



**DIPARTIMENTO AMBIENTE
SERVIZIO TUTELA DELLA FAUNA
E DELLA FLORA**

**BACINO E RETICOLO
IDROGRAFICO DEL CERONDA**

Collana Ambiente 6

PROVINCIA DI TORINO
DIPARTIMENTO AMBIENTE
SERVIZIO TUTELA DELLA FAUNA E DELLA FLORA

Collana Ambiente 6

**BACINO E RETICOLO
IDROGRAFICO DEL CERONDA**

Testi ed immagini di **Roberto AJASSA** (1), **Guido BADINO** (2), **Francesca CATTAL** (3), **Gilberto FORNERIS** (4), **Massimo PASCALE** (5), **Gian Carlo PEROSINO** (6) e **Laura RUSSO** (3).

Coordinamento della “*Collana Ambiente*” a cura di **Gianfranco RIGHERO** e **Secondino VANARA**.

Servizio Tutela della Fauna e della Flora - Via Valeggio, 5 - 10128 TORINO (011/8613944).

Stampato presso la tipografia interna (**gennaio 2000**).

-
- (1) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino.
(2) Dipartimento di Biologia Animale dell'Università di Torino.
(3) A.V.T.A. (Associazione Venariese Tutela Ambiente - Venaria Reale - Torino).
(4) Dipartimento di Produzioni Animali dell'Università di Torino.
(5) C.R.E.S.T. (Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio - Torino).
(6) A.T.A. (Associazione Tutela Ambiente - Ciriè - Torino).

PRESENTAZIONE

Il grandioso ed ambizioso progetto “*La Venaria Reale*”, la cui realizzazione prevede il coinvolgimento dello Stato, della Regione, della Provincia e dei Comuni di Torino e di Venaria Reale e con il forte contributo della Comunità Europea, comporta il recupero funzionale dell'*unicum* di valore internazionale costituito dalla Reggia di Diana e dal Borgo Castello della Mandria. Si tratta di un evento di particolare importanza, che contribuirà in modo significativo alla nuova immagine che Torino ed il Piemonte vogliono lanciare in tutto il Mondo.

Come sempre accade in queste occasioni, emergono nuovi interessi e curiosità intorno ad un territorio (ai margini Nord Ovest dell'area metropolitana torinese) che si sta rivelando sempre più interessante ai fini culturali, storici e naturalistici. Questo nuovo interesse favorisce l'attenzione di studiosi ed appassionati; ciò aiuta la conoscenza che, d'altra parte, è essenziale per la pianificazione degli interventi utili alla valorizzazione di tali risorse.

La storia della Venaria Reale è stata fortemente condizionata dalla presenza del fiume **Ceronda**, nel bene (le sue acque hanno fornito energia motrice che ha contribuito in modo importante allo sviluppo industriale di Torino alla fine del secolo scorso) e nel male (i disastrosi eventi alluvionali del novembre '94 costituiscono una triste testimonianza). Ma il fiume costituisce anche una presenza di rilevante interesse paesaggistico, un elemento naturale (un vero e proprio ecosistema fluviale ancora in buone condizioni di qualità ambientale) interposto fra gli altri elementi architettonici che si intendono recuperare.

Il **Ceronda**, dunque, con tutte le sue caratteristiche, il suo bacino, la sua storia geologica ed umana, l'uso delle sue acque, i boschi e le campagne che attraversa, le sue rive, ora fitte di vegetazione, ora sottoposte a forte erosione, la flora e la fauna acquatiche e riparie,... un sistema acquatico che merita di essere meglio conosciuto.

L'impegno e la passione di un gruppo di naturalisti ha permesso, dopo un lavoro di due anni, di predisporre un rapporto sintetico sullo stato del bacino del **Ceronda** che la nostra Amministrazione ha volentieri ritenuto di pubblicare nell'ambito della **Collana Ambiente**. Si tratta di un volume un po' diverso rispetto a quelli precedenti, più improntati sulla divulgazione, ma coerente rispetto ad essi in quanto la protagonista continua ad essere l'**acqua**. In fondo l'obiettivo prioritario della collana è costituito dalla diffusione della conoscenza intorno agli ambienti acquatici.

L'Assessore alla Tutela
della Fauna e della Flora
Marco BELLION

INDICE

1	- INTRODUZIONE	pag.	1
1.1	- Il bacino del Ceronda	pag.	1
1.2	- Articolazione ed obiettivi dello studio	pag.	1
2	- MORFOMETRIA	pag.	4
2.1	- Distribuzione delle fasce altimetriche	pag.	4
2.2	- Pendenze dei versanti	pag.	7
2.3	- Indici di forma dei bacini	pag.	8
2.4	- Curve di fondo dei corsi d'acqua	pag.	8
2.5	- Tempi di corrivazione	pag.	9
2.6	- Gerarchizzazione del reticolo idrografico	pag.	11
3	- GEOLOGIA	pag.	13
3.1	- Caratteri generali	pag.	13
3.2	- Permeabilità e trasporto solido	pag.	14
3.3	- Geologia della Mandria	pag.	15
3.4	- Geologico di Madonna della Neve (Monte Lera)	pag.	15
3.5	- Considerazioni di sintesi	pag.	16
4	- CLIMATOLOGIA E IDROLOGIA	pag.	17
4.1	- Elementi climatici	pag.	18
4.2	- Bilancio idrico	pag.	28
4.3	- Elementi idrologici	pag.	32
4.4	- Fenomeni di piena	pag.	36
4.5	- Fenomeni di magra	pag.	40
4.6	- Deflussi minimi vitali	pag.	43
5	- USO DEL SUOLO	pag.	46
5.1	- Uso del suolo su base comunale	pag.	46
5.2	- Uso del suolo sui bacini	pag.	49
6	- COPERTURA VEGETALE	pag.	52
6.1	- Caratteristiche generali	pag.	52
6.2	- Vegetazione della Mandria	pag.	52
6.3	- Vegetazione di Madonna della Neve (Monte Lera)	pag.	54
6.4	- Vegetazione nei comuni del bacino	pag.	55
6.5	- Vegetazione dei bacini	pag.	56
7	- CARICO ANTROPICO	pag.	58
7.1	- Valutazione del carico di fosforo	pag.	58
7.2	- Carico su base comunale	pag.	59
7.3	- Carico alle sezioni di riferimento	pag.	66
7.4	- Classificazione delle acque	pag.	68

8	- CANALI	pag.	70
8.1	- Naviglio di Druento	pag.	70
8.2	- Canale Secondario di Druento	pag.	71
8.3	- Ramo dello Stura.....	pag.	72
8.4	- Borra di Fiano	pag.	72
8.5	- Borra Secondaria di Fiano	pag.	72
8.6	- Borra di Robassomero	pag.	72
8.7	- Bealera di Robassomero	pag.	73
8.8	- Canale Demaniale di Savonera	pag.	73
8.9	- Canale Ceronda	pag.	74
9	- QUALITÀ CHIMICA DELLE ACQUE	pag.	76
9.1	- Materiali e metodi	pag.	79
9.2	- Analisi dei risultati	pag.	79
9.3	- Classificazione delle acque	pag.	81
10	- QUALITÀ BIOLOGICA DELLE ACQUE	pag.	82
11	- ITTIOFAUNA	pag.	86
11.1	- Risultati dei campionamenti	pag.	86
11.2	- I pesci del bacino del Ceronda	pag.	91
11.3	- Zonazione ittica	pag.	94
12	- CONCLUSIONI	pag.	95
13	- BIBLIOGRAFIA	pag.	103

1 - INTRODUZIONE

Il bacino della Ceronda (**fig. 1**) interessa i settori eco - geografici **2160** (*Prealpi Torinesi*), **5352** (*Alluvioni della Stura di Lanzo*) e **5354** (*Terrazzi della Mandria e della Vauda*) individuati e codificati da DE BIAGGI *et al.* (1990) nell'ambito della suddivisione della regione piemontese in ambienti geografici omogenei, inserita nel S.I.T.A. (Sistema Informativo Territoriale Ambientale).

1.1 - Il bacino del Ceronda

Il bacino del Ceronda è compreso tra le conoidi fluvio - glaciali della Dora Riparia e della Stura di Lanzo. Il Ceronda è il principale affluente di pianura della Stura di Lanzo ed è alimentato, alla sezione terminale nel comune di Venaria, da un territorio con superficie di quasi 170 km². La testata del bacino è impostata su rilievi affacciati sulla pianura torinese che culminano nei monti Druina (1.516 m s.l.m.), Colombano (1.658 m s.l.m.) e Arpone (1.600 m s.l.m.). La porzione montana (circa la metà del bacino) è drenata, oltre che dalla Ceronda, dal torrente Casternone, suo principale affluente. Le valli sono brevi e ripide, soprattutto nelle testate. Le precipitazioni medie annue vanno da oltre 1.300 mm in montagna a 1.000 mm in pianura.

In origine, il nome di questo corso d'acqua era forse "*Clara Onda*", cioè "*Chiara Acqua*" dal latino; infatti i primi insediamenti umani lungo il suo alveo, di cui si ha una qualche testimonianza, sono romani. In seguito, in età medievale, è avvenuta la fusione tra le due parole in "*Claronda*", poi in "*Chiaronda*"¹, come risulta dagli scritti del Castellamonte, dedicati a Carlo Emanuele II, riguardanti il progetto della Reggia di Diana in Venaria. Da allora il toponimo si è modificato nell'attuale "*Ceronda*" attraverso il dialetto piemontese "*Ciaira Onda*" (AGNELLO, 1989)².

Il Ceronda non solo costituisce un interessante sistema naturale biologico e morfologico, ma assume anche valore storico e paesaggistico. Scrive infatti il CASTELLAMONTE: "*....il fiume Chiaronda scorre....rapido con acque che non mentiscono il proprio nome e ben lontano da apportarvi alcun incomodo rende anzi a tutto il sito delizia e vaghezza....*"

1.2 - Articolazione ed obiettivi dello studio

La tutela e la gestione degli ecosistemi acquatici devono tenere conto delle diverse destinazioni d'uso delle acque e delle esigenze della conservazione. Giova ricordare alcuni aspetti specifici che sono:

- la valorizzazione del patrimonio ittico (anche in funzione del notevole prelievo alieutico a cui è soggetto ed alle necessità del recupero e valorizzazione del popolazioni autoctone);
- il controllo della qualità delle acque in funzione dei diversi utilizzi per fini irrigui, zootecnici, potabili, idroelettrici, ecc...

"Il risanamento dei corpi idrici superficiali costituisce un momento importante nell'ambito di una oculata politica di difesa degli equilibri ambientali" (REGIONE PIEMONTE, 1991). Negli studi sugli ambienti fluviali occorre considerare che l'alimentazione di un corpo idrico è data dal contributo di tutte le acque provenienti dal bacino imbrifero. Infatti le proprietà dell'acqua che alimenta un fiume dipendono dalle trasformazioni fisiche e chimiche che essa subisce dilavando l'areale del bacino prima di confluire negli alvei naturali.

¹ Un nobile poeta dilettante barocco, il VILLAFRANCA, rimase colpito dalla bellezza delle sue rive e dalla limpidezza

² L'origine del termine "Casternone" deriva forse da "*castrum nomun*" perché il suo corso passa presso il sito in cui sorgeva, in Val della Torre, un antico castello, già presente in epoca romana, contraddistinto con il numero nove. La valle del Casternone era anche detta Orsa o Briona per l'antica presenza di orsi nella valle o del monastero di Brione (MAROCCO, 1994).

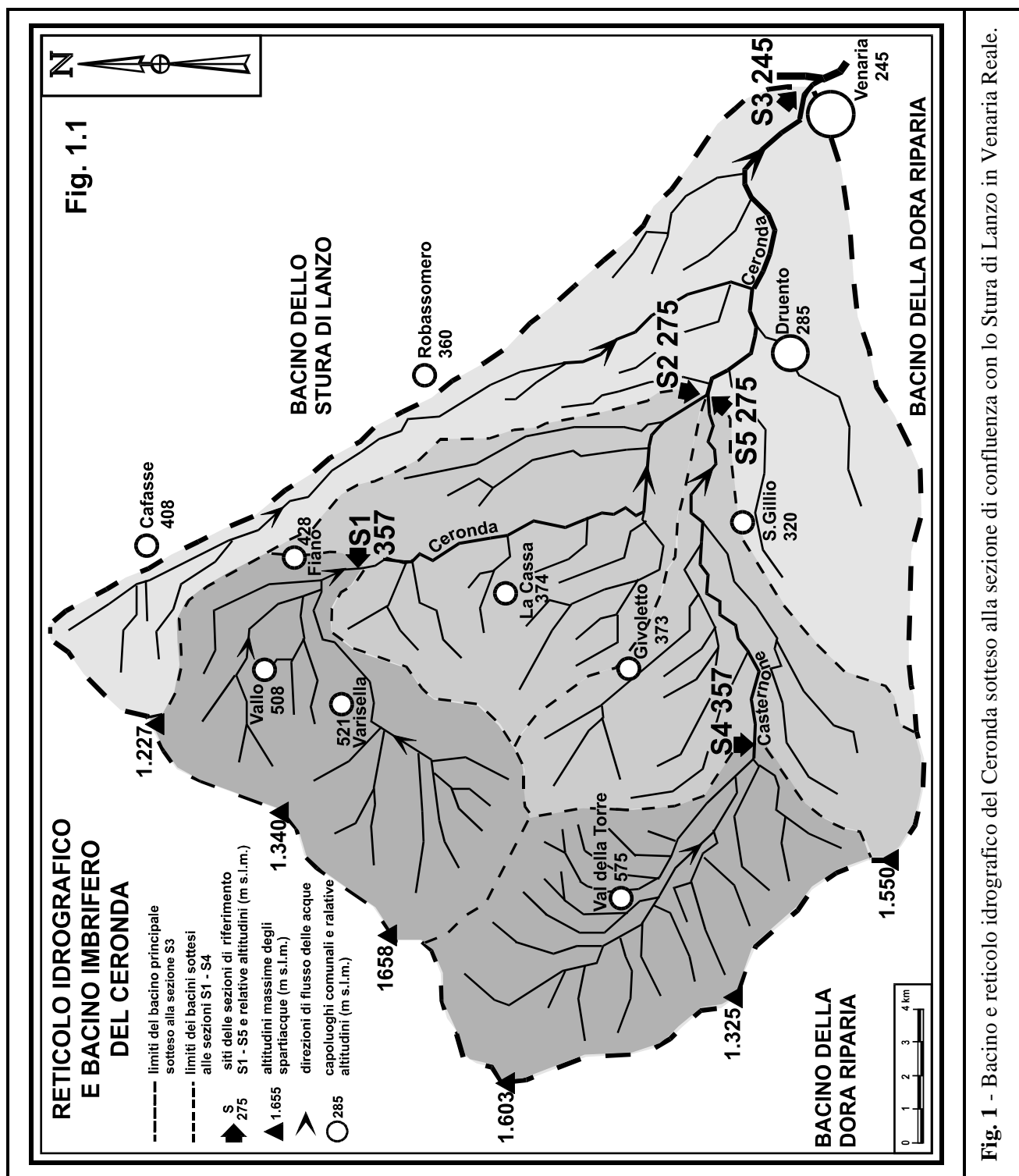


Fig. 1 - Bacino e reticolo idrografico del Ceronda sotteso alla sezione di confluenza con lo Stura di Lanzo in Venaria Reale.

Un corpo idrico va considerato come un sottosistema del territorio contribuente. Di questo, secondo quanto suggerito da PEROSINO e SPINA (1987), alcuni elementi determinanti sono:

- la successione, nel tempo, delle manifestazioni meteorologiche e cioè il clima;
- gli aspetti morfometrici che condizionano le modalità con le quali le acque confluiscono negli alvei e le dinamiche di scorrimento;
- le caratteristiche geologiche e pedologiche;
- la copertura vegetale;
- le attività antropiche che incidono su tutti i processi di determinazione delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque nell'area di drenaggio.

“In sintesi la qualità delle acque che affluiscono a un corpo idrico superficiale (...) sono date dalle caratteristiche geolitologiche, morfometriche ed idrologiche del bacino imbrifero” (VOLLENWEIDER, 1979). Nel presente studio si sono quindi considerati non solo i parametri ambientali (fisici, chimici e biologici) relativi alle acque, ma si sono valutati anche quelli dell'areale sotteso alla confluenza con la Stura tentando, ove possibile, di effettuare correlazioni fra essi. Naturalmente un tale procedimento può essere attuato solo se quei parametri sono riferiti ad uno stesso ambiente.

I caratteri di un corso d'acqua sono molto diversi, in rapido cambiamento, da monte a valle. La maggior parte delle aste fluviali dalle sorgenti, sulle pendici montane dei territori comunali di Val della Torre e di Varisella, giungono in pianura con brevi percorsi e con rapido variare delle pendenze e delle caratteristiche climatiche in funzione dell'altitudine.

Lungo un corso d'acqua conviene, quindi, prevedere delle **sezioni di riferimento** in corrispondenza delle quali effettuare tutte le analisi relative, sia all'ambiente fisico (morfometria e idrologia), sia alla qualità delle acque ed al patrimonio ittico. È stato quindi necessario individuare, sul reticolo idrografico del Ceronda, una serie di sezioni di riferimento immediatamente a monte di confluenze significative e tali da suddividere il bacino in porzioni arealmente omogenee (**fig. 1**).

Ogni sezione può ritenersi rappresentativa del tratto di asta fluviale a monte, fino alla precedente. Per ogni sezione di riferimento si sono determinati i principali parametri morfometrici ed idrologici che (insieme alle descrizioni generali degli ambienti dei bacini di competenza) costituiscono una base di supporto e di interpretazione dei dati derivati dai rilievi fisici, chimici, biologici ed ittici. In particolare le variabili considerate sono le seguenti:

- **MORFOMETRIA.** Descrizione dei parametri morfometrici dei bacini (ipsografia, pendenze, indici di forma,...) e delle aste fluviali (lunghezze, pendenze, tempi di corrivazione,...).
- **GEOLOGIA.** Descrizione generale dei principali litotipi caratterizzanti i bacini e loro classificazione idrologica.
- **CLIMATOLOGIA.** Definizione delle caratteristiche climatiche medie ed eccezionali sulla base dell'elaborazione di dati relativi alla temperatura dell'aria ed alle precipitazioni.
- **IDROLOGIA.** Idrologia media dei bacini sottesi alle sezioni di riferimento ed analisi dei fenomeni di piena e di magra; deflusso minimo vitale.
- **USO DEL SUOLO.** Descrizione quantitativa dei tipi di uso antropico del suolo, sia su base comunale, sia livello dei bacini; descrizione delle principali caratteristiche pedologiche.
- **COPERTURA VEGETALE.** Descrizione quantitativa delle coperture dei principali tipi di bosco; confronti fra le superfici naturali ed edificate e/o sfruttate ai fini agricoli.
- **CARICO ANTROPICO.** Valutazione dei carichi di fosforo naturale, civile, agricolo, zootecnico ed industriale, sia su base comunale, sia a livello di bacini.
- **CANALI.** Descrizione della rete irrigua artificiale.
- **QUALITÀ CHIMICA DELLE ACQUE.** Valutazione dei principali parametri fisici e chimici delle acque in funzione della classificazione della loro qualità.
- **QUALITÀ BIOLOGICA DELLE ACQUE.** Valutazione della qualità mediante gli indici biotici basati sui macroinvertebrati.
- **ITTIOFAUNA.** Analisi semiquantitative delle popolazioni ittiche presenti nel reticolo idrografico.

La lettura finale dell'insieme delle informazioni ottenute dai singoli capitoli di indagine sul reticolo idrografico del Ceronda, sia per quanto riguarda lo stato di salute ambientale delle acque, sia per quanto riguarda i popolamenti ittici, rende possibile operare distinzioni e classificazioni delle acque in funzione degli usi e della tutela. A tale scopo molto utile si è rivelata l'applicazione della metodologia di analisi RC2 (descritta nelle conclusioni), utilizzata per una rappresentazione di sintesi degli ambiti fluviali della Ceronda e del Casternone.

2 - MORFOMETRIA

Sul reticolo idrografico del Ceronda si sono individuate 5 sezioni di riferimento (**fig. 1**), indicate con **S1 ÷ S5** nelle tabelle e nelle figure, che individuano due sub - bacini:

- **Ceronda**, con le sezioni situate a monte (**S1**, ponte di Fiano), alla confluenza con il Casternone (**S2**, ponte Violino) ed alla confluenza con la Stura di Lanzo (**S3**, Venaria);
- **Casternone**, principale affluente (di sinistra) del Ceronda, con la sezione situata a monte (**S4**, ponte Brione) e quella di chiusura (**S5**, ponte Violino, alla confluenza con il Ceronda).

2.1 - Distribuzione delle fasce altimetriche

Per il presente studio si è utilizzata la cartografia dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000. Con un planimetro è possibile misurare l'area compresa tra l'altitudine massima e una determinata curva di livello. Questa superficie è valutata sulla carta in cm², poi rapportata in quella reale in km² secondo il quadrato del rapporto in scala. Questa operazione non comporta errori significativi in quanto tali carte topografiche sono a piccola e media scala, considerate equivalenti con un buon grado di precisione.

La misura successiva viene eseguita sull'area compresa fra l'altitudine massima e una curva di livello di altitudine inferiore. Oppure viene misurata "l'area fra la prima isoipsa e la seconda, ottenendo così la superficie di una **fascia altimetrica** o **ipsografica**.

Viene poi misurata l'area tra la vetta e una terza curva di livello. Si eseguono diverse misure che si riferiscono a superfici sempre più ampie verso valle, fino al valore finale che rappresenta l'area totale.

Le superfici calcolate con questo metodo per le varie fasce altimetriche delle cinque sezioni (indicate con **Af** e **Afc** nelle **tabb. 1 ÷ 5** e **fig. 2**) hanno portato all'area totale del bacino **A = 168,16 Km²**, circa l'8 % in meno rispetto al dato (182,5 km²) indicato dalla "*Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*" (REGIONE PIEMONTE, 1991) e determinato sulla base topografica I.G.M. in scala 1:100.000.

I valori ottenuti sono rappresentati su un diagramma, dove sulle ordinate sono riportate le altitudini, mentre in ascissa le aree di fascia crescenti verso valle. Si individuano quindi diversi punti; le cui posizioni sono determinate dalle coordinate che sono la superficie cumulata tra la vetta e la curva di livello per l'ascissa e la quota di quella isoipsa per l'ordinata. Si ottiene così la **curva ipso-grafica** che illustra la relazione tra estensione del territorio del bacino e l'altitudine. Da essa è possibile ricavare graficamente l'**altitudine mediana**, definibile come la quota al di sopra e al di sotto della quale stanno le due metà areali del territorio (STRAHLER, 1952, 1968).

Di ciascuna sezione si sono valutate le aree comprese tra le isoipse intervallate di 200 m (indicate con **Af** nelle **tabb. 1 ÷ 5**) e si è quindi proceduto alla costruzione delle curve ipsografiche, le quali seguono un andamento simile a quello della distribuzione delle aree delle fasce altimetriche illustrato in **fig. 2**. Con la metodologia sopra illustrata sono state ricavate le altitudini mediane (indicate con **H_{med}** nelle **tabb. 1 ÷ 5**).

L'altitudine mediana (**H_{med}**) di 400 m s.l.m., calcolata per il bacino del Ceronda alla sezione **S3** e la distribuzione delle fasce altimetriche (**tab. 3**) mettono in evidenza un bacino esteso per almeno metà del suo areale in pianura: esso risulta quindi alimentato soprattutto da piogge e, di conseguenza, presenta acque poco fredde. Infatti soltanto l'11 % circa dell'intera superficie si trova sopra i 1.000 m s.l.m., mentre la fascia altimetrica superiore a 1.400 m s.l.m. costituisce poco più dell'1 % dell'intero areale. L'altitudine massima infine è inferiore a 1.700 m s.l.m., considerato da DURIO *et al.* (1982) quale limite climatico delle zero termico medio del trimestre invernale.

Tab. 1 - Morfometria bacino del Ceronda al ponte di Fiano (S1)

fasce altimetriche	A_f [km ²]	A_f/A [%]	A_{fc} [km ²]	A_{fc}/A [%]	KV_f [%]	Area tot.	A	km ²	28,95
1.658 ÷ 1.600	0,11	0,38	0,11	0,38	26	altitudine massima	H_{max}	m s.l.m.	1.658
1.600 ÷ 1.400	1,29	4,45	1,40	4,83	55	altitudine mediana	H_{med}	m s.l.m.	776
1.400 ÷ 1.200	3,04	10,50	4,44	15,34	54	altitudine sezione (S1)	H_{sez}	m s.l.m.	357
1.200 ÷ 1.000	4,18	14,44	8,62	29,78	57	altitudine sorgenti	H_{sorg}	m s.l.m.	1.340
1.000 ÷ 800	5,65	19,52	14,27	49,29	49	perimetro del bacino	P	km	24,50
800 ÷ 600	5,50	19,00	19,77	68,29	43	indice di forma	I_g		1,28
600 ÷ 400	8,19	28,29	27,96	96,58	17	pendenza media versanti	KV	%	39
400 ÷ 357	0,99	3,42	28,95	100,00	10	lunghezza (sorgente - S1)	L	km	8,01
Caratteristiche delle fasce altimetriche con equidistanza pari a 200 m. Aree delle fasce (A_f), percentuali delle stesse aree rispetto a quella totale (A_f/A), aree cumulate (A_{fc}), percentuali delle stesse aree cumulate rispetto a quella totale (A_{fc}/A) e pendenze medie delle singole fasce altimetriche (KV_f).						pendenza (sorgente - S1)	KL	%	12,1
						tempo di corrivazione	T_C	ore	2,0

Tab. 2 - Morfometria bacino del Ceronda al ponte del Violino (S2)

fasce altimetriche	A_f [km ²]	A_f/A [%]	A_{fc} [km ²]	A_{fc}/A [%]	KV_f [%]	Area tot.	A	km ²	60,01
1.658 ÷ 1.600	0,11	0,18	0,11	0,18	26	altitudine massima	H_{max}	m s.l.m.	1.658
1.600 ÷ 1.400	1,29	2,15	1,40	2,33	55	altitudine mediana	H_{med}	m s.l.m.	480
1.400 ÷ 1.200	3,04	5,07	4,44	7,40	54	altitudine sezione (S2)	H_{sez}	m s.l.m.	275
1.200 ÷ 1.000	4,65	7,75	9,09	15,15	55	altitudine sorgenti	H_{sorg}	m s.l.m.	1.340
1.000 ÷ 800	6,69	11,15	15,78	26,29	49	perimetro del bacino	P	km	34,69
800 ÷ 600	7,43	12,38	23,21	38,68	43	indice di forma	I_g		1,26
600 ÷ 400	14,03	23,38	37,24	62,06	23	pendenza media versanti	KV	%	26
400 ÷ 275	22,77	37,94	60,01	100,00	5	Lunghezza (sorg. - S2)	L	km	16,46
Caratteristiche delle fasce altimetriche con equidistanza pari a 200 m. Aree delle fasce (A_f), percentuali delle stesse aree rispetto a quella totale (A_f/A), aree cumulate (A_{fc}), percentuali delle stesse aree cumulate rispetto a quella totale (A_{fc}/A) e pendenze medie delle singole fasce altimetriche (KV_f).						pendenza media (S1 - S2)	KL	%	1,0
						tempo di corrivazione	T_C	ore	4,9

Tab. 3 - Morfometria bacino del Ceronda a Venaria (S3)

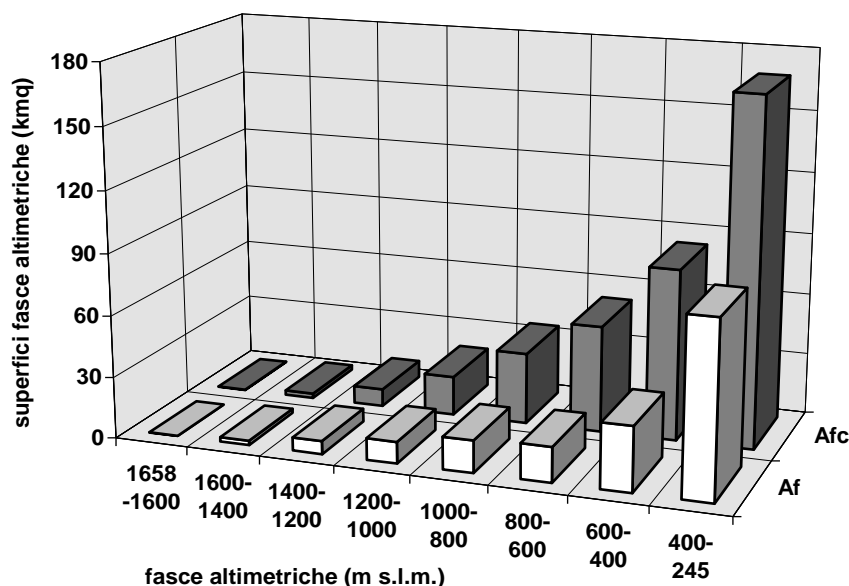
fasce altimetriche	A_f [km ²]	A_f/A [%]	A_{fc} [km ²]	A_{fc}/A [%]	KV_f [%]	Area tot.	A	km ²	168,16
1.658 ÷ 1.600	0,12	0,1	0,12	0,1	24	altitudine massima	H_{max}	m s.l.m.	1.658
1.600 ÷ 1.400	2,06	1,2	2,18	1,3	56	altitudine mediana	H_{med}	m s.l.m.	400
1.400 ÷ 1.200	6,42	3,8	8,60	5,1	51	altitudine sezione (S2)	H_{sez}	m s.l.m.	245
1.200 ÷ 1.000	10,49	6,2	19,09	11,3	54	altitudine sorgenti	H_{sorg}	m s.l.m.	1.340
1.000 ÷ 800	15,71	9,3	34,80	20,6	49	perimetro del bacino	P	km	56,75
800 ÷ 600	17,15	10,2	51,95	30,8	45	indice di orma	I_g		1,23
600 ÷ 400	31,41	18,7	83,36	49,5	21	pendenza media versanti	KV	%	20
400 ÷ 245	84,80	50,5	168,16	100,0	3	Lunghezza (sorg. - S3)	L	km	23,45
Caratteristiche delle fasce altimetriche con equidistanza pari a 200 m. Aree delle fasce (A_f), percentuali delle stesse aree rispetto a quella totale (A_f/A), aree cumulate (A_{fc}), percentuali delle stesse aree cumulate rispetto a quella totale (A_{fc}/A) e pendenze medie delle singole fasce altimetriche (KV_f).						pendenza media (S2 - S3)	KL	%	0,4
						tempo di corrivazione	T_C	ore	8,7

Tab. 4 - Morfometria bacino del Castwrnone al ponte di Brione (S4)

fasce altimetriche	A_f [km ²]	A_f/A [%]	A_{fc} [km ²]	A_{fc}/A [%]	KV_f [%]	Area tot.	A	km ²	29,00
1.650 ÷ 1.600	0,01	0,03	0,01	0,03	29	altitudine massima	H_{max}	m s.l.m.	1.650
1.600 ÷ 1.400	0,77	2,66	0,78	2,69	57	altitudine mediana	H_{med}	m s.l.m.	770
1.400 ÷ 1.200	2,91	10,03	3,69	12,72	53	altitudine sezione (S4)	H_{sez}	m s.l.m.	357
1.200 ÷ 1.000	4,63	15,97	8,32	28,69	55	altitudine sorgenti	H_{sorg}	m s.l.m.	1.300
1.000 ÷ 800	6,08	20,97	14,40	49,66	50	perimetro del bacino	P	km	23,56
800 ÷ 600	5,94	20,48	20,34	70,14	47	indice di orma	I_g		1,23
600 ÷ 400	7,46	25,72	27,80	95,86	21	pendenza media versanti	KV	%	41
400 ÷ 357	1,20	4,14	29,00	100,00	7	Lunghezza (sorg. - S4)	L	km	8,75
Caratteristiche delle fasce altimetriche con equidistanza pari a 200 m. Aree delle fasce (A_f), percentuali delle stesse aree rispetto a quella totale (A_f/A), aree cumulate (A_{fc}), percentuali delle stesse aree cumulate rispetto a quella totale (A_{fc}/A) e pendenze medie delle singole fasce altimetriche (KV_f).						pendenza (sorg - S4)	KL	%	5,9
						tempo di corrivazione	T_C	ore	2,1

Tab. 5 - Morfometria bacino del Castwrnone al ponte di Brione (S5)

fasce altimetriche	A_f [km ²]	A_f/A [%]	A_{fc} [km ²]	A_{fc}/A [%]	KV_f [%]	Area tot.	A	km ²	55,77
1.650 ÷ 1.600	0,01	0,02	0,01	0,02	29	altitudine massima	H_{max}	m s.l.m.	1.650
1.600 ÷ 1.400	0,77	1,38	0,78	1,40	57	altitudine mediana	H_{med}	m s.l.m.	560
1.400 ÷ 1.200	3,32	5,95	4,10	7,35	49	altitudine sezione (S4)	H_{sez}	m s.l.m.	275
1.200 ÷ 1.000	5,46	9,79	9,56	17,14	53	altitudine sorgenti	H_{sorg}	m s.l.m.	1.300
1.000 ÷ 800	8,21	14,72	17,77	31,86	48	perimetro del bacino	P	km	35,56
800 ÷ 600	8,62	15,46	26,39	47,32	46	indice di orma	I_g		1,34
600 ÷ 400	12,52	22,45	38,91	69,77	22	pendenza media versanti	KV	%	20
400 ÷ 275	16,86	30,23	55,77	100,00	4	Lunghezza (sorg. - S4)	L	km	16,43
Caratteristiche delle fasce altimetriche con equidistanza pari a 200 m. Aree delle fasce (A_f), percentuali delle stesse aree rispetto a quella totale (A_f/A), aree cumulate (A_{fc}), percentuali delle stesse aree cumulate rispetto a quella totale (A_{fc}/A) e pendenze medie delle singole fasce altimetriche (KV_f).						pendenza (S4 - S5)	KL	%	1,1
						tempo di corrivazione	T_C	ore	4,0

**Figg. 2 - Distribuzione areale delle singole fasce altimetriche (A_f) e cumulate (A_{fc}) nel bacino del Ceronda (superficie totale $A = 168,16$ km²) sotteso alla sezione S3 (245 m s.l.m.; confluenza Stura) presso Venaria Reale.**

Soltanto le porzioni montane dei due bacini del Ceronda e del Casternone (tra l'altro con areali molto simili), precisamente quelle sottese alle sezioni **S1** ed **S4** (**tabb. 1** e **4**), presentano altitudini mediane (rispettivamente 776 e 770 m s.l.m.) superiori a 600 m s.l.m., considerato da DURIO *et al.* (1982) quale limite climatico dello zero termico medio di gennaio e con porzioni areali di altitudine superiore a 1.000 m s.l.m. pari ad almeno il 30 % circa del totale.

