cuneo	CN	378244	4936075	470	2001	X	X	X	X				
Cravanzana	Com Mont Alta Langa	CN	432040	4937088	588	1999	X	X	X	X		X	X	
Cuneo	Oss. Astronomico	CN	384667	4916604	498	1997	X	X	X		X	X		
Dogliani	Regione Piemonte	CN	416749	4933729	417	1999	X	X	X	X				
Fossano - fraz. Cussanio	Regione Piemonte - Ist "Umberto I"	CN	393238	4928810	397	2001	X	X	X	X		X	X	
Fossano - fraz. Maddalene	G. Colt. Svil. Cuneo	CN	396301	4936397	349	2000	X	X	X	X				
Guarene	Comune di Guarene	CN	423492	4953338	163	1998	X	X	X	X				
La Morra	Chiarlo	CN	416175	4942352	326	1996	X	X	X	X				
Lagnasco	Regione Piemonte	CN	387007	4943632	335	1997	X	X	X	X		X	X	X
Cuneo - Madonna dell'Olmo	Regione Piemonte	CN	384609	4918332	520	2001	X	X	X	X				
Manta	Syngenta S.r.l.	CN	383834	4940604	379	2001	X	X	X	X				
Mondovi	Comizio Agrario di Mondovi	CN	397758	4918728	412	2002	X	X	X	X	X	X		
Neive	Regione Piemonte	CN				2003	X	X	X	X				
Piobesi d'Alba	Tenuta Caretta	CN	419936	4953881	219	1996	X	X	X	X				
Racconigi	Gruppo Coltivatori Sviluppo Cuneo	CN	396563	4957490	260	2001	X	X	X	X				
Revello	Regione Piemonte	CN	372434	4947958	316	1999	X	X	X	X				
Santo Stefano Belbo	ViPi	CN	438824	4950024	258	1997	X	X	X	X				
Savigliano	Euroidea	CN	386250	4939048	373	1996	X	X	X	X				
Serralunga	ViPi	CN	419900	4943704	289	1996	X	X	X	X				
Serravalle delle Langhe	Regione Piemonte	CN				2003	X	X	X	X				
Casalbrama	Regione Piemonte	NO	460052	5031589	150	1999	X	X	X	X		X	X	X
Ghemme	ViPi	NO	455241	5050509	293	1997	X	X	X	X				
Granozzo Monticello	Regione Piemonte	NO	467266	5024851	131	1999	X	X	X	X				
Sozzago	Regione Piemonte	NO	477679	5027110	126	1999	X	X	X	X				
Suno	Regione Piemonte	NO	467335	5053906	292	1999	X	X	X	X				
Candiolo	CNR IMA	TO	386319	4979331	245	2002	X	X	X	X				
Carema	ViPi	TO	407162	5048582	300	1997	X	X	X	X				
Cavour	Regione Piemonte	TO	371371	4961423	307	2002	X	X	X	X				
Chieri	Regione Piemonte	TO	404640	4985816	357	1989	X	X	X	X				
S. Giorgio Fraz. Cortereggio	Regione Piemonte	TO				2003	X	X	X	X				
Lombriasco	Regione Piemonte	TO	392405	4966572	241	2002	X	X	X	X				
Mazzè	Regione Piemonte	TO	416310	5016940	263	1999	X	X	X	X				
Moncalieri - Le Vallere	Regione Piemonte - "Le Vallere"	TO				2003	X	X	X	X				
Pianezza	ITAS "Dalmasso"	TO	385461	4998918	319	<1995	X	X	X	X				
Pinerolo	Regione Piemonte	TO	369223	4970960	357	1999	X	X	X	X				
Romano Canavese	Regione Piemonte	TO				2003	X	X	X	X				
Venaria	Regione Piemonte	TO				2003	X	X	X	X				
Borgo d'Ale	Regione Piemonte	VC	426301	5021255	230	1999	X	X	X	X				
Buronzo	Regione Piemonte	VC	441179	5035376	180	1999	X	X	X	X			X	
Cigliano	Regione Piemonte	VC	422523	5013308	213	1999	X	X	X	X	X	X		
Gattinara	Regione Piemonte	VC	450603	5052466	328	1999	X	X	X	X				
Stroppiana	Regione Piemonte	VC	457229	5006533	116	1999	X	X	X	X				
Trino	Regione Piemonte	VC	438268	5010837	152	1999	X	X	X	X			X	

APPENDICE 4

Stazioni rete nivometrica Regione Piemonte

Cod. Staz.	Comune	Denominazione	Quota (m s.m.)	UTM X	UTM Y
133	ACCEGLIO	ACCEGLIO	1610	339567	4927939
006	ALAGNA VALSESIA	BOCCHETTA DELLE PISSE	2410	414792	5081006
341	ALAGNA VALSESIA	ALAGNA	1196	417511	5080844
112	ALBANO VERCELLESE	ALBANO VERCELLESE	155	452241	5031988
346	ANDRATE	ANDRATE PINALBA	1580	413632	5046071
160	ANTRONA SCHIERANCO	ALPE CHEGGIO	1460	431711	5104080
298	ARGENTERA	ARGENTERA	1680	335978	4918048
154	BACENO	ALPE DEVERO	1634	443114	5129624
004	BALME	RIFUGIO GASTALDI	2659	354502	5017939
011	BARDONECCHIA	CAMINI FREJUS	1800	318287	4998760
152	BARDONECCHIA	PRERICHARD	1353	320334	4994017
003	BOBBIO PELLICE	COLLE BARANT	2294	346624	4959923
141	BOSIO	CAPANNE MARCAROLO	780	481677	4934651
107	BOVES	BOVES	575	385442	4910296
317	BRA	BRA	285	409096	4950597
360	BRIGA ALTA	PIAGGIA	1645	398488	4880823
S2561	CANOSIO	GARDETTA	2437	341793	4919440
S2562	CARREGA LIGURE	PIANI DI CARREGA	1245	514956	4940241
294	CASTELMAGNO	CASTELMAGNO	1755	354208	4918133
237	CERESOLE REALE	LAGO AGNEL	2304	354620	5036811
348	CERESOLE REALE	CERESOLE VILLA	1581	360163	5033606
257	CESANA TORINESE	COLLE BERZIA	2200	325119	4976764
S2619	CESANA TORINESE	SAN SICARIO	2093	329444	4981815
S2617	CLAVIERE	CLAVIERE	2044	322988	4978237
347	COLLERETTO CASTELNUOVO	COLLERETTO	1240	395253	5033160
S2580	CRISOLO	PIAN GIASSET	2183	351790	4950356
S3254	CUNEO	CUNEO CASCINA VECCHIA	575	382679	4914422
S2572	ELVA	ELVA	1637	348294	4934502
S2576	ENTRACQUE	DIGA DEL CHIOTAS	2025	366881	4891327
327	FEISOGLIO	FEISOGLIO	770	429551	4933078
010	FORMAZZA	FORMAZZA	2450	450779	5142603
336	FORMAZZA	FORMAZZA BRUGGI	1230	456129	5133034
020	GIAGLIONE	RIFUGIO VACCARONE	2745	336309	5002391
253	GROSCAVALLO	FORNO ALPI GRAIE	1215	361004	5024732
009	LIMONE PIEMONTE	LIMONE PANCANI	2020	387766	4890536
005	LOCANA	LAGO DI VALSOERA	2365	374477	5038301
007	MACUGNAGA	PASSO DEL MORO	2820	420822	5094426
338	MACUGNAGA	MACUGNAGA PECETTO	1360	419334	5091685
S3570	MACUGNAGA	LAGO DELLE LOCCE NIVO	2220	416044	5089745
337	MONTECRESTESE	LARECCHIO	1860	456225	5117160
S2960	OULX	CHATEAU BEAULARD	1800	323132	4988527
277	PAESANA	PAESANA	1265	362370	4947015
S2888	PIATTO	BIELMONTE	1480	428000	5056875

Cod. Staz.	Comune	Denominazione	Quota (m s.m.)	UTM X	UTM Y
191	PIEDICAVALLO	PIEDICAVALLO	1040	418813	5060264
283	PONTECHIANALE	PONTECHIANALE	1575	345555	4941889
S2899	PONTECHIANALE	MONVISO	3325	348436	4947082
127	PONZONE	PONZONE BRIC BERTON	773	463454	4929755
095	PRAGELATO	PRAGELATO - TRAMPOLINO	1521	337847	4986187
261	PRAGELATO	CLOT DELLA SOMA	2150	337795	4983288
264	PRALI	PRALY	1385	346730	4974411
314	PRIERO	PRIERO	610	429031	4914348
309	ROCCAFORTE MONDOVI'	RIFUGIO MONDOVI'	1760	398757	4894142
019	SALBERTRAND	LE SELLE	1950	336091	4991300
150	SALBERTRAND	SALBERTRAND	1010	334301	4993216
002	SAMPEYRE	PIAN DELLE BARACCHE	2125	351816	4934725
158	SAUZE DI CESANA	SAUZE CESANA	1840	335756	4973540
008	SAUZE D'OULX	LAGO PILONE	2320	332693	4985596
262	SESTRIERE	SESTRIERE	2020	332444	4979926
153	TORINO	TORINO BUON PASTORE	240	395608	4992819
344	TRIVERO	CAMPARIENT	1515	428882	5064888
349	USSEGLIO	MALCIAUSSIA	1800	354672	5007898
303	VALDIERI	VALDIERI	1390	361709	4896272
239	VALPRATO SOANA	PIAMPRATO	1555	388706	5045997
S2889	VARZO	ALPE VEGLIA	1740	433859	5124625
258	VENAUS	BARCENISIO	1525	341798	5006429
S2563	VERNANTE	PALANFRE'	1624	379312	4894654
001	VINADIO	COLLE LOMBARDA	2278	352095	4896831

APPENDICE 5

**Indicazione del regime idrologico nelle sezioni
idrometriche piemontesi**

STAZIONE	Corso d'acqua	Sezione	FONTE	REGIME	Q concessione (m ³ /s)				
					A1	A2	A3		
					Q _{MAX}	Q _{MAX}	ΣQ	Q _{MAX}	Q _{monte}
AGONO	AGOGNA	NOVARA	2	N (verificare utenze)					
ANZPI	ANZA	PIEDIMULERA	1	A1	5				
BANPO	BANNA	POIRINO	2	N (verificare utenze)					
BANSA	BANNA	SANTENA	2	N (verificare utenze)					
BELBO	BELBO	BORGOMALE	2	N (verificare piccole derivazioni)					
BELCA	BELBO	CASTELNUOVO BELBO	2	N (verificare piccole derivazioni)					
BOGPC	BOGNA	PONTE CADDO	1	A1	3.45				
BOMCA	BORMIDA DI MILLESIMO	CAMERANA	2	A1					
BOMCE	BORMIDA DI MILLESIMO	CESSOLE	2	A1					
BORAL	BORMIDA	ALESSANDRIA	2	A3					
BORCA	BORMIDA	CASSINE	2	A3 (A1)			1.5	1.5	1.5
BOSMB	BORMIDA DI SPIGNO	MOMBALDONE	2	A1	7.1				
BRRSD	BORBORE	S. DAMIANO	2	N verificare piccole derivazioni					
CERVE	CERONDA	VENARIA	2	N (apporti da Dora a monte)					
CHSSM	CHISONE	S. MARTINO	1	A2 (A1)		5.5			
CEVQU	CHIUSELLA	STRAMBINELLO	2	A3			8.7	3	1.35
CHUST	GENISCHIA	SUSA	2	A1	2.3				
CNSSU	CURONE	VOLPEDO	1	A1	7.5				
DBATA	DORA BALTEA	TAVAGNASCO	1	A1	60?				
DBRBE	DORA DI BARDONECCHIA	BEAULARD	1	A1	5				
DIVCR	DIVERIA	CREVOLA	1	A1	2.3				
DRIOU	DORA RIPARIA	OULX	1	A1	0.75				