2.2 - Pendenze dei versanti

La misura delle aree delle fasce altimetriche permette la determinazione di altri parametri morfometrici, fra i quali la pendenza dei versanti. Stabilita l'equidistanza (**he**) delle fasce altimetriche (pari a 200 m) si passa alla misura della lunghezza delle curve di livello che delimitano le stesse per mezzo di un semplice compasso ad apertura fissa. Una determinata fascia altimetrica, di area **A_m**, ha forma simile a quella di un trapezio di cui la base minore è la curva di livello superiore con lunghezza **l_m**, mentre la base maggiore è la curva di livello inferiore con lunghezza **l_{m+1}** (essa rappresenta anche la base minore della fascia altimetrica sottostante di area **A_{m+1}**). La larghezza media **h_m** di tale fascia altimetrica viene determinata con la seguente relazione:

$$h_m = \frac{2 \cdot A_m}{l_m + l_{m+1}}$$

La pendenza media **K** della fascia è data dal rapporto:

$$K = \frac{he}{h_m}$$

Se la fascia altimetrica (**A₁**) è quella disposta fra la vetta e la prima curva di livello (**l₁**), ha forma di triangolo (anziché un trapezio) con vertice superiore in corrispondenza dell'altitudine massima del bacino (**H_{max}**) e con base pari ad **l₁**. Pertanto la larghezza media (**h₁**) vale:

$$h_1 = \frac{2 \cdot A_1}{l_1}$$

Discorso analogo vale per la fascia altimetrica disposta più a valle; in questo caso il triangolo ha base pari alla lunghezza dell'ultima curva di livello (**l_n**) ed area (**A_n**) compresa fra questa ultima e la sezione di chiusura del bacino. Per cui la larghezza media (**h_n**) vale:

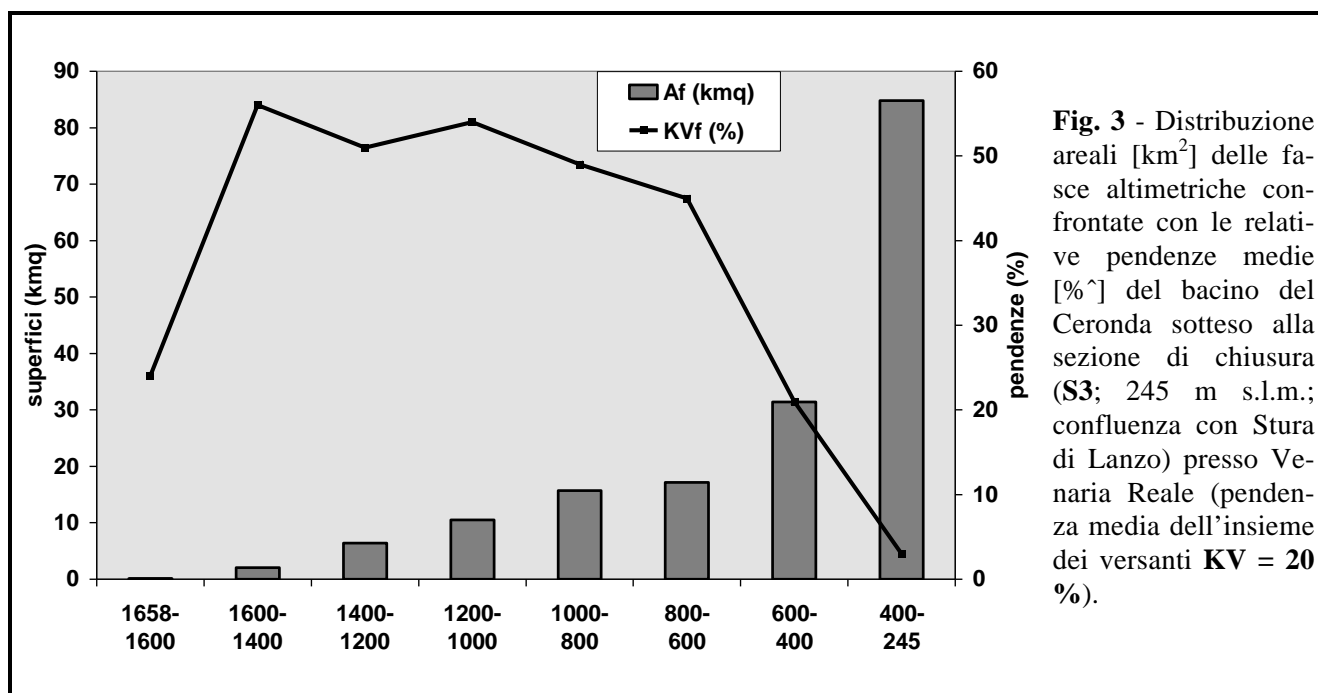
$$h_n = \frac{2 \cdot A_n}{l_n}$$

Per la determinazione di **K**, per la fascia più elevata, si utilizza, come valore di **he**, la differenza tra l'altitudine massima e quella della isoipsa **l₁**. Per la fascia presso la sezione di chiusura si utilizza la differenza tra la quota dell'isoipsa **l_n** e l'altitudine della sezione stessa. Siano **l₁, l₂, l₃, l_n** le lunghezze delle curve di livello di equidistanza **he** di tutto il bacino; **A₁, A₂, A₃, A_n** le aree comprese tra le isoipse ed **A** l'area totale del bacino; **h₁, h₂, h₃, h_n** le larghezze medie delle varie fasce; la pendenza media **KV** dei versanti del bacino è data dalla somma (CAROLLO, 1970; CAROLLO, DRAGO, 1971):

$$K = \frac{he}{h_1} \cdot \left(\frac{A_1}{A} \right) + \frac{he}{h_2} \cdot \left(\frac{A_2}{A} \right) + \frac{he}{h_3} \cdot \left(\frac{A_3}{A} \right) + \dots + \frac{he}{h_n} \cdot \left(\frac{A_n}{A} \right)$$

Osservando i dati relativi alle pendenze medie dei versanti (**KV**) del bacino del Ceronda, riportati nelle **tabb. 1 ÷ 5**, si può notare come questo parametro morfometrico decresca da monte a valle. Nella sezione **S3** la pendenza media dei versanti risulta del 20 %, un dato che conferma l'estensione del bacino a basse altitudini e che dimostra una modesta forza erosiva delle acque. Queste considerazioni sono confermate dalla analisi della **fig. 3**; risulta infatti che la fascia altimetrica più

estesa è quella compresa tra i 400 m e i 245 m s.l.m. con un chiaro decremento delle pendenze medie dei versanti dalle fasce più elevate a quelle più a valle. Fa eccezione la fascia altimetrica compresa tra i 1658 m e i 1600 m s.l.m., che mostra acclività meno evidenti rispetto alle fasce più elevate; ciò sta ad indicare un certo arrotondamento degli spartiacque; si tratta infatti di montagne poco elevate, già sottoposte ad elevata erosione che ne ha “smussato” i vertici.



2.3 - Indici di forma dei bacini

Tanto più la forma del bacino tende a quella circolare, tanto più breve è il tempo di concentrazione delle acque di ruscellamento. In un bacino allungato gli afflussi derivati da un rovescio sono più dispersi nel tempo. La forma del bacino può essere espressa con un indice numerico (I_g) detto **indice di Gravelius** (o **indice di sinuosità**). Esso indica il rapporto tra il perimetro P del bacino e quello di una circonferenza racchiudente un'area A di uguale estensione (TONINI, 1966):

$$I_g = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}}$$

Se il bacino avesse una forma perfettamente circolare, sarebbe $I_g = 1$; tanto più la forma è lontana da quella circolare, tanto più I_g è superiore ad uno. Gli indici di forma calcolati per le cinque sezioni del bacino del Ceronda (riportati in **tabb. 1 ÷ 5**) non differiscono molto fra loro; l'indice riferito alla sezione **S3** ($I_g = 1,23$) rivela una conformazione pressoché allungata, caratterizzando tempi di concentrazione delle acque di deflusso maggiori rispetto a quelli prevedibili per una forma circolare.

2.4 - Curve di fondo dei corsi d'acqua

Nelle **tabb. 1 ÷ 5**, sono riportati i valori della lunghezza totale del corso d'acqua per ogni sezione (L). Le lunghezze sono state misurate sulla base topografica I.G.M. (1:25.000) con compasso di precisione (apertura fissa di 3 mm).

Considerando il profilo longitudinale del corso d'acqua, si può pensare ad una sorta di triangolo rettangolo la cui ipotenusa rappresenta la lunghezza reale dell'asta fluviale, l'altezza è il dislivello fra

le quote massima (sorgenti) e minima (sezione di chiusura), mentre la base rappresenta la proiezione della lunghezza vera sulla carta. La tangente dell'angolo fra l'ipotenusa e la base (espressa come rapporto fra i cateti) rappresenta la pendenza dell'ipotenusa stessa; moltiplicando tale valore per 100, si ottiene la pendenza %.

La pendenza del torrente non è la stessa in tutto il percorso; per avere più informazioni di come essa cambia dalle origini verso valle, è necessario ricorrere alla **curva di fondo** del corso d'acqua. In pratica si misura un primo valore, sulla carta, che si riferisce alla distanza tra le sorgenti e l'intersezione del corso d'acqua con una determinata isoipsa, un secondo valore sulla distanza tra le sorgenti e l'isoipsa successiva, un terzo valore fino alla curva di livello immediatamente inferiore e così via, con distanze crescenti dalle sorgenti fino alle diverse curve di livello con equidistanza $e = 100$ m (nel caso del presente studio).

Si ottengono una serie di coppie di dati (lunghezza dell'asta fluviale e quota) che individuano, su un diagramma ortogonale con altitudine [m s.l.m.] per le ordinate e lunghezza del torrente [km] per le ascisse, una serie di punti. Unendo questi ultimi si ottiene la curva di fondo del corso d'acqua considerato. Misurando l'area compresa fra la curva di fondo e gli assi e dividendo il valore così ottenuto per la base, si ottiene l'altezza di un rettangolo equivalente. Il rapporto percentuale tra l'altezza del triangolo di area uguale e la base (lunghezza totale del corso d'acqua espressa in metri) esprime la *pendenza media* dell'alveo (cioè un valore decisamente più attendibile rispetto a quello calcolato sopra considerando il profilo longitudinale del torrente come un semplice triangolo; LINSLEY *et al.*, 1949).

L'alveo del torrente è più ripido nel tratto a monte. A valle la curva di fondo presenta una minor pendenza. Questo fenomeno, che è caratteristico della maggior parte dei corsi d'acqua, molto più ripidi ed impetuosi in alta montagna rispetto alle fasce collinari e di pianura, può anche essere quantificato con buona precisione. Le lunghezze sulla carta topografica sono in realtà una misura delle loro proiezioni; quelle vere andrebbero misurate sul profilo. Tutte le determinazioni su carte sono misure su pianta topografica, quindi sottostimate rispetto alle dimensioni reali in misura tanto maggiore quanto più accentuate sono le pendenze dei rilievi e dei corsi d'acqua. Le misure su aree sono comunque rappresentative delle superfici reali che accolgono le acque delle precipitazioni: questo è l'aspetto che più interessa ai fini idrobiologici. La maggior parte dei corsi d'acqua inoltre ha pendenze inferiori al 10 % ed anche inferiori all'1 %; pertanto l'errore è trascurabile o addirittura inferiore al grado di precisione degli strumenti utilizzati. Nel caso di alvei con forti pendenze la costruzione della curva di fondo permette di ovviare a tali inconvenienti.

Dall'analisi della curva di fondo del Ceronda, dalle sorgenti (1.340 m s.l.m.) alla sezione di chiusura (S3; 245 m s.l.m.; confluenza con lo Stura riportata in **fig. 4**, si osserva che la pendenza media del corso d'acqua diminuisce verso valle; a monte della sezione S1 è pari al 12,1 %; successivamente diminuisce bruscamente, raggiungendo un valore pari all'1,0 % alla sezione S2 e pari allo 0,4 % in corrispondenza della sezione S3. Nel complesso, la pendenza media del bacino risulta essere del 2 %.

Dall'analisi della curva di fondo del Casternone, dalle sorgenti (1.300 m s.l.m.) alla sezione di chiusura (S5; 275m s.l.m.; confluenza con il Ceronda), riportata in **fig. 5**, si osserva che la pendenza media dell'affluente a monte (5,9 %) risulta inferiore rispetto a quella del corso d'acqua principale, mentre la pendenza media dell'intero Casternone (2,5 %) è superiore a quella del Ceronda alla sezione di chiusura S3.

2.5 - Tempi di corrivazione

Quando sono note le caratteristiche morfometriche di un bacino e del suo reticolo idrografico, è possibile valutare alcuni parametri che possono essere utili per l'interpretazione di determinati fenomeni fisici di particolare interesse. Fra questi è il **tempo di corrivazione** (T_c), cioè *il tempo teorico che una goccia d'acqua, caduta nel punto più periferico del bacino, impiega per giungere ad*

una determinata sezione del fiume. Tale valore si ottiene con l'applicazione di formule più o meno complesse; fra quelle note dalla letteratura scientifica si è ritenuto proporre quella di GIANDOTTI che, per i bacini con superficie inferiore a 500 km², è la più utilizzata:

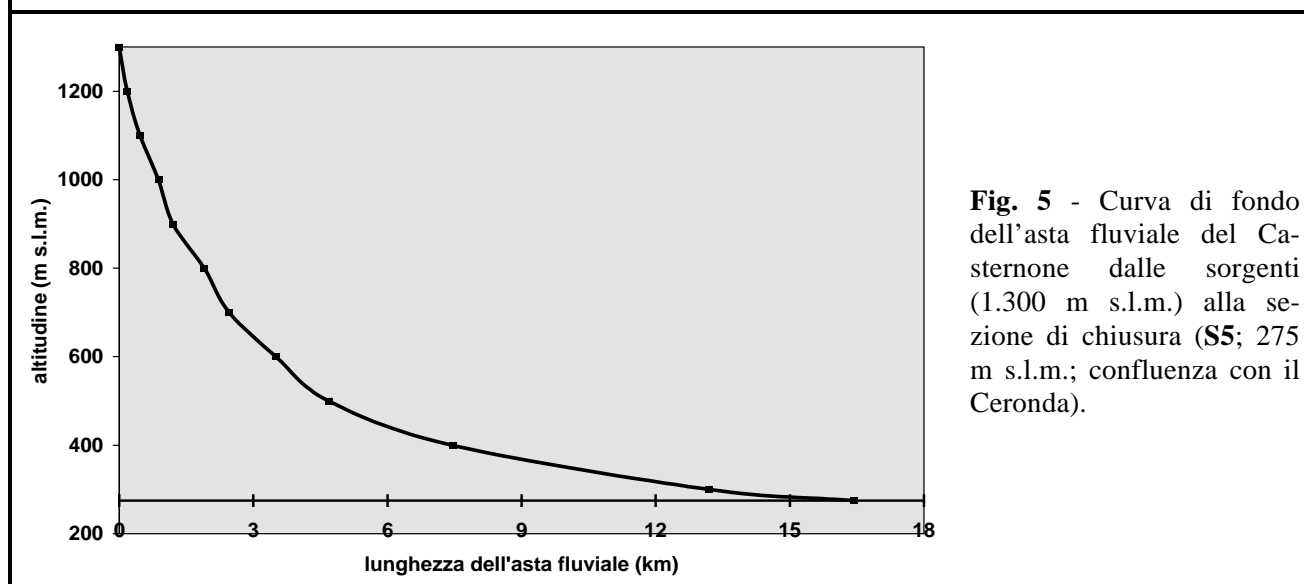
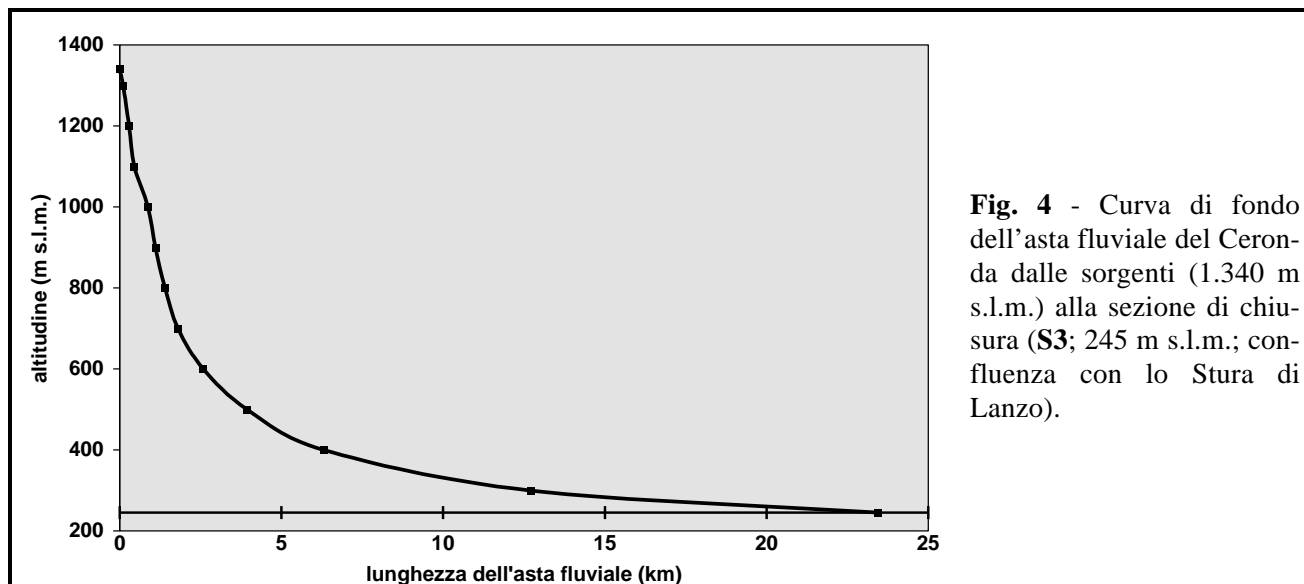
$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_{med} - H_{sez}}}$$

dove **A** [km²] è la superficie di bacino sotteso alla sezione in corrispondenza della quale si vuole determinare T_c ;

L [km] è la lunghezza del corso d'acqua dalle sorgenti alla sezione considerata;

H_{med} [m s.l.m.] è l'altitudine mediana del bacino sotteso alla sezione considerata;

H_{sez} [m s.l.m.] è l'altitudine della sezione considerata.



Il tempo di corrivazione viene utilizzato per la stima dei fenomeni di piena quando siano noti i valori delle massime precipitazioni, concentrate in breve tempo (su scala oraria) registrate alle stazioni pluviometriche. In linea di massima questo dato è tanto più piccolo quanto minori sono le dimensioni del bacino e tanto più vicino ad uno è l'indice di forma; in tali condizioni i fenomeni di piena sono determinati prevalentemente dai brevi ma violenti rovesci temporaleschi. I bacini di maggiori dimensioni, con minori pendenze delle aste fluviali, una buona gerarchizzazione ed un elevato indice

di forma, presentano più alti tempi di corrivazione; quindi il maggior deflusso delle acque è conseguenza di precipitazioni pure intense, ma insistenti per tempi più lunghi.

Nelle **tabb. 1 ÷ 5**, sono riportati i tempi di corrivazione (T_c) per le cinque sezioni: si osserva che i tratti più pendenti, quindi più a monte, hanno tempi di corrivazione minori rispetto ai tratti più pianeggianti. Il tempo che una goccia d'acqua, caduta nel punto più periferico del bacino del Ceronda (1.658 m s.l.m.), impiega per raggiungere la sezione di chiusura del fiume alla confluenza con lo Stura di Lanzo in Venaria (**S3**) è di **8,7 ore**.

2.6 - Gerarchizzazione del reticolo idrografico

Quando la rete idrografica è ben organizzata, è possibile, su carta topografica, indicare l'ordine gerarchico dei segmenti fluviali. Le aste che non ricevono confluenze sono di primo ordine. Due tratti di primo ordine danno origine ad un segmento di secondo ordine. Due di secondo ad uno di terzo e così via. Un'asta di terzo, se riceve il contributo di un corso d'acqua di ordine inferiore, permane, a valle della confluenza, dello stesso livello, fino a quando non confluisce con un fiume dello stesso ordine, diventando così del quarto (STRAHLER, 1968).

Per i bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 si sono effettuate le gerarchizzazioni ottenendo i risultati della **tab. 6**. Indicando con **u** il numero d'ordine dei segmenti idrografici e con N_u il numero di tali segmenti, N_u diminuisce regolarmente con l'incremento del numero d'ordine. Si definisce così il **rapporto di biforcazione** che viene espresso dalla seguente relazione:

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

Tab. 6 - Numero delle aste fluviale suddivise nei diversi ordini totali (N_u) e diretti (N_{du}) relativamente ai reticoli idrografici dei bacini del Ceronda e del Casternone sottesi alle sezioni di riferimento S1 ÷ S5												
Sezioni	Ordini N_u											
	primo		secondo		terzo		quarto		quinto		sesto	
	N_u	N_{du}	N_u	N_{du}	N_u	N_{du}	N_u	N_{du}	N_u	N_{du}	N_u	N_{du}
S1	73	60	21	16	6	6	2	2	1	1	0	0
S2	123	101	35	26	10	8	3	3	1	1	0	0
S3	320	287	87	74	25	21	6	6	2	2	1	1
S4	110	96	30	30	10	10	2	2	1	1	0	0
S5	148	131	39	38	13	12	3	3	1	1	0	0
Rapporti	S1	S2	S3	S4	S5	Tab. 7 - Rapporti di biforcazione normali (R_b), loro medie e rapporti di biforcazione diretti (R_{bd}) relativi ai reticoli idrografici dei bacini del Ceronda e del Casternone sottesi alle sezioni di riferimento S1 ÷ S5.						
R_{b1-2}	3,5	3,5	3,7	3,7	3,8							
R_{bd1-2}	2,8	2,9	3,3	3,2	3,4							
R_{b2-3}	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0							
R_{bd2-3}	2,7	2,6	3,0	3,0	2,9							
R_{b3-4}	3,0	3,3	4,1	5,0	4,3							
R_{bd3-4}	3,0	2,7	3,5	5,0	4,0							
R_{b4-5}	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0							
R_{bd4-5}	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0							
R_{b5-6}	-	-	2,0	-	-							
R_{bd5-6}	-	-	2,0	-	-							
Medie R_b	3,0	3,3	3,3	3,4	3,5							

Questo indice dovrebbe mantenersi costante al passaggio fra due ordini successivi in un bacino con caratteristiche omogenee, con struttura geologica ininfluente sulla rete idrografica. Con R_b pressoché

costante, i vari N_u crescerebbero in progressione geometrica al diminuire di u . Il valore R_b non può essere inferiore a due; quando ciò accade significa che l'insieme dei segmenti di ordine inferiore ha realizzato la massima conservatività rispetto a quelli di ordine immediatamente superiore.

Il confronto dei valori degli R_b da indicazioni sul grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico, perché elevati scostamenti tra due R_b successivi o valori elevati di essi, possono dipendere dalla presenza di situazioni strutturali o litologiche particolari all'interno del bacino o ancora ad una evoluzione morfologica complessa.

I segmenti di ordine u (N_d) che confluiscono direttamente in segmenti di ordine $u+1$, esclusi quelli che confluiscono in segmenti di ordine superiore ad $u+1$, sono detti “*diretti*” (**tab. 7**). È possibile quindi calcolare il **rapporto di biforcazione diretta** ($R_{bd} = N_d/N_{u+1}$) che permette di tenere conto di particolari situazioni di gerarchizzazione; naturalmente deve sempre risultare $R_b \geq R_{bd}$ (FRANCESCHETTI, 1997). In **tab. 2.7** sono riportati i valori di R_b e di R_{bd} per i bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5. I rapporti R_b sono relativi ai valori medi relativi ai singoli bacini.

Effettuando la differenza $R_b - R_{bd}$ si ottiene l'**indice di biforcazione**; esso informa sul grado di ordine gerarchico del bacino, tanto maggiore quanto più basso è il valore. Nel bacino del Ceronda si riscontrano valori compresi fra minimi pari a 0 ed un massimo di 0,9 ($R_{b2-3} - R_{bd2-3}$ di S2). Indagini condotte nell'area appenninica su reticoli idrografici sviluppati in substrati di natura litologica varia e con delle diversità nei regimi pluviometri, hanno fornito, nella maggior parte dei casi, valori degli indici compresi tra 0,2 e 2. Questi valori sono stati confermati anche per la regione collinare ed appenninica piemontese (FRANCESCHETTI, 1997) e per il bacino del Ceronda.

3 - GEOLOGIA

La porzione montana del bacino del Ceronda è caratterizzata versanti ripidi e copertura boscosa, con aree sterili per coltri detritiche e roccia affiorante. Gli affluenti dell'asta principale del torrente sono rettilinei e brevi; il loro fondo è roccioso e spesso, alla confluenza, sviluppano conoidi alluvionali. A valle, la morfologia è dominata da terrazzi alluvionali di genesi ed età diverse. Sulla sinistra il Ceronda interessa il conoide alluvionale pleistocenico dello Stura di Lanzo, mentre lungo il Casternone affiorano antichi lembi terrazzati, sul piede delle dorsali pedemontane ed i rilievi appartenenti all'edificio glaciale e fluvioglaciale di Rivoli - Avigliana.

L'alveo del Ceronda ha morfologia unicorsale, con tratti rettilinei alternati a tratti sinuoso - irregolari. Presenta notevoli depositi alluvionali con granulometria decrescente da monte (ghiaia e ciottoli) a valle (ghiaia minuta frammista a sabbia); questi danno origine, nella porzione di pianura, a barre locali e rami multipli effimeri, modificati dalle piene. La maggior parte dei clasti sono serpentinitici e peridotitici, quindi riflettono la litologia tipica del bacino; sono presenti clasti di litologie estranee, che testimoniano i rimaneggiamenti degli depositi alluvionali fluvioglaciali. Le sponde sono ben definite e, in genere, non superano i 2 metri d'altezza.

3.1 - Caratteri generali

Il bacino del Ceronda, compreso nei Fogli 55 (Susa) e 56 (Torino) della Carta Geologica d'Italia, dal punto di vista geologico, può essere suddiviso in due sezioni:

- 1) rilievi della porzione Nord - Ovest, in substrato cristallino abbastanza omogeneo;
- 2) collina e pianura, caratterizzate da formazioni detritiche, in più ordini di terrazzo.

SUBSTRATO CRISTALLINO. Massa di rocce ultrabasiche mesozoiche (Massiccio di Lanzo), serpentinite, rappresentate prevalentemente da peridotiti, lherzoliti e lherzoliti feldspatiche nella parte centrale e da serpentiniti verso la periferia. Nel settore orientale, tra Caselette e Givoletto, affiorano rocce lherzolitiche e lherzolitico - serpentinose (molto alterate), tagliate da filoni gabbrici; le serpentiniti formano una fascia sul bordo orientale del massiccio da Givoletto a Lanzo; esse hanno aspetto massiccio e colore verde scuro in stato originario, bruno - rossastro o bruno - aranciato in stato alterato; affiorano nei territori di Vallo, Varisella, La Cassa e Val della Torre. Localmente si notano facies fratturate e alterate verso il limite inferiore di tale sezione.

Il substrato cristallino è in genere sommerso dalla coltre di detriti eluvio - colluviali, ma affiora nella parte più elevata dei versanti, sulle creste spartiacque e sulle dorsali che delimitano i bacini secondari (M. Colombano, M. Druina, M. Turu, M. Lera e M. Bernard).

SUBSTRATO DETRITICO. Sviluppato nella porzione centro - orientale del bacino, ma comprende diverse unità di copertura, differenziate per l'età e per l'origine fluviale, fluvioglaciale o glaciale.

La copertura del basamento cristallino più antica è costituita da depositi fluvio - lacustri Villafranchiani; questi sono di transizione tra le sabbie marine del Pliocene ed i depositi continentali quaternari, costituiti da ghiaie e sabbie quarzose, talora a stratificazione incrociata, alternate a siltiti argillose grigio verdastre, con affioranti livelli lignitiferi. Affioramenti dell'unità Villafranchiana si trovano dai dintorni di Fiano e La Cassa.

Le unità a destra del reticolo idrografico Ceronda - Casternone sono d'origine glaciale, riconducibili all'edificio di Rivoli - Avigliana, di cui i rilievi che si elevano rispetto alla piana circostante, nell'areale tra Druento, San Gillio, Caselette e Pianezza, sono i testimoni delle sue cerchie moreniche, in parte rimodellate. I depositi morenici del Casternone dimostrerebbero che anche le piccole valli erano forse interessate da ridotti ghiacciai rissiani (BORTOLAMI; in AA.vv., 1969). Sopra

tale deposito glaciale, si estende, nelle zone non soggette a processi erosivi, uno spesso paleosuolo argilloso di colore rosso - bruno, con noduli nerastri.

I depositi fluvioglaciali, attribuiti ai corsi d'acqua originati dal ghiacciaio della val Susa, sono ghiaiosi - ciottolosi e costituiscono il corpo sedimentario di base in pianura; sono separati tramite una scarpata di terrazzo dalle alluvioni recenti, poste a quota inferiore. Il paleosuolo (fluvioglaciale Mindel) è a “ferretto”, con argille rosso - brune e scheletro a ciottoli silicatici, alterati e silicei; assenti ciottoli calcarei; in superficie è presente una spessa coltre argillosa rosso bruno - arancio d'origine loessica. A valle di Druento, risulta ricoperto dal terrazzo fluvioglaciale rissiano, argilloso, con ciottoli silicatici e calcarei alterati, anch'esso interessato da copertura loessica. Questi depositi eolici sono da attribuirsi alle fasi steppiche di ritiro glaciale.

Sulla sinistra del Ceronda si estende l'antica paleoconoide dello Stura di Lanzo (fluvioglaciale Mindel), priva di connessioni con gli edifici glaciali; situata a quote superiori rispetto alle alluvioni recenti ed attuali, con cui si raccorda tramite scarpate di terrazzo di circa 40 m; sopra è deposto un paleosuolo argilloso rosso bruno e uno strato di loess argillificato. Profonde incisioni, dovute a corsi d'acqua minori, evidenziano i depositi Villafranchiani che stanno alla base.

Le piane alluvionali deposte sotto le superfici fluviali antiche ed a quelle fluvioglaciali, sono oloceniche, costituite da depositi ghiaioso - ciottolosi, frammisti a sabbia fine e limo, i cui clasti prevalenti riflettono chiaramente la natura ultrabasica del bacino. Spesso questa unità è coperta da una coltre non superiore al metro di sedimenti fini, privi di scheletro clastico.

3.2 - Permeabilità e trasporto solido

La letteratura idrogeologica riconosce, in genere, le seguenti classi di permeabilità (DESIO, 1973): “*molto permeabile*”, “*mediamente permeabile*”, “*poco permeabile*” ed “*impermeabile*”. Le unità geologiche presenti nel bacino portano ad escludere le definizioni estreme di molto permeabile ed impermeabile, se non per alcune situazioni locali (GEOENGINEERING, 1998). L'esclusione della categoria “molto permeabile” permette l'applicazione dei modelli idrologici utilizzati nel capitolo successivo.

GEOENGINEERING ha applicato la connotazione di mediamente permeabile a gran parte della porzione montana del bacino per il significativo grado di fessurazione del substrato roccioso e per la tessitura mediamente grossolana della coltre di materiale sedimentario, con un grado di permeabilità generalmente elevato, anche se variabile in funzione della natura e dal tenore della frazione fine. Tuttavia si ritiene che la classificazione “mediamente permeabile” sopra proposta attribuisca una possibilità di infiltrazione delle acque nel sottosuolo eccessiva rispetto alle caratteristiche del substrato di tipo prevalentemente cristallino, per cui si ritiene di attribuire una classificazione intermedia tra “mediamente” e “poco” permeabile.

L'intera porzione di pianura (circa 3/4 dell'intero bacino) è considerata poco permeabile, per la spessa coltre di limo ed argilla (che copre le unità fluviali antiche e fluvioglaciali) e dell'alterazione della componente ghiaiosa; tale classe è valida soprattutto per la coltre argillificata della Mandria, mentre perde di significato per le piane alluvionali recenti che fiancheggiano il corso d'acqua, in cui i depositi ghiaioso - ciottolosi prevalgono su quelli limoso - sabbiosi. SACCO (1901) ha notato che le falde acquifere profonde sono essenzialmente alimentate dalle filtrazioni provenienti dall'alto e poiché la serie Villafranchiana presenta, andando verso il basso, un numero via via maggiore di zone argillose impermeabili, le filtrazioni sono sempre più difficili e scarse man mano che si scende nella serie stratigrafica.

La dinamica dei deflussi del bacino del Ceronda non è determinata dal trasporto solido, come confermato dalla documentazione storica (GEOENGINEERING, 1998). I litotipi dei rilievi e le coperture detritiche della porzione montana del bacino non sono soggette a forti dissesti, né a significativi processi gravitativi. In occasione di forti apporti idrici si possono verificare scoscendimenti

superficiali nelle porzioni più elevate, con maggiori pendenze e vegetazione rada. Le principali sorgenti per il carico solido veicolabile dai torrenti sono le conoidi alluvionali e i sottobacini di ordine gerarchico inferiore, più propensi alla mobilitazione del materiale detritico presente in alveo e che rispondono, con una attività erosiva più intensa, (approfondimento dello stesso e destabilizzazione delle sponde) agli eventi pluviometrici eccezionali.

3.3 - Geologia della Mandria

La Mandria si sviluppa sull'antico terrazzo di età rissiana (Vauda) e in parte minore sulle recenti alluvioni del Ceronda. L'assetto morfologico è dovuto a fattori neotettonici e climatici. Durante l'interglaciale Mindel - Riss lo Stura ha portato verso valle materiale detritico morenico, dando origine alla paleoconoide, una vasta struttura a ventaglio. Successivi movimenti di subsidenza della pianura causarono un abbassamento del livello base della confluenza Stura - Po. Iniziò così una fase di erosione regressiva dello Stura che generò un terrazzamento nella porzione di territorio verso valle, in cui il substrato del terrazzo inferiore è costituito da ghiaia grossolana poco alterata e ciottoli alluvionali di serpentiniti.

L'alternarsi di periodi glaciali e interglaciali ha sviluppato un paleosuolo evoluto, indice di un bioclima diverso dell'attuale (leggermente più caldo e con precipitazioni ben distribuite nell'anno), costituito da una argilla (caolinite), che rende i suoli del terrazzo del parco asfittici nei periodi umidi e aridi in quelli secchi. Sulla superficie più bassa, cui l'alveo del Ceronda è collegato con una scarpata di terrazzo alta circa due metri, è possibile osservare un suolo meno evoluto, quindi sviluppatosi in un momento climatico recente.

La superficie dell'unità morfologica della Mandria è solcata, in senso N - E, dagli affluenti del Ceronda che formano valli incassate e progressivamente più profonde, man mano che ci si sposta dall'antico terrazzo ai depositi più recenti. Si riconosce nel terrazzo superiore una fascia esterna in evoluzione con approfondimento dell'alveo e creazione o allungamento delle aste di primo ordine tendenti ad eliminare le anomalie del reticolo idrografico (**par. 2.6**). In seguito a questo tratto caratterizzato da una forte erosione lineare, se ne osserva uno di erosione a meandri, ad evoluzione rapida e recente: il primo corrisponde al paleosuolo più erodibile, mentre il secondo è sviluppato su livelli più resistenti, formato da ciottoli e frammenti di roccia eterometrici, con un diametro maggiore di 10 cm.

3.4 - Geologia della Madonna della Neve (Monte Lera)

Il substrato litologico della Riserva integrale "Madonna della Neve - Monte Lera" è costituito da lherzoliti appartenenti al settore meridionale del Massiccio di Lanzo. Si tratta di una roccia ultrabasica molto compatta, appartenente alla famiglia delle peridotiti, costituita da olivina, pirosseno rombico e pirosseno monoclinico, con subordinato plagioclasio calcico (labradorite) e spinello (cromite). In certe zone, soprattutto nelle rocce che affiorano in cresta, a causa dell'alterazione indotta dai fattori esogeni, la superficie assume una colorazione rosso - bruna molto intensa e si presenta molto ruvida.

Proprio perché la zona della Riserva Naturale si trova in posizione marginale rispetto al nucleo del Massiccio di Lanzo, le lherzoliti appaiono variamente serpentinite. Nella parte inferiore della conca di Givoletto lungo il percorso di accesso alla Riserva, ed in particolare nei pressi di Monte Castello, affiorano essenzialmente serpentiniti, spesso molto fratturate e laminate. In questa zona le serpentiniti sono spesso attraversate da una trama di vene tardive a magnesite ed opale; queste mineralizzazioni avrebbero un'origine superficiale, pedogenetica, legata ad antichi paleosuoli di un territorio che non fu mai esarato dai ghiacciai.

Si ritiene che il Massiccio ultrabasico di Lanzo appartenesse al mantello superiore che costituiva il substrato della crosta continentale rappresentata attualmente dalle rocce della zona Ivrea - Verbano; la sua provenienza sembra diversa da quella delle masse ofiolitiche della zona dei Calcescisti, che rappresentano invece dei brandelli del mantello sottostante la crosta oceanica della geosinclinale piemontese mesozoica.

3.5 - Considerazioni di sintesi

La Banca Dati Naturalistica della Regione Piemonte (S.I.T.A. - Sistema Informatico Territoriale Ambientale - Pianificazione Territoriale della REGIONE PIEMONTE - C.S.I. - Piemonte) riporta, per ogni comune, le aree caratterizzate da insiemi di litotipi predominanti classificati in 15 classi delle quali tre sono rappresentate nel bacino del Ceronda:

1. depositi alluvionali (ghiaie, sabbie, limi della di pianura e lungo i fondovalle principali; Quaternario);
2. depositi morenici a blocchi, ghiaie, sabbie, limi, anfiteatri di Rivoli, Ivrea, del lago (Quaternario);
3. Serpentiniti, Lherzoliti, Anfiboliti, Prasinititi, Metagabbri ("zona pie-montese", Giurassico - Cretaceo).