STAZIONE	Corso d'acqua	Sezione	FONTE	REGIME	Q concessione (m ³ /s)				
					A1	A2	A3		
					Q _{MAX}	Q _{MAX}	ΣQ	Q _{MAX}	Q _{monte}
DRISU	DORA RIPARIA	SUSA	1	A2 (A1)		15.7			
DRITO	DORA RIPARIA	TORINO (P.TE WASHINGTON)	2	A3 (A1)			9.3	1.3	1.2
ELLMO	ELLERO	MONDOVI'	2	A3			1.6	1.6	1.6
ELVCA	ELVO	CARISIO	2	A3			3.4	1.9	1.9
	GERMANASCA	PERRERO							
GESBO	GESSO	BORGO S.DALMAZZO (M.TE VERMENAGNA)	2	A3			9.7	4.5	4.5
GRAMO	GRANA	MONTEROSSO	2	N					
ISOPO	ISORNO	PONTETTO	1	A1 (verificare posizione centrale)	2.5				
	LAGO MAGGIORE	PALLANZA							
MAIBU	MAIRA	BUSCA	2	A3			7.8	2.5	1.4
MAIRA	MAIRA	RACCONIGI	2	A3			19.6	5.5	5.5
MALBR	MALONE	BRANDIZZO	3	A3					
MALFR	MALONE	FRONT	3	A3					
MASPF	MASTALLONE	PONTE FOLLE	2	N					
MEOMA	MELEZZO OCCIDENTALE	MASERA	1	N (verificare impianti non Enel)					
ORBBA	ORBA	BASALUZZO	2	N ?					
ORBCA	ORBA	CASALCERMELLI	2	A3					

STAZIONE	Corso d'acqua	Sezione	FONTE	REGIME	Q concessione (m ³ /s)				
					A1	A2	A3		
					Q _{MAX}	Q _{MAX}	ΣQ	Q _{MAX}	Q _{monte}
ORCCU	ORCO	CUORGNE'	2	A1 verificare Canale manifattura (+5)?	14				
ORCFO	ORCO	FOGLIZZO	2	A3			18.3	9.5	1.1
OVEVI	OVESCA	VILLADOSSOLA	1	A3 gronda sul Toce A1 verificare se sottende (Villa Ovesca)	1.4			8	
PELLU	PELLICE	LUSERNA S	2	A3			1.2	1.2	1.2
PELVI	PELLICE	VILLAFRANCA	2	A3			11.5	3	
PESCA	PESIO	CARRU'	2	A1	3.4				
POBE	PO	BECCA	2	A3					
POCA	PO	CARIGNANO	2	A3			42	5.5	
POCD	PO	CARDE'	2	A3			5.3	2.6	
POCE	PO	CRESCENTINO (Ultrasuoni)	2	A3			330		
POCG	PO	CASEI GEROLA	2	A3					
POIS	PO	ISOLA S.ANTONIO	2	A3					
POTO1	PO	TORINO (MURAZZI INFERIORI)	2	A3			47.4		
RVEPO	RIO VERDE	POIRINO	2	N (verificare utenze)					
SANSA	SANGONE	SANGANO	2	A3 piccole utenze					
SCRSE	SCRIVIA	SERRAVALLE	2	A1	1.9				
SDEFO	STURA DI DEMONTE	FOSSANO	2	A3			29.7	4.6	3.5
SDEGA	STURA DI DEMONTE	GAIOLA	2	A1	6.7				
SESBO	SESIA	BORGOSIESIA (PONTE ARANCO)	2	A1	5,5?				
SESPA	SESIA	PALESTRO	2	A3			65	16	5
SLALA	STURA DI LANZO	LANZO	2	A1	6.6				

STAZIONE	Corso d'acqua	Sezione	FONTE	REGIME	Q concessione (m ³ /s)				
					A1	A2	A3		
					Q _{MAX}	Q _{MAX}	ΣQ	Q _{MAX}	Q _{monte}
SLATO	STURA DI LANZO	TORINO	2	A3			10.8	3.1	1.5
SOAPO	SOANA	PONT CANAVESE	2	A1	11				
SSEPR	SESSERA	PRAY	-	A1 (diga Mischie)					
STGGR	STRONA	GRAVELLONA	1	A1	2.5				
TANAB	TANARO	ALBA	2	A3			53	16	3
TANFA	TANARO	FARIGLIANO	2	A1 (A3)	20			3	
TANGA	TANARO	GARESSIO	2	N ?					
TANMA	TANARO	MASIO	2	A3			56	16	3
TANMO	TANARO	MONTECASTELLO	2	A3			61	16	
TANPI	TANARO	PIANTORRE	2	N ?					
TOCCA	TOCE	CANDOGLIA	1	A1	impianti (fino a 30)				
TOCPO	TOCE	PONTEMAGLIO	1	A1	da definire	19			
VARPO	VARAITA	POLONGHERA	2	A3			5.6		
VARRO	VARAITA	ROSSANA	2	A1 verificare canale Piasco	3.3				

LEGENDA

N = regime naturale

A1 = alterato per regolazioni a monte

A2 = sotteso dalle derivazioni

A3 = a valle di derivazioni

Q concessione (m³/s) = dato di portata di concessione

Q_{MAX} = Prelievo a monte o prelievo massimo fra quelli a monte

ΣQ = sommatoria di tutti i prelievi noti a monte

Q_{monte} = Prelievo subito a monte

FONTE (1) Schema idraulico imp. Enel (2) Piano direttore '91; (3) studi Provincia

APPENDICE 6

Dati di radiazione solare fonte ENEA

RADIAZIONE GLOBALE AL SUOLO IN ITALIA - MEDIA 1994-1997 (MJ / m2 giorno)