I dati di cui alla **tab. 8** sono stati aggregati in funzione delle superfici dei bacini sottesi alle sezioni di riferimento **S1 ÷ S5** (**tab. 3.2**). La classe litologica 2 è poco rappresentata in quanto costituita da depositi morenici. L'area in oggetto è stata scarsamente interessata dai fenomeni glaciali, salvo la sua porzione Sud - occidentale, più vicina all'anfiteatro morenico di Rivoli - Avigliana. La maggiore percentuale si riscontra per il bacino del Casternone (6,1 %).

Tab. 8 - Aree [ettari] delle classi litologiche (1, 2 e 10) per i diversi Comuni compresi (totalmente o parzialmente) entro il bacino del Ceronda.				Tab. 9 - Aree [km²] dei litotipi predominanti divisi nelle classi di unità litologiche (1, 2 e 10) e valori percentuali rispetto alle superfici totali dei bacini sottesi alle diverse sezioni di riferimento S1 ÷ S5							
COMUNE	area classe litologica 1	area classe litologica 2	area classe litologica 10	Sezioni (Km²)	classe 1		classe 2		classe 10		
					Km²	%	Km²	%	Km²	%	
Alpignano	654,252	566,622	0,000	S1 (29,0)	7,7	26,6	0,0	0,0	21,3	73,4	
Cafasse	629,858	0,000	374,094								
Caselette	566,290	308,057	441,375								
Druento	2592,991	154,345	0,000	S2 (60,0)	33,5	55,8	0,9	1,5	25,6	42,7	
Fiano	1136,201	0,000	120,218								
Givoletto	581,555	0,000	667,013	S3 (168,2)	100,3	59,6	6,5	3,9	61,4	36,5	
La Cassa	923,822	0,000	285,228								
Pianezza	1209,964	390,599	0,000	S4 (29,0)	6,9	23,7	0,4	1,5	21,7	74,8	
San Gillio	719,055	176,394	0,000								
Val della Torre	887,321	57,415	2808,645	S5 (55,8)	22,2	39,8	3,4	6,1	30,2	54,1	
Vallo Torinese	190,792	0,000	394,908								
Varisella	567,547	0,000	1689,908								
Venaria	2009,239	0,000	0,000								

La classe 10 indica rocce cristalline, prevalenti negli areali sottesi alle sezioni S1 ed S4 (oltre il 70 %), cioè sulle testate dei bacini del Ceronda e del Casternone. Procedendo verso valle, considerando porzioni di territorio di pianura sempre più estese, si osserva una graduale diminuzione delle percentuali della classe litologia 10 a vantaggio della copertura detritica (classe 1 - alluvioni quaternarie) che arriva vicino al valore di 60 % della intera superficie del bacino sotteso alla sezione S3 di confluenza con lo Stura di Lanzo.

4 - CLIMATOLOGIA ED IDROLOGIA

L'analisi della distribuzione delle fasce altimetriche del bacino del Ceronda (**tabb. 1 ÷ 5**) evidenzia un'ampia estensione caratterizzata da quote inferiori a 400 m s.l.m. (circa il 50 %) e aree via via minori al crescere dell'altitudine. Il territorio in oggetto è quindi caratterizzato da una certa differenziazione climatica in funzione della quota. Si passa, infatti, da un clima moderatamente rigido di montagna presso la testata del bacino (sopra i 1.500 m s.l.m.) fino ad un clima temperato continentale della pianura presso la foce.

Lo studio del clima è molto importante per l'interpretazione dei fenomeni idrologici e si basa su analisi puntuali, relative a singole stazioni o località per le quali siano disponibili dati e su analisi di tipo territoriale, facendo riferimento al concetto fondamentale per cui *"lo studio del clima di una determinata stazione può essere ritenuta rappresentativa di una porzione di territorio intorno"* (REMENIERAS, 1972).

Le elaborazioni sono state effettuate considerando essenzialmente i valori medi mensili ed annui della temperatura dell'aria e delle precipitazioni pubblicati dalla REGIONE PIEMONTE (1980) nell'ambito del *"Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese"*.

Per la caratterizzazione idrologica del bacino del Ceronda non sono purtroppo disponibili rilevazioni di portata, in quanto nessuna stazione idrometrica ha operato sul corso d'acqua. Si è quindi provveduto ad effettuare stime delle portate basandosi su metodologie diverse. Dall'analisi delle caratteristiche climatiche e idrologiche del bacino, si sono calcolati i parametri più significativi relativi alle sezioni di riferimento individuate sul reticolo idrografico (sezioni 1 ÷ 5 della **fig. 1**).

Tab. 10 - Alitudini (H) e valori medi annui della temperatura dell'aria (T), delle precipitazioni (P), dell'escursione termica (E) e dell'evapotraspirazione potenziale (EP).						
Bacino	comune	H [m s.l.m.]	T [°C]	P [mm]	E [°C]	EP [mm]
Stura di Viù	Viù	785	10,2	1.324	19,3	646
Stura di Ala	Traves	650	10,4	1.235	19,6	656
Stura di Lanzo	Lanzo	500	10,6	1.160	19,8	664
Stura di Lanzo	Germagnano	485	10,6	1.178	19,9	663
Stura di Lanzo	Cafasse	408	11,0	1.133	20,3	676
Stura di Lanzo	Villanova	384	11,2	1.183	20,6	691
Stura di Lanzo	Robassomero	360	11,5	1.062	21,0	697
Stura di Lanzo	Caselle	277	12,5	967	23,4	727
Stura di Lanzo	Borgaro	255	12,2	923	22,1	726
Dora Riparia	Rubiana	640	9,9	1.141	20,0	639
Dora Riparia	Caselette	404	10,8	1.109	21,1	675
Dora Riparia	Almese	364	10,1	1.119	20,3	650
Dora Riparia	Alpignano	330	11,2	981	21,5	686
Dora Riparia	Pianezza	325	11,4	943	21,6	698
Dora Riparia	Collegno	302	11,7	902	22,0	705
Po	Torino	239	12,6	808	23,0	753
Ceronda	Val della Torre	575	10,5	1.294	20,5	663
Ceronda	Varisella	521	10,8	1.185	20,3	674
Ceronda	Vallo	508	10,8	?	19,8	668
Ceronda	Fiano	428	11,1	1.098	20,5	679
Ceronda	La Cassa	374	11,1	1.124	20,8	685
Ceronda	Givoletto	373	11,0	1.183	19,9	681
Ceronda	San Gillio	320	11,3	1.107	21,2	697
Ceronda	Druento	285	11,6	1.032	21,7	708
Ceronda	Venaria Reale	258	12,1	919	22,1	725

4.1 - Elementi climatici

Nell'ambito del succitato "Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese", a partire dai dati pubblicati sugli Annali Idrologici del Servizio Idrografico Italiano, sono stati interpolati i valori medi mensili ed annui della temperatura dell'aria, delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione potenziale, rappresentativi dell'anno medio 1921 ÷ 1970, per tutti i comuni del Piemonte. Di essi si sono utilizzati quelli relativi a 9 comuni entro il bacino del Ceronda e a quelli dei bacini adiacenti (9 dello Stura di Lanzo e 6 della Dora Riparia, oltre a Torino). Si è fatto inoltre uso delle elaborazioni effettuate da PEROSINO (1987) in uno studio sul clima di Torino. Le stazioni considerate sono elencate in **tab. 10**.

I valori relativi alla **temperatura media annua** dell'aria sono riportati in **tab. 10**. Essi risultano tutti inferiori alla media annua della penisola italiana (13,9 °C; MENNELLA, 1967), ma sono compresi entro i 12 ÷ 13 °C, limiti rappresentativi della pianura Padana (MENNELLA, 1967), quelli relativi alle località Torino, Venaria, Caselle e Borgaro, situate ad altitudini inferiori a 300 m s.l.m. La media annua delle temperature relative ai comuni compresi nella fascia altimetrica 300 ÷ 600 m s.l.m. è leggermente inferiore (quasi un grado) rispetto a quella delle altre località piemontesi situate nelle aree pedemontane (PEROSINO, 1991). Le temperature medie annue più basse si riscontrano ovviamente presso le località di maggiore altitudine.

Occorre rilevare che, entro il bacino del Ceronda e nelle aree limitrofe, sono disponibili dati relativi a sole tre stazioni con altitudine superiore a 600 m s.l.m. (Viù, Traves e Rubiana; **tab. 10**) e comunque inferiore a 800 m s.l.m. Si è quindi proceduto alla correlazione dei valori termici con le altitudini di tutte le località considerate. Si è ottenuto un **gradiente termico verticale medio annuo** (- 0,42 °C/100 m s.l.m.) di circa un decimo di grado inferiore a quello (- 0,51 °C/100 m s.l.m.) ritenuto dal MENNELLA (1967) rappresentativo delle Alpi italiane e più simile a quello (- 0,49 °C/100 m s.l.m.) indicato da DURIO *et al.* (1982) per le Alpi occidentali. Questi ultimi Autori inoltre hanno individuato dei limiti altitudinali di particolare significato climatico ed idrologico (già utilizzati nell'ambito della "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese"; REGIONE PIEMONTE, 1991) ai quali, nel bacino del Ceronda, corrispondono le seguenti quote e temperature medie annue:

- **pianura piemontese** (200 ÷ 300 m s.l.m., con temperatura media annua intorno a 12 °C) caratteristica del bacino del Ceronda soltanto in una ristretta area presso la foce;
- **limite climatico dello zero termico medio di gennaio** (600 m s.l.m., con una temperatura media annua pari a 11 °C) coincidente con quanto indicato in **tab. 11**;
- **limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale** (1.700 m s.l.m., con una temperatura media annua intorno a 5 °C) assente nel bacino del Ceronda o che, al limite, potrebbe essere fatto coincidere con la quota 1.400 m s.l.m.; tuttavia la fascia altimetrica superiore a tale altitudine rappresenta appena l'1,2 % rispetto all'area totale del bacino (**tab. 3**), quindi praticamente ininfluenza rispetto ai fenomeni idrologici legati alla fusione della neve.

Il valore leggermente inferiore del gradiente termico medio annuo ottenuto per il bacino del Ceronda rispetto ai dati riportati dalla letteratura si può spiegare, come sopra segnalato, in base ai valori termici leggermente inferiori dell'area pedemontana (400 ÷ 600 m s.l.m.) rispetto alle altre aree di pari altitudine (eccetto il cuneese) del Piemonte. Volendo rappresentare con un unico valore termico la media annua di tutto il bacino del Ceronda, occorre considerare l'altitudine mediana che risulta pari a 400 m s.l.m. (**tab. 3**). Applicando l'equazione relativa all'anno medio riportata in **tab. 11**, si ottiene il valore pari a 11,2 °C. Facendo invece riferimento alle diverse porzioni di bacino in funzione delle fasce altitudinali si può esprimere quanto segue:

- media annua pari a 11,6 °C per l'altitudine di 300 m s.l.m., rappresentativa della porzione di pianura del bacino con una superficie del 50 % del totale al di sotto della quota 400 m;

- media annua pari a 10,4 °C per l'altitudine di 600 m s.l.m., rappresentativa della porzione del bacino relativa alla fascia 400 ÷ 800 m s.l.m. con una superficie del 31 % del totale;
- media annua pari a 8,7 °C per l'altitudine di 1.000 m s.l.m., rappresentativa della porzione del bacino relativa alla fascia 800 ÷ 1.200 m s.l.m. con una superficie del 14 % del totale;
- media annua pari a 7,0 °C per l'altitudine di 1.400 m s.l.m., rappresentativa della porzione del bacino con quota superiore a 1.200 m s.l.m. con una superficie del 5 % del totale.

La **tab. 12** riporta le **temperature medie mensili** per le stesse località precedentemente considerate. Si tratta di un insieme di valori molto variabili, da un massimo di 23,8 °C di luglio a Torino (239 m s.l.m.), ad un minimo di - 0,1 °C di gennaio a Rubiana (640 m s.l.m.). Il regime termico assume lo stesso andamento per tutte le località (la **fig. 6** riporta quello di Venaria come esempio). Si osserva un massimo nel mese di luglio ed un minimo nel mese di gennaio; aprile e ottobre sono i mesi che più si avvicinano alla media annua. Si tratta di una distribuzione delle temperature medie mensili simile a quanto avviene per tutte le località italiane ad esclusione di quelle con clima marittimo (MENNELLA, 1967).

Tab. 11 - Equazioni delle rette di tendenza tra la temperatura media (**T**; °C) e l'altitudine (**H**; m s.l.m.) rappresentative dei gradienti termici verticali per ogni mese e per l'anno (e relativi coefficienti di correlazione) ottenute dall'elaborazione dei dati delle **tabb. 10 e 12**. Stima delle temperature medie mensili ed annue relative ad alcune altitudini (m s.l.m.) significative.

periodo	equazione di tendenza	coefficiente di correlazione	temperatura media annua alle diverse quote			
			300	600	1.000	1.400
gennaio	$T = - 0,0014 \cdot H + 0,80$	- 0,745	0,4	0,0	-0,6	-1,2
febbraio	$T = - 0,0028 \cdot H + 3,61$	- 0,795	2,8	1,9	0,8	-0,3
marzo	$T = - 0,0042 \cdot H + 8,56$	- 0,813	7,3	6,0	7,4	2,7
aprile	$T = - 0,0051 \cdot H + 13,16$	- 0,823	11,6	10,1	8,1	6,0
maggio	$T = - 0,0057 \cdot H + 17,49$	- 0,822	15,8	14,1	11,8	9,5
giugno	$T = - 0,0064 \cdot H + 21,75$	- 0,835	19,8	17,9	15,4	12,8
luglio	$T = - 0,0067 \cdot H + 24,27$	- 0,841	22,3	20,3	17,6	14,9
agosto	$T = - 0,0068 \cdot H + 23,33$	- 0,850	21,3	19,3	16,5	13,8
settembre	$T = - 0,0061 \cdot H + 19,55$	- 0,851	17,7	15,9	13,5	11,0
ottobre	$T = - 0,0044 \cdot H + 13,29$	- 0,852	12,0	10,7	8,9	7,1
novembre	$T = - 0,0028 \cdot H + 7,21$	- 0,809	6,4	5,5	4,4	3,3
dicembre	$T = - 0,0020 \cdot H + 2,01$	- 0,798	1,4	0,8	0,0	-0,8
anno	$T = - 0,0042 \cdot H + 12,88$	- 0,821	11,6	10,4	8,7	7,0

Non essendo disponibili dati rilevati da stazioni meteorologiche nel territorio in oggetto, non è possibile effettuare analisi dei valori estremi, ma si può fare riferimento alla vicina stazione di Torino per la quale sono disponibili osservazioni di oltre un secolo; in particolare è stato registrato un massimo di 42,6 °C nel luglio 1957 ed un minimo di - 19,0 °C nel febbraio 1956 (PEROSINO, 1987).

PEROSINO (1987) ha ricavato, per Torino, i parametri delle espressioni di correlazione fra i valori termici annui estremi massimo (**T_{max}**) e minimo (**T_{min}**) ed il tempo di ritorno (**Tr**) espresso in anni:

$$T_{\max} = 34,78 + 1,74 \cdot K$$

$$T_{\min} = -8,32 - 3,52 \cdot K$$

$$\text{dove: } K = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot \left[\gamma + \log \log \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \quad \text{per } \gamma = 0,57721$$

Per esempio con tempo di ritorno di 10 anni risulta una temperatura massima di 37,1 °C ed una minima di -13 °C; per $T_r = 30$ anni risultano rispettivamente 38,6 °C e -16,0 °C; infine per $T_r = 100$ anni si ottengono temperature pari a 40,3 °C e -19,4 °C. Si possono ipotizzare valori inferiori di 1 ÷ 3

°C per le aree pedemontane e montane del bacino del Ceronda in funzione dei gradienti termici. Per esempio, a partire dal valore minimo per $T_r = 30$ anni di $-16,0$ °C di Torino, mediante l'equazione rappresentativa del gradiente termico di gennaio, ($0,14$ °C/100 m; **tab. 11**), si può ottenere la temperatura minima rappresentativa della quota 1.500 m s.l.m. del bacino del Ceronda con lo stesso tempo di ritorno: $-17,8$ °C.

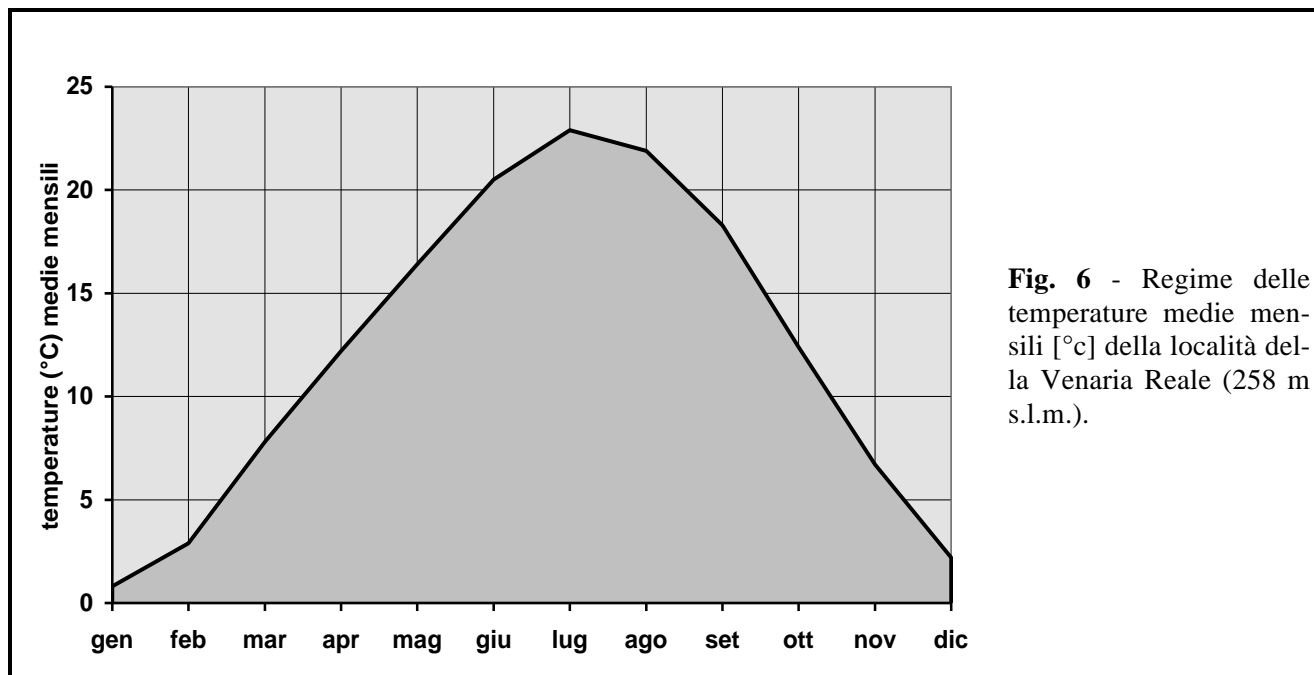


Fig. 6 - Regime delle temperature medie mensili [°C] della località della Venaria Reale (258 m s.l.m.).

Tab. 12 - Temperature medie mensili (°C) delle diverse località riportate in **tab. 11**.

comune	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Viù	0,6	2,3	5,9	9,1	13,8	17,6	19,9	18,9	15,6	10,4	5,4	1,7
Traves	0,6	2,4	6,1	10,2	14,1	17,9	20,2	19,1	15,7	10,5	5,6	1,8
Lanzo	0,8	2,6	6,3	10,4	14,5	18,3	20,6	19,5	16,1	10,8	5,7	2,0
Germagnano	0,7	2,5	6,3	10,5	14,5	18,2	20,6	19,4	16,1	10,8	5,7	1,9
Cafasse	0,8	2,7	6,6	10,8	14,9	18,8	21,1	20,1	16,7	11,2	6,0	2,1
Villanova	0,9	2,9	6,7	11,0	15,3	19,1	21,5	20,5	17,1	11,5	6,2	2,2
Robassomero	0,9	2,8	7,1	11,4	15,6	19,5	21,9	20,9	17,4	11,7	6,3	2,1
Caselle	0,4	2,9	8,1	12,7	17,0	21,3	23,8	22,8	19,0	12,9	6,9	2,0
Borgaro	1,0	3,1	7,7	12,2	16,6	20,6	23,1	22,1	18,5	12,6	6,8	2,4
Rubiana	-0,1	1,7	5,5	9,6	13,5	17,5	19,9	19,1	15,7	10,4	5,2	1,3
Caselle	0,1	2,1	6,5	10,7	14,7	18,8	21,2	20,3	16,8	11,3	5,8	1,6
Almese	-0,1	1,7	5,7	9,8	13,7	17,7	20,2	19,3	15,9	10,6	5,3	1,3
Alpignano	0,3	2,3	6,9	11,2	15,2	19,3	21,8	20,9	17,3	11,6	6,0	1,7
Pianezza	0,4	2,4	7,1	11,4	15,5	19,6	22,0	21,1	17,5	11,8	6,2	1,8
Collegno	0,4	2,5	7,4	11,7	15,8	19,9	22,4	21,5	17,9	12,0	6,4	1,9
Torino	0,8	2,9	8,4	12,9	17,1	21,3	23,8	22,8	19,1	12,9	7,0	2,3
Val della Torre	0,2	2,1	6,2	10,3	14,3	18,3	20,7	19,8	16,3	10,9	5,6	1,5
Varisella	0,6	2,4	6,5	10,7	14,7	18,6	20,9	19,9	16,4	11,0	5,8	1,8
Vallo	0,9	2,8	6,2	10,4	14,6	18,4	20,7	19,7	16,4	11,0	5,8	2,1
Fiano	0,8	2,6	6,8	11,0	15,1	19,0	21,3	20,3	16,8	11,3	6,0	2,0
La Cassa	0,6	2,5	6,9	11,1	15,1	19,1	21,2	20,4	16,9	11,4	6,0	1,9
Givoletto	0,4	2,4	6,7	10,9	14,9	18,9	21,3	20,3	16,8	11,3	5,9	1,8
San Gillio	0,5	2,5	7,0	11,3	15,3	19,3	21,7	20,8	17,2	11,6	6,1	1,9
Druento	0,6	2,6	7,4	11,7	15,8	19,9	22,3	21,3	17,7	11,9	6,4	2,0
Venaria Reale	0,8	2,9	7,8	12,2	16,4	20,5	22,9	21,9	18,3	12,4	6,7	2,2

Nel succitato studio di PEROSINO, sempre per la stazione di Torino, si sono esaminati i **fenomeni di gelo e disgelo**. Sulla base della definizione del PEGUY (1970) si definisce giorno di gelo quello in cui la temperatura minima è uguale o inferiore a 0 °C e giorno senza disgelo quello con temperatura massima che non supera lo 0 °C. L'elaborazione dei valori riportati sulla tabulazione giornaliera, presente negli Annali Idrologici del SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO (1951 ÷ 1972: 22 anni di osservazione) ha permesso di ottenere i risultati della **tab. 13** dove, per ogni mese, sono indicati il numero medio dei giorni con gelo e senza disgelo, le date e le decadi (medie ed estreme) di inizio e di fine di tali fenomeni.

Tab. 13 - Fenomeni di gelo a Torino nel periodo 1951 ÷ 1972. Medie mensili (N_g) del numero di giorni in cui si sono verificati fenomeni di gelo ($T_{min} \leq 0\text{ °C}$) e senza disgelo ($T_{max} \leq 0\text{ °C}$) calcolate nel numero di anni (N_a) in cui si sono manifestati tali fenomeni (espressi anche come frequenze %). Vengono anche riportate le decadi e le date medie ed estreme di inizio e di fine.						
	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile
$N_a \quad T_{min} \leq 0\text{ °C}$	12	22	22	21	13	1
$N_a \quad T_{min} \leq 0\text{ °C} \%$	55	100	100	95	59	5
$N_g \quad T_{min} \leq 0\text{ °C}$	6	15	21	14	6	1
$N_a \quad T_{max} \leq 0\text{ °C}$	3	11	14	7	1	0
$N_a \quad T_{max} \leq 0\text{ °C} \%$	14	50	64	32	5	0
$N_g \quad T_{max} \leq 0\text{ °C}$	3	4	6	6	1	0
decade media inizio	$T_{min} \leq = \text{°C}$		terza di novembre			
decade media fine	$T_{min} \leq = \text{°C}$		prima di marzo			
data estrema inizio	$T_{min} \leq = \text{°C}$		5 novembre 1961			
data estrema fine	$T_{min} \leq = \text{°C}$		21 aprile 1954			
decade media inizio	$T_{max} \leq = \text{°C}$		terza di dicembre			
decade media fine	$T_{max} \leq = \text{°C}$		terza di gennaio			
data estrema inizio	$T_{max} \leq = \text{°C}$		22 novembre 1954			
data estrema fine	$T_{max} \leq = \text{°C}$		7 marzo 1955			

Dicembre, gennaio e febbraio si confermano i mesi più freddi in quanto, in essi, i fenomeni di gelo si verificano più frequentemente. Qualche caso si è manifestato anche in aprile. Diversamente da quanto effettuato a proposito dei valori termici estremi non è possibile la stima della frequenza dei fenomeni di gelo per le diverse fasce altimetriche del bacino del Ceronda, salvo l'ovvia considerazione per cui i periodi interessati dal gelo diventano più lunghi per fasce altimetriche più elevate. Si può comunque considerare, seppure con cautela, che quanto osservato per la stazione di Torino può essere ritenuto valido per la porzione di pianura del bacino del Ceronda.

La differenza fra i valori medi mensili della temperatura dell'aria dei mesi più caldo e più freddo esprime l'**escursione media annua**. Essa è stata calcolata per tutte le località (**tab. 10**) utilizzando i dati riportati in **tab. 12** ed è risultata compresa fra il massimo di 23,4 °C di Caselle ed il minimo di 19,3 °C di Viù. Quasi tutti i valori sono superiori a 20 °C, limite al di sopra del quale, secondo MORI (1957), il clima di una stazione può definirsi di tipo continentale; per le località a maggiore altitudine (Viù, Traves, Lanzo, Germagnano, Vallo e Givoletto) si registrano escursioni medie annue leggermente inferiori al suddetto limite; esse risultano quindi con clima debolmente continentale come è tipico delle stazioni di montagna

Il MENNELLA (1967), sulla base di soli dati termici (valori medi della temperatura annua e dei mesi di luglio, ottobre, gennaio, aprile e dell'escursione annua) ha proposto una classificazione dei climi italiani secondo la quale il bacino del Ceronda può essere ripartito nelle seguenti porzioni:

- **clima rigido subalpino** nella fascia altimetrica sopra i 1.200 m s.l.m.,
- **clima freddo montagna** nella fascia altimetrica 800 ÷ 1.200 m s.l.m.,
- **clima freddo collina** nella fascia altimetrica 400 ÷ 800 m s.l.m.,

- **clima freddo pianura** nella fascia altimetrica sotto i 400 m s.l.m.

Anche per le temperature medie mensili è possibile stimare i gradienti termici verticali; sono risultati i valori riportati in **tab. 11**, nella quale sono indicati anche le temperature medie mensili relative alle altitudini intermedie delle fasce altimetriche più rappresentative.

I valori di **precipitazione media annua** sono riportati in **tab. 10**. Essi, ad esclusione delle località a più bassa altitudine (Caselle, Borgaro, Pianezza, Collegno, Torino e Venaria), risultano superiori alla media della penisola Italiana di 970 mm (MENNELLA, 1967). Tutte le località presentano precipitazioni annue superiori alla media rappresentativa della Pianura Padana di 760 mm (MENNELLA, 1967). Il valore più elevato (1.324 mm a Viù) è inferiore a quello medio calcolato, dal suddetto Autore, per la Regione alpina (1.500 mm); il più basso è quello relativo a Torino con 808 mm. Ad esclusione di Viù (1.324 mm) e di Val della Torre (1.294 mm) le precipitazioni annue risultano inferiori alla media piemontese di 1.200 mm. Il valore medio annuo delle precipitazioni “**P**” (mm) e l’altitudine “**H**” (m s.l.m.) sono alla base del calcolo dell’indice di continentalità igrica di GAMS (1931) che si ottiene con la relazione:

$$\text{Tang}\alpha = \frac{H}{P}$$

dove “ α ” è un valore angolare compreso tra 0° e 90°. Secondo FENAROLI (1935) per valori inferiori a 20° sussistono le condizioni favorevoli per l’insediamento delle specie vegetali termofile; sopra tale limite sono favorite le specie sciafile e microterme. Considerando le località riportate in **tab. 10**, si è constatato che tutte quelle situate sopra la quota 400 m s.l.m. (circa la metà dell’intero bacino del Ceronda) presentano un valore $\alpha > 20^\circ$ (con massimi di $28^\circ \div 30^\circ$ per Viù, Traves, Rubiana); le località situate alla quota inferiore a 400 m s.l.m. (porzione di pianura del bacino in oggetto) presentano un valore $\alpha < 20^\circ$ (con minimi di $15^\circ \div 16^\circ$ per Venaria, Druento, Torino).

I dati riportati in **tab. 10** sono stati utilizzati per la redazione della “**carta delle isoiete medie annue del bacino del Ceronda**” (**fig. 7**) che sono state ricavate sulla base di una equidistanza pari a 50 mm. Si osserva un certo parallelismo delle isoiete indicanti precipitazioni crescenti dal basso Ceronda verso NW (da meno di 850 mm fino a 1.300 mm in corrispondenza degli apici altitudinali) e con precipitazioni più abbondanti sull’alto bacino del Casternone. Si tratta di una situazione che appare coerente con quanto indicato dalla carta delle isoiete della “*Collana Studi Climatologici in Piemonte*” (AA.vv., 1998).

Per quanto riguarda i **totali pluviometrici annui massimi e minimi assoluti** si è fatto riferimento unicamente alla stazione di Torino (PEROSINO, 1987) per la quale sono disponibili dati effettivamente rilevati dal SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO nello stesso periodo (1921 ÷ 1970) considerato come anno medio dal succitato “*Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese*” (REGIONE PIEMONTE, 1981):

I massimo assoluto	1.426 mm (1959)	I minimo assoluto	460 mm (1965)
II massimo assoluto	1.356 mm (1960)	II minimo assoluto	474 mm (1929)
III massimo assoluto	1.262 mm (1972)	III minimo assoluto	493 mm (1967)

In linea di massima il rapporto fra il massimo e il minimo assoluti è intorno al valore 3, inferiore al limite di 4 individuato da REMENIERAS (1972) come indice al di sopra del quale il clima di una località può definirsi di tipo continentale.

La **tab. 14** riporta le **precipitazioni medie mensili**. Si tratta di un insieme di valori variabili, da un massimo di 188 mm di maggio a Viù, ad un minimo di 26 mm di gennaio a Venaria. Il massimo principale si verifica nel maggio e quello secondario a ottobre (ad eccezione delle località del bacino dello Stura nelle quali si manifesta in settembre), il minimo principale a gennaio e quello secondario a luglio. La **Fig. 7** riporta i regimi pluviometrici delle località Venaria e Val della Torre

(rispettivamente quelle con altitudine minore e maggiore nel bacino del Ceronda; **tab. 10**). Il minimo principale è evidente rispetto a quello secondario; il massimo principale spicca nettamente rispetto a quello autunnale. Secondo la classificazione del MENNELLA (1967) si tratta quindi di *regimi pluviometrici di tipo sublitoraneo occidentale*.

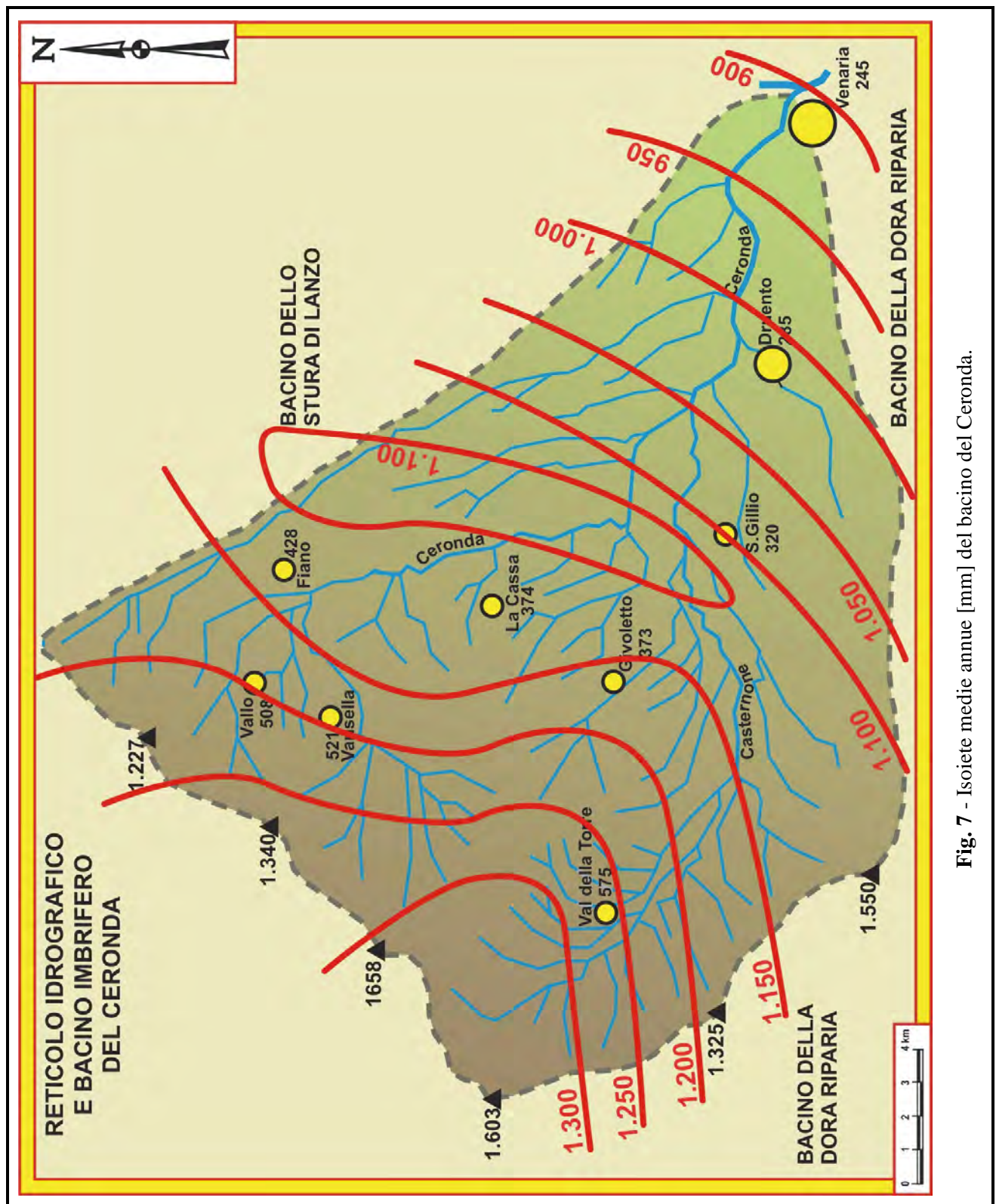


Fig. 7 - Isoiete medie annue [mm] del bacino del Ceronda.

Il calcolo degli indici “**De**” di DE MARTONNE (1926), effettuato per ciascun mese (valori medi mensili delle temperature “**T_m**” e delle precipitazioni “**P_m**”) con la seguente relazione:

$$De = \frac{12 \cdot P_m}{T_m + 10}$$

è sempre superiore a 15, limite, secondo il suddetto Autore, al di sotto del quale si hanno di aridità. Ciò è confermato dal rapporto P_m/T_m mai inferiore a 2, al di sotto del quale, secondo GAUSSEN (in PINNA, 1977), si verificano deficit idrici per la vegetazione.