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
PIEMONTE												
AL Acqui Terme	5.1	7.7	13.7	17.8	20.6	22.7	22.7	19.4	14.4	9.8	5.9	4.3
AL Alessandria	5.1	7.6	13.8	17.8	20.6	22.8	22.7	19.5	14.4	9.8	5.7	4.2
AL Casale Monferrato	5.0	7.6	13.7	17.7	20.4	22.7	22.6	19.4	14.3	9.8	5.6	4.2
AL Castelnuovo Scrvia	5.1	7.5	13.7	17.8	20.6	22.7	22.8	19.5	14.4	9.8	5.6	4.1
AL Novi Ligure	5.1	7.5	13.7	17.7	20.6	22.7	22.8	19.4	14.4	9.8	5.7	4.2
AL Ovada	5.1	7.6	13.7	17.7	20.6	22.7	22.7	19.4	14.5	9.8	5.8	4.3
AL Serravalle Scrvia	5.1	7.5	13.6	17.7	20.6	22.7	22.7	19.5	14.5	9.8	5.7	4.2
AL Tortona	5.1	7.5	13.7	17.8	20.6	22.7	22.8	19.5	14.4	9.8	5.6	4.1
AL Valenza	5.0	7.6	13.7	17.8	20.5	22.7	22.7	19.5	14.4	9.8	5.6	4.2
AT Asti	5.1	7.8	13.7	17.7	20.4	22.7	22.6	19.3	14.3	9.9	5.9	4.3
AT Canelli	5.1	7.8	13.7	17.7	20.5	22.7	22.6	19.3	14.3	9.9	5.9	4.3
AT Costigliole d'Asti	5.1	7.8	13.8	17.8	20.4	22.7	22.5	19.3	14.3	9.9	6.0	4.3
AT Nizza Monferrato	5.1	7.7	13.8	17.8	20.5	22.7	22.6	19.3	14.4	9.8	5.8	4.3
AT San Damiano d'Asti	5.0	7.8	13.7	17.7	20.4	22.6	22.5	19.2	14.3	9.9	6.0	4.4
BI Biella	4.2	6.9	12.9	17.0	19.4	21.9	21.8	18.6	13.7	9.8	5.5	3.9
BI Cossato	4.4	7.1	13.0	17.1	19.5	22.0	22.0	18.8	13.7	9.7	5.5	4.0
CN Alba	5.0	7.8	13.7	17.7	20.4	22.6	22.4	19.1	14.3	10.0	6.1	4.4
CN Barge	4.3	7.1	13.2	17.2	19.8	21.9	21.6	18.6	14.1	10.1	6.0	4.1
CN Borgo San Dalmazzo	4.8	7.6	13.6	17.4	20.2	22.1	21.8	18.8	14.3	10.3	6.4	4.5
CN Bra	5.0	7.8	13.7	17.7	20.3	22.4	22.2	19.0	14.2	10.0	6.1	4.4
CN Busca	4.6	7.4	13.5	17.4	20.0	22.0	21.8	18.7	14.2	10.2	6.3	4.4
CN Caraglio	4.7	7.5	13.5	17.4	20.1	22.1	21.8	18.7	14.2	10.3	6.3	4.4
CN Ceva	5.2	7.9	13.7	17.7	20.5	22.5	22.4	19.1	14.4	10.1	6.3	4.5
CN Cuneo	4.8	7.6	13.6	17.5	20.2	22.1	21.9	18.8	14.3	10.3	6.3	4.5
CN Dronero	4.5	7.3	13.4	17.3	20.0	22.0	21.7	18.7	14.2	10.2	6.2	4.4
CN Fossano	4.9	7.7	13.7	17.6	20.2	22.3	22.0	18.9	14.2	10.1	6.3	4.4
CN Mondovì	5.1	7.8	13.7	17.6	20.3	22.4	22.1	19.0	14.3	10.2	6.3	4.5
CN Racconigi	4.8	7.6	13.5	17.6	20.1	22.2	22.0	18.9	14.1	10.1	6.1	4.3
CN Saluzzo	4.6	7.4	13.4	17.4	20.0	22.1	21.8	18.7	14.1	10.1	6.2	4.3
CN Savigliano	4.8	7.6	13.6	17.6	20.1	22.3	22.0	18.9	14.2	10.1	6.2	4.4
CN Sommariva del Bosco	4.9	7.7	13.6	17.6	20.1	22.4	22.1	19.0	14.2	10.1	6.1	4.3
CN Verzuolo	4.6	7.4	13.4	17.4	20.0	22.1	21.8	18.7	14.1	10.2	6.2	4.4
NO Arona	4.4	7.0	13.0	17.0	19.4	21.9	22.0	18.8	13.7	9.6	5.4	3.9
NO Borgomanero	4.5	7.1	13.1	17.1	19.5	21.9	22.0	18.8	13.7	9.7	5.4	4.0
NO Cameri	4.8	7.4	13.5	17.5	20.0	22.3	22.4	19.2	14.1	9.7	5.5	4.1
NO Galliate	4.9	7.4	13.5	17.5	20.0	22.4	22.4	19.2	14.1	9.7	5.5	4.1
NO Gozzano	4.3	7.0	12.9	17.0	19.4	21.9	21.9	18.7	13.7	9.7	5.4	3.9
NO Novara	4.8	7.5	13.5	17.5	20.1	22.4	22.4	19.2	14.1	9.8	5.5	4.1
NO Oleggio	4.7	7.3	13.3	17.4	19.8	22.2	22.2	19.1	14.0	9.7	5.5	4.1
NO Trecate	4.9	7.5	13.6	17.6	20.1	22.4	22.5	19.3	14.2	9.7	5.5	4.1
TO Alpignano	4.3	7.0	13.0	17.2	19.7	21.9	21.7	18.6	13.9	10.0	5.8	4.0
TO Avigliana	4.1	6.8	12.9	17.1	19.6	21.8	21.6	18.5	13.8	10.0	5.8	4.0
TO Beinasco	4.4	7.2	13.2	17.3	19.8	22.0	21.9	18.7	14.0	10.0	5.9	4.1

RADIAZIONE GLOBALE AL SUOLO IN ITALIA - MEDIA 1994-1997 (MJ / m2 giorno)