Tab. 14 - Precipitazioni medie mensili (mm) delle diverse località riportate in **tab. 10**. I dati relativi a Vallo (?) sono dubbi in quanto la loro somma porta ad un valore annuo eccessivo (trattasi probabilmente di errore di stampa o di calcolo nella pubblicazione citata).

comune	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Viù	40	47	93	161	188	141	77	96	132	153	130	66
Traves	37	44	88	146	171	127	79	94	120	146	122	61
Lanzo	35	43	85	133	156	117	78	91	109	141	114	58
Germagnano	36	44	86	136	160	120	78	91	111	141	116	59
Cafasse	34	41	81	130	155	122	76	92	107	128	111	56
Villanova	38	43	80	136	163	133	81	99	111	123	117	59
Robassomero	32	39	73	122	148	123	70	91	101	109	103	51
Caselle	29	36	64	110	138	121	65	88	93	87	92	44
Borgaro	28	34	62	105	132	116	61	84	88	82	88	43
Rubiana	38	45	79	134	163	121	66	85	116	121	111	62
Caselette	35	44	77	129	164	125	66	87	105	110	110	57
Almese	37	45	77	130	162	120	65	84	112	117	110	60
Alpignano	29	36	66	112	147	118	60	83	92	94	96	48
Pianezza	27	34	63	107	141	116	58	82	89	89	92	45
Collegno	28	34	60	103	133	105	58	76	82	86	89	48
Torino	30	34	56	93	112	81	58	64	69	76	81	54
Val della Torre	43	54	94	154	185	136	77	95	126	133	127	70
Varisella	37	46	86	138	165	125	75	92	113	131	116	61
Vallo	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Fiano	33	41	79	126	151	120	72	89	104	122	107	54
La Cassa	35	43	80	131	158	124	71	90	108	118	109	57
Givoletto	38	47	85	139	168	129	72	92	114	121	115	63
San Gillio	35	44	79	130	160	127	68	90	108	108	102	56
Druento	31	40	72	119	149	124	64	88	100	96	99	50
Venaria Reale	26	33	62	105	133	119	59	85	89	81	86	41

L'analisi degli **afflussi meteorici** rappresenta una valutazione utile per la successiva analisi idrologica del bacino del Ceronda. La determinazione degli afflussi meteorici si basa sulla rappresentatività delle osservazioni meteorologiche di stazione rispetto alle circostanti porzioni territoriali. Per la determinazione di questa "zona di competenza" il metodo qui usato è quello dei *poligoni di Thiessen*, rapido e sufficientemente preciso, come è stato confermato da diversi Autori (CAROLLO, 1973). I risultati sono riportati in **tab. 15**, dove si rileva che la regimazione delle precipitazioni areali, come atteso, non si discosta sostanzialmente da quelle già riscontrate per le singole località.

Tab. 15 - *Afflussi meteorici*. Precipitazioni areali medie mensili ed annue (mm) relative ai bacini sottesi alle diverse sezioni di riferimento (**S1 ÷ S5**). Valori ricavati con il metodo dei poligoni di Thiessen.

sezioni	gen	feb	mar	apr	mag	giu	Lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
S1	36	51	85	136	162	124	74	91	111	129	114	60	1.168
S2	35	43	81	132	159	124	72	91	108	120	110	57	1.132
S3	35	45	80	131	160	126	70	90	108	114	109	57	1.125
S4	43	54	94	154	185	136	77	95	126	133	127	70	1.294
S5	40	50	87	144	175	132	73	92	118	123	118	65	1.217

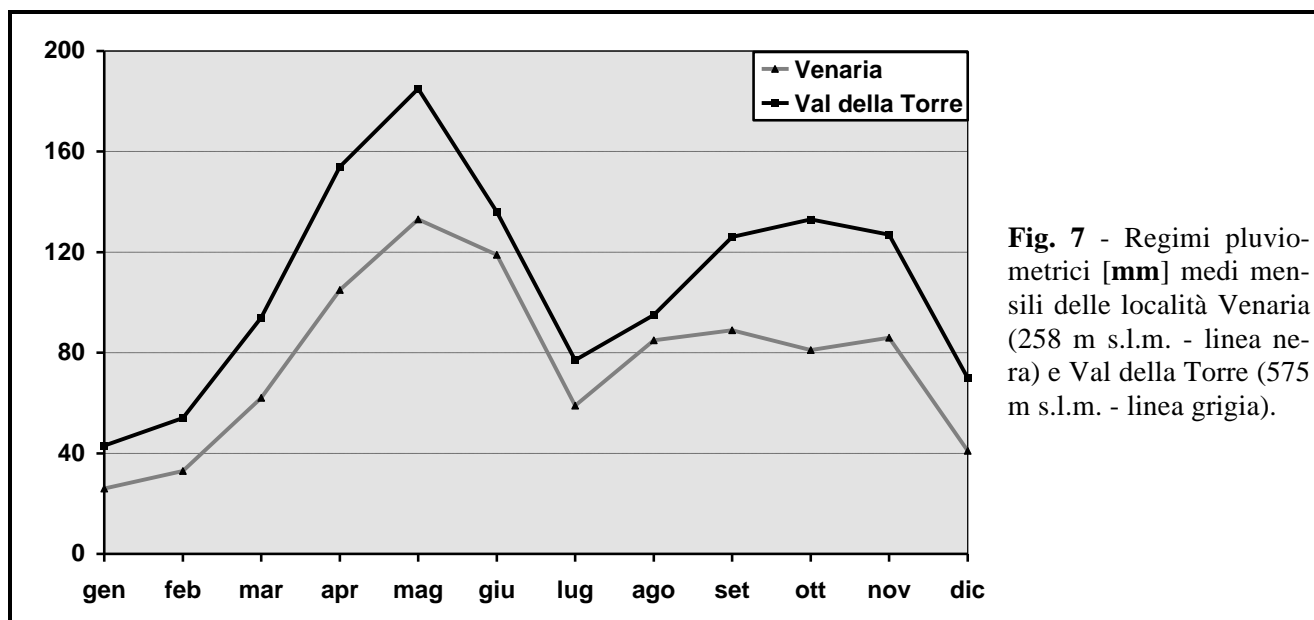


Fig. 7 - Regimi pluviometrici [mm] medi mensili delle località Venaria (258 m s.l.m. - linea nera) e Val della Torre (575 m s.l.m. - linea grigia).

Molto importante è l'analisi delle precipitazioni brevi ed intense, principali responsabili degli eventi di dissesto. Inoltre la quantificazione dell'intensità e frequenza delle piogge intense, spesso associate a fenomeni temporaleschi, è un fattore fondamentale per il dimensionamento delle fogne e collettori. Purtroppo, nell'area in oggetto, non hanno funzionato stazioni meteorologiche munite di pluviografi. Pertanto conviene, ancora una volta, fare riferimento al succitato studio sul clima di Torino. L'Autore ha considerato sia le precipitazioni da 1 a 5 giorni consecutivi, sia quelle relative agli intervalli di tempo 1 ÷ 24 ore consecutive. Si è ritenuto opportuno considerare soltanto queste ultime in quanto i tempi di corrivazione relativi ai bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 sono tutti inferiori all'intervallo di 12 ore (**tabb. 1 ÷ 5**).

In primo luogo si sono determinati i rapporti (**R**) fra gli afflussi meteorici medi mensili relativi ai bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 (**tab. 15**) e le precipitazioni medie mensili della stazione di Torino (**tab. 14**). Si presuppone quindi che tali rapporti possano essere applicati anche ai fenomeni di precipitazioni brevi ed intense. PEROSINO, nel suo studio, ha verificato le frequenze di tali fenomeni nei diversi mesi. La **tab. 16** riporta i valori dei rapporti (**R**), calcolati come sopra descritto, per i mesi nei quali a Torino si sono verificate (in un periodo di osservazione di 34 anni) più frequentemente le piogge intense con intervallo inferiore a 24 ore; sono anche indicati i massimi assoluti di tali precipitazioni che si sono verificati a Torino e quelli che si ritengono rappresentativi dei bacini considerati con l'applicazione dei rapporti stessi.

Tab. 16 - Valori delle precipitazioni brevi ed intense (mm) nell'intervallo 1 ÷ 24 ore consecutive relativi ai bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 e ricavati da quelli misurati a Torino mediante i rapporti **R** (ottenuti dal confronto fra gli afflussi meteorici e le precipitazioni di Torino) per i mesi nei quali, secondo PEROSINO (1987), tali fenomeni, in un intervallo di 34 anni, si sono verificati più frequentemente.

Intervallo	mese di max frequenza	valori di Torino	S1		S2		S3		S4		S5	
			R	mm	R	mm	R	mm	R	mm	R	mm
1 ora	luglio	60	1,28	77	1,24	74	1,21	73	1,33	80	1,26	76
3 ore	luglio	69	1,28	87	1,24	86	1,21	83	1,33	92	1,26	87
6 ore	luglio	73	1,28	93	1,24	91	1,21	88	1,33	97	1,26	92
12 ore	luglio	110	1,28	141	1,24	136	1,21	133	1,33	146	1,26	139
24 ore	apr/nov	153	1,44	220	1,39	213	1,38	211	1,61	203	1,51	231

Nel succitato studio sul clima di Torino si sono inoltre determinati, mediante il metodo Gumbel, i massimi valori delle precipitazioni brevi ed intense per diversi tempi di ritorno. Analogamente a quanto sopra, su tali valori sono stati applicati i rapporti **R** e si sono ottenuti i risultati indicati in **tab. 17**. I valori massimi delle precipitazioni (**P**) da 1 a 24 ore consecutive (in pratica le righe delle tabelle relative ai vari bacini; **tab. 17**) possono essere correlati in funzione del tempo (**T**) espresso in ore; $P = f(T)$ secondo l'equazione di una retta dove vengono considerati i logaritmi decimali delle variabili "**P**" e "**T**":

$$\text{Log } P = \text{Log } a + b \cdot \text{Log } T \quad (1)$$

Applicando le proprietà notevoli dei logaritmi, si ottiene:

$$\text{Log } P = \text{Log } a + \text{Log } T^b$$

$$\text{Log } P = \text{Log } a \cdot T^b$$

$$P = aT^b$$

Si tratta di una equazione esponenziale che permette di ricavare valori di "**P**" per qualunque intervallo di tempo "**T**". La determinazione dei parametri "**a**" e "**b**" avviene mediante il calcolo dei parametri dell'equazione (1) su un diagramma bilogaritmico con il metodo dei minimi quadrati. Quindi, per i diversi bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5, i parametri "**a**" e "**b**", per i diversi tempi di ritorno, sono riportati in **tab. 18**.

Tr [anni]	S1					S2					S3				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
10	63	76	87	106	149	61	73	84	103	150	59	71	82	100	149
20	72	86	99	120	171	69	83	95	117	172	68	81	93	114	171
30	77	91	105	129	184	74	88	102	125	185	73	86	99	122	183
45	82	97	111	137	196	79	94	108	133	197	77	93	105	129	196
60	86	101	116	143	204	83	98	113	139	206	81	96	110	136	204
90	91	108	123	151	217	88	104	119	146	218	86	101	116	143	217
Tr [anni]	S4					S5					Tab. 17 - Valori massimi delle precipitazioni da 1 a 24 ore consecutive per diversi tempi di ritorno (Tr) per i bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 .				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h					
10	65	78	90	110	174	62	74	86	105	163					
20	74	89	102	125	200	71	84	97	118	187					
30	80	94	109	134	214	76	89	103	127	201					
45	85	101	116	142	229	80	96	110	135	214					
60	89	105	121	149	238	84	100	115	141	223					
90	94	112	128	157	253	89	106	121	149	237					

Tab. 18 - Parametri dell'equazione ($P = a \cdot T^b$) di correlazione fra i massimi valori delle precipitazioni (**P**; mm) nell'intervallo (**T**; ore) da 1 a 24 ore consecutive per diversi tempi di ritorno (**Tr**) e per i diversi bacini sottesi alle sezioni **S1 ÷ S5**.

Tr [anni]	S1		S2		S3		S4		S5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
10	59	0,260	56	0,271	54	0,277	59	0,292	56	0,288
20	67	0,261	64	0,274	62	0,276	67	0,293	64	0,287
30	71	0,264	68	0,276	67	0,276	72	0,292	68	0,289
45	76	0,264	73	0,274	71	0,277	77	0,292	73	0,291
60	79	0,262	76	0,273	74	0,277	80	0,291	76	0,289
90	84	0,262	81	0,271	78	0,277	85	0,292	81	0,289

Una rappresentazione grafica comprensiva degli andamenti termici e pluviometrici è il **climogramma termo-pluviometrico**. Quello relativo all'intero bacino del Ceronda (**fig. 8**) si ricava

prendendo in considerazione i valori medi mensili delle temperature relative all'altitudine mediana dell'intero bacino (400 m s.l.m.) e degli afflussi meteorici relativi alla sezione S3.

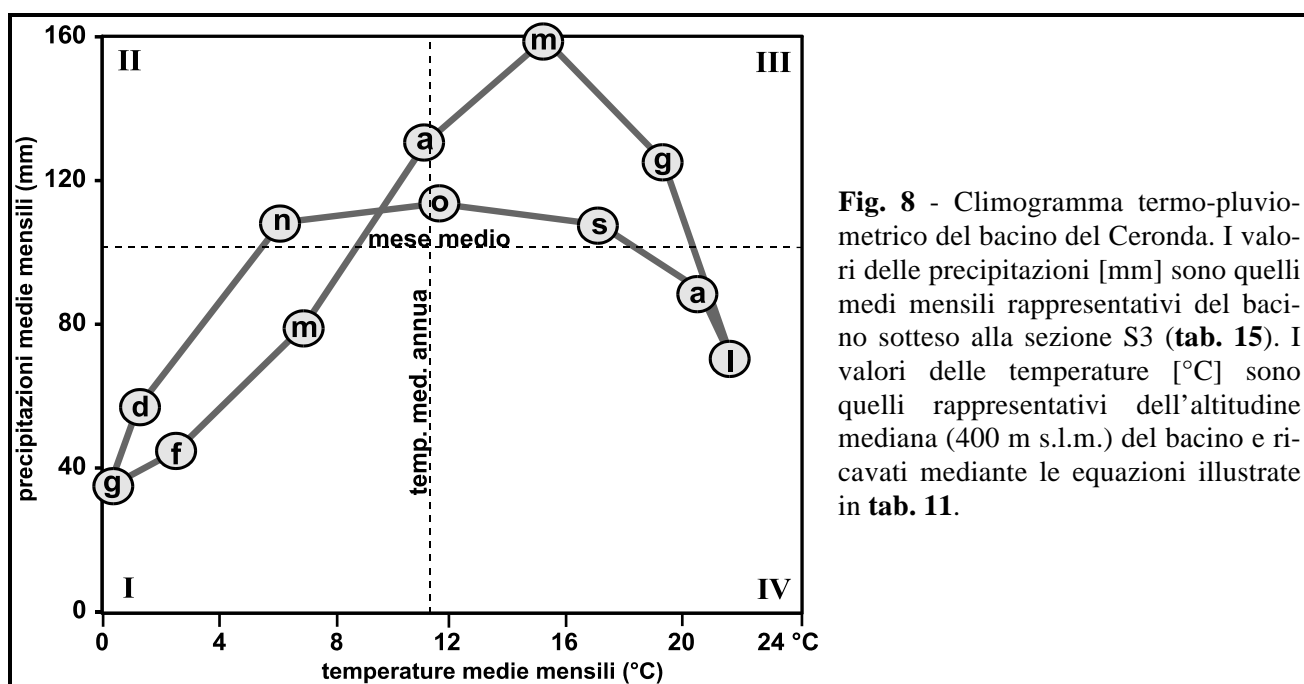


Fig. 8 - Climogramma termo-pluvio-metrico del bacino del Ceronda. I valori delle precipitazioni [mm] sono quelli medi mensili rappresentativi del bacino sotteso alla sezione S3 (**tab. 15**). I valori delle temperature [°C] sono quelli rappresentativi dell'altitudine mediana (400 m s.l.m.) del bacino e ricavati mediante le equazioni illustrate in **tab. 11**.

Il diagramma è suddiviso in quattro quadranti da due rette rappresentanti la temperatura media annua (verticale) e il mese medio (un dodicesimo della precipitazione media annua, orizzontale). Del primo quadrante fanno parte dicembre, gennaio e febbraio; marzo si differenzia dal trimestre invernale presentando temperature meno rigide e precipitazioni più abbondanti.

Con l'avanzare della primavera l'aria si fa più calda, più copiose sono le piogge così che il mese successivo, aprile, viene a collocarsi fra il secondo ed il terzo quadrante; esso è seguito da maggio, mese molto piovoso e con temperatura media piuttosto mite.

Giugno, ma soprattutto luglio e agosto (questi nel quarto quadrante) sono tipicamente estivi; essi, anche se le piogge non sono scarse come nell'inverno, si possono considerare, nei riflessi delle disponibilità idriche, come relativamente asciutti per le elevate temperature che determinano cospicui fenomeni evapotraspirativi; poco frequentemente si hanno gravi situazioni di deficit idrico per la sopravvivenza della vegetazione.

Settembre si caratterizza diversamente dall'estate in quanto, oltre all'aumento delle piogge, la temperatura riprende ad abbassarsi; si giunge così alla situazione di ottobre, tipicamente autunnale, con temperature miti come in aprile e con precipitazioni relativamente abbondanti. Novembre è il mese che precede, nel climogramma, la brusca caduta dal secondo quadrante alla parte più bassa del primo, cioè alla situazione nuovamente invernale.

Tali variazioni delle caratteristiche climatiche nel corso dei mesi trovano una spiegazione nelle situazioni che si vengono a determinare sulle nostre regioni in conseguenza della variabile distribuzione nell'anno delle grandi aree anticicloniche e depressionarie che interessano l'Europa e il Mediterraneo. GRIBAUDI (1966) afferma che il tempo caldo e relativamente asciutto del periodo estivo rientra nella situazione atmosferica del Mediterraneo propria di quei mesi, integrata dalla persistenza di aree anticicloniche nella Europa centrale. Le stagioni primaverile ed autunnale devono l'instabilità del tempo e l'abbondanza delle precipitazioni all'attiva circolazione delle masse d'aria umida che accompagnano le depressioni atlantiche. Nell'inverno il Piemonte è esposto alla fredda ed asciutta aria intermedia continentale tipica degli anticiclone delle gelide pianure russo - siberiane; ma al contempo è esposto alla fresca ed umida aria marittima proveniente dall'Atlantico.

4.2 - Bilancio idrico

Una sintesi del bilancio idrico può essere fornita con l'applicazione del metodo THORNTHWAITE (1946, 1954 e 1957) esteso ai bacini sottesi alle diverse sezioni di riferimento (S1 ÷ S5). Le **tabb. 10** e **419** riportano i valori medi mensili ed annui **dell'evapotraspirazione potenziale (EP)** per ciascuna delle località considerate, tratti dal *“Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del territorio Piemontese”* (REGIONE PIEMONTE, 1980). La **tab. 20** riporta i valori medi mensili dell'evapotraspirazione potenziale calcolati per le fasce altimetriche più significative in funzione delle temperature medie mensili rappresentative delle stesse ed ottenute mediante i gradienti termici riportati in **tab. 11**. A titolo di esempio si è voluto applicare il metodo Thornthwaite per la località di Venaria (**tab. 21**) assumendo (sulla base delle indicazioni di BIANCOTTI & FRANCESCHETTI, 1979a-b), come riserva idrica del suolo, un valore pari a 200 mm, ritenuto valido per i terreni relativamente profondi come quelli di pianura (REGIONE PIEMONTE, 1979). Come si vedrà più avanti si è ritenuto invece opportuno assegnare un valore inferiore (150 mm) per i suoli delle aree pedemontane e montane del bacino, caratterizzati da minori profondità ed igroscopicità.

Tab. 19 - Valori medi mensili dell'evapotraspirazione potenziale “EP [mm] delle località riportate in **tab. 10**.

Comune	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Viù	1	7	24	49	81	108	126	110	76	43	17	4
Traves	1	7	25	50	83	110	129	111	76	43	17	4
Lanzo	2	7	25	50	84	111	130	112	77	44	17	5
Germagnano	2	7	25	50	84	111	130	112	77	44	17	4
Cafasse	2	7	25	51	85	114	133	115	79	44	17	4
Villanova	2	7	25	51	87	116	136	119	81	45	17	5
Robassomero	1	6	26	52	88	118	138	120	82	45	17	4
Caselle	1	7	26	53	91	123	145	127	86	47	17	4
Borgaro	1	6	26	54	91	123	145	127	86	46	17	4
Rubiana	0	5	23	48	80	107	126	111	76	43	17	3
Caselette	0	5	25	50	84	114	134	118	80	45	17	3
Almese	0	5	23	48	81	109	129	113	78	44	17	3
Alpignano	0	5	25	51	86	116	136	120	82	45	17	3
Pianezza	1	5	26	52	87	118	139	122	83	45	17	3
Collegno	1	5	26	53	88	119	141	123	84	45	17	3
Torino	1	5	28	56	94	128	152	133	89	47	17	3
Val della Torre	0	5	25	50	83	111	131	115	78	44	17	4
Varisella	1	6	26	51	85	113	133	115	79	44	17	4
Vallo	2	7	24	50	84	112	131	114	78	44	17	5
Fiano	1	6	26	52	86	114	134	116	79	44	17	4
La Cassa	1	6	26	52	86	115	136	118	80	44	17	4
Givoletto	1	6	25	51	85	115	135	118	80	44	17	4
San Gillio	1	6	26	52	87	118	138	121	82	45	17	4
Druento	1	6	27	53	89	119	141	123	83	45	17	4
Venaria Reale	1	6	27	54	91	123	145	126	85	46	17	4

Tab. 20 - Valori medi mensili ed annui (mm) dell'evapotraspirazione potenziale rappresentativi delle fasce altimetriche (m s.l.m.) del bacino del Ceronda.

Fasce altim.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
< 400	0	7	28	57	122	124	140	122	87	49	17	2	755
400 ÷ 800	0	5	28	50	84	112	129	112	81	46	22	2	671
800 ÷ 1.200	0	2	40	47	80	101	113	104	72	34	17	0	610
> 1.200	0	0	15	40	72	93	109	94	66	40	14	0	543

Il deficit idrico risulta evidente, seppure entro valori inferiori a 20 mm nei mesi di luglio e agosto. La stazione di Venaria può essere ritenuta rappresentativa della porzione di pianura del bacino; anzi tali deficit sarebbero da ritenere leggermente inferiori per le altre località situate alle quote inferiori all'altitudine mediana del bacino stesso (400 mm). Il deficit idrico ($D = EP - AE$) potrebbe rappresentare il riferimento per la determinazione della quantità d'acqua necessaria per riportare le riserve idriche al colmo nella teorica condizione ideale per il massimo sviluppo della vegetazione. Esprimendo il deficit in decimetri (0,2 dm per i mesi luglio e agosto e quindi con una leggera e prudentiale sovrastima del deficit stesso indicato in **tab. 21**) e la superficie agraria in decimetri quadrati (un ettaro = $1 \text{ hm}^2 = 10^6 \text{ dm}^2$) risulta che, in quei due mesi e per ogni mese, le necessità irrigue sono pari a $(0,2 \text{ dm}) \cdot (10^6 \text{ dm}^2) = 200.000$ litri. Dividendo tale valore per il numero di secondi di un mese ($\sim 2.678.000 \text{ sec}$) si ottiene una portata media costante di 0,075 L/s per una superficie da irrigare pari ad un ettaro per il bimestre luglio - agosto ($0,075 \text{ L/s/hm}^2 = 7,5 \text{ L/s/km}^2$). Se le fasi di irrigazione per ettaro avvenissero ogni 10 giorni e ciascuna volta per 12 ore, il volume d'acqua totale medio mensile (200.000 litri) andrebbe ripartito in tre frazioni per un tempo (12 ore X 3.600 s/ora); ciò significherebbe una portata di $1,6 \text{ L/s/hm}^2$ (160 l/s/km^2).

Tab. 21 - *Bilancio Idrologico di Venaria secondo Thornthwaite*. Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni (**P**), dell'evapotraspirazione potenziale (**EP**) della perdita d'acqua cumulata (**A.WL**), della riserva idrica del suolo (**ST**), delle variazioni di quest'ultima (**C.ST**), dell'evapotraspirazione reale (**AE**), del deficit idrico (**D**), dell'eccedenza idrica (**S**), dello scorrimento superficiale (**RO**) e del coefficiente di deflusso (**C**). Indice di aridità $I_a = 100D/EP = 5$; indice di umidità $I_h = 100S/EP = 31$; indice di umidità globale $I_m = I_h - I_a = 26$; concentrazione estiva dell'efficienza termica $(EP_{\text{giu}} + EP_{\text{lug}} + EP_{\text{ago}})/EP = 0,54$. Classificazione clima: $B_2'B_1rs_2b_3'$ - secondo mesotermico, umido, con piccola deficienza idrica estiva e forte eccedenza idrica invernale.

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
P	mm	26	33	62	105	133	119	59	85	89	81	86	41	919
EP	mm	1	6	27	54	91	123	145	126	85	46	17	4	725
P - PE	mm	25	27	35	51	42	- 4	- 86	- 41	4	35	69	37	194
A.WL	mm						- 4	- 90	-131					
ST	mm	200	200	200	200	200	196	126	103	107	142	200	200	
C.ST	mm	0	0	0	0	0	- 4	- 70	- 23	4	35	58	0	
AE	mm	1	6	27	54	91	123	129	108	85	46	17	4	691
D	mm	0	0	0	0	0	0	- 16	- 18	0	0	0	0	- 34
S	mm	25	27	35	51	42	0	0	0	0	0	11	37	228
RO	mm	14	18	29	40	42	21	10	6	5	8	20	15	228
C(RO/P)		0,54	0,54	0,47	0,38	0,31	0,18	0,17	0,07	0,06	0,10	0,23	0,36	0,25

Il ragionamento sopra esposto è riferito ai valori medi mensili. In realtà la determinazione delle necessità irrigue deve essere basata sulle situazioni caratterizzate da scarse precipitazioni e da elevate temperature. La disponibilità d'acqua per l'agricoltura dipende non tanto dalle "situazioni medie", ma da quelle caratterizzate dalle maggiori esigenze. Pertanto si è ritenuto opportuno valutare il deficit riproponendo l'applicazione del metodo Thornthwaite con l'ipotesi di una situazione caratterizzata dal massimo livello di aridità che si può verificare nella porzione di pianura del bacino del Ceronda (**tab. 22**):

- lo studio delle "linee segnalatrici delle possibilità pluviometriche" di Torino (PEROSINO, 1987) ha evidenziato che, su oltre 50 anni di osservazione, i casi critici di minima precipitazione sono pari a $0 \div 10 \text{ mm}$ per due mesi consecutivi e pari a $12 \div 20 \text{ mm}$ per tre mesi consecutivi; si è pertanto ritenuto che la massima aridità possa essere rappresentata da assenza di precipitazioni per tre mesi nell'intervallo giugno - luglio - agosto (quello nel quale si manifestano deficit idrici; **tab. 21**);
- nello stesso studio si è verificato che la stagione nella quale si verificano più frequentemente periodi di $2 \div 3$ mesi consecutivi senza precipitazioni è quella invernale; pertanto l'ipotesi che

tali fenomeni si verifichino in estate porta ad una sovrastima delle necessità irrigue che si vogliono determinare;

- l'evapotraspirazione potenziale viene rideterminata sulla base dei valori termici medi mensili massimi del periodo di osservazione; occorre osservare, a questo proposito, che tali valori si sono manifestati in anni diversi; considerandoli invece come appartenenti alla stessa stagione estiva, si introduce un altro fattore di sovrastima; in particolare, dal confronto fra i valori di Venaria e di Torino, sono risultate le seguenti temperature: 22,9 °C nel giugno 1959, 26,0 °C nel luglio 1957 (nello stesso mese di quell'anno si verificò, a Torino, la massima assoluta di 42,6 °C in 42 anni di osservazione) e 23,7 °C nell'agosto 1957.

Il massimo deficit risulta quindi nel mese di agosto con 118 mm (1,18 dm). La riserva idrica risulta così ridotta che essa necessita di quasi sei mesi per essere ricostituita in condizioni climatiche normali. Nel mese di agosto può quindi verificarsi una situazione meteorologica (dopo due mesi di caldo intenso e di assenza di precipitazioni) per cui, su ogni ettaro (10^6 dm^2), al fine di garantire comunque le necessità idriche della vegetazione, occorre fornire acqua per un volume pari a $(1,18 \text{ dm}) \cdot (10^6 \text{ dm}^2) = 1.180.000 \text{ litri}$, che diviso per i secondi del mese ($\sim 2.678.000 \text{ sec}$), risulta $0,44 \text{ L/s/hm}^2 = 44 \text{ L/s/km}^2$. Il che significa, ipotizzando tre irrigazioni al mese di 12 ore ciascuna, $9,3 \text{ L/s/hm}^2$ (930 L/s/km^2).

Tab. 22 - Bilancio Idrologico di Venaria secondo Thornthwaite nella situazione di massima aridità. Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni (**P**), dell'evapotraspirazione potenziale (**EP**) della perdita d'acqua cumulata (**A.WL**), della riserva idrica del suolo (**ST**), delle variazioni di quest'ultima (**C.ST**), dell'evapotraspirazione reale (**AE**), del deficit idrico (**D**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
P	mm	26	33	62	105	133	0	0	0	89	81	86	41	656
EP	mm	1	6	27	54	91	135	165	140	85	46	17	4	771
P - PE	mm	25	27	35	51	42	-135	-165	-140	4	35	69	37	-115
A.WL	mm						-135	-300	-440					
ST	mm	192	200	200	200	200	95	44	22	26	61	130	167	
C.ST	mm	25	8	0	0	0	-115	- 51	- 22	4	35	69	37	
AE	mm	1	6	27	54	91	115	51	22	85	46	17	4	519
D	mm	0	0	0	0	0	20	114	118	0	0	0	0	-252

Il **surplus idrico (S)** è la differenza tra le precipitazioni (**P**) e l'evapotraspirazione reale (**AE**) nelle situazioni in cui la riserva è al colmo; quindi rappresenta la quantità d'acqua in eccedenza e destinata al ruscellamento (**RO**). Essa è stata ripartita nei diversi mesi definendo in questo modo le modalità con le quali viene alimentata la rete idrica superficiale. L'andamento dei valori riportati in **tab. 21** (che rappresentano le modalità con le quali il basso bacino del Ceronda, nei dintorni di Venaria, contribuisce ai deflussi) è tipico, come vedremo più avanti, di un regime idrologico pluviale.

Ben più complessa risulta la valutazione del bilancio idrico su scala di bacino. Le precipitazioni areali medie mensili ed annue sono rappresentate dai valori determinati, per ciascun bacino sotteso alle sezioni S1 ÷ S5, mediante il metodo dei poligoni di Thiessen (**tab. 15**). L'evapotraspirazione potenziale (valori medi su scala mensile ed annua) è stata ricavata come medie ponderate dei valori rappresentativi delle altitudini più significative (**tab. 20**) in funzione delle distribuzioni delle fasce altimetriche relative agli stessi bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 (**tabb. 1 ÷ 5**). I dati così ottenuti sono rappresentati nelle **tabb. 23 ÷ 27**; esse costituiscono la sintesi dell'applicazione del metodo THORNTWHAITE su scala di bacino anziché su stazione puntuale.

I bacini sottesi alle sezioni considerate presentano coefficienti di deflusso medio annuo compresi fra i valori minimo di 0,40 (S3; intero bacino del Ceronda) e massimo di 0,52 (S4; alto Casternone). I bacini idrologici italiani sono stati classificati in relazione al coefficiente di deflusso medio annuo da PALLUCCHINI (1934). I valori riscontrati nell'area in studio sono caratteristici dei corsi d'acqua che, in Piemonte, sono alimentati da bacini interamente impostati in collina e/o in pianura.

Tab. 23 - Bilancio Idrologico del bacino sotteso a S1 secondo Thornthwaite. Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni (**P**), dell'evapotraspirazione potenziale (**EP**), della perdita d'acqua cumulata (**A.WL**), della riserva idrica del suolo (**ST**), delle variazioni di quest'ultima (**C.ST**), dell'evapotraspirazione reale (**AE**), del deficit idrico (**D**), dell'eccedenza idrica (**S**), dello scorrimento superficiale (**RO**) e del coefficiente di deflusso (**C**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
P	mm	36	51	85	136	162	124	74	91	111	129	114	60	1173
EP	mm	0	3	30	48	82	106	121	107	76	41	19	1	634
P - PE	mm	36	48	55	88	80	18	-47	-16	35	88	95	59	539
A.WL	mm							-47	-63					
ST	mm	150	150	150	150	150	150	106	102	137	150	150	150	
C.ST	mm	0	0	0	0	0	0	-44	-4	35	13	0	0	
AE	mm	0	3	30	48	82	106	118	95	76	41	19	1	619
D	mm	0	0	0	0	0	0	-3	-12	0	0	0	0	-15
S	mm	36	48	55	88	80	18	0	0	0	75	95	59	554
RO	mm	47	49	52	70	77	50	24	11	16	40	65	53	554
C(RO/P)		1,31	0,96	0,61	0,51	0,48	0,40	0,32	0,12	0,14	0,31	0,57	0,88	0,47

Tab. 24 - Bilancio Idrologico del bacino sotteso a S2 secondo Thornthwaite. Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni (**P**), dell'evapotraspirazione potenziale (**EP**) della perdita d'acqua cumulata (**A.WL**), della riserva idrica del suolo (**ST**), delle variazioni di quest'ultima (**C.ST**), dell'evapotraspirazione reale (**AE**), del deficit idrico (**D**), dell'eccedenza idrica (**S**), dello scorrimento superficiale (**RO**) e del coefficiente di deflusso (**C**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
P	mm	35	43	81	132	159	124	72	91	108	120	110	57	1132
EP	mm	0	5	29	51	97	113	129	113	81	44	19	1	682
P - PE	mm	35	38	52	81	62	11	-57	-22	27	76	91	56	450
A.WL	mm	0	0	0	0	0	0	-57	-79	0	0	0	0	
ST	mm	170	170	170	170	170	170	126	111	138	170	170	170	
C.ST	mm	0	0	0	0	0	0	-44	-15	27	32	0	0	
AE	mm	0	5	29	51	97	113	116	106	81	44	19	1	662
D	mm	0	0	0	0	0	0	-13	-7	0	0	0	0	-20
S	mm	35	38	52	81	62	11	0	0	0	44	91	56	470
RO	mm	40	42	50	64	65	38	19	9	12	24	59	48	470
C(RO/P)		1,14	0,98	0,62	0,48	0,40	0,30	0,26	0,10	0,11	0,20	0,53	0,84	0,42

Tab. 25 - Bilancio Idrologico del bacino sotteso a S3 secondo Thornthwaite. Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni (**P**), dell'evapotraspirazione potenziale (**EP**) della perdita d'acqua cumulata (**A.WL**), della riserva idrica del suolo (**ST**), delle variazioni di quest'ultima (**C.ST**), dell'evapotraspirazione reale (**AE**), del deficit idrico (**D**), dell'eccedenza idrica (**S**), dello scorrimento superficiale (**RO**) e del coefficiente di deflusso (**C**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	Dic	anno
P	mm	35	45	80	131	160	126	70	90	108	114	109	57	1125
EP	mm	0	5	29	53	102	116	131	115	82	45	18	2	698
P - PE	mm	35	40	51	78	58	10	-61	-25	26	69	91	55	427
A.WL	mm	0	0	0	0	0	0	-61	-86	0	0	0	0	
ST	mm	175	175	175	175	175	175	125	106	132	175	175	175	
C.ST	mm	0	0	0	0	0	0	-50	-19	26	43	0	0	
AE	mm	0	5	29	53	102	116	120	109	82	45	18	2	681
D	mm	0	0	0	0	0	0	-11	-6	0	0	0	0	-17
S	mm	35	40	51	78	58	10	0	0	0	26	91	55	444
RO	mm	40	44	47	62	60	35	18	8	10	19	53	48	444
C(RO/P)		1,14	0,98	0,59	0,47	0,38	0,28	0,26	0,09	0,09	0,17	0,49	0,84	0,40

Tab. 26 - Bilancio Idrologico del bacino sotteso a S4 secondo Thornthwaite. Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni (**P**), dell'evapotraspirazione potenziale (**EP**) della perdita d'acqua cumulata (**A.WL**), della riserva idrica del suolo (**ST**), delle variazioni di quest'ultima (**C.ST**), dell'evapotraspirazione reale (**AE**), del deficit idrico (**D**), dell'eccedenza idrica (**S**), dello scorrimento superficiale (**RO**) e del coefficiente di deflusso (**C**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
P	mm	43	54	94	154	185	136	77	95	126	133	127	70	1294
EP	mm	0	3	31	48	82	106	121	107	76	41	19	1	635
P - PE	mm	43	51	63	106	103	30	-44	-12	50	92	108	69	659
A.WL	mm	0	0	0	0	0	0	-44	-56	0	0	0	0	
ST	mm	150	150	150	150	150	150	111	102	150	150	150	150	
C.ST	mm	0	0	0	0	0	0	-39	-9	48	0	0	0	
AE	mm	0	3	31	48	82	106	116	104	76	41	19	1	627
D	mm	0	0	0	0	0	0	-5	-3	0	0	0	0	-8
S	mm	43	51	63	106	103	30	0	0	2	92	108	69	667
RO	mm	54	55	59	83	94	61	31	15	14	51	80	70	667
C(RO/P)		1,26	1,02	0,63	0,54	0,50	0,45	0,40	0,16	0,11	0,38	0,62	1,00	0,52
C.ST	mm	0	0	0	0	0	0	-47	-13	38	22	0	0	

Tab. 27 - Bilancio Idrologico del bacino sotteso a S5 secondo Thornthwaite. Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni (**P**), dell'evapotraspirazione potenziale (**EP**) della perdita d'acqua cumulata (**A.WL**), della riserva idrica del suolo (**ST**), delle variazioni di quest'ultima (**C.ST**), dell'evapotraspirazione reale (**AE**), del deficit idrico (**D**), dell'eccedenza idrica (**S**), dello scorrimento superficiale (**RO**) e del coefficiente di deflusso (**C**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
P	mm	40	50	87	144	175	132	73	92	118	123	118	65	1217
EP	mm	0	5	30	51	94	112	127	112	80	44	19	1	675
P - PE	mm	40	45	57	93	81	20	-54	-20	38	79	99	64	542
A.WL	mm	0	0	0	0	0	0	-54	-74	0	0	0	0	
ST	mm	165	165	165	165	165	165	118	105	143	165	165	165	
AE	mm	0	5	30	51	94	112	120	105	80	44	19	1	661
D	mm	0	0	0	0	0	0	-7	-7	0	0	0	0	-14
S	mm	40	45	57	93	81	20	0	0	0	57	99	64	556
RO	mm	47	49	53	73	77	48	25	12	13	34	65	60	556
C(RO/P)		1,18	0,98	0,61	0,51	0,44	0,36	0,34	0,13	0,11	0,28	0,55	0,92	0,46

Come ultima elaborazione si è verificata l'esistenza di una correlazione lineare fra i valori del coefficiente di deflusso medio annuo (**C**) e le altitudini mediane (**H_{med}**; m s.l.m.) dei bacini sottesi alle sezioni di riferimento; si è ottenuto un coefficiente di correlazione lineare semplice pari a 0,902 con sole cinque coppie di dati, il che giustifica la seguente relazione:

$$C = 0,000248 \cdot H_{med} + 0,3062$$

Conoscendo la precipitazione media annua (o afflusso meteorico) di un qualunque areale sotteso ad una determinata sezione in un punto qualunque di un'asta fluviale del reticolo idrografico del Ceronda (cfr. **fig. 7**) e l'altitudine mediana del bacino sotteso, è possibile il calcolo dei valori medi annui dei principali termini del bilancio idrologico: afflussi, perdite apparenti e deflusso.