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
TO Borgaro Torinese	4.4	7.2	13.2	17.3	19.7	22.0	21.9	18.7	13.9	10.0	5.8	4.1
TO Bussoleno	3.6	6.3	12.5	16.7	19.4	21.6	21.4	18.4	13.8	9.9	5.6	3.7
TO Caluso	4.5	7.2	13.2	17.3	19.7	22.1	22.0	18.8	13.9	9.9	5.7	4.1
TO Carmagnola	4.8	7.6	13.5	17.6	20.0	22.3	22.1	18.9	14.1	10.0	6.1	4.3
TO Caselle Torinese	4.3	7.1	13.1	17.2	19.6	22.0	21.8	18.7	13.8	9.9	5.8	4.1
TO Castellamonte	4.1	6.8	12.9	17.0	19.5	21.9	21.8	18.6	13.7	9.9	5.6	3.9
TO Cavour	4.3	7.1	13.2	17.3	19.8	21.9	21.6	18.6	14.0	10.1	6.0	4.2
TO Chieri	4.7	7.5	13.5	17.6	20.0	22.3	22.1	19.0	14.1	10.0	5.9	4.3
TO Chivasso	4.6	7.4	13.3	17.4	19.8	22.2	22.1	18.9	14.0	9.9	5.8	4.2
TO Ciriè	4.2	6.9	13.0	17.1	19.6	21.9	21.7	18.6	13.8	9.9	5.7	4.0
TO Collegno	4.4	7.2	13.2	17.3	19.7	22.0	21.8	18.7	13.9	10.0	5.9	4.1
TO Cuornè	4.0	6.7	12.7	17.0	19.4	21.8	21.7	18.5	13.7	9.8	5.6	3.8
TO Gassino Torinese	4.6	7.4	13.4	17.4	19.9	22.2	22.1	18.9	14.0	9.9	5.8	4.2
TO Giaveno	4.0	6.7	12.8	17.0	19.6	21.8	21.6	18.5	13.9	10.0	5.8	3.9
TO Grugliasco	4.4	7.2	13.2	17.3	19.7	22.0	21.8	18.7	13.9	10.0	5.9	4.1
TO Ivrea	4.2	6.9	12.9	17.1	19.5	21.9	21.8	18.6	13.7	9.8	5.5	3.9
TO Lanzo Torinese	4.0	6.6	12.7	16.9	19.4	21.8	21.6	18.5	13.8	9.9	5.7	3.8
TO Leini	4.4	7.2	13.2	17.3	19.7	22.1	21.9	18.8	13.9	9.9	5.8	4.1
TO Luserna San Giovanni	4.1	6.8	13.0	17.1	19.7	21.8	21.5	18.5	14.0	10.0	5.9	4.0
TO Moncalieri	4.6	7.4	13.4	17.4	19.9	22.2	22.0	18.8	14.0	10.0	6.0	4.2
TO Nichelino	4.5	7.4	13.3	17.4	19.9	22.1	21.9	18.8	14.0	10.0	6.0	4.2
TO None	4.5	7.3	13.2	17.4	19.8	22.0	21.8	18.7	14.0	10.0	6.0	4.2
TO Orbassano	4.4	7.1	13.2	17.3	19.7	22.0	21.8	18.7	13.9	10.0	5.9	4.1
TO Pianezza	4.3	7.1	13.1	17.2	19.7	21.9	21.8	18.7	13.9	10.0	5.8	4.1
TO Pinerolo	4.1	6.9	13.0	17.1	19.7	21.9	21.6	18.5	13.9	10.0	5.9	4.0
TO Piossasco	4.3	7.1	13.1	17.2	19.7	22.0	21.7	18.6	13.9	10.0	5.9	4.1
TO Poirino	4.8	7.7	13.6	17.6	20.1	22.4	22.2	19.0	14.1	10.0	6.0	4.3
TO Rivalta di Torino	4.3	7.1	13.1	17.2	19.7	22.0	21.7	18.6	13.9	10.0	5.9	4.1
TO Rivarolo Canavese	4.2	7.0	12.9	17.1	19.5	21.9	21.8	18.6	13.8	9.9	5.7	4.0
TO Rivoli	4.3	7.0	13.1	17.2	19.7	21.9	21.7	18.6	13.9	10.0	5.9	4.0
TO San Mauro Torinese	4.6	7.4	13.3	17.4	19.9	22.2	22.0	18.9	14.0	10.0	5.9	4.2
TO Santena	4.7	7.6	13.5	17.6	20.0	22.3	22.1	19.0	14.1	10.0	6.0	4.3
TO Settimo Torinese	4.6	7.3	13.3	17.4	19.8	22.2	22.0	18.9	14.0	9.9	5.9	4.2
TO Strambino	4.4	7.1	13.0	17.2	19.6	22.0	21.9	18.7	13.8	9.8	5.6	4.0
TO Susa	3.5	6.1	12.4	16.6	19.4	21.6	21.4	18.3	13.8	9.9	5.6	3.6
TO Torino	4.5	7.3	13.3	17.4	19.8	22.1	21.9	18.8	14.0	10.0	5.9	4.2
TO Venaria	4.4	7.1	13.1	17.3	19.7	22.0	21.8	18.7	13.9	10.0	5.8	4.1
TO Vigone	4.5	7.3	13.3	17.4	19.8	22.0	21.8	18.7	14.0	10.1	6.0	4.2
TO Vinovo	4.6	7.4	13.4	17.4	19.9	22.1	21.9	18.8	14.0	10.0	6.0	4.2
TO Volpiano	4.5	7.3	13.2	17.4	19.7	22.1	22.0	18.8	13.9	9.9	5.8	4.1
VB Cannobio	4.0	6.5	12.4	16.6	19.0	21.5	21.6	18.3	13.4	9.5	5.2	3.7
VB Domodossola	3.6	6.1	12.0	16.3	18.8	21.4	21.4	18.0	13.2	9.4	5.1	3.5
VB Gravellona Toce	4.0	6.6	12.5	16.7	19.1	21.6	21.6	18.4	13.5	9.6	5.3	3.8
VB Omegna	4.1	6.7	12.6	16.8	19.2	21.7	21.7	18.5	13.5	9.6	5.3	3.8
VB Verbania	4.1	6.7	12.6	16.8	19.1	21.6	21.7	18.5	13.5	9.6	5.3	3.8
VB Villadossola	3.6	6.1	12.0	16.4	18.8	21.4	21.4	18.1	13.3	9.4	5.1	3.5
VC Borgosesia	4.2	6.9	12.8	17.0	19.3	21.8	21.9	18.7	13.6	9.7	5.4	3.9
VC Crescentino	4.8	7.6	13.5	17.5	20.0	22.4	22.3	19.1	14.1	9.9	5.7	4.2
VC Gattinara	4.5	7.2	13.2	17.2	19.6	22.0	22.0	18.9	13.8	9.7	5.5	4.0

RADIAZIONE GLOBALE AL SUOLO IN ITALIA - MEDIA 1994-1997 (MJ / m2 giorno)

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
VC Santhià	4.6	7.4	13.4	17.4	19.9	22.2	22.2	19.0	14.0	9.8	5.6	4.1
VC Serravalle Sesia	4.3	7.0	13.0	17.1	19.4	21.9	21.9	18.7	13.7	9.7	5.4	3.9
VC Trino	4.9	7.6	13.6	17.6	20.2	22.5	22.5	19.3	14.2	9.8	5.6	4.2
VC Varallo	4.0	6.6	12.6	16.8	19.2	21.7	21.7	18.5	13.5	9.6	5.3	3.8
VC Vercelli	4.8	7.5	13.6	17.6	20.1	22.4	22.4	19.2	14.1	9.8	5.6	4.2

VALLE D'AOSTA / VALLÉE D'AOSTE

AO Aosta / Aoste	3.2	5.7	11.9	16.4	19.1	21.5	21.3	18.1	13.6	9.6	5.3	3.4
------------------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-----

LOMBARDIA

BG Albino	4.5	6.8	13.0	17.1	19.6	21.6	21.9	18.6	13.9	9.8	5.4	3.8
BG Alzano Lombardo	4.6	6.9	13.1	17.2	19.7	21.7	22.0	18.7	13.9	9.8	5.4	3.9
BG Bergamo	4.6	7.0	13.1	17.2	19.8	21.8	22.1	18.7	14.0	9.8	5.4	3.9
BG Calusco d'Adda	4.7	7.1	13.3	17.3	19.8	21.9	22.2	18.9	14.0	9.8	5.4	3.9
BG Caravaggio	4.9	7.1	13.4	17.5	20.1	22.1	22.5	19.1	14.3	9.9	5.5	4.0
BG Clusone	4.2	6.5	12.7	16.8	19.4	21.3	21.6	18.2	13.7	9.7	5.3	3.7
BG Costa Volpino	4.4	6.7	12.8	16.9	19.5	21.4	21.7	18.3	13.8	9.8	5.3	3.8
BG Dalmine	4.7	7.0	13.2	17.4	19.9	21.9	22.2	18.9	14.1	9.8	5.5	3.9
BG Gandino	4.4	6.7	12.9	17.0	19.5	21.5	21.8	18.4	13.8	9.7	5.3	3.8
BG Nembro	4.5	6.9	13.0	17.1	19.7	21.6	22.0	18.6	13.9	9.8	5.4	3.8
BG Ponte San Pietro	4.7	7.0	13.2	17.3	19.7	21.8	22.1	18.8	14.0	9.8	5.4	3.9
BG Romano di Lombardia	4.9	7.1	13.4	17.5	20.1	22.0	22.5	19.1	14.2	9.9	5.5	4.0
BG Seriate	4.7	7.0	13.2	17.3	19.8	21.8	22.1	18.8	14.0	9.8	5.4	3.9
BG Trescore Balneario	4.6	6.9	13.1	17.2	19.8	21.7	22.1	18.7	14.0	9.8	5.4	3.9
BG Treviglio	4.9	7.1	13.4	17.5	20.1	22.1	22.5	19.1	14.2	9.8	5.5	4.0
BG Urgnano	4.8	7.0	13.3	17.4	19.9	21.9	22.3	18.9	14.2	9.8	5.5	4.0
BG Zogno	4.5	6.8	13.0	17.1	19.6	21.6	21.9	18.5	13.9	9.7	5.4	3.8
BS Bagnolo Mella	5.0	7.1	13.4	17.5	20.3	22.1	22.6	19.1	14.4	10.0	5.5	4.0
BS Breno	4.2	6.5	12.6	16.7	19.4	21.3	21.5	18.0	13.7	9.7	5.3	3.7
BS Brescia	4.9	7.0	13.3	17.3	20.1	21.9	22.4	19.0	14.3	9.9	5.5	4.0
BS Carpenedolo	5.0	7.2	13.5	17.4	20.4	22.2	22.7	19.2	14.6	10.0	5.5	4.0
BS Castenedolo	5.0	7.1	13.4	17.4	20.2	22.0	22.5	19.1	14.4	10.0	5.5	4.0
BS Chiari	4.8	7.0	13.3	17.4	20.1	22.0	22.4	19.0	14.3	9.9	5.5	4.0
BS Concesio	4.8	7.0	13.2	17.2	20.0	21.8	22.2	18.8	14.2	9.9	5.5	3.9
BS Darfo Boario Terme	4.3	6.6	12.7	16.8	19.5	21.3	21.6	18.2	13.8	9.7	5.3	3.8
BS Desenzano del Garda	5.0	7.1	13.4	17.3	20.2	22.0	22.5	19.1	14.4	10.0	5.6	4.0
BS Gardone Val Trompia	4.6	6.9	13.1	17.1	19.8	21.7	22.1	18.6	14.1	9.9	5.4	3.9
BS Gavardo	4.9	7.0	13.2	17.2	20.0	21.8	22.3	18.8	14.2	9.9	5.5	4.0
BS Ghedi	5.0	7.2	13.5	17.5	20.3	22.2	22.6	19.2	14.5	10.0	5.5	4.0
BS Gussago	4.8	7.0	13.2	17.3	20.0	21.8	22.2	18.8	14.2	9.9	5.5	3.9
BS Iseo	4.7	6.9	13.1	17.2	19.8	21.7	22.1	18.7	14.1	9.8	5.4	3.9
BS Leno	5.0	7.2	13.5	17.5	20.4	22.2	22.7	19.2	14.5	10.0	5.6	4.0
BS Lonato	5.0	7.1	13.4	17.3	20.2	22.0	22.5	19.1	14.4	10.0	5.6	4.0
BS Lumezzane	4.7	6.9	13.1	17.2	19.8	21.7	22.1	18.7	14.1	9.9	5.5	3.9
BS Manerbio	5.0	7.2	13.5	17.5	20.4	22.2	22.7	19.3	14.5	10.0	5.5	4.0
BS Montichiari	5.0	7.2	13.4	17.4	20.3	22.1	22.6	19.2	14.5	10.0	5.5	4.0