4.3 - Elementi idrologici

Nel bacino del Ceronda non ha funzionato alcuna stazione idrometrica; pertanto non sono disponibili dati relativi alle portate idriche. Tuttavia, ai fini della gestione delle risorse idriche, della tutela

dell'insieme degli ecosistemi acquatici presenti sul reticolo idrografico e della valutazione dei rischi in seguito agli eventi di piena, è importante tentare comunque una valutazione delle caratteristiche idrologiche dei bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 considerate, seppure ricorrendo a metodologie di stima e quindi caratterizzate da una notevole approssimazione dei valori che da esse si possono ottenere.

La valutazione del bilancio idrologico effettuata con il metodo THORNTHWAITTE può essere utile per definire il regime idrologico medio delle varie porzioni del bacino in oggetto. Si sono considerate le righe “P”, “RO” e “C” delle **tabb. 23 ÷ 27** riportando i valori nelle **tabb. 28 ÷ 32** rispettivamente come medie mensili ed annue degli afflussi meteorici (**A**), dei deflussi (**D**) e dei coefficienti di deflusso (**D/A**). Quindi sono state calcolate le perdite apparenti (differenza tra afflussi e deflussi; **A - D**), le portate (**Q**; l/s) ed i contributi (**Q_s**; l/s/km²).

Tab. 28 - Idrologia del bacino sotteso a S1 secondo Thornthwaite (tab. 4.18). Valori medi mensili ed annui degli afflussi meteorici (**A**), dei deflussi (**D**), dei coefficienti di deflusso (**D/A**), delle perdite apparenti (**A - D**), delle portate espresse in valori assoluti (**Q**) e come contributi (**Q_s**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
A	mm	36	51	85	136	162	124	74	91	111	129	114	60	1173
D	mm	47	49	52	70	77	50	24	11	16	40	65	53	554
D/A		1,31	0,96	0,61	0,51	0,48	0,40	0,32	0,12	0,14	0,31	0,57	0,88	0,47
A-D	mm	-11	2	33	66	85	74	50	80	95	89	49	7	619
Q	L/s	516	538	571	769	845	549	264	121	176	439	714	582	507
Q_s	L/s/km ²	17,8	18,6	19,7	26,5	29,2	19,0	9,1	4,2	6,1	15,2	24,6	20,1	17,5

Tab. 29 - Idrologia del bacino sotteso a S2 secondo Thornthwaite (tab. 4.18). Valori medi mensili ed annui degli afflussi meteorici (**A**), dei deflussi (**D**), dei coefficienti di deflusso (**D/A**), delle perdite apparenti (**A - D**), delle portate espresse in valori assoluti (**Q**) e come contributi (**Q_s**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
A	mm	35	43	81	132	159	124	72	91	108	120	110	57	1132
D	mm	40	42	50	64	65	38	19	9	12	24	59	48	470
D/A		1,14	0,98	0,62	0,48	0,40	0,30	0,26	0,10	0,11	0,20	0,53	0,84	0,42
A-D	mm	-5	1	31	68	94	86	53	82	96	96	51	9	662
Q	L/s	911	956	1139	1457	1480	865	433	205	273	546	1343	1093	892
Q_s	L/s/km ²	15,2	15,9	19,0	24,3	24,7	14,4	7,2	3,4	4,6	9,1	22,4	18,2	14,9

Tab. 30 - Idrologia del bacino sotteso a S3 secondo Thornthwaite (tab. 4.18). Valori medi mensili ed annui degli afflussi meteorici (**A**), dei deflussi (**D**), dei coefficienti di deflusso (**D/A**), delle perdite apparenti (**A - D**), delle portate espresse in valori assoluti (**Q**) e come contributi (**Q_s**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
A	mm	35	45	80	131	160	126	70	90	108	114	109	57	1125
D	mm	40	44	47	62	60	35	18	8	10	19	53	48	444
D/A		1,14	0,98	0,59	0,47	0,38	0,28	0,26	0,09	0,09	0,17	0,49	0,84	0,40
A-D	mm	-5	1	33	69	100	91	52	82	98	95	56	9	681
Q	L/s	2549	2804	2995	3951	3824	2231	1147	510	637	1210	3378	3059	2367
Q_s	L/s/km ²	15,2	16,7	17,8	23,5	22,8	13,3	6,8	3,0	3,8	7,2	21,1	18,2	14,1

Gli andamenti dei regimi degli afflussi e dei deflussi è molto simile nei bacini sottesi alle sezioni considerate S1 ÷ S5. Gli afflussi seguono l'andamento del regime pluviometrico sublitoraneo occidentale precedentemente definito. I regimi dei deflussi seguono un andamento quasi parallelo a quello delle precipitazioni; a questo proposito, a titolo esemplificativo, è stato rappresentato, in forma grafica (**fig. 9**), quello relativo all'intero bacino del Ceronda.

Tab. 31 - Idrologia del bacino sotteso a S4 secondo Thornthwaite (tab. 4.18). Valori medi mensili ed annui degli afflussi meteorici (**A**), dei deflussi (**D**), dei coefficienti di deflusso (**D/A**), delle perdite apparenti (**A - D**), delle portate espresse in valori assoluti (**Q**) e come contributi (**Q_s**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
A	mm	43	54	94	154	185	136	77	95	126	133	127	70	1294
D	mm	54	55	59	83	94	61	31	15	14	51	80	70	667
D/A		1,26	1,02	0,63	0,54	0,50	0,45	0,40	0,16	0,11	0,38	0,62	1,00	0,52
A-D	mm	-11	-1	35	71	91	75	46	80	112	82	47	0	631
Q	L/s	593	604	648	912	1033	670	341	165	154	560	879	769	611
Q_s	L/s/km ²	20,5	20,8	22,3	31,4	35,6	23,1	11,7	5,7	5,3	19,3	30,3	26,5	21,1

Tab. 32 - Idrologia del bacino sotteso a S5 secondo Thornthwaite (tab. 4.18). Valori medi mensili ed annui degli afflussi meteorici (**A**), dei deflussi (**D**), dei coefficienti di deflusso (**D/A**), delle perdite apparenti (**A - D**), delle portate espresse in valori assoluti (**Q**) e come contributi (**Q_s**).

		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
A	mm	40	50	87	144	175	132	73	92	118	123	118	65	1217
D	mm	47	49	53	73	77	48	25	12	13	34	65	60	556
D/A		1,18	0,98	0,61	0,51	0,44	0,36	0,34	0,13	0,11	0,28	0,55	0,92	0,46
A-D	mm	-7	1	34	71	98	84	48	80	105	89	53	5	661
Q	l/s	994	1036	1120	1543	1638	1015	529	254	275	719	1374	1268	983
Q_s	l/s/km ²	17,8	18,5	20,0	27,6	29,3	18,1	9,4	4,5	4,9	12,8	24,5	22,7	17,6

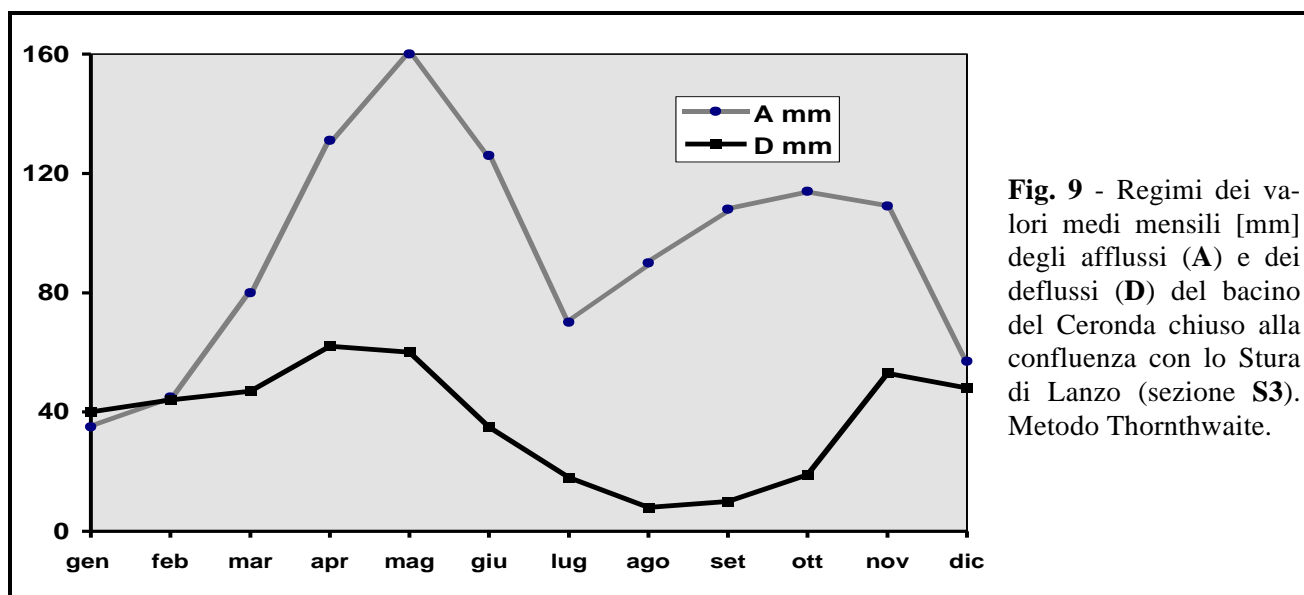


Fig. 9 - Regimi dei valori medi mensili [mm] degli afflussi (A**) e dei deflussi (**D**) del bacino del Ceronda chiuso alla confluenza con lo Stura di Lanzo (sezione S3). Metodo Thornthwaite.**

Gli afflussi e i deflussi sono vicini nel trimestre invernale per l'esiguità dei fenomeni evapotraspirativi (coefficienti di deflusso prossimi ad uno). In marzo l'aumento delle temperature determina un incremento dell'evaporazione dal suolo, ma oltre la metà delle piogge contribuisce allo scorrimento superficiale. Da aprile la ripresa vegetativa contribuisce al passaggio di acqua all'atmosfera, ma l'abbondanza delle piogge consente un elevato scorrimento superficiale e le maggiori portate dell'anno. Questa situazione si protrae nel mese di maggio. In giugno si ha una brusca diminuzione del coefficiente di deflusso e con l'estate, con il massimo del regime termico, le portate raggiungono il minimo annuale, appena 510 L/s in agosto a Venaria. In autunno le piogge aumentano, diminuiscono le temperature e l'attività vegetativa, ma gran parte dell'acqua, invece che alimentare lo scorrimento superficiale, è destinata a rimpinguare la riserva idrica del suolo, tanto che solo nel mese di novembre il coefficiente di deflusso supera nuovamente il valore 0,5.

Sulla base dei criteri adottati nell'ambito del progetto della "Banca Dati delle Zone Umide" della Regione Piemonte (DE BIAGGI *et al.*, 1987; C.R.E.S.T., 1988a), è stata proposta una classificazione e

codificazione degli ambienti acquatici, successivamente adottata per la “*Carta Ittica Relativa al Territorio Piemontese*” (REGIONE PIEMONTE, 1991), il Ceronda ed il Casternone, dalle origini alle foci, possono essere definiti “*zone umide naturali ad acque correnti permanenti a regime pluviale di tipo sub - litoraneo occidentale (103311)*”. La caratterizzazione idrologica media è stata effettuata anche con un altro metodo che fa riferimento a formule ritenute valide per la regione piemontese (REGIONE PIEMONTE, 1989). Esse utilizzano i dati relativi all’altitudine mediana, alla superficie dei bacini (**tabb. 1 ÷ 2.5**) ed all’afflusso meteorico medio annuo (**tab. 15**); si sono così ottenuti valori relativi alle portate medie mensili ed annue relativi ai bacini S1 ÷ S5 (**tab. 33**).

Tab. 33 - Portate medie mensili ed annue ricavate per le diverse sezioni S1 ÷ S5 (REGIONE PIEMONTE, 1989). Portata specifica media annua (Q ; L/s/km ²); portate specifiche medie mensili (q_{me} ; l/s/km ²); afflussi meteorici medi annui (A ; mm); altitudini mediane dei bacini sottesi alle sezioni (H ; m s.l.m.) Sono indicati anche i valori assoluti [L/s] e i deflussi [mm].						
equazioni per il calcolo delle portate	L/s/km ²	S1	S2	S3	S4	S5
	L/s					
	mm					
$q_{gen} = 14,16232 - 0,00683 \cdot H + 0,36918 \cdot Q$	17,0	17,6	17,8	18,6	18,4	
	490	1.056	2.996	540	1.025	
	45	46	48	49	48	
$q_{feb} = 16,49263 - 0,00824 \cdot H + 0,37478 \cdot Q$	18,3	19,4	19,7	20,0	20,0	
	531	1.162	3.309	580	1.118	
	48	51	53	53	53	
$q_{mar} = 22,74646 - 0,01111 \cdot H + 0,46902 \cdot Q$	24,4	25,9	26,4	26,5	26,7	
	708	1.557	4.442	769	1.492	
	64	69	71	70	70	
$q_{apr} = 13,85406 - 0,01101 \cdot H + 1,15662 \cdot Q$	30,8	29,6	29,5	35,8	32,9	
	890	1.777	4.954	1.038	1.835	
	81	78	79	94	86	
$q_{mag} = -9,8367 + 0,00797 \cdot H + 1,63288 \cdot Q$	32,3	23,7	21,6	39,2	30,2	
	934	1.423	3.632	1.138	1.686	
	85	63	58	104	79	
$q_{giu} = -34,9228 + 0,02826 \cdot H + 1,62190 \cdot Q$	22,7	8,2	4,4	29,5	16,3	
	680	490	747	855	907	
	62	22	12	78	43	
$q_{lug} = -24,4942 + 0,02066 \cdot H + 1,04446 \cdot Q$	14,5	4,4	1,8	18,9	9,8	
	420	266	309	548	549	
	38	12	5	50	26	
$q_{ago} = -16,0687 + 0,00955 \cdot H + 0,95881 \cdot Q$	12,4	6,0	1,4	16,5	10,2	
	360	359	243	479	568	
	33	16	4	44	27	
$q_{set} = -13,0179 + 0,00232 \cdot H + 1,21272 \cdot Q$	15,5	10,2	8,9	20,7	14,7	
	448	610	1.497	599	821	
	41	27	24	55	39	
$q_{ott} = -4,54832 - 0,00479 \cdot H + 1,33784 \cdot Q$	21,2	17,5	16,7	26,9	21,9	
	613	1.050	2.896	782	1.223	
	56	46	46	71	57	
$q_{nov} = 16,50714 - 0,01604 \cdot H + 1,25843 \cdot Q$	31,7	31,7	31,9	37,3	35,0	
	919	1.903	5.358	1.080	1.950	
	84	84	86	98	92	
$q_{dic} = 18,06197 - 0,01030 \cdot H + 0,56036 \cdot Q$	22,4	23,3	23,6	24,9	24,5	
	648	1.399	3.975	721	1.369	
	59	62	64	66	64	
$Q = - 24,5694 + 0,0086 \cdot H + 0,03416 \cdot A$	21,9	18,1	17,0	26,2	21,7	
	637	1.088	2.863	761	1.212	
	696	576	550	832	684	

La **fig. 10** mette in confronto le portate medie mensili ottenute con il metodo Thornthwaite con quelle ottenute con le formule di regionalizzazione relativamente all'intero bacino del Ceronda (S3) considerato come esempio. Su scala annua risulta che il valore ($17,0 \text{ L/s/km}^2$) ottenuto con il secondo metodo è superiore a quello ($14,1 \text{ L/s/km}^2$) ottenuto per mezzo della valutazione del bilancio idrico su bacino.

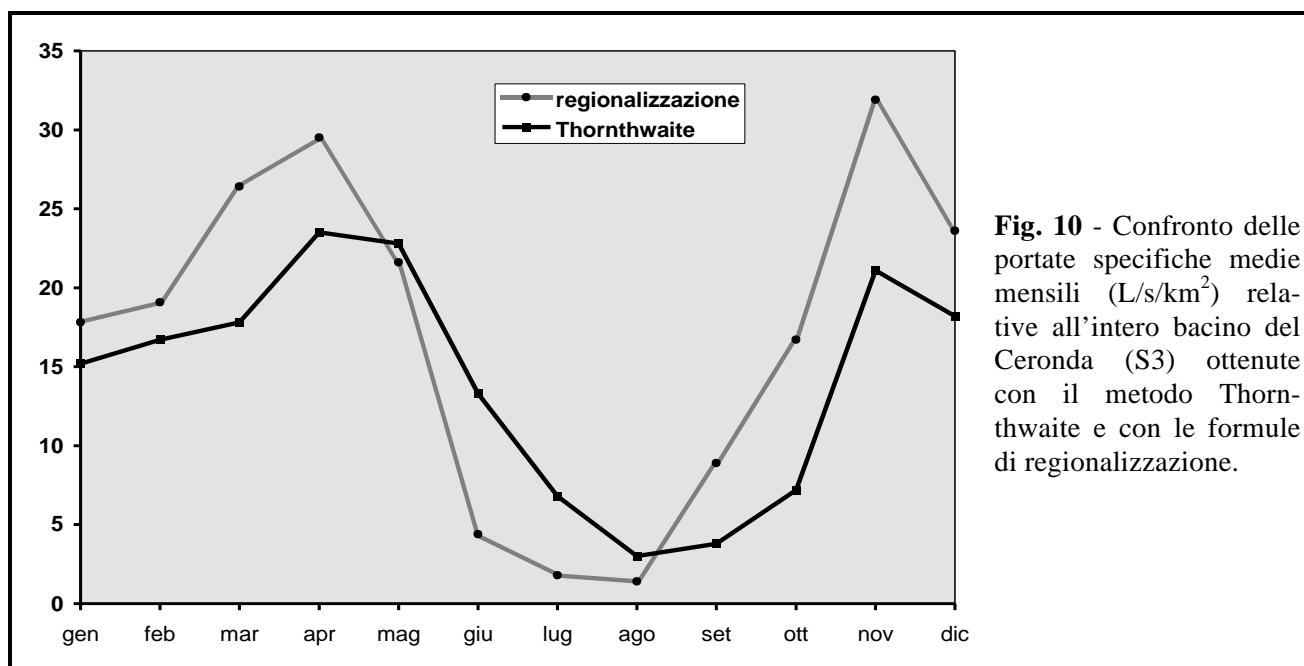


Fig. 10 - Confronto delle portate specifiche medie mensili (L/s/km^2) relative all'intero bacino del Ceronda (S3) ottenute con il metodo Thornthwaite e con le formule di regionalizzazione.

Gli andamenti dei valori mensili sono simili; tuttavia si esprimono dubbi circa i valori estivi (soprattutto luglio e agosto) ottenuti con le formule di regionalizzazione (appena $1,4 \text{ L/s/km}^2$ in agosto, pari ad una portata di poco superiore a 350 L/s). Su scala annua bisogna inoltre rilevare che il metodo di regionalizzazione è stato ottenuto dall'elaborazione dell'insieme dei dati disponibili delle stazioni idrometriche che hanno operato, per la maggior parte, su bacini di montagna, caratterizzati, in genere, da maggiori disponibilità idriche rispetto a quelle dei bacini collinari o pedemontani (come quello del Ceronda). Ciò potrebbe portare ad una sovrastima su scala annua e contemporaneamente ad una sottostima per i mesi estivi. D'altra parte nei bacini montani piemontesi il minimo medio idrologico si manifesta nell'inverno anziché in estate.

Un altro confronto è stato effettuato tra i valori dei coefficienti di deflusso medio mensile ottenuti con i due metodi, considerando sempre l'intero bacino del Ceronda (S3) preso come esempio (**tab. 34** e **fig. 10**). Anche in questo caso gli andamenti sono simili, con valori ottenuti tramite le formule di regionalizzazione superiori a quelli ottenuti dalla valutazione del bilancio idrologico, ad eccezione del periodo estivo, ma con i primi troppo bassi (valori prossimi a zero).

	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Thor.	1,14	0,98	0,59	0,47	0,38	0,28	0,26	0,09	0,09	0,17	0,49	0,84	0,40
Reg.	1,34	1,33	0,89	0,60	0,36	0,10	0,07	0,04	0,22	0,40	0,79	1,12	0,49

Tab. 34 - Confronto fra i valori medi mensili dei coefficienti di deflusso ottenuti dalle elaborazioni relative al metodo Thornthwaite ed al metodo delle formule di regionalizzazione.

4.4 - Fenomeni di piena

Le piene sono manifestazioni idrologiche provocate da precipitazioni di forte intensità, della durata di alcuni giorni e che interessano grandi bacini. Nel caso di piccoli bacini (come quello del Ceronda), sono il risultato di nubifragi, della durata di poche ore, con elevate intensità di pioggia. L'entità delle

piene non dipende solo dall'intensità degli afflussi, ma anche dalla morfometria dei bacini; per esempio in un areale di forma "compatta" e con ripidi versanti, i tempi di corrivazione sono più brevi e quindi, a parità di precipitazioni, più elevate risultano le portate di piena.

Si è già avuto occasione di segnalare la mancanza di rilevazioni idrometriche nel bacino in esame; se ciò comporta delle difficoltà nella determinazione del regime idrologico medio, ancora più difficile risulta l'analisi dei fenomeni idrometrici eccezionali. Fra le diverse metodologie di determinazione dei valori di piena si è ritenuto opportuno utilizzare il metodo razionale in considerazione della disponibilità dei modelli di descrizione delle precipitazioni brevi ed intense esaminati precedentemente. Le portate di piena sono state stimate mediante la formula del GIANDOTTI, molto utilizzata in idrologia:

$$Q = \frac{K \cdot S \cdot P \cdot \sqrt{S}}{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}$$

dove: Q è la portata di massima piena [m³/s];

K è un coefficiente pari a 116 per bacini di area inferiore a 500 km²;

S è l'area del bacino [km²];

P è l'altezza degli afflussi [m] di durata pari al tempo di corrivazione [ore];

L è la lunghezza del corso d'acqua dalle origini alla sezione di chiusura [km].

Utilizzando i dati morfometrici relativi ai bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 (**tabb. 1 ÷ 5**) ed i valori delle precipitazioni brevi ed intense di durata pari al tempo di corrivazione desunte dalle formule con i parametri riportati in **tab. 18**, si sono ottenuti i dati illustrati nelle **tabb. 35 e 36**. Le portate di piena ottenute per i diversi tempi di ritorno e per i diversi bacini (S1 ÷ S5) sono state raffigurate in un diagramma bilogaritmico (**fig. 11**). Si osserva che sembra esistere una correlazione fra le variabili "Q" (portata di piena) e "Tr" (tempo di ritorno). Il calcolo dei coefficienti di correlazione giustificano la seguente relazione:

$$\text{Log } Q = \text{Log } a + b \cdot \log \text{Tr}$$

Tab. 35 - Massime precipitazioni (P) stimate per diversi tempi di ritorno (Tr = 10 ÷ 90 anni) per i bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5 per intervalli di tempo pari a quelli di corrivazione (Tc).

Sezione	Tc [ore]	massime precipitazioni "P" [m] per diversi "Tr"					
		10	20	30	45	60	90
S1	2,0	0,071	0,080	0,085	0,091	0,095	0,101
S2	4,9	0,086	0,099	0,105	0,113	0,117	0,125
S3	8,7	0,098	0,113	0,122	0,129	0,135	0,142
S4	2,1	0,073	0,083	0,089	0,096	0,099	0,106
S5	4,0	0,083	0,095	0,102	0,109	0,113	0,121

Tab. 36 - Massime portate di piena (Q) stimate per diversi tempi di ritorno (Tr = 10 ÷ 90 anni) e per i bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5, mediante la formula del GIANDOTTI. Superfici dei bacini (S) e lunghezza dei corsi d'acqua (L) dalle sorgenti alle sezioni di chiusura.

Sezione	S [km ²]	L [km]	portate di piena "Q" [m ³ /s] per diversi "Tr" [anni]					
			10	20	30	45	60	90
S1	28,95	8,01	37	42	44	47	50	53
S2	60,01	16,46	83	96	102	109	113	121
S3	168,16	23,45	285	328	355	375	392	413
S4	29,00	8,75	38	43	47	50	52	55
S5	55,77	16,43	74	84	90	97	100	107

Analogamente a quanto effettuato precedentemente con le massime precipitazioni orarie, applicando le proprietà notevoli dei logaritmi, si ottiene:

$$\text{Log } Q = \text{Log } a + \text{Log } \text{Tr}^b$$

$$\text{Log } Q = \text{Log } a \cdot \text{Tr}^b$$

$$Q = a \text{Tr}^b$$

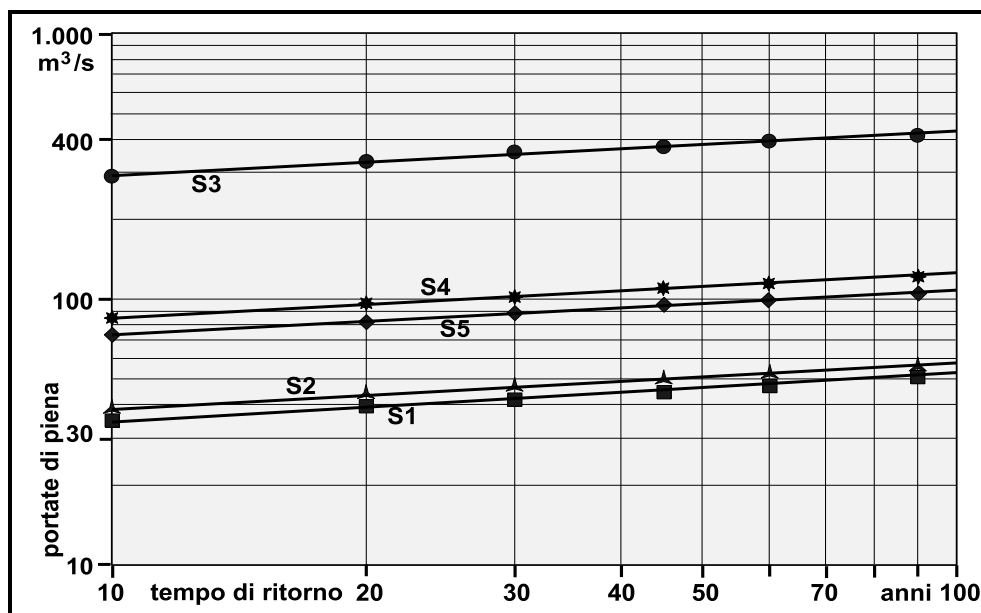


Fig. 11 - Correlazione fra le portate di massima piena [m^3/s] stimate con la formula del GIAN-DOTTI in funzione del tempo di ritorno (anni) per le sezioni S1 ÷ S5.

Applicando i normali metodi di elaborazione statistica si sono quindi ottenuti, per i diversi bacini (S1 ÷ S5) i valori dei coefficienti “a” e “b” che, se sostituiti, permettono di stimare le piene per qualunque tempo di ritorno. A titolo di esempio si sono calcolati i valori di piena per $\text{Tr} = 100, 200$ e 500 anni (**tab. 37**). FORNERIS e PEROSINO (1994) hanno stimato, con un metodo simile a quello utilizzato per il presente studio, la portata di piena del Ceronda relativa all’evento del 5 novembre 1994; essa è risultata pari a $380 \text{ m}^3/\text{s}$. Mediate la formula relativa ad S3 (in **tab. 37**) risulta un tempo di ritorno di circa 50 anni. Occorre rilevare infine che eventi di elevata intensità (per esempio $300 \text{ m}^3/\text{s}$) sono caratterizzati da un tempo di ritorno relativamente breve, pari a 15 anni.

Tab. 37 - Massime portate (per tempi di ritorno di 100, 200 e 500 anni) relative alle sezioni S1 ÷ S5 stimate con equazioni ottenute dagli andamenti illustrati in **fig. 11**.

Sezioni	Equazioni	Massime portate [m^3/s]		
		Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}
S1	$Q = 26 \cdot \text{Tr}^{0,160}$	54	60	69
S2	$Q = 57 \cdot \text{Tr}^{0,170}$	124	140	164
S3	$Q = 190 \cdot \text{Tr}^{0,176}$	428	484	569
S4	$Q = 25 \cdot \text{Tr}^{0,183}$	58	66	78
S5	$Q = 50 \cdot \text{Tr}^{0,170}$	110	124	144

I fenomeni di piena non sono esclusivamente quelli associati ad esondazioni o ad intense manifestazioni erosive. La piena può essere definita come una situazione idrologica con portate notevolmente superiori a quelle medie, con consistenti innalzamenti del livello dell’acqua in alveo, della velocità del flusso idrico e della torbidità (carico solido). Per il bacino del Ceronda chiuso alla confluenza con lo Stura, per esempio, piene dell’ordine di $200 \text{ m}^3/\text{s}$ sono da considerarsi normali.

Nel caso di piene eccezionali, a causa della violenza delle acque, oltre ai danni provocati alle attività umane ed alle trasformazioni morfologiche del fondo e delle sponde fluviali per erosione, si possono avere conseguenze negative nei confronti delle biocenosi; si determinano cioè condizioni fisiche talora difficili anche per organismi adattati a più o meno intensi flussi idrici (sono relativamente frequenti casi di corsi d’acqua montani resi quasi “deserti” in seguito a piene rovinose).

D'altra parte le piene costituiscono un elemento essenziale degli ambienti con acque correnti; se non si manifestassero gli alvei dei fiumi si trasformerebbero in canali ingombri di vegetazione acquatica, si accumulerebbero eccessive quantità di sostanze organiche sui fondali di tranquille anse o immediatamente a valle di ostacoli, dove la debole corrente non riuscirebbe a rimescolare efficacemente le acque profonde. Inoltre verrebbe a mancare l'azione erosiva dell'acqua che conferisce ai fiumi la molteplice variabilità di microambienti tipica di questi ecosistemi.

Con l'eliminazione delle manifestazioni di piena, come talora succede immediatamente a valle delle dighe (se si escludono le manifestazioni particolarmente eccezionali e rovinose) verrebbe a mancare un importante fattore ambientale in grado di "disegnare" la morfologia fluviale ed al quale, nel corso di tempi su scala geologica, si è adattata una complessa comunità di viventi che altrimenti sarebbe destinata ad essere sostituita da organismi meno adatti alle correnti o addirittura tipici delle acque stagnanti.

I rovesci temporaleschi sono responsabili delle piene sui piccoli bacini, ma non producono gli stessi effetti su quelli grandi. Le piene di grandi fiumi come il Po, il Tanaro, il Sesia... sono dovute a piogge intense, con durata anche di alcuni giorni. Se le piene dei piccoli fiumi possono essere limitate con una saggia politica di prevenzione contro il dissesto idrogeologico (per esempio con il rimboschimento), molto più difficile è ridurre gli effetti delle piene dei grandi fiumi. Le gocce di pioggia, una volta giunte al suolo in un ampio bacino, impiegano parecchio tempo prima di giungere nel letto del fiume; le poche ore di "ritardo" imposte da una fitta vegetazione sui già lunghi tempi di corrivazione dei grandi bacini hanno scarsa influenza.

Forse le disastrose alluvioni del Polesine nel 1951, di Firenze 1966 e del Piemonte negli anni 1993 e 1994, sarebbero avvenute ugualmente anche se i bacini del Po e dell'Arno fossero stati fittamente boscati. *"... Un'alluvione è un evento naturale estremo, uno scatenarsi di enormi energie, come un terremoto, un'eruzione vulcanica. Non ci si deve illudere che con più oculate tecniche di gestione del territorio essa possa essere evitata Ne si deve pensare che sia solo un certo approccio all'uso del territorio tipico dell'uomo moderno a essere causa di tali disastri: chi magnifica una certa infallibile saggezza dell'uomo di un passato remoto, non conosce la storia. Gli archivi di ogni borgo sono pieni di cronache che contano i morti, i terreni corrosi, i ponti crollati, cento come mille anni fa"* Ciò dimostra che il rapporto della società con tali fenomeni non può più *".... essere di opposizione, bensì di adattamento. Esiste certamente una quota parte di responsabilità precise e pesanti, ma limitata all'esecuzione scorretta di qualche manufatto, alla localizzazione di strutture in aree a rischio, senza dimenticare l'esplosione demografica Ma tutto ciò rappresenta solo una parte del triste panorama che si lascia alle spalle un'alluvione. Inutile scagliarsi contro i disboscamenti inesistenti (l'alta Val Tanaro è una delle più boschive delle Alpi occidentali), l'apertura di fantomatiche dighe (....), l'abbandono delle montagne e un'agricoltura che ora è vista come benigna custode del territorio, ora scellerata sfruttatrice del suolo Chi ha visto le Langhe dopo il 6 novembre avrà osservato frane che hanno ferito interi versanti con e senza vigneti, con e senza boschi, con e senza case. Una grande alluvione non si può né evitare, né prevenire"* (MERCALLI, 1994/95).

Ricordando gli eventi calamitosi che colpirono il Piemonte nel settembre 1993 e nel novembre 1994, è importante notare che essi furono principalmente caratterizzati da allagamenti di vaste aree delle pianure intorno ai corsi d'acqua. Quale conseguenza di quegli eventi, in molte situazioni si è continuato con numerosi interventi di sistemazione idraulica. Sarebbe invece indispensabile una nuova filosofia di azione che implichi *".... il riconoscimento tangibile e visibile che vi è una fascia del territorio che appartiene al fiume, nella quale ogni interferenza antropica, anche nelle forme degli usi agricoli e di quelli sociali e ricreativi, dovrebbe essere ridotta al minimo. Occorrerebbe una ricomposizione del paesaggio fluviale che renda leggibile e significativa l'autonomia del teatro nel quale il fiume deve restare o tornare il protagonista"* (IRES, 1989; GAMBINO, 1990). Ciò significa restituire il più possibile al fiume la fascia fluviale, salvaguardandone la libertà di divagazione e riducendo al minimo le interferenze nella dinamica evolutiva dell'ecosistema fluviale.

La storia ci insegna che, un tempo, per l'uomo era indispensabile costruire, lavorare e vivere vicino all'acqua; il fiume era la fonte principale della risorsa idrica, diluiva i rifiuti, forniva forza motrice, ecc... Fino a pochi decenni fa per l'uomo vivere presso un corso d'acqua era motivo di vantaggio, in quanto gli erano garantiti facili approvvigionamenti idrici, ma anche di pericolo. Gli interventi di regimazione hanno una lunga storia; nonostante i numerosi interventi (briglie, massicciate, prismate, traverse, gabbionate, rampe,...) che hanno contribuito ad alterare in modo sensibile anche le comunità viventi acquatiche e riparie, frequenti continuano ad essere i fenomeni di dissesto, oggi come in passato. A questo proposito giova ricordare ciò che, nel 1797, scrisse G. TARZONI TOZZETTI al granduca di Toscana, Pietro Leopoldo, sull'alluvione del 1333: *"...una legittima vendetta del fiume; l'imprevidenza dell'uomo aveva fatto il possibile per portar via all'Arno una striscia del suo giusto e necessario letto, pretendendo di obbligarlo a camminare per una fossa augusta e strozzata Ma l'Arno seppe vendicarsi, ed armata mano recuperare il suo necessario letto"* (in ORTALLI, 1997).

Ogni anno emergono vecchie polemiche sulle responsabilità politiche della gestione del territorio. In realtà il problema della sicurezza idraulica lungo le sponde dei fiumi non è risolvibile. Le energie messe in gioco dalla Natura durante le situazioni idrometeorologiche più intense, sono tali che le stesse opere di difesa idraulica risultano inutili se non addirittura dannose. Visto che oggi la tecnologia lo permette, sarebbe più opportuno (ed economicamente più vantaggioso) abbandonare le fasce fluviali e lasciare che i fiumi "facciano il loro mestiere" nel disegnare le forme del territorio, eliminando così i rischi di danni alle infrastrutture ed i pericoli per l'uomo.

Nell'ottica di una moderna gestione del territorio sono diventati indispensabili gli studi volti ad individuare le fasce di pertinenza fluviale dei principali corsi d'acqua delle pianure. Esse sono costituite dalle regioni fluviali determinate dai fenomeni morfologici, idrodinamici e naturali connessi al regime idrologico. Concorrono alla definizione della fascia: le divagazioni dell'alveo storicamente documentabili, l'estensione dell'alveo di piena (anche per eventi di alta gravosità) e le aree con caratteri naturali connessi all'ambiente fluviale. L'individuazione delle fasce di pertinenza fluviale è una procedura importante, in quanto si tratta di delimitare un territorio nel quale i progetti di intervento di modificazione del paesaggio e di sfruttamento delle risorse, devono seguire procedure diverse rispetto alle aree adiacenti. Devono essere chiari i limiti di intervento, da subordinare alle necessità di difesa dai gravi rischi idraulici (che permangono a carico soprattutto di centri urbani e di altre strutture non ricollocabili in aree di sicurezza) e di rinaturalizzazione dell'alveo e delle fasce riparie, soprattutto attraverso le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

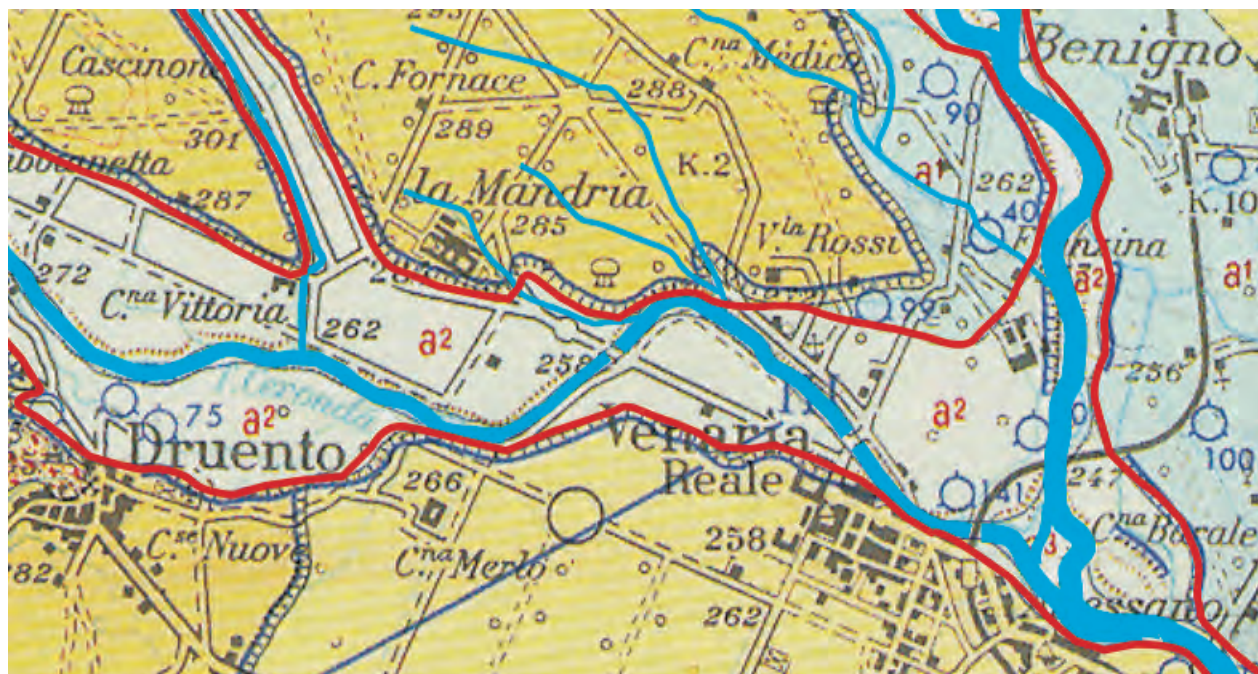
Le considerazioni sopra espresse dovrebbero costituire il presupposto fondamentale per instaurare un corretto e sicuro rapporto con i fiumi. Proprio l'evento dell'alluvione del Ceronda a Venaria del 1994 potrebbe essere un caso esemplare. FORNERIS e PEROSINO (1994) hanno ricostruito i percorsi dell'acqua verificatisi durante quell'evento (**Fig. 12**), concludendo che se tutta l'acqua esondata fosse rimasta in alveo grazie ad ipotetiche opere di regimazione idraulica, essa avrebbe conservato un'energia tale da devastare il centro storico della città.

4.5 - Fenomeni di magra

La magra è una situazione idrologica durante la quale il corso d'acqua è più vulnerabile. Nei casi estremi sono sufficienti pochi giorni con l'alveo asciutto anche una sola volta all'anno per impedire il mantenimento di strutture di popolazioni di organismi anche molto semplificate. Ma anche portate molto ridotte, pur garantendo perennemente la presenza di acqua in alveo, possono comportare situazioni di stress ambientale; a causa dell'inquinamento, quando i volumi d'acqua sono scarsi, un fiume potrebbe risultare gravemente compromesso. La situazione si aggrava ulteriormente in seguito a captazioni idriche; per esempio quelle per fini irrigui riducono ulteriormente le già modeste portate estive.



Fig. 12 - Sopra le linee gialle delimitano le aree alluvionate (invasi dall'acqua) durante la piena del novembre 1994. Sono indicate le posizioni dei ponti: Verde (1), Castellamonte (2), peditale/G. Mazzini (3), Cavallo (4) e ferroviario (5). Le acque di piena fuoriuscirono dall'alveo ordinario lungo tutta l'asta del Ceronda, indipendentemente dai ponti, la cui presenza risultò influente. Interessante è il confronto con un frammento della carta geologica (in basso) del Foglio Torino NW (nota già dalla fine degli anni Quaranta del secolo scorso). In azzurro è indicata la tipologia delle "alluvioni recenti": è ben evidenziata l'area di pertinenza fluviale, cioè quella che appartiene al fiume da almeno 15.000 anni (dalla fine dell'ultima glaciazione quaternaria), con o senza ponti, con o senza il carico antropico, con o senza boschi in montagna, con o senza agricoltura, con o senza cementificazione,...



La fase più delicata del ciclo idrologico di un corso d'acqua è il periodo di magra, sia per il mantenimento degli equilibri biologici, sia per la gestione delle risorse idriche.

Il Ceronda è attualmente sottoposto a captazioni idriche per uso irriguo che possono talvolta provocare gravi fenomeni di impatto perché lasciano l'alveo del corso d'acqua anche completamente asciutto con gravi ripercussioni sulle biocenosi acquatiche (FORNERIS *et al.*, 1990a-b). Ciò è quanto si è verificato nell'inverno 1989/90 per più tratti. In particolare circa 200 metri a monte della confluenza con il Ceronda, sul Casternone, il 24.3.90, è stata stimata una portata di 50 L/s, decisamente inferiore ai minimi ipotizzabili; situazione probabilmente dovuta a prelievi idrici a monte (PEROSINO, PINNA PINTOR, 1990). Nello stesso giorno, circa 200 metri a monte della confluenza con il Casternone, sul Ceronda è stata stimata una portata di 40 L/s, addirittura inferiore a 1/6 dei minimi ipotizzabili, sempre per probabili prelievi idrici a monte. Inoltre 50 metri a valle del ponte del Violino (presso l'intersezione del muro della Mandria con l'asta fluviale) uno sbarramento captava tutta l'acqua (ancora per usi irrigui nonostante la stagione) lasciando l'alveo completamente secco fino alla confluenza con il Casternone (PEROSINO, PINNA PINTOR, 1990).

Molto utile risulta la conoscenza della portata storica minima istantanea e della **portata di magra normale**; quest'ultima, analogamente alla piena normale, può essere definita come il minimo annuale con tempo di ritorno di due anni nella serie dei minimi annuali ordinati in senso crescente, non molto diversa dalla portata di durata pari a 355 giorni (PEROSINO, 1989; PEROSINO, SPINA, 1987). Purtroppo, come già osservato, sul bacino del Ceronda non sono disponibili rilevazioni idrometriche; pertanto anche per quanto riguarda le portate di magra si è fatto ricorso a metodologie di stima, in particolare alle formule di regionalizzazione proposte per la REGIONE PIEMONTE (1989). Esse, per l'area in oggetto, sono:

- Portata di durata pari a 355 giorni $q_{355s} = 0,07560 \cdot S^{0,068232} \cdot Q_s^{1,234733}$;
- Portata di durata pari a 274 giorni $q_{274s} = 0,18670 \cdot S^{0,069105} \cdot Q_s^{1,108675}$;
- Portata di durata pari a 182 giorni $q_{182s} = 0,54425 \cdot S^{0,049132} \cdot Q_s^{0,980135}$;
- Portata di durata pari a 91 giorni $q_{91s} = 1,29772 \cdot S^{0,009539} \cdot Q_s^{0,976926}$;
- Portata di durata pari a 10 giorni $q_{10s} = 5,06749 \cdot S^{-0,057871} \cdot Q_s^{0,965037}$.

Dove: $q_{355-10s}$ sono le portate specifiche [L/s/km²] di durata;

S è la superficie [km²] del bacino sotteso (**tabb. 1 ÷ 5**);

Q è il contributo [L/s/km²] medio annuo (**tabb. 28 ÷ 32**).

Tab. 38 - Portate medie di durata di 355, 274, 182, 91 e 10 giorni stimate con le formule di regionalizzazione per i diversi bacini **S1 ÷ S5**.

		S1	S2	S3	S4	S5
q₃₅₅	L/s/km ²	3,26	2,81	2,81	4,11	3,43
	L/s	94	169	473	119	191
q₂₇₄	L/s/km ²	5,63	4,95	5,00	6,92	5,93
	L/s	163	297	841	201	330
q₁₈₂	L/s/km ²	10,61	9,40	9,37	12,75	11,02
	L/s	307	564	1.575	370	615
q₉₁	L/s/km ²	21,95	18,89	18,07	26,35	22,21
	L/s	636	1.134	3.040	764	1.239
q₁₀	L/s/km ²	66,04	54,21	48,42	79,09	63,93
	L/s	1.912	3.253	8.142	2.294	3.565

I risultati ottenuti con le precedenti formule sono riportate in **tab. 38**. Per l'intero bacino del Ceronda le portate sono state raffigurate nel diagramma di durata (**fig. 13**). La portata di durata di 182 giorni è pari a 1.575 l/s; ciò significa che in media, in alveo, sono disponibili portate pari o superiori a quel valore per almeno 182 giorni (non necessariamente consecutivi) e cioè per circa metà dell'anno. Nell'alveo del Ceronda, presso Venaria, 841 l/s sono mediamente disponibili per almeno 274 giorni

(3/4 di anno). Una portata di durata di 10 giorni (per esempio $8,1 \text{ m}^3/\text{s}$) è presente per un periodo molto limitato dell'anno; portate di durata inferiore possono essere considerate “piene normali”. All’opposto la portata di durata di 355 giorni (473 l/s) può essere considerata una “magra normale”; valori inferiori si hanno mediamente per soli 10 giorni all'anno. L’area compresa fra la curva e i due assi (**fig. 13**) rappresenta il volume medio annuo d’acqua che defluisce attraverso la sezione del corso d’acqua alla confluenza con lo Stura di Lanzo.

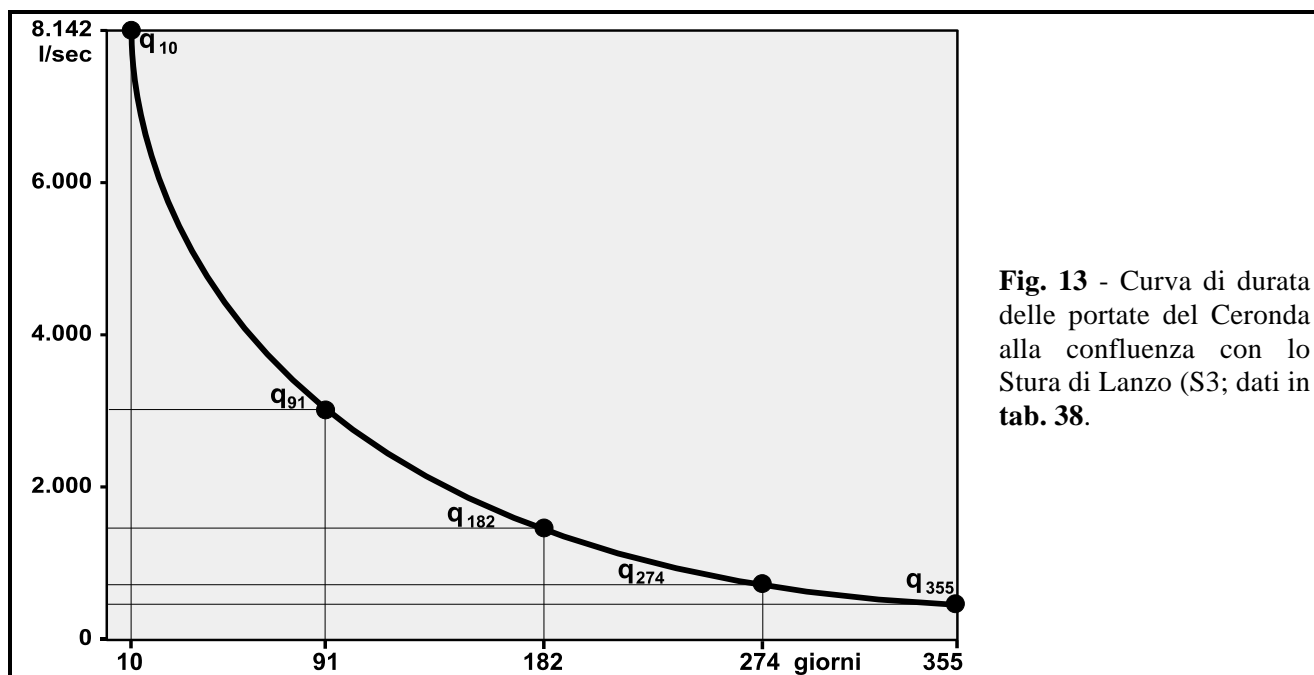


Fig. 13 - Curva di durata delle portate del Ceronda alla confluenza con lo Stura di Lanzo (S3; dati in tab. 38).

4.6 - Deflussi minimi vitali

L’acqua costituisce oggi una risorsa strategica fondamentale. Essa viene impiegata a scopo idroelettrico, irriguo, potabile ed industriale. La **produzione idroelettrica** non produce prodotti dannosi per l’ambiente, ma comporta l’alterazione dei regimi idrologici dei corsi d’acqua. In passato la progettazione di sistemi idroelettrici non considerava le esigenze di tutela dei fiumi. Infatti si sono costruiti numerosi impianti, ciascuno in grado di produrre conseguenze rilevanti, anche se limitate a brevi tratti di corsi d’acqua; la loro somma ha provocato situazioni sempre più gravi fino a diventare, a livello di interi bacini, non più compatibili con la conservazione della qualità dei corsi d’acqua.

Impatti su un corso d’acqua dovuti alle captazioni idriche responsabili della riduzione delle portate naturali.

1. diminuzione della capacità di autodepurazione delle acque;
2. diminuzione del potere di diluizione e rischi di inquinamento;
3. alterazione dei rapporti tra l’acqua in alveo e le falde circostanti;
4. alterazione e trasformazione dei microambienti acquatici;
5. alterazione della struttura delle popolazioni idrofaunistiche;
6. alterazione della produttività biologica;
7. alterazione degli ecotoni (flora e fauna delle fasce fluviali);
8. diminuzione del valore paesaggistico;
9. compromissione delle attività ricreative.

L’uso delle acque per **fini irrigui** ha comportato la realizzazione di canali che hanno notevolmente modificato l’idrografia superficiale. Inoltre sono più efficienti i sistemi delle prese dagli alvei

naturali con conseguente incremento dei volumi sottratti ai fiumi. Nell'uso **industriale** il danno non deriva tanto dal consumo di acqua, quanto dalla compromissione della sua qualità quando viene restituita. Un fiume, già impoverito da captazioni, non è in grado di smaltire, con i processi autodepurativi, uno scarico, anche se depurato. L'uso **potabile** richiede una qualità elevata della risorsa. Le disponibilità sotterranee si sono ridotte sia per quantità, sia per qualità; è quindi aumentato l'interesse per quelle superficiali. Ciò comporta una ulteriore sottrazione di acqua dai fiumi ed in particolare da quei pochi che hanno ancora conservato le migliori caratteristiche ambientali (FORNERIS e PEROSINO, 1990; FORNERIS *et al.*, 1989, 1990c-d).

Agli inizi del 1990 fu prodotta una "circolare" riguardante le **Istruzioni Tecniche** per la "Determinazione del DMV - deflusso minimo vitale in un corso d'acqua naturale - standard PD-IT/IT" (REGIONE PIEMONTE, 1991 e 1992a). Le Istruzioni Tecniche indicano i criteri per la "regolamentazione di uno fra gli aspetti più importanti e prioritari che determinano il regime di portata di un corso d'acqua in presenza di utilizzazioni d'acqua: **il deflusso minimo vitale in alveo perché si mantengano vitali - seppure prossime ad essere critiche - le condizioni istantanee di funzionalità e di qualità dell'ecosistema fluviale, in senso globale**". Nelle Istruzioni si precisa che il DMV risponde "...oltre che a criteri di qualità ambientale, a obiettivi di salvaguardia del bilancio idrico a livello regionale, di tutela delle utenze minori, di mantenimento delle capacità di autodepurazione dei corsi d'acqua e di preservazione di una base minima di risorse idriche per necessità future".

Al Terzo Convegno dell'Associazione Ittiologi d'Acqua Dolce (PEROSINO, 1989) è stata criticata la concessione di un deflusso residuo pari alla portata minima storica, perché si tratta di una situazione eccezionale (pur se naturale) che, prolungata nel tempo, può compromettere gravemente il corso d'acqua derivato. Fu allora proposto, come minimo di portata residua a valle di opere di captazione e/o di invaso, un valore pari a quello di *magra normale*. Essa può essere definita come media delle portate minime annuali calcolata su un significativo periodo di osservazione oppure, più correttamente, potrebbe essere meglio definita come valore di portata minima annuale con tempo di ritorno pari a due anni (cioè con frequenza del 50 %). La portata di magra normale rappresenta il valore minimo assoluto annuale che si verifica con la maggior frequenza e ad esso si è uniformato il corso d'acqua dato che rappresenta, in condizioni normali, il momento del ciclo idrologico più delicato per l'ecosistema acquatico.

Anche il criterio base che ispira le succitate Istruzioni Tecniche (che rappresentano attualmente la procedura ufficialmente normata dalla Regione Piemonte) è basato sulla determinazione della magra normale. In sintesi si tratta di determinare un valore di riferimento di portata minima garantita rappresentativa di una situazione di magra più vicina a quella ordinaria che non a situazioni di magra eccezionale. Inoltre la metodologia descritta dalla circolare permette un calcolo più semplificato e quindi di più facile applicazione, rispetto alla stima della magra normale con metodi statistici. I due metodi tuttavia non devono apparire in contraddizione in quanto, in occasione di studi complessi riguardanti grandi impianti sottoposti a Valutazione di Impatto Ambientale, potrebbero essere entrambi utilizzati per agevolare i confronti ed i processi decisionali conclusivi.

Il valore di riferimento per la determinazione del DMV si basa sulla cosiddetta "portata di durata di 355 giorni (q_{355})". Si tratta quindi di un valore di magra che, nella maggior parte dei corsi d'acqua, è molto vicina a quella normale, intesa quest'ultima come valore con tempo di ritorno di 2 anni (FORNERIS *et al.*, 1991). Si potrebbe obiettare che un simile modo di procedere soffre della solita difficoltà per cui non in tutti i corsi d'acqua hanno funzionato stazioni idrometriche che hanno rilevato per significativi periodi di osservazione. Tuttavia per il bacino occidentale sono disponibili le formule di regionalizzazione precedentemente utilizzate (REGIONE PIEMONTE, 1989) applicabili per qualsiasi corso d'acqua, purché di esso, come già illustrato, si conoscano l'estensione del bacino imbrifero sotteso (S ; km²), la relativa altitudine mediana (H ; m s.l.m.) e l'afflusso meteorico (A ; mm) medio annuo (tutti parametri di facile determinazione e ben noti per il bacino del Ceronda).

Il dato q_{355} può essere considerato "provvisorio", in quanto, per certi bacini, risultano valori molto

bassi e poco cautelativi per ciò che riguarda la tutela ambientale; al contrario per altri bacini risultano valori eccessivi e quindi troppo punitivi nei confronti degli utilizzatori. Pertanto è stato redatto un diagramma dal quale, a partire dalla q_{355} , è possibile ricavare un nuovo valore (q_{355-N}) leggermente superiore per $q_{355} < 2 \text{ L/s/km}^2$ e leggermente inferiore per $q_{355} > 2 \text{ L/s/km}^2$. Comunque non potrà mai essere $q_{355-N} > 6 \text{ L/s/km}^2$. Determinata la q_{355-N} viene applicata una formula che permette il calcolo del valore definitivo del **DMV** (l/s) in funzione di diversi parametri "**K**":

$$\text{DMV} = K_A \cdot K_B \cdot K_C \cdot q_{355-N} \cdot S$$

dove: **K_A** = **0,7** esprime condizioni idrologiche critiche rispetto a q_{355} (diventa un tempo di ritorno di circa 5 anni);

K_B = **1** per tutte le nuove derivazioni; nelle istruzioni inoltre si prevede un adeguamento progressivo (quindi con valori diversi nel tempo fino al valore 1 entro il 1/1/2005 per tutte) con l'applicazione di **K_B** a partire da un minimo di 0,25;

K_C > **1** esprime il livello eventuale di protezione ambientale che si intende assegnare ai corsi d'acqua (nel caso del bacino del Ceronda, ampiamente compreso nell'area protetta della Mandria, vale 1,25).

Il valore DMV risultante dai calcoli dovrà essere compreso entro limiti massimo e minimo che vengono rapidamente valutati con apposite tabelle e diagrammi e che variano in funzione delle potenzialità idriche dei bacini. Vengono infine elencate le caratteristiche che devono avere determinate derivazioni per la concessione di eventuali deroghe, ma entro precisi limiti e, fatto molto importante, vengono descritti alcuni meccanismi di controllo per l'applicazione ed il rispetto del DMV.

La **tab. 39** riporta i valori di DMV ottenuti con l'applicazione delle Istruzioni Tecniche per i diversi bacini S1 ÷ S5. Si osserva che essi sono valori pari a circa il 70 ÷ 75 % delle portate di magra normale. Ovviamente si tratta di una determinazione provvisoria che andrebbe verificata anche sulla base delle caratteristiche ambientali (biologiche) dei corsi d'acqua.

Tab. 39 - Valori dei Deflussi Minimi Vitali (DMV) confrontati con quelli delle portate di 355 giorni (q_{355}) per le diverse sezioni S1 ÷ S5 (con "S" sono indicate le superfici dei relativi bacini sottesi).					
Sezioni	S	q_{355}		DMV	
	km^2	L/s/km^2	L/s	L/s/km^2	L/s
S1	28,95	3,26	94	2,36	68
S2	60,01	2,81	169	2,10	126
S3	168,16	2,81	473	2,10	353
S4	29,00	4,11	119	2,89	83
S5	55,77	3,43	191	2,45	137

5 - USO DEL SUOLO

L'analisi dell'uso del suolo è stata condotta mediante l'elaborazione di dati disponibili su base comunale. Si è fatto essenzialmente riferimento al S.I.T.A. (Sistema Informatico Territoriale Ambientale - Pianificazione Territoriale della REGIONE PIEMONTE - C.S.I./Piemonte) con integrazioni ricavate dal "*Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese*" (REGIONE PIEMONTE, 1980). La maggior parte dei dati si riferisce al 1981 ed ai successivi aggiornamenti (fino al 1991).

5.1 - Uso del suolo su base comunale

1 - Aree non utilizzabili ai fini produttivi. Viene illustrato l'uso del suolo con riferimento alle aree incolte, occupate da rupi, frane, discariche, calanchi e fiumi (quindi non utilizzabili ai fini produttivi e/o residenziali), occupate dai laghi ed utilizzate per pascoli (**tab. 40**). È da osservare che Val della Torre e Varisella sono i comuni che presentano ampie superfici sottoposte a dissesto. Quasi tre quarti del territorio di Varisella è destinato a pascoli. Le percentuali di aree occupate da zone umide ad acque stagnanti sono molto limitate.

Tab. 40 - Usi del suolo (ettari) nei diversi comuni (totalmente o parzialmente) entro il bacino del Ceronda.			
Comune	rupi, cave, frane, discariche, calanchi e fiumi	laghi	Pascoli
Alpignano	4,71	1,34	0,00
Cafasse	1,13	0,00	9,69
Caselette	0,56	9,98	0,00
Druento	0,00	8,95	0,00
Fiano	0,00	5,74	46,13
Givoletto	10,66	0,00	105,10
La Cassa	0,00	0,00	70,69
Pianezza	0,00	0,00	0,00
San Gillio	0,53	3,20	0,00
Val della Torre	144,68	0,00	202,60
Vallo Torinese	1,54	0,00	162,97
Varisella	102,98	0,00	391,97
Venaria	52,11	0,04	0,00

2 - Aree cementificate. Viene illustrato l'uso del suolo espresso in percentuale (rispetto alle aree totali dei comuni) riferito alla presenza di autostrade, strade provinciali, comunali ed urbane, ferrovie, edificati (**tab. 41**); le percentuali si riferiscono quindi alle superfici non utilizzabili per produzioni agricole, ma cementificate (spazio sottratto alla natura). Si tratta di superfici rese impermeabili alle acque delle precipitazioni e quindi destinate al rapido ruscellamento e sottratte del tutto o in parte alla penetrazione nel terreno. Da questo punto di vista tra i comuni situati interamente nel bacino del Ceronda, Varisella presenta la più bassa superficie percentuale impermeabilizzata (3,6 %). Venaria presenta invece il valore più elevato: oltre il 36 %, di cui circa la metà dovuta ad aree edificate ed un sesto alle strade comunali; quasi il 14 % del territorio di questo comune è occupato da strade che, nell'insieme, costituiscono, a tutti gli effetti, superfici rese impermeabili all'infiltrazione della pioggia. Druento, il cui territorio è quasi interamente compreso nel bacino, presenta una superficie edificata pari ad oltre il 17 %.

3 - COLTURE AGRICOLE. È illustrato l'uso del suolo in funzione del tipo agricolo suddiviso in ampie classi (**tab. 42**). Nel bacino del Ceronda sono prevalenti i prati (seminativi ed avvicendati) e le colture di grano e di mais. In particolare prevalgono i primi per i comuni dell'alto bacino. Per esempio a Vallo e a Varisella sono presenti esclusivamente prati. Nei comuni di pianura si riscontrano sia i seminati, sia le colture. Da notare l'assenza di risaie, vigneti, frutteti e noccioli.

Tab. 41 - Superfici (ettari) occupate da strade, ferrovie ed edifici e valori espressi in percentuale rispetto ai totali delle superfici dei diversi comuni (totalmente o parzialmente) entro il bacino del Ceronda.

Comune	ettari							percentuale							
	auto-strada	strada stat.	strada prov.	strada com.	strad urb.	Fero-via	edifi-cato	auto-strada	strada stat.	strada prov.	strada com.	strad urb.	Fero-via	edifi-cato	occ. totale
Alpignano	0,72	31,50	45,50	91,90	50,50	27,00	302,65	0,06	2,59	3,74	7,56	4,16	2,22	24,61	45,25
Cafasse	0,00	0,00	46,80	15,70	2,65	0,00	25,37	0,00	0,00	4,64	1,56	0,26	0,00	2,53	8,98
Caselette	14,74	43,56	34,06	31,70	9,05	0,00	127,35	1,11	3,30	2,58	2,40	0,68	0,00	9,69	19,70
Druento	0,00	0,00	60,26	201,85	15,15	0,00	202,81	0,00	0,00	2,19	7,34	0,55	0,00	7,40	17,45
Fiano	0,00	0,00	62,92	41,40	1,45	0,00	25,57	0,00	0,00	5,03	3,31	0,12	0,00	2,02	10,50
Givoletto	0,00	0,00	54,93	12,65	0,00	0,00	24,33	0,00	0,00	4,38	1,01	0,00	0,00	1,94	7,34
La Cassa	0,00	0,00	45,76	62,05	1,20	0,00	20,34	0,00	0,00	3,78	5,13	0,10	0,00	1,68	10,70
Pianezza	3,97	10,62	63,31	122,25	53,30	0,00	307,38	0,25	0,66	3,96	7,64	3,33	0,00	19,18	35,05
S. Gillio	0,00	0,00	48,23	41,25	4,65	0,00	26,51	0,00	0,00	5,39	4,61	0,52	0,00	2,96	13,49
Val Torre	0,00	0,00	47,78	97,15	9,50	0,00	42,20	0,00	0,00	1,27	2,59	0,25	0,00	1,12	5,24
Vallo	0,00	0,00	22,88	0,00	4,15	0,00	23,68	0,00	0,00	3,88	0,00	0,70	0,00	4,08	8,61
Varisella	0,00	0,00	43,36	12,15	3,15	0,00	22,71	0,00	0,00	1,93	0,54	0,14	0,00	1,01	3,62
Venaria	60,89	0,00	93,34	123,65	40,70	30,15	376,02	3,03	0,00	4,65	6,16	2,03	1,50	18,55	36,11

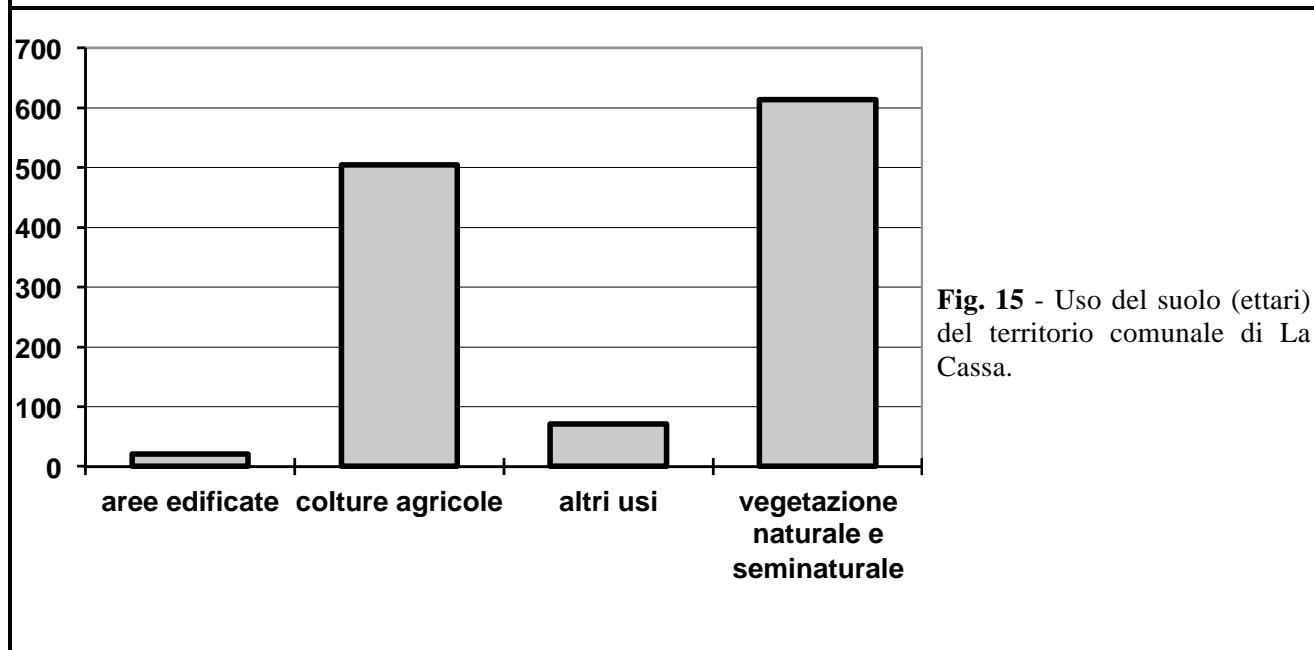
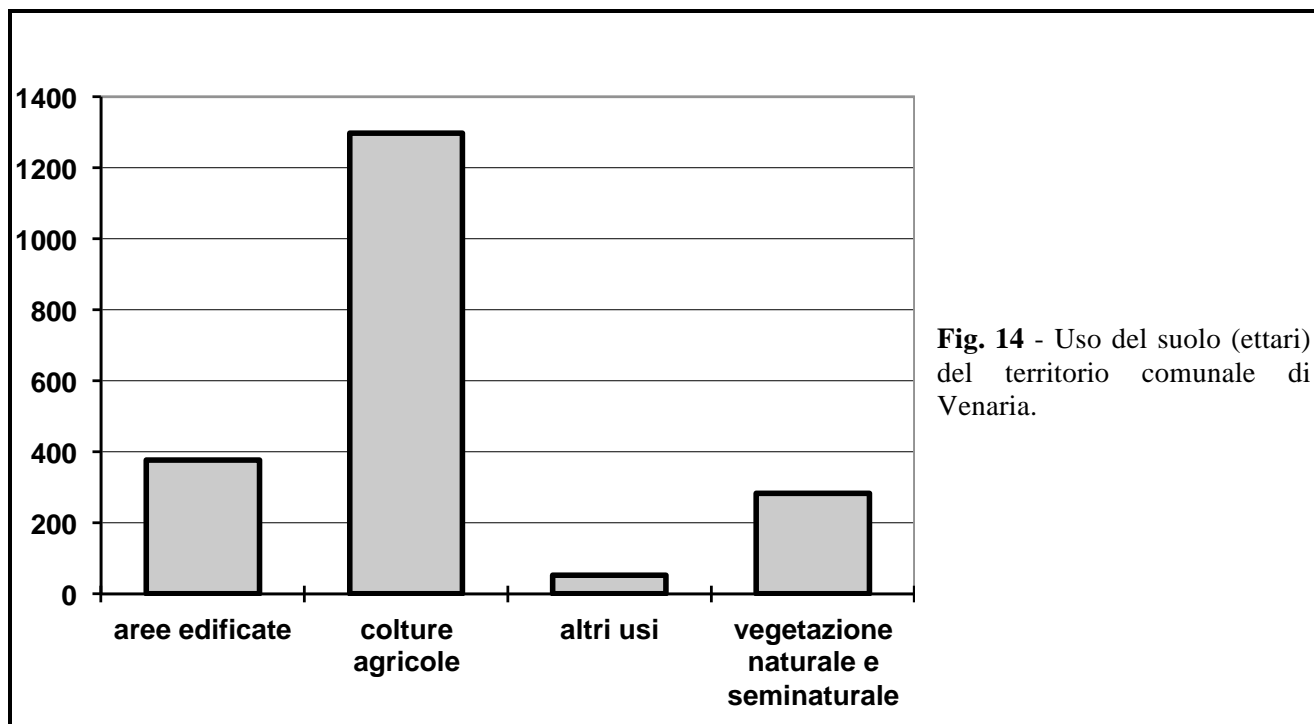
Tab. 42 - Colture agricole (ettari) nei comuni (totalmente o parzialmente) entro il bacino del Ceronda.