APPENDICE 7

**Breve descrizione del modulo idrologico RR del
codice DHI-MIKE11**

IL MODULO IDROLOGICO RR

RR è un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi, deterministico, fisicamente basato, a parametri concentrati costituito da un set di relazioni matematiche collegate fra loro in modo tale da descrivere quantitativamente la fase terrestre del ciclo dell'acqua.

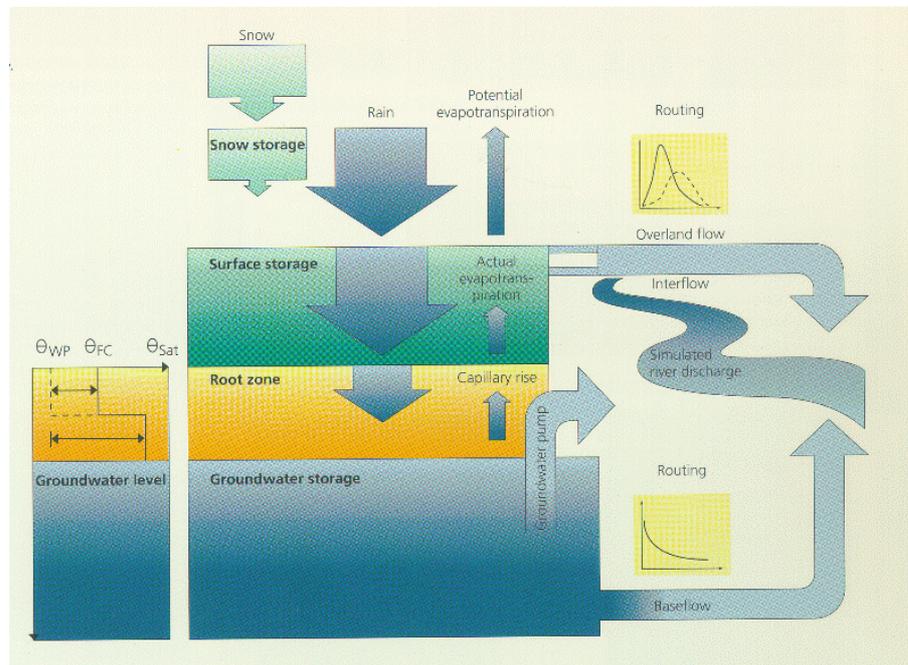
RR simula in continuo la variazione di contenuto di acqua (in fase liquida o vapore) di serbatoi distinti e reciprocamente collegati, i quali rappresentano gli elementi fisici principali del bacino idrografico. I serbatoi rappresentano i seguenti processi: accumulo e scioglimento neve, intercettazione, infiltrazione, immagazzinamento nella falda.

Il modello matematico è fisicamente basato e utilizza equazioni matematiche assieme a relazioni semi-empiriche; alcuni parametri possono essere stimati dai dati fisici del bacino, altri sono definiti attraverso valori guida determinati in funzione delle caratteristiche del territorio e possono essere oggetto di calibrazione.

Il modulo “neve” è strutturato per sottobacini suddivisi in fasce altimetriche. Pur mantenendo una concettualizzazione a parametri concentrati, RR dà così la possibilità di rappresentare i processi di formazione e fusione della neve tenendo conto delle caratteristiche altimetriche del bacino e delle differenze di temperatura in quota.

La quantità d'acqua intercettata dalla vegetazione, come quella immagazzinata nelle depressioni del terreno e nelle porzioni più superficiali del suolo coltivato, è simulata con un serbatoio superficiale di capacità massima U_{max} . La quantità d'acqua nel livello subito sotto il suolo, cioè la zona delle radici ove avviene anche il processo di traspirazione, è simulata con un serbatoio inferiore sottostante, di capacità massima L_{max} . Il livello attuale di umidità del suolo L , che rappresenta lo stato di imbibizione dello strato radicale del terreno, è il nodo centrale del processo di trasformazione afflussi-deflussi. A seconda dello stato di umidità del suolo prevalgono gli effetti di corrivazione superficiale o di assorbimento dell'acqua e rilascio verso la falda e con deflusso ipodermico. Il modello simula quindi processi di trasformazione a “coefficiente di deflusso variabile”.

La quantità di umidità U nel serbatoio superficiale è continuamente diminuita per evaporazione ed infiltrazione, ma durante la precipitazione viene aumentata in maniera considerevole. Quando viene saturata la capacità massima superficiale U_{max} , parte dell'eccesso di precipitazione P_n inizia a scorrere sulla superficie verso la rete di drenaggio, mentre parte si suddivide in infiltrazione verso la zona sottostante e verso la falda profonda.



Schema concettuale del modello idrologico RR.

Anche la quantità d'acqua contenuta nel serbatoio inferiore L è diminuita dalla traspirazione, mentre il contenuto reale di umidità controlla il tasso di infiltrazione.

L'acqua che percola, BFU, cioè la quantità d'acqua che non viene trattenuta in questo serbatoio, passa attraverso la zona insatura e raggiunge, ricaricandolo, il serbatoio della falda saturata.