Comune	seminativi e prati avvicendati	Prati	prati e seminati di mais e grano
Alpignano	454,31	379,29	20,34
Cafasse	0,00	399,85	0,00
Caselette	24,72	480,84	147,64
Druento	140,54	1273,52	281,77
Fiano	0,00	777,52	0,00
Givoletto	0,00	110,78	525,84
La Cassa	0,00	356,79	147,28
Pianezza	547,30	438,42	307,46
San Gillio	85,11	295,51	466,65
Val Torre	0,07	1203,72	198,51
Vallo Torinese	0,00	122,85	0,00
Varisella	0,00	263,82	0,00
Venaria	0,00	1150,88	147,16

Tab. 43 - Usi del suolo (ettari) nei diversi comuni (totalmente o parzialmente) entro il bacino del Ceronda.

Comune	aree edific. urban.	colture agricole	veget. naturale semi-naturale	altri usi	area totale
Alpignano	302,65	853,94	58,23	6,05	1220,00
Cafasse	25,37	399,85	567,94	10,82	1003,00
Caselette	127,35	653,20	524,63	10,54	1315,00
Druento	202,81	1695,83	839,80	8,95	2747,00
Fiano	25,57	777,52	401,42	51,87	1256,00
Givoletto	24,33	636,62	471,83	115,76	1248,00
La Cassa	20,34	504,07	613,96	70,69	1209,00
Pianezza	307,38	1293,18	0,00	0,00	1600,00
San Gillio	26,51	847,27	17,90	3,73	895,00
Val Torre	42,20	1402,30	1961,68	347,28	3753,00
Vallo Torinese	23,68	122,85	274,65	164,51	585,00
Varisella	22,71	263,82	1476,02	494,95	2257,00
Venaria	376,02	1298,04	282,93	52,15	2009,00

4 - Uso del suolo (sintesi). Per ogni comune (**tab. 43**) vengono riportate le superfici, espresse in ettari, relative alle aree edificate (escluse quelle occupate dalle vie di comunicazione ed indicate in **tab. 41**), a quelle utilizzate per fini agricoli (utili per la determinazione del carico agricolo) ed a quelle con vegetazione naturale e/o seminaturale (utili per la determinazione del carico naturale). Nell'ultima colonna sono riportate le superfici totali dei comuni. I grafici delle **figg. 14 e 15** sono esemplificativi dell'uso del suolo per due comuni, in particolare La Cassa, con aree poco cementificate, e Venaria, con territorio molto antropizzato (nonostante una buona parte di esso sia compreso nella Mandria).



5 - Capacità d'uso del suolo. Per ogni comune (**tab. 44**) vengono riportate le superfici, in ettari, delle diverse frazioni di territorio rientranti nelle classi della carta di capacità d' uso dei suoli adottata dall'I.P.L.A. (REGIONE PIEMONTE, 1979).

Tab. 44 - Aree (ettari) dei suoli predominanti suddivisi nelle classi di capacità d'uso (I ÷ VIII) nei diversi comuni (totalmente o parzialmente) entro il bacino del Ceronda. Sono anche indicate le aree occupate dalle acque.

Comune	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Altro
Alpignano	410	318	220	263					4
Cafasse		247	165	124	188	270	1		
Caselette	209	232	114	337		300	71	13	25
Druento	213	1131	1361	11					
Fiano		73	939	104	66	81			
Givoletto		63	414	34	180	554			
La Cassa		249	472	201		275	12		
Pianezza	425	665	508						
San Gillio		219	582	82					5
Val Torre			514	452	431	2053	261	21	
Vallo		25		183	31	164	167	4	
Varisella		103		451	7	1502	160	25	
Venaria	404	788	755	13			58		

5.2 - Uso del suolo sui bacini

L'analisi dell'uso del suolo riferita alle superfici dei bacini sottesi alle sezioni **S1 ÷ S5** è stata effettuata disaggregando i dati riassuntivi relativi ai comuni (**tab. 43**) e riferiti alle seguenti tipologie:

- aree edificate ed urbanizzate;
- aree destinate a colture agricole;
- aree con prevalente vegetazione naturale e seminaturale;
- altri usi (con particolare riferimento, per il bacino in oggetto, alle situazioni di dissesto).

Essi sono stati quindi riaggregati con una procedura analoga a quella basata sui *poligoni di Thiessen* (**par. 4.1**) per la determinazione degli afflussi meteorici sui bacini sottesi alle sezioni considerate (**tab. 45**).

Tab. 45 - Usi del suolo (km² e % rispetto alle superfici totali) nei bacini sottesi alle diverse sezioni **S1 ÷ S5**.

sez.	aree edificate e urbanizzate		colture agricole		Vegetaz. naturale e seminatur.		altri usi		superficie totale	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
S1	0,5	1,6	4,0	13,8	17,8	61,4	6,7	23,2	29,0	100
S2	1,7	2,8	19,7	32,9	30,7	51,2	7,9	13,1	60,0	100
S3	8,6	5,1	84,1	50,0	63,9	38,0	11,6	6,9	168,2	100
S4	0,3	1,1	10,8	37,4	15,2	52,3	2,7	9,2	29,0	100
S5	0,9	1,6	28,2	50,5	22,6	40,5	4,1	7,4	55,8	100

La **fig. 16** illustra le situazioni riscontrate per le porzioni del bacino del Ceronda dalla sezione S1 alla sezione S3. Risultano un incremento delle aree edificate dall'1,6 % della porzione montana fino ad oltre il 5 % per l'intero bacino (quasi il 20 % in Venaria), una diminuzione delle aree naturali (dal 61 al 38 %) e maggiore estensione delle aree agricole (dal 14 al 50 %). Relativamente elevata (oltre il 23 %) risulta la percentuale di area relativa alla voce "altri usi" per S1; essa comprende aree soggette a fenomeni di dissesto. Nel territorio comunale di Varisella (alto Ceronda) sono presenti, su versanti caratterizzati da elevata pendenza (**tab. 1**), vaste superfici dominate da pietraie molto instabili, poco o nulla vegetate. Situazione analoga per il bacino del Casternone (S4 ed S5). Esso non arriva a comprendere fasce altimetriche di pianura vera e propria, con forte livello di antropizzazione; per tale motivo le percentuali relative alle aree edificate sono relativamente modeste (1,1 e 1,6 %). Le

percentuali di aree occupate da vegetazione naturale o seminaturali sono simili a quelle relative all'alto Ceronda, mentre le superfici sottoposte a dissesto sono decisamente minori.

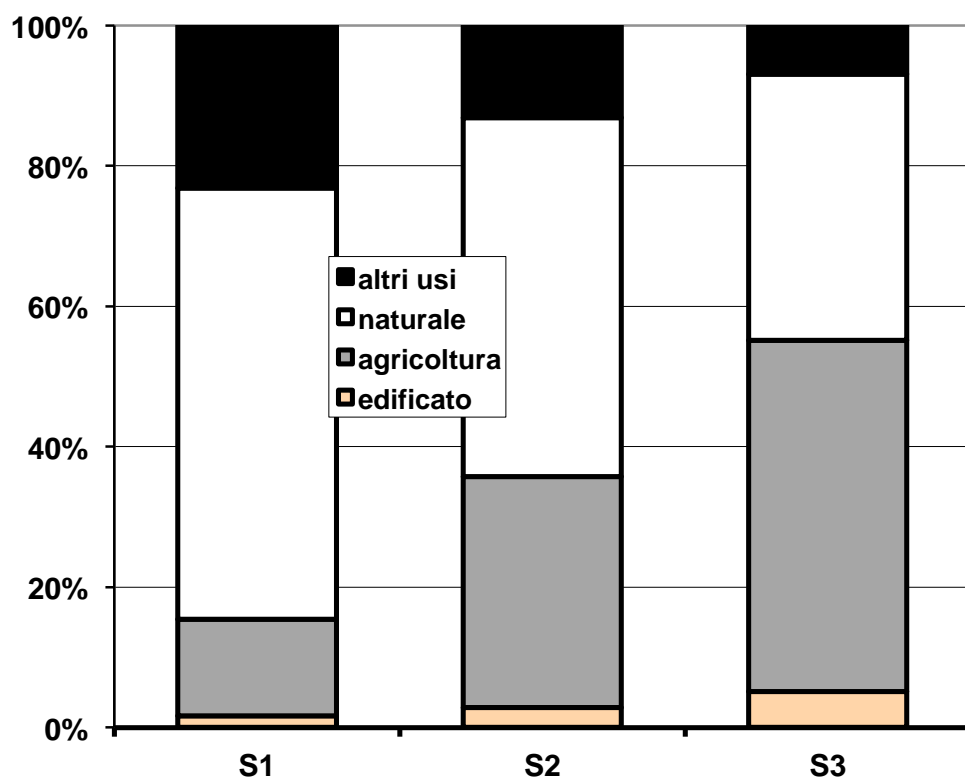


Fig. 16 - Uso del suolo del bacino del Ceronda. Sono raffigurati i valori percentuali (rispetto alle aree totali dei bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S3) lungo il corso d'acqua principale dalle sorgenti verso valle

Lo stesso tipo di elaborazione è stato effettuato per i dati riguardanti la capacità d'uso dei suoli. I risultati sono riportati nella **tab. 46**; la **fig. 17** illustra la situazione per l'intero bacino del Ceronda. Occorre ricordare che la capacità d'uso delle terre, o *Land Capability*, secondo la dizione originale inglese, è un metodo di classificazione dei suoli fondato sulla valutazione delle risposte produttive alle pratiche agricole e forestali in relazione alle limitazioni intrinseche ed all'uso del suolo stesso. La definizione delle singole classi di capacità d'uso delle terre è sviluppata adottando i criteri di classificazione proposti dalla LAND CAPABILITY CLASSIFICATION elaborata dal SOIL CONSERVATION SERVICE (U.S.D.A., 1961 e 1980).

Tab. 46 - Percentuali delle aree dei suoli predominanti suddivisi nelle classi di capacità d'uso (I ÷ VIII) rispetto alle aree totali dei bacini sottesi alle diverse sezioni S1 ÷ S5

SEZIONI [km ²]	classi								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	acque
S1 (29,0)	0,0	4,5	0,0	22,4	1,3	59,2	11,6	1,0	0,0
S2 (60,0)	2,0	17,8	22,3	15,5	0,6	35,3	6,0	0,5	0,0
S3 (168,2)	5,2	19,4	33,0	9,4	4,5	24,8	3,3	0,3	0,1
S4 (29,0)	0,0	0,0	13,8	12,1	11,5	55,0	7,0	0,6	0,0
S5 (55,8)	1,6	6,8	25,8	10,7	9,4	40,9	4,1	0,4	0,3

In generale si osserva che la categoria "acque" è poco rappresentata; essa fa riferimento agli stagni nel territorio comunale di Caselette e di Givoletto (**tab. 44**). Poco rappresentati (valore massimo 1 % per S1) risultano anche i suoli dell'VIII classe, normalmente caratterizzati da forti limitazioni, tanto da precludere quasi del tutto il loro uso per fini produttivi; essi si trovano in prossimità degli spartiacque più elevati di S1.

I suoli della VII classe si trovano in percentuale superiore al 10 % esclusivamente nel bacino sotteso ad S1; essi sono, in genere, caratteristici delle aree a pascoli rupestri, con forti limitazioni e adatti in genere per il turismo di tipo naturalistico e per la protezione della fauna; normalmente, se impostati

su altitudini non troppo elevate, richiedono interventi di rimboschimento per il controllo dell'assetto idrogeologico.

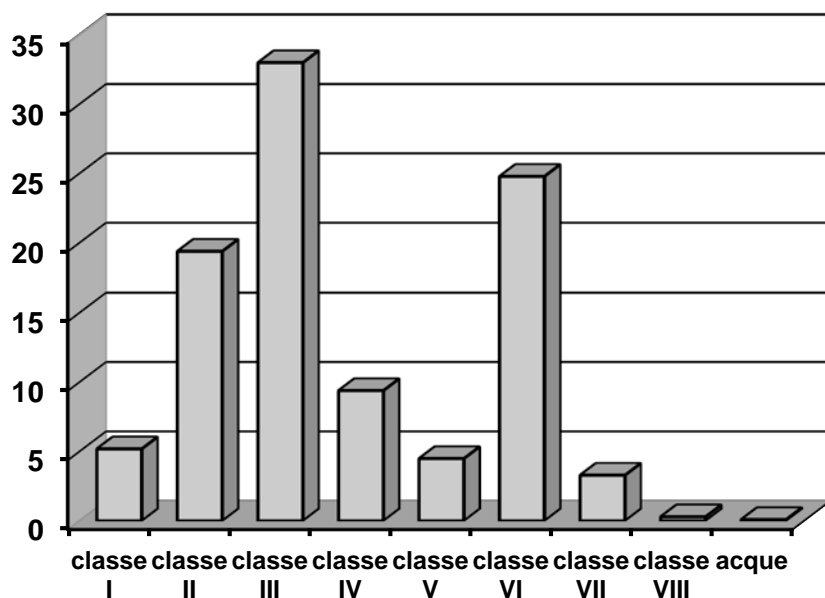


Fig. 17 - Percentuali delle aree dei suoli predominanti suddivise nelle classi di capacità d'uso (I ÷ VIII) rispetto all'area totale del bacino sotteso alla sezione di chiusura **S3** (Ceronda alla confluenza con Lo Stura di Lanzo).

La VI classe di capacità d'uso è ben rappresentata, con quasi il 25%, sull'intero bacino del Ceronda (S3) e con percentuali superiori al 50% per le porzioni più elevate dei bacini del Casternone e del Ceronda (S1 ed S4 in **tab. 46**). Si tratta dei suoli tipici del piano montano e subalpino a copertura pascoliva e forestale, prevalentemente bruni, acidi e spesso lisciviati; nelle aree in oggetto sono prevalentemente poco profondi con copertura vegetale costituita da pascoli abbandonati e da boschi radi. Le classi V e IV, nel loro insieme, rappresentano una frazione importante solo per la sezione S1 e risultano limitati ai margini delle pendici montane dei bacini considerati.

La classe III risulta quella maggiormente rappresentata, precisamente oltre un terzo dell'intero bacino (**tab. 46**); caratterizza essenzialmente l'area della Mandria e buona parte del territorio di Druento. I suoli (bruni, lisciviati, idromorfi) hanno profondità media intorno a 0,5 m, sono prevalentemente limosi ed argillosi, poco o nulla pietrosi, a drenaggio piuttosto lento. Anche la classe II è ben rappresentata; assente, come la precedente, nelle fasce altimetriche più elevate, caratterizza essenzialmente il versante destro del bacino del Ceronda (soprattutto Druento e Venaria). Sono suoli alluvionali recenti con poche limitazioni per le pratiche agricole, di media profondità (non superiore a 0,5 m) e mediamente pietrosi e con drenaggio rapido. I suoli migliori (bruni, leggermente lisciviati) risultano quelli in I classe, praticamente senza limitazioni d'uso; sono tuttavia poco rappresentati (appena il 5 % per S3) e prevalentemente nel territorio di Venaria, ormai ampiamente cementificati.

6 - COPERTURA VEGETALE

L'analisi della vegetazione è stata condotta mediante l'elaborazione di dati disponibili su base comunale S.I.T.A. (Sistema Informatico Territoriale Ambientale - Pianificazione Territoriale della Regione Piemonte - C.S.I./Piemonte) e mediante lo studio della “*Carta Forestale del Piemonte*” (REGIONE PIEMONTE, 1979).

6.1 - Caratteristiche generali

Nel bacino del Ceronda quasi il 50 % della copertura forestale è rappresentato da boschi di latifoglie varie, circa il 35 % da boschi di conifere e latifoglie cedui, il 10 % da rimboschimenti affermati e il restante 5 % da querceti. Nella zona di pianura si può distinguere un'ampia area di origine alluvionale recente, occupata prevalentemente da colture agricole ed un'area terrazzata, più elevata e con suoli meno fertili, in cui predominano i boschi di conifere e latifoglie cedui. Le specie caratteristiche di questi ultimi sono il frassino (*Fraxinus excelsior*), la robinia (*Robinia pseudacacia*), l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) e la rovere (*Quercus petraea*). Fra le conifere, soprattutto nel bacino del Casternone, si possono citare il larice (*Larix decidua*), il pino silvestre (*Pinus sylvestris*) ed il pino nero (*Pinus nigra*). La porzione di bacino di pianura vanta, inoltre, la presenza di relitti di boschi planiziali, localizzati nell'area del Parco Regionale della Mandria. Nella zona medio - alta del bacino in predominano i boschi di latifoglie varie, che diventano più radi verso monte e che si possono distinguere in tre tipi:

- i boschi a latifoglie, cedui e composti, con fustaie, le cui specie principali sono il frassino, il castagno (*Castanea sativa*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*), la rovere, la farnia (*Quercus robur*) e la robinia;
- i boschi a latifoglie, costituenti soprassuoli a struttura irregolare, in cui domina la betulla (*Betula pendula*) associata alla rovere, al tiglio (*Tilia cordata*) e a qualche esemplare di sorbo montano (*Sorbus aria*);
- i boschi a latifoglie cedui, presenti in particolare nel bacino del Casternone, costituiti soprattutto da rovere e sorbo montano e, in misura minore, da betulla e dal castagno;
- presenza di rimboschimenti affermati (solo fustaie), costituiti da conifere, in particolare dal larice e dal pino nero, soprattutto nel bacino del Casternone.

Piccole aree isolate a querceti, in cui dominano la rovere e la roverella (*Quercus pubescens*), si trovano presso il “Parco della Mandria” e presso la “Riserva Naturale Integrale della Cappella della Madonna della Neve - Monte Lera”. La presenza di queste aree protette nel bacino del Ceronda costituisce un aspetto molto importante della copertura forestale. Pertanto si è ritenuto opportuna una breve descrizione delle comunità vegetali di tali aree.

6.2 - Vegetazione della Mandria

La vegetazione del Parco Regionale della Mandria è stata analizzata da MONTACCHINI (in A.I.N., 1980). Quest'area, con i suoi 6.541 ettari, rappresenta, assieme al Bosco Negri, situato alle porte di Pavia ed al Bosco della Partecipanza, nei pressi di Trino Vercellese, uno dei pochi nuclei ancora conservati in Italia dei boschi planiziali o subplaniziali, che un tempo occupavano interamente la pianura Padana. Ma, fra questi, “la copertura originaria di querce e carpini della Mandria è quella che vanta un'estensione e un grado di conservazione maggiore” (APOSTOLO et al., 1996).

Il territorio della Mandria, per le sue peculiarità geo - pedologiche e geo - morfologiche, presenta, nella sua generale mesofilia, sia stazioni particolarmente xeriche, sia stazioni tipicamente acquatiche. Questa eterogeneità microambientale ha favorito lo sviluppo di una flora notevolmente ricca e varia e di alcune specie particolarmente interessanti, perché rare o adatte ad ambienti insoliti. Fra queste

sono comprese le specie montane discese in pianura e quelle tipiche delle zone steppiche prealpine, come il trifoglio montano (*Trifolium montanum*), il narciso (*Narcissus poeticus*), l'acetosella (*Oxalis acetosella*) e la scilla silvestre (*Scilla biflora*). Assumono notevole importanza anche le specie acquatiche e palustri, in quanto il loro habitat sta progressivamente scomparendo dal territorio piemontese.

Nel territorio dell'area protetta i fattori ambientali naturali hanno fatto evolvere la vegetazione verso uno stadio climax caratteristico, corrispondente al *Quercus - Carpinetum*, un bosco planiziale misto, caratterizzato da una dominanza nello strato arboreo della farnia, cui si associano il carpino bianco, il frassino, il ciliegio selvatico (*Prunus avium*), l'olmo (*Ulmus campestris*) e l'ontano nero. Spesso, in sottordine, il tiglio, l'acero riccio (*Acer platanoides*) e la rovere. La betulla e il pioppo preparano il suolo all'insediamento delle specie più longeve. Il sottobosco è costituito dal nocciolo (*Corylus avellana*), dal sanguinello (*Cornus sanguinea*), dal corniolo (*Cornus mas*), dal biancospino (*Crataegus monogyna*) e dalla fusaggine (*Euonymus europaeus*), mentre lo strato erbaceo è caratterizzato da specie come *Viola reichenbachiana* (viola), *Polygonatum multiflorum* (sigillo di Salomone), *Anemone nemorosa* (anemone dei boschi), *Pulmonaria officinalis* (polmonaria), *Primula vulgaris* (primula), *Convallaria majalis* (mughetto), *Erythronium dens-canis* (dente di cane), *Vincetoxicum minor* (pervinca minore), *Euphorbia dulcis* (euforbia bitorzoluta). Il *Quercus - Carpinetum* è l'ambiente forestale più ricco di flora; solo nel parco de La Mandria si possono rilevare da 40 a 50 specie su 100 m² di territorio.

Alla fine del secolo scorso la tenuta reale di caccia della Mandria ospitava ancora un blocco unico di 2.000 ettari di foresta in condizioni paranaturali. Oggi, invece, la superficie forestale appare ridotta e frammentata e quindi non si riscontra il climax originario, poc'anzi descritto, a causa della degradazione dell'ambiente naturale e dei suoli, chiaramente evidenziata dall'assenza quasi totale di uno strato arbustivo e dalla povertà dello strato erbaceo. L'allontanamento dalla condizione climax è dovuto:

- al taglio sconsiderato dei boschi (attuati soprattutto tra gli anni '20 e gli anni '50) ed al loro governo a ceduo;
- all'eccesso del pascolo (sia di cervi sia di bovini) che, a causa del calpestio e della brucatura, danneggia le giovani plantule e ne impedisce il successivo sviluppo, nonostante la notevole capacità di rinnovamento dei popolamenti riferibili al *Quercus - Carpinetum*;
- al dissodamento di ampie aree fra le formazioni boschive;
- all'introduzione, casuale o intenzionale, di specie esotiche ed al loro successivo sopravvento (in particolare di *Robinia pseudacacia*, mentre altrove è la *Spirea japonica*, un arbusto decorativo altamente invasivo, a prosperare nel sottobosco);
- allo sviluppo di facies a castagno.

MONTACCHINI (in A.I.N., 1980) ha descritto due facies di degradazione: una a nocciolo di dimensioni arboree in vecchi cedui che, provocando carenza di luce al suolo, presenta notevoli danni a livello dello strato arbustivo ed erbaceo; l'altra a robinia, dominante nello strato arboreo. Egli ha descritto alcuni settori in cui l'alterazione della copertura boschiva è stata molto più spinta ed ha provocato la regressione completa del *Quercus - Carpinetum*; al suo posto, a seguito del rinnovamento naturale della rovere e per effetto dei locali impianti di quercia rossa (*Quercus rubra*), si sono costituiti boschi secondari abbastanza radi, dove si è sviluppato uno strato erbaceo con specie caratteristiche della classe *Nardo - Callunetea*, fra cui *Potentilla erecta*, *Calluna vulgaris*, *Carex pallescens*, *Sieglingia decumbens*, *Luzula multiflora*, *Veronica officinalis* e *Genista tinctoria*.

Nelle zone più fresche, si possono invece trovare boschi misti ad olmo, ontano nero e frassino, sempre con presenza di robinia. L'ultimo stadio di degradazione del territorio è rappresentato dalla landa a Calluna e Molinieti, in cui il bosco è stato completamente distrutto ed il pascolo intensivo, associato alla particolare situazione lito - pedologica, ha provocato lo sviluppo di popolamenti vegetali molto omogenei, tipici delle praterie xeriche o più igrofile, ma sempre condizionate dall'intervento antropico, con specie appartenenti alle classi *Nardo - Callunetea* e *Molinio -*

Juncetea. Si trova, quindi, una copertura arborea con carpino, castagno, rovere o farnia, che s'impianta su uno strato erbaceo interamente costituito da *Calluna vulgaris* e *Molinia coerulea*. In alcune zone la molinia può risultare nettamente dominante, mentre la copertura arborea può essere assente, dando origine a delle pseudopraterie molto povere.

Predominano nella Mandria i prati falciati stabili, formazioni che derivano dall'azione diretta dell'uomo (in quanto dissodati e seminati), ma con una loro evoluzione naturale; nei terreni dissodati, poi non messi in coltura, si sono concentrate specie riferibili alle classi *Chenopodietea* e *Secalinetea*, colonizzatrici di terreni incolti.

All'interno del Parco vi sono pozze d'acqua, per lo più di origine artificiale, con popolamenti vegetali idrofili, caratteristici delle classi *Potamogetonetea* e *Phragmitetea*, che ospitano *Nymphaea alba*, *Callitriche palustris* e *Lythrus portula*, e popolamenti igrofili che costituiscono le formazioni ripariali e sono riferibili all'*Alnetum glutinosum - incanae*.

Nel complesso si è registrato, negli ultimi 150 anni, un impoverimento della flora autoctona; infatti, molte delle specie segnalate da RE (1825) non sono state più rilevate nelle ricerche successive, sostituite da un insieme di specie alloctone inseritesi per azione antropica attiva o passiva. Tutto ciò comporta una diminuzione del valore naturalistico del Parco stesso, benché esso costituisca comunque una sorta di "polmone verde" per la città di Torino.

È doveroso segnalare che l'attuale direzione del Parco ha avviato una serie di interventi di recupero e valorizzazione dell'area protetta con particolare riferimento alle comunità vegetali autoctone e con l'obiettivo di ricostruire su più ampie porzioni areali condizioni simili a quelle caratterizzanti il climax.

6.3 - Vegetazione della Madonna della Neve (Monte Lera)

La Riserva Naturale Integrale della Cappella della Madonna della Neve e del Monte Lera è nota per la presenza di una specie endemica, *Euphorbia gibelliana* (A.I.N., 1979), il cui popolamento più classico si trova presso la Cappella, con colonie alquanto disperse fra le rocce, che ammontano ad un centinaio circa. Quello più esteso e più ricco di colonie, circa un migliaio e forse più, è situato sulla cresta fra il Monte Bernard (1.078 m s.l.m.), la Punta Fournà (1.128 m s.l.m.) ed il colletto tra Givoletto e la Cappella. Vi è inoltre un altro popolamento situato al Colle della Portia (1.328 m s.l.m.), comprensivo di circa duecento colonie.

Euphorbia gibelliana è una pianta erbacea, geofita (cioè, secondo la classificazione di RAUNKIAER, pianta vascolare perenne che supera la stagione avversa mediante organi sotterranei) e rizomatosa. È una specie tendenzialmente acidofila ed è legata a suoli dilavati e superficiali delle zone di cresta del Monte Lera; si tratta sempre di suoli poco profondi e a forte sassosità, una natura confermata dall'assenza quasi totale di vegetazione lichenica terricola. Essendo una specie eliofila, si trova esclusivamente in terreni rocciosi a scarsa copertura arborea (Cappella della Madonna della Neve) o in boschi a modesta copertura. Ha la sua massima diffusione nei boschi radi, dove occupa soprattutto le radure.

Presso Punta Fournà, la vegetazione è rappresentata da un bosco misto di tiglio e betulla con qualche quercia sporadica. Gli alberi sono di modesta altezza e non sempre è possibile distinguere un netto strato arboreo. Si tratta di vecchi cedui abbandonati, spesso percorsi da incendi, con scarso rinnovamento da seme. Manca generalmente, o è ridotto, uno strato arbustivo, o talvolta questo si confonde e fa transizione con lo strato arboreo. Lo strato erbaceo è ben sviluppato e quasi continuo, pur presentando rocce qua e là affioranti.

Nel complesso, l'insieme del popolamento vegetale della zona di Punta Fournà si deve considerare mesofilo, con una componente termofila (che potrebbe spiegare la dominanza di *Tilia cordata* nello strato arboreo e la contemporanea assenza di *Fagus sylvatica*); sono presenti specie appartenenti all'ordine *Fagetalia sylvaticae*, che raggruppa le diverse formazioni dei boschi di faggio, come

Anemone nemorosa, *Phyteuma spicatum*, *Lilium martagon*, *Prenanthes purpurea*, *Veronica urticifolia*, *Cirsium erisithales*, *Melica nutans*. Notevolmente rappresentata è la classe *Quercus-Fagetea*, con le seguenti specie: *Corylus avellana*, *Rosa canina*, *Carex montana*, *Convallaria majalis*, *Stachys officinalis*, *Pulmonaria angustifolia*, *Symphytum tuberosum*, *Quercus petraea*, *Aruncus dioicus*, *Brachypodium sylvaticum*, *Solidago virgaurea*. Accanto a queste è presente un gruppo di specie caratteristiche dell'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*, che indicano un limite alla mesofilia ed una certa componente termofila; esse sono: *Peucedanum cervaria*, *Mellitis melissophyllum*, *Polygonatum adorum*, *Melampyrum nemorosum*, *Sorbus aria*, *Tilia cordata*, *Potentilla alba*, *Geranium sanguineum*, *Laserpitium latifolium*.

Le caratteristiche dello strato erbaceo sono conseguenza di una notevole immaturità dei suoi suoli e di un loro parziale degradamento, dovuti ad una azione antropica di cedatura, di pascolo intensivo, di incendio ricorrente, come indica la prevalenza di *Molinia caerulea*. La situazione dei suoli viene confermata dalla vegetazione lichenica terricola quasi assente, a parte qualche esemplare del genere *Cladonia*.

Il vento, frequente e dominante sulla cresta e la discreta umidità ambientale hanno favorito, per contro, una notevole diffusione ed abbondanza dei licheni sassicoli, nel cui aspetto si può riscontrare una netta dominanza delle forme crostose, indice di una notevole primitività dei popolamenti.

Per evidenziare i limiti ecologici dell'*Euphorbia gibelliana* è utile considerare anche la vegetazione dell'altro popolamento discretamente esteso, cioè al Colle della Portia dove è dominante un pascolo secondario derivato da un intervento antropico e che sostituisce il bosco originario; la povertà della flora, la presenza e la parziale dominanza di specie della classe *Nardo-Callunetea*, come *Nardus stricta*, *Veronica officinalis*, *Thymus pulegioides*, *Luzula campestris*, indicano infatti una chiara derivazione antropica della formazione. Per contro la persistenza di *Anemone nemorosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* confermano in parte la presenza di una vegetazione arborea.

6.4 - La vegetazione nei comuni del bacino

Nella **tab. 47** sono indicate le aree di territorio comunale (ettari) con copertura forestale a querce, a conifere ed a latifoglie per i comuni totalmente o parzialmente compresi all'interno del bacino del Ceronda. I rimboschimenti affermati di conifere (radi e normali) sono principalmente concentrati in Val della Torre; infatti, al **par 4.1**, si era già notata la presenza di boschi di conifere quasi esclusivamente nel bacino del Casternone.

Nel comune di Val della Torre si nota una porzione areale occupata da boschi di querce cedui normali; piccoli querceti si trovano anche a Givoletto, presso la Riserva Naturale Integrale della Madonna della Neve - Monte Lera, e a Caselette, che però contribuisce solo in parte a caratterizzare la vegetazione del bacino in studio. Le latifoglie si trovano principalmente nei comuni di Venaria, Druento, La Cassa, Fiano (anche per la presenza del Parco della Mandria), Val della Torre e Varisella.

Per gli stessi comuni, in **tab. 48** vengono indicate le porzioni di territorio comunale (esprese in km² e in percentuali rispetto alle aree totali dei comuni) occupate da boschi di latifoglie, boschi di conifere e da colture agricole. Si tratta di aree che, per via della copertura vegetale, assorbono gran parte dell'acqua proveniente dalle precipitazioni, mentre una piccola parte viene lasciata libera al ruscellamento e contribuisce direttamente al rifornimento idrico del torrente Ceronda.

I comuni con le percentuali più alte di superfici occupate dai boschi di latifoglie e di conifere (radi e normali) corrispondono a quelli precedentemente indicati. Le colture agricole occupano porzioni di territorio più ampie nei comuni situati più a valle, come Venaria, San Gillio, Pianezza, Druento e Fiano, mentre occupano aree inferiori alla metà del territorio comunale nei comuni situati più a monte (Varisella, Vallo, Val della Torre e Cafasse).

Tab. 47 - Vegetazione naturale e seminaturale (ettari) nei diversi comuni (totalmente o parzialmente) entro il bacino del Ceronda.

Comune	querce ceduo rada	querce ceduo norm	conif rimbos rada	conif rimbos norm	conif. nuovo rimbos norm.	latif. varie fustaia rada	latif. varie ceduo rado	latif. varie ceduo norm.	latif. varie boschi radi	latif. varie boschi norm.	latif. varie ceduo rado	latif. varie ceduo norm.	pioppo arbori-coltura
Alpignano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,47	0,00	0,00	0,00	34,76	0,00
Cafasse	0,00	0,00	0,00	67,20	0,00	33,47	31,06	34,37	7,76	327,76	0,00	66,32	0,00
Caselette	49,77	323,59	0,00	0,00	0,00	0,00	9,94	44,50	0,00	53,87	0,00	0,00	42,96
Druento	0,00	0,00	0,00	25,47	0,00	0,00	0,00	1,48	2,90	0,00	0,00	809,95	0,00
Fiano	0,00	0,00	0,00	13,53	0,00	0,00	0,00	0,00	40,13	61,32	97,11	189,33	0,00
Givoletto	0,00	139,70	0,00	14,45	0,00	0,00	134,00	0,00	54,80	124,55	0,00	4,33	0,00
La Cassa	0,00	19,25	0,00	0,00	0,00	0,00	119,31	0,00	0,00	111,99	0,00	363,41	0,00
Pianezza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
San Gillio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,90	0,00
Val Torre	0,00	162,68	142,20	449,74	0,00	0,00	31,67	838,91	101,04	235,44	0,00	0,00	0,00
Vallo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,61	70,87	31,01	0,00	0,16	0,00
Varisella	0,00	0,25	0,09	16,80	30,24	0,00	136,43	176,47	580,24	511,02	0,00	24,48	0,00
Venaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,83	3,39	0,00	0,00	218,87	14,84

Tab. 48 - Tipologie di copertura vegetale espresse in aree (km²) ed in percentuale (%) rispetto alle superfici totali dei comuni.

comuni	bosco latifoglie rado		bosco latifoglie normale		bosco conifere rado		bosco conifere normale		colture agricole	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Alpignano	0,0	0,0	0,6	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	70,0
Cafasse	0,7	7,2	4,3	42,9	0,0	0,0	0,7	6,7	4,0	39,9
Caselette	1,0	7,8	4,2	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	49,7
Druento	0,03	0,1	8,1	29,5	0,0	0,0	0,3	1,1	16,9	61,7
Fiano	1,4	11,1	2,5	19,9	0,0	0,0	0,1	0,8	7,8	62,1
Givoletto	1,9	15,2	2,7	21,6	0,0	0,0	0,1	0,8	6,3	50,5
La Cassa	1,2	9,9	4,9	40,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	41,3
Pianezza	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	80,6
San Gillio	0,0	0,0	0,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	95,0
Val Torre	1,3	3,5	12,4	33,0	1,4	3,8	4,5	12,0	14,0	37,3
Vallo	0,7	12,0	2,0	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	20,5
Varisella	7,2	32,0	7,1	31,5	0,0	0,0	0,5	2,2	2,6	11,5
Venaria	0,2	1,0	2,6	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	65,0

6.5 - La vegetazione dei bacini

I dati di cui alla **tab. 48**, relativi ai territori comunali, sono stati riaggregati con una procedura analoga a quella utilizzata con i *poligoni di Thiessen* (**par. 4.1**) per la determinazione delle porzioni di territorio (espresse in km² ed in percentuale rispetto alle superfici totali dei bacini) occupate dalle principali tipologie di copertura vegetale individuate nei bacini sottesi alle sezioni considerate (**tab. 49**).

I dati relativi alle sezioni lungo il corso d'acqua principale sono rappresentati nella **fig. 18**, che illustra le situazioni riscontrate per le porzioni del bacino del Ceronda sottese alle sezioni S1, S2 ed S3. Si osserva un incremento delle colture agricole e dei boschi di conifere radi e normali (a causa dei rimpianti) da monte verso valle, mentre diminuiscono i boschi di latifoglie, in misura maggiore quelli radi rispetto a quelli normali.