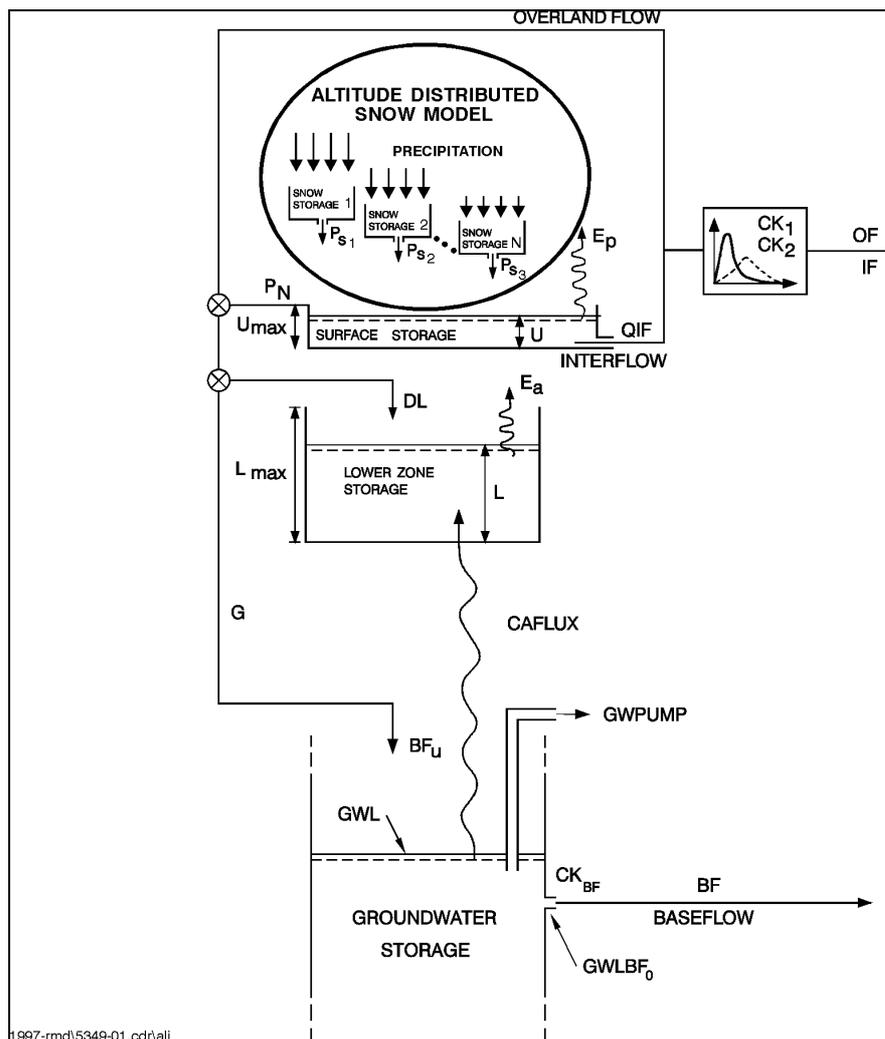
Quando il serbatoio superficiale sfiora, cioè $U \geq U_{max}$, l'eccesso di pioggia produce: scorrimento QOF, proporzionale a P_n e variabile linearmente con il contenuto di umidità del suolo nel serbatoio inferiore L/L_{max} ; infiltrazione, di cui una parte DL aumenta il contenuto di umidità del serbatoio L_{max} , mentre l'altra G percola in profondità e ricarica il serbatoio rappresentante la falda, attraverso parametri costanti inferiori all'unità e adimensionali CQOF (coefficiente di permeabilità superficiale), CLOF (valore soglia per deflusso superficiale) e CLG (valore soglia per la percolazione).

Il contributo del deflusso ipodermico QIF è assunto proporzionale ad U e varia linearmente con il contenuto relativo L/L_{max} del serbatoio intermedio, secondo una legge simile alle precedenti con altre costanti adimensionali.

Le perdite per evapotraspirazione sono considerate in prima approssimazione proporzionali al tasso potenziale dal serbatoio superficiale; se il contenuto di umidità U è inferiore a tale tasso potenziale, la frazione rimanente per raggiungerlo è presa dalla zona delle radici con un tasso reale E_a , che è proporzionale al tasso potenziale.

Il fenomeno della percolazione viene simulato con un serbatoio lineare con una costante di tempo CKUZ che ritarda la ricarica della falda BFU.

Il flusso capillare dal livello di falda verso la zona aerata dipende dallo spessore del tratto insaturo nel profilo del terreno, GWL , e dal contenuto di umidità relativo L/L_{max} della zona aerata. Il livello di falda è calcolato considerando con un bilancio fra la porzione di ricarica, la porzione capillare, la perdita verso gli strati più profondi (variabile su scala mensile) e il deflusso di base. Il deflusso di base è calcolato con un serbatoio lineare con una sua propria costante di tempo CK_{BF} , ed avviene quando il livello di falda è superiore al livello massimo GWL_{BF0} .



Struttura del modello afflussi-deflussi.

I deflussi ipodermico e superficiale sono entrambi simulati attraverso due serbatoi lineari in serie con due costanti di tempo, le quali nel caso di scorrimento superficiale sono anche variabili nel tempo. In questo modo si assicura, in pratica, l'assunzione del modello dell'onda cinematica per simulare i processi di deflusso superficiale e ipodermico; il deflusso di base è simulato invece secondo i processi della dinamica sotterranea.

I dati meteorologici necessari per le simulazioni sono: precipitazione, evapotraspirazione potenziale e temperatura. La risoluzione temporale di questi dati dipende dall'obiettivo dell'applicazione del modello e dalla scala di tempo con cui il bacino si presume possa rispondere; spesso sono sufficienti dati a scansione giornaliera, ma per portate di piena è necessario utilizzare anche precipitazioni di breve durata.

I risultati delle simulazioni riportano l'andamento temporale delle seguenti grandezze:

- deflusso di corrivazione superficiale,
- deflusso ipodermico;
- deflusso di base (sostenuto dal serbatoio di falda);
- deflusso totale;
- precipitazione netta (depurata della quota parte di perdite per evapotraspirazione);
- evapotraspirazione reale;
- livelli di umidità del terreno superficiale (U, piccoli serbatoi e trattenimento fogliare);
- livello di umidità del suolo (L);
- livello rappresentativo della falda profonda;
- altezza e consistenza dello strato della neve alle diverse altitudini.