Tab. 49 - Tipologie di copertura vegetale espresse in aree (km²) ed in percentuale (%) rispetto alle superfici totali dei bacini sottesi alle diverse sezioni di riferimento S1 ÷ S5.

sezioni (km ²)	bosco latifoglie rado		bosco latifoglie normale		bosco conifere rado		bosco conifere normale		colture agricole	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
S1 (29,0)	8,1	28,0	9,3	32,0	0,0	0,0	0,5	1,8	3,9	13,3
S2 (60,0)	9,9	16,5	20,1	33,5	0,0	0,0	0,8	1,4	19,4	32,4
S3 (168,2)	13,6	8,1	43,9	26,1	1,0	0,6	4,7	2,8	83,8	49,8
S4 (29,0)	1,0	3,5	9,6	33,0	1,1	3,8	3,5	12,0	10,8	37,3
S5 (55,8)	2,8	5,1	14,2	25,4	1,1	1,9	3,5	6,2	28,2	50,5

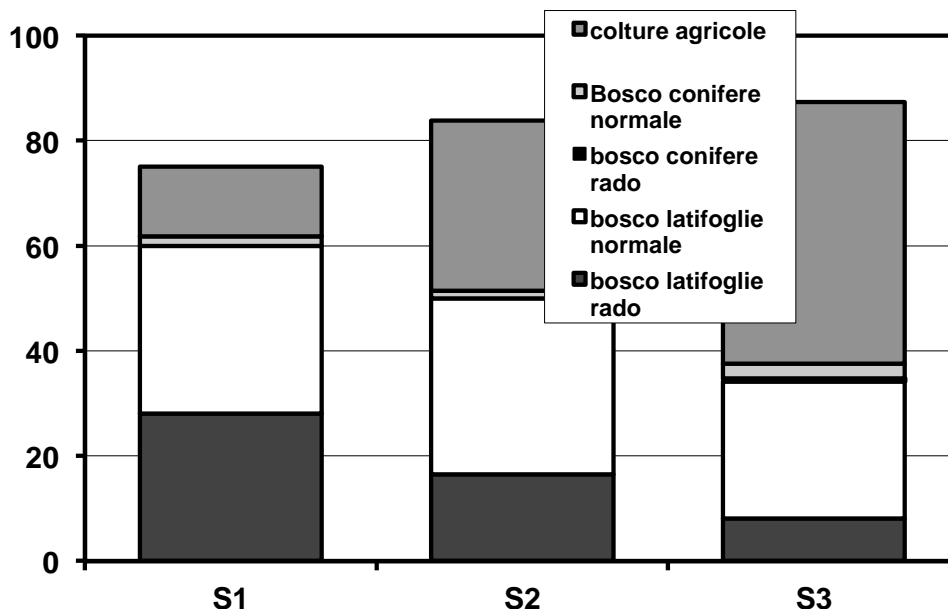


Fig. 18 - Tipologie di copertura vegetale espresse in percentuale rispetto alle superfici totali dei bacini sottesi alle diverse sezioni di riferimento lungo il Ceronda dalle origini alla confluenza con lo Stura di Lanzo (S1 ÷ S3).

La somma delle superfici con copertura vegetale (vari tipi di bosco più le aree agricole) aumenta da monte a valle; ciò sembra in contraddizione con quanto normalmente accade nella maggior parte dei bacini dato che, verso la pianura, si registra un incremento delle aree edificate a svantaggio di quelle naturali, seminaturali ed agricole. In effetti le percentuali delle superfici coperte da edificati rispetto alle aree dei bacini passano dal valore di 1,6 % per S1 al 5,6 % per S3 (**tab. 45** e **fig. 17**). Tuttavia non bisogna dimenticare che il valore relativo alla categoria “altri usi” è pari soltanto al 6,9 % per S3, mentre raggiunge il massimo con 23,2 % per S1. Tale categoria comprende rupi, frane, discariche, calanchi e fiumi (**par. 5.1**). In particolare si tratta di 103 ettari nel comune di Varisella e di ben 145 ettari in quello di Val della Torre. L’alto bacino del Ceronda è caratterizzato infatti da ampie superfici con elevata pendenza (oltre il 50 % per le fasce altimetriche superiori a 1.000 m s.l.m.; **tab. 3**) dominate prevalentemente da pietraie relativamente instabili, sulle quali la colonizzazione vegetale risulta difficile. A ciò bisogna aggiungere l’intenso sfruttamento per far spazio al pascolo agli inizi del secolo e soprattutto i frequenti incendi che caratterizzano l’area. Infine è opportuno segnalare che il mantenimento di una buona percentuale di copertura di boschi di latifoglie, da monte a valle (intorno al 30 %; **tab. 49**) è essenzialmente dovuto alla presenza del parco della Mandria.

Le limitate superfici di boschi di conifere sono dovute alla presenza, piuttosto sporadica, di pino silvestre e di larice. Il leggero incremento verso valle delle categorie relative ai boschi di conifere (rado e normale) è dovuto alla presenza di alcuni impianti artificiali presenti nella Mandria ed alla copertura di pino strobo sui terreni dell’Azienda Acquedotto Municipale di Torino nel territorio del comune di Venaria. In qualsiasi caso le percentuali di tali coperture (**tab. 49**) sono sempre molto ridotte (intorno al 3 % per S3) risultando di una certa consistenza soltanto per l’alto bacino del Casternone (12 % rispetto alla superficie totale).

7 - CARICO ANTROPICO

La qualità delle acque in corrispondenza di una determinata sezione dipende dalla qualità globale dell'ecosistema costituito dal territorio del bacino imbrifero sotteso alla sezione stessa. Pertanto è funzione non soltanto delle caratteristiche geomorfologiche, idroclimatiche, pedologiche e vegetazionali, ma anche della presenza e delle attività antropiche; infatti tutte le attività umane che insistono nel bacino imbrifero producono prodotti di rifiuto che influiscono sulla qualità delle acque correnti superficiali, alcuni dei quali (i nutrienti) entrando nei cicli biogeochimici dell'ecosistema fluviale.

I nutrienti (tra gli altri, in modo particolare, i sali di azoto e di fosforo) e le particelle di sostanze organiche (direttamente utilizzate come cibo da alcuni organismi o comunque destinate a trasformarsi in nutrienti per via di processi biologici o puramente ossidativi) contribuiscono allo sviluppo di forme vegetali che favoriscono la produttività biologica. Ciò è più evidente per le zone umide ad acque stagnanti, ma è valido anche per quelle ad acque correnti, anche se il rapporto "concentrazione dei nutrienti/produttività" è meno diretto, reso più complesso dall'estrema variabilità del regime idrologico e dal fatto che tali sostanze non entrano a far parte integrante del corpo idrico (come invece si verifica nei laghi), ma vengono convogliate velocemente a valle (FORNERIS *et al.*, 1990b e 1996). Le precedenti considerazioni derivano da concetti ampiamente noti, così com'è altrettanto noto il fatto che una eccessiva ricchezza di nutrienti (con un temporaneo ed apparentemente auspicabile aumento anche della produttività ittica; GRIMALDI, 1967; BORRONI E GRIMALDI, 1978), può determinare conseguenti processi di eutrofizzazione con effetti negativi sulla qualità delle acque.

Un sistema di valutazione approssimativo (comodo e rapido) per stimare i carichi di nutrienti degli areali contribuenti una determinata zona umida (un lago o un corso d'acqua in corrispondenza di una data sezione) è quello di considerare un solo elemento, il fosforo, come indicatore dell'insieme di tutti i nutrienti, in virtù del fatto che esso è quasi sempre l'elemento limitante, non solo negli ambienti acquatici (DIXON, 1968; CHIAUDANI, VIGHI, 1974 ÷ 1978; IRSA, 1977 ÷ 1980). Negli studi sull'eutrofizzazione viene normalmente considerato il "**fosforo totale**", cioè la somma di quello legato in composti chimici inorganici (sali più o meno solubili, come gli ortofosfati) con quello legato in composti organici (perché potenzialmente disponibile con la decomposizione delle sostanze organiche). In questo lavoro, per la stima del carico naturale ed antropico sul bacino, è stato utilizzato il metodo della valutazione del **carico di fosforo totale** (C.R.E.S.T., 1988 ÷ 1997; REGIONE EMILIA ROMAGNA, 1994; BUFFO, CAVALLERO, 1998a-b). I dati relativi al carico di fosforo totale sono utili per una valutazione complessiva grazie all'integrazione con i dati emersi dalle diverse campagne di rilevamento sulla qualità biologica e chimica delle acque e sull'ittiofauna.

7.1 - Valutazione del carico di fosforo

Il carico totale di fosforo è la somma di diversi contributi ed in particolare:

Cn (carico naturale). È la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli naturali; se il bacino non fosse antropizzato, questo dato risulterebbe l'unico di cui tenere conto. Diversi Autori hanno stabilito, come riferimento, valori medi di rilascio per suoli naturali in diverse parti del mondo (PROVINI *et al.*, 1978). CALDERONI (1976) e CALDERONI *et al.* (1978) hanno definito in 0,07 ÷ 0,11 kg/ha/anno il rilascio dei suoli naturali nelle zone montane italiane. In uno studio sull'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani CHIAUDANI e VIGHI (1982) hanno stabilito un valore di cessione medio pari a 0,1 kg/ha/anno per i suoli naturali italiani, indipendentemente dal tipo e grado di copertura; tale valore è stato ritenuto rappresentativo anche della situazione del bacino imbrifero del Lago di Candia in uno studio sull'eutrofizzazione dello stesso (DURIO *et al.*, 1983). Pertanto anche **per i suoli naturali compresi entro il bacino imbrifero del Ceronda si è ritenuto considerare una cessione di fosforo totale pari a 0,1 kg/ha/anno.**

Ca (carico agricolo). È la cessione di fosforo totale dovuto ai suoli coltivati; esso rappresenta l'agricoltura. Alcuni Autori sostengono che solo il 50 % dei fertilizzanti sia utilizzato dai vegetali coltivati; la parte restante viene persa dal terreno per lo scorrimento delle acque (fenomeno facilitato dal sistema di irrigazione a spargimento, diffuso nel bacino in oggetto) e per infiltrazione. Per l'Italia è stato valutato dall'I.R.S.A (1980) un rilascio teorico medio nazionale pari a circa $0,2 \div 1$ kg/ha/anno. Sulla base di ricerche successive lo stesso IRSA, in considerazione delle notevoli diversità tra le situazioni che si presentano in Italia e quindi delle difficoltà nelle stime dei carichi, ha ritenuto ragionevole proporre una **cessione dai suoli coltivati pari a 0,6 kg/ha/anno**, valore che è stato applicato anche per il bacino del Ceronda.

Cv (carico civile). Rappresenta l'insieme degli scarichi civili dovuti alla presenza di persone che vivono e producono rifiuti (scarichi domestici) sul territorio; ai residenti si aggiungono le presenze turistiche. Il contributo procapite di fosforo totale attribuibile alla popolazione residente (OGLESBY *et al.*, 1973; IRSA, 1977; VOLLENWEIDER, 1977, 1979) veniva considerato, fino alla fine degli anni '70, pari a 1,28 kg/anno così ripartito: 0,58 metabolico più 0,70 da detersivi; quest'ultimo valore è successivamente diminuito per le leggi in materia che limitano l'uso di polifosfati nei detersivi (MARCHETTI, 1987). Oggi il **carico procapite di fosforo totale viene valutato 0,8 kg/anno**, di cui il 50 % raggiunge le acque superficiali (CHIAUDANI, VIGHI, 1982; MARCHETTI, 1987).

Ci (carico industriale). Buona parte dei prodotti di rifiuto delle attività industriali sono riconducibili ad una equivalente quantità di fosforo totale che può essere valutato pari a **0,5 kg/anno di fosforo totale per ciascuno degli addetti nell'industria** (MARCHETTI, 1987), del quale metà raggiunge le acque superficiali.

Cz (carico zootecnico). Rappresenta l'insieme delle attività zootecniche in funzione della qualità e quantità degli animali. Esso viene stimato tenendo conto delle quantità di fosforo totale mediamente contenuto nelle deiezioni degli animali, considerati secondo il loro peso medio (**tab. 50**; MARCHETTI, 1987), di cui il 95 % circa viene utilizzato come concime (e quindi rientra nel dato relativo alla loro cessione di fosforo totale), mentre il restante 5 % giunge direttamente nelle acque superficiali (MARCHETTI, 1987).

Equini	8,7	kg/anno
Bovini	7,4	kg/anno
Suini	3,8	kg/anno
Ovini e caprini	0,8	kg/anno
Polli e conigli	0,2	kg/anno
Tab. 50 - Produzioni medie annue di fosforo totale in zootecnica.		

La stima del carico antropico richiede un'analisi territoriale socio - economica che porti, come risultato, a fornire, su scala di bacino, i dati relativi alle variabili sopra descritte. Il metodo della stima del carico di fosforo totale tiene conto dell'insieme delle caratteristiche naturali ed antropiche del territorio, delle principali attività umane e delle popolazioni residente e fluttuante con il turismo. L'analisi dei carichi, analogamente a quanto effettuato per i due precedenti capitoli (uso del suolo e copertura vegetale) è stata condotta mediante l'elaborazione di dati disponibili su base comunale, facendo riferimento al S.I.T.A.

7.2 - Carico su base comunale

Per quanto riguarda la **popolazione residente** vengono riportati i dati dei censimenti dal 1861 al 1991. Manca il dato del censimento del 1941, sostituito dal dato anagrafico del 1936. Per avere un'idea dell'andamento demografico successivo al 1981 sono riportati anche i dati relativi alle anagrafi del 1985, 1988, 1990, 1991 e 1992. La **tab. 51** riporta anche i dati delle anagrafi del 1997. La **tab. 52** riporta i valori dell'andamento demografico relativo ai dati cumulati dei comuni di tutto il bacino del Ceronda; le **figg. 19** e **20** illustrano l'andamento demografico dei bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S3 e del comune di Venaria Reale cioè quello caratterizzato dal maggior incremento di popolazione nella seconda metà di questo secolo, nell'ambito dell'espansione dell'area metropolitana torinese e quasi interamente compreso nel bacino del Ceronda. Ciò spiega l'andamento costante della porzione montana del bacino contro il forte incremento delle porzioni di pianura.

Tab. 51 - Popolazione residente.

Comune	1861	1871	1881	1901	1911	1921	1931	1936	1951
Alpignano	1862	1886	2198	2808	2844	2921	3109	3212	4278
Cafasse	1296	1338	1609	2025	2188	2288	2681	2682	2663
Caselette	852	852	878	743	744	731	629	635	788
Druento	2457	2488	2590	2341	2445	2508	2540	2503	2715
Fiano	879	742	907	1047	1016	1093	1141	1141	1166
Givoletto	549	690	689	758	725	736	635	615	571
La Cassa	849	596	635	714	727	758	749	720	750
Pianezza	2124	2406	2508	2434	2574	2652	2977	2994	3583
San Gillio	747	777	799	870	829	786	757	682	731
Val Torre	1790	1883	1992	2239	2360	2304	1868	1768	1593
Vallo	481	502	605	678	716	689	653	671	611
Varisella	723	605	657	768	723	793	719	709	584
Venaria	6099	6276	6094	5390	5978	6379	13333	11744	15796
Comune	1961	1971	1981	1985	1988	1990	1991	1992	1997
Alpignano	6726	12017	12492	14663	15907	16573	16739	17072	17456
Cafasse	2806	3280	3599	3588	3563	3538	3545	3567	3478
Caselette	803	1396	2344	2446	2519	2572	2717	2723	2685
Druento	3413	5702	7243	7320	7267	7484	7567	7594	8021
Fiano	1214	1724	2314	2317	2374	2411	2432	2448	2578
Givoletto	458	996	1740	1854	1884	1985	1987	2060	2072
La Cassa	595	867	936	944	997	1041	1056	1133	1274
Pianezza	4543	8743	10140	10464	10939	11356	11416	11441	11443
San Gillio	609	1203	1944	1977	2065	2130	2317	2365	2535
Val Torre	1357	1872	2576	2698	2788	2935	3021	3099	3342
Vallo	565	604	668	670	704	727	721	737	714
Varisella	538	606	668	668	651	650	668	680	681
Venaria	18331	23477	26584	29086	30713	31116	30614	31200	35576

Tab. 52 - Andamento demografico dei bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S5.

Anno	popolazione					Comune	abitazioni vacanza	Stanze vacanza
	S1	S2	S3	S4	S5	Apignano	24	84
1861	1.204	2.053	11.865	1.790	3.528	Cafasse	108	351
1871	1.107	1.703	11.806	1.883	3.794	Caselette	32	106
1881	1.262	1.897	11.853	1.992	3.963	Druento	33	112
1901	1.446	2.160	12.900	2.239	4.371	Fiano	73	271
1911	1.439	2.166	13.313	2.360	4.422	Givoletto	139	552
1921	1.482	2.240	13.627	2.304	4.337	La Cassa	56	176
1931	1.372	2.121	15.628	1.868	3.760	Pianezza	30	111
1936	1.380	2.100	14.834	1.768	3.577	San Gillio	21	74
1951	1.195	1.945	16.429	1.593	3.559	Val Torre	559	1.877
1961	1.103	1.698	17.829	1.357	3.338	Vallo	102	331
1971	1.210	2.077	26.145	1.872	5.692	Varisella	97	292
1981	1.336	2.272	32.453	2.576	8.212	Venaria	16	53
1991	1.389	2.445	36.320	3.021	9.814	Tab. 53 - Numero di abitazioni e di stanze per vacanze (1991).		
1997	1.395	2.669	39.552	3.342	10.500			

Le presenze turistiche (abitazioni, stanze, letti) sono indicate, per ogni comune, come dati relativi al numero di abitazioni e di stanze per vacanza, di esercizi e di letti sia alberghieri, sia extralberghieri. Questi dati sono utili per una valutazione di massima del carico dovuto al turismo e

che va aggiunto (anzi ne fa parte) a quello civile. (tabb. 53 e 54).

Tab. 54 - Numero aziende turistiche relative a esercizi alberghieri (A), camere (B), letti (C) e bagni (D) in esercizi alberghieri, esercizi extra-alberghieri (E), camere (F), letti (G) e bagni (H) in esercizi extra-alberghieri, totale degli esercizi (I), totale delle camere (L), dei letti (M) e dei bagni (N). Dati relativi al 1991.

Comune	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N
Alpignano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cafasse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caselette	0	0	0	0	1	130	440	11	1	130	440	11
Druento	1	10	17	9	0	0	0	0	1	10	17	9
Fiano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Givoletto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Cassa	0	0	0	0	1	80	240	15	1	80	240	15
Pianezza	1	13	23	9	1	48	55	41	2	61	78	50
San Gillio	1	8	10	8	0	0	0	0	1	8	10	8
Val Torre	0	0	0	0	1	3	6	3	1	3	6	3
Vallo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varisella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Venaria	2	52	93	52	1	5	F11	2	3	57	104	54

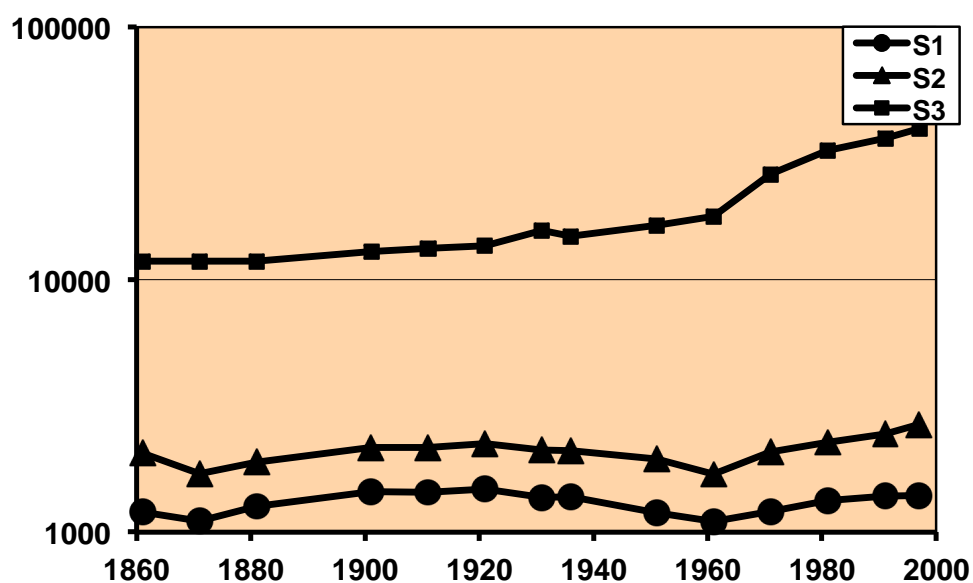


Fig. 19 - Andamenti demografici dei bacini sottesi alle sezioni S1, S2 ed S3.

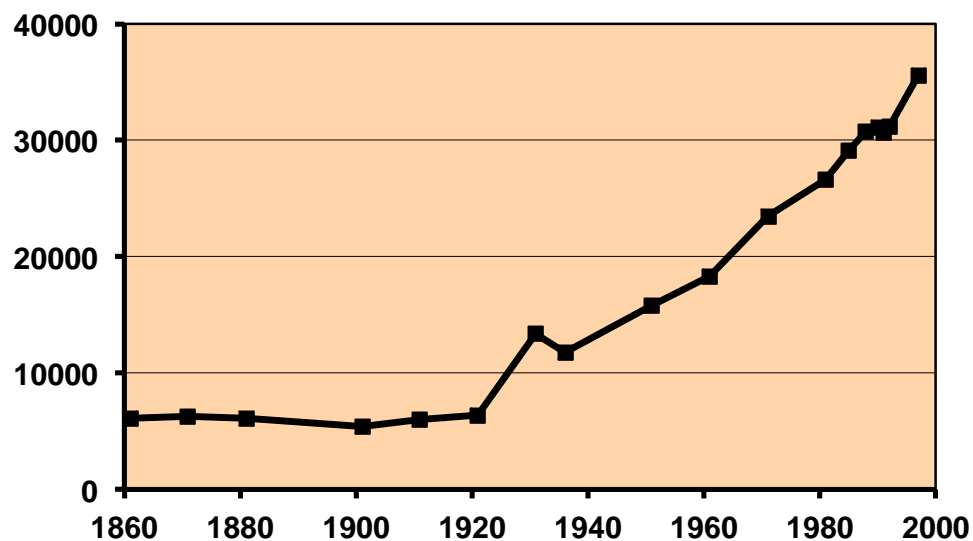


Fig. 20 - Andamento demografico del comune di Venaria Reale.

Le attività produttive sono rappresentate mediante il numero di addetti nelle diverse attività produttive (**tab. 55**). I valori sono suddivisi nei seguenti rami di attività:

RAMO 0: agricoltura, foreste, pesca e caccia;

RAMO 1: energia elettrica, gas e acqua;

RAMO 2: industrie estratti, manifatturiere e chimiche;

RAMO 3: industrie manifatturiere, meccanica di precisione;

RAMO 4: industrie manifatturiere, alimentari, tessili e del legno;

RAMO 5: industrie delle costruzioni e dell'edilizia;

RAMO 6: riparazione di beni di consumo e di veicoli, commercio, pubblici esercizi ed alberghi;

RAMO 7: trasporti e comunicazione;

RAMO 8: credito ed assicurazioni, servizi prestati alle imprese, noleggio;

RAMO 9: pubblica amministrazione, servizi pubblici e privati

Tab. 55 - Numero addetti per ramo (0 ÷ 9) di attività produttiva (1991).										
Comune	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Alpignano	2	5	59	2339	314	303	532	114	80	417
Cafasse		2	15	621	59	86	192	24	18	92
Caselette			118	1033	101	83	123	21	17	50
Druento		1	67	1041	251	116	249	52	36	235
Fiano	2	2		179	29	42	93	16	11	87
Givoletto			25	66	232	29	82	37	3	32
La Cassa			47	321	30	9	27	4	13	25
Pianezza		27	301	2520	241	286	641	125	211	514
San Gillio			30	342	148	36	111	5	2	45
Val Torre			4	70	19	36	96	7	1	44
Vallo				19	6	2	16	3		17
Varisella					5	11	22	2		13
Venaria	8	57	46	4205	1323	487	1286	945	161	1311

Per gli **allevamenti** sono riportati, per ciascun comune, il numero di bovini, ovini, caprini, equini, suini, conigli e avicoli allevati (**tab. 56**). Per il calcolo del carico zootecnico sono stati accorpati ovini e caprini in un unico gruppo, così come per i conigli e gli avicoli. I dati della **tab. 57** si riferiscono al IV censimento generale dell'agricoltura del 1990 e si utilizzano (al fine della determinazione del carico zootecnico) per integrare quelli della precedente tabella.

Tab. 56 - Numero capi totale e per ettaro in allevamenti zootecnici (consistenza 1982).							
Comune	bovini	ovini	caprini	equini	suini	conigli	avicoli
Alpignano	868	8	43	2	27	6137	1979
Cafasse	442	7	17	3	10	1676	1480
Caselette	838	12	13	5	38	8283	2045
Druento	2258	159	38	48	27	785	1618
Fiano	201	3	279	-	46	329	90599
Givoletto	65	3	18	26	-	1204	1412
La Cassa	289		2	-	7	11742	439
Pianezza	1405	255	31	3	253	1608	2096
San Gillio	699	3	16	8	40	470	688
Val Torre	908	13	209	5	32	1656	5033
Vallo	116	14	18	-	-	885	837
Varisella	175	4	43	4	-	641	745
Venaria	2078	208	69	90	7	784	2257

Tab. 57 - Numero capi allevamenti zootecnici (quarto censimento dell'agricoltura; 1990).

Comune	Bovini, bufalini	ovini	caprini	suini
Alpignano	700	50	13	18
Cafasse	462	6	9	6
Caselette	721	22	14	18
Druento	1232	13	29	20
Fiano	79	4	2	0
Givoletto	47	0	12	0
La Cassa	178	0	8	0
Pianezza	1436	6	65	460
San Gillio	424	13	2	0
Val Torre	805	3	172	12
Vallo	60	0	30	0
Varisella	185	0	66	0
Venaria	1513	0	23	0

Una prima elaborazione è stata effettuata valutando il carico di fosforo totale sui territori dei singoli comuni considerati interamente, sia quelli del tutto compresi entro il bacino del Ceronda, sia quelli compresi parzialmente. Per tale elaborazione si sono utilizzati anche i dati relativi all'uso del suolo (**cap. 5**) ed alla copertura vegetale (**cap. 6**). Le **tabb. 58** e **59** riportano i valori complessivi; in essa vengono illustrati:

Carico civile (Cv). Per ogni comune si è considerata la popolazione residente dell'anagrafe 1997 (**tab. 51**). Nella pubblicazione della REGIONE PIEMONTE (1984a) "*Bacini turistici piemontesi; dati di riferimento 1984*", per ogni Comune vengono riportati i valori medi annui delle presenze dei turisti e del tempo di permanenza in giorni; dividendo il prodotto dei due valori per 365 (numero di giorni l'anno), si ottiene l'equivalente numero di persone presenti tutto l'anno (quasi sempre risultato irrilevante) e quindi cumulabile con il numero di residenti. I dati derivati dalla succitata pubblicazione sono stati corretti sulla base di quelli riportati nelle **tabb. 53** e **54**.

Carico industriale (Ci). Per ogni Comune viene effettuata la somma degli addetti alle attività industriali nei rami 1 ÷ 7 della **tab. 55**. Il totale viene moltiplicato per 0,5, considerato quale contributo medio annuo (kg/anno) per addetto alle attività industriali (**par. 7.1**).

Carico zootecnico (Cz). Per ogni Comune vengono considerate contemporaneamente le **tabb. 56** e **57**, considerando per ogni specie animale i dati più aggiornati. Dal numero totale di ciascuna specie e dal carico medio annuo di fosforo totale attribuito, si ottiene un totale del quale viene considerato il 5 % (**par. 7.1**).

Carico agricolo (Ca). Per ogni Comune è il risultato del prodotto fra superficie coltivata (**cap. 5**) e il valore medio annuo (0,6 kg/ha/anno) di cessione di fosforo totale attribuito ai terreni coltivati.

Carico naturale (Cn). Carico (0,1 kg/ha/anno) attribuito ai terreni naturali e/o ai terreni in cui le pratiche agrarie non prevedono concimazioni e non comportano fenomeni erosivi e di lisciviazione indotti da pratiche colturali. È il carico che risulterebbe se l'impatto antropico fosse nullo o irrilevante. Le superfici sono quelle indicate dalle tabelle riportate al **cap. 5**. Per le aree denominate con la voce "*altri usi*" (**tab. 43**), comprendendo rupi, calanchi e frane (che anzi costituiscono le componenti più rilevanti), si è ritenuto di attribuire un carico pari alla metà (0,05 kg/ha/anno) in quanto caratterizzate da scarsa o nulla copertura vegetale, importante del condizionare la cessione di fosforo.

Carico totale (Ct). Somma dei carichi precedenti espressi come valori sia assoluti (**tab. 58**), sia in percentuale (**tab. 59**). In tal modo è più facile osservare, per ciascun Comune, indipendentemente dai valori assoluti, quale componente antropica o naturale contribuisce maggiormente alla determinazione del carico complessivo. Per tutti i comuni è il carico civile la componente più importante. Per Venaria e Druento si registrano valori intorno all'80 %; si tratta di aree fortemente

antropizzate, con valori di carico industriale vicini al 10 %. Nell'alto bacino del Ceronda, Varisella presenta una percentuale di carico civile prossima al 40 %, mentre Val della Torre (alto Casternone) è caratterizzata da un valore pari al 47 %. Le aree di montagna non sono molto elevate in altitudine; dopo il 1920 si è registrata una lieve diminuzione di popolazione (**fig. 19**) a vantaggio delle aree di pianura (similmente a quanto avvenuto un po' in tutto il Piemonte).

Tab. 58 - Carico di fosforo totale [kg/anno] valutato per ciascun comune del bacino del Ceronda dovuto alla popolazione residente ed alle presenze turistiche (Cv), alle attività industriali (Ci), alla zootecnia (Cz), all'agricoltura (Ca) ed alla cessione dei suoli naturali (Cn). Il carico totale (Ct) viene espresso anche come valore unitario (Cu) di superficie comunale [Kg/anno/km ²]; rispetto a quest'ultimo l'elenco dei comuni viene riportato in ordine decrescente.								Tab. 59 - Carico di fosforo totale (% rispetto al totale) valutato su ciascun comune del bacino del Ceronda dovuto alla popolazione residente ed alle presenze turistiche (Cv), alle attività industriali (Ci), alla zootecnia (Cz), all'agricoltura (Ca) ed alla cessione dei suoli naturali (Cn).					
Comune	Cv	Ci	Cz	Ca	Cn	Ct	Cu	Comune	%Cv	%Ci	%Cz	%Ca	%Cn
Venaria	14.231	2.087	630	779	31	17.758	884	Venaria	80,1	11,8	3,5	4,4	0,2
Alpignano	6.983	917	347	512	6	8.765	718	Alpignano	79,7	10,5	3,9	5,8	0,1
Pianezza	4.577	1.035	660	776	0	7.048	441	Pianezza	64,9	14,7	9,4	11,0	0,0
Cafasse	1.391	250	206	240	57	2.144	214	Cafasse	64,8	11,7	9,6	11,2	2,7
San Gillio	1.014	168	173	508	2	1.865	208	San Gillio	54,4	9,0	9,3	27,2	0,1
Fiano	1.031	90	939	467	43	2.570	205	Fiano	40,1	3,5	36,5	18,2	1,7
Druento	3.209	444	506	1.017	84	5.260	191	Druento	61,0	8,4	9,6	19,4	1,6
Caselette	1.074	370	377	392	53	2.266	172	Caselette	47,4	16,3	16,6	17,3	2,4
Givoletto	829	118	55	382	53	1.437	115	Givoletto	57,7	8,2	3,8	26,6	3,7
La Cassa	510	110	188	302	65	1.175	97	La Cassa	43,4	9,4	16,0	25,7	5,5
Vallo	286	12	41	74	36	449	77	Vallo	63,7	2,7	9,1	16,5	8,0
Val Torre	1.337	58	376	841	214	2.826	75	Val Torre	47,3	2,0	13,3	29,8	7,6
Varisella	273	10	87	158	172	700	31	Varisella	39,0	1,4	12,4	22,6	24,6

A partire dagli anni 60' si è registrato un incremento della popolazione residente, dovuto essenzialmente alla tendenza di molte famiglie dell'area metropolitana torinese a trasferirsi in aree più tranquille. Il carico industriale quasi mai è rilevante; soltanto Pianezza e Caselette presentano un dato significativo, intorno al 15 %; si tratta tuttavia di comuni parzialmente compresi entro il bacino del Ceronda. Ad eccezione di Cafasse, Venaria e Druento, tutti gli altri presentano valori inferiori al 10 % (appena l'1,4 % per Varisella). Il carico agricolo più elevato si riscontra per La Cassa, Givoletto e Val della Torre (25 ÷ 30 %); verso valle diminuisce il carico agricolo a vantaggio delle aree urbanizzate (**cap. 6**), fino ad arrivare a Venaria con la più bassa percentuale di carico agricolo (3,5 %). Il carico zootecnico risulta elevato soltanto per Fiano, con il 36,5 %; questo dato è condizionato dalla presenza di un allevamento di polli localizzato sulla sinistra del Ceronda, poco a monte del ponte sulla strada provinciale; in linea di massima si può ipotizzare una sovrastima del carico zootecnico a causa della tendenza recente alla diminuzione degli allevamenti nell'area in oggetto; anche la Direzione del Parco della Mandria (che occupa buona parte dei territori comunali di Druento e di Venaria) sta sostenendo una politica di diminuzione del carico di animali allevati (prevalentemente equini e bovini).

Infine il carico naturale risulta, in generale, piuttosto basso, sia perché la cessione dei suoli è alquanto modesta per sua natura, sia perché, soprattutto verso la pianura, diminuiscono le aree poco o nulla antropizzate (appena 0,2 % per Venaria); queste sono invece più diffuse in montagna; i più elevati carichi naturali si riscontrano per i comuni Vallo (8 %) e Val della Torre (7,6 %); ma il valore massimo si riscontra per Varisella (24,6 %). A titolo di esempio nelle **figg. 21 ÷ 23** sono illustrate le distribuzioni percentuali dei diversi carichi relativi ai comuni di Varisella (caratterizzato dal più elevato carico naturale), Fiano (con un elevato carico zootecnico) e Venaria (elevati carichi civile e industriale).

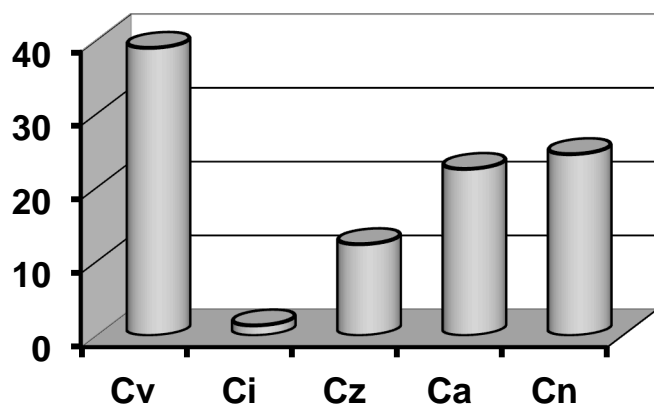


Fig. 21 - Distribuzione dei valori percentuali (rispetto al carico totale) del carico civile (Cv), industriale (Ci), zootecnico (Cz), agricolo (Ca) e naturale (Cn) nel **comune di Varisella**.

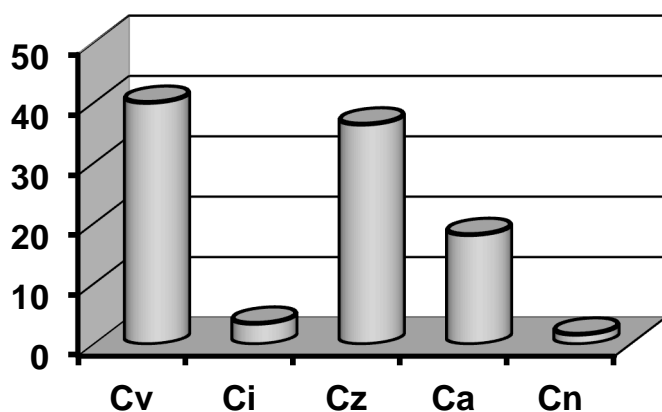


Fig. 22 - Distribuzione dei valori percentuali (rispetto al carico totale) del carico civile (Cv), industriale (Ci), zootecnico (Cz), agricolo (Ca) e naturale (Cn) nel **comune di Fiano**.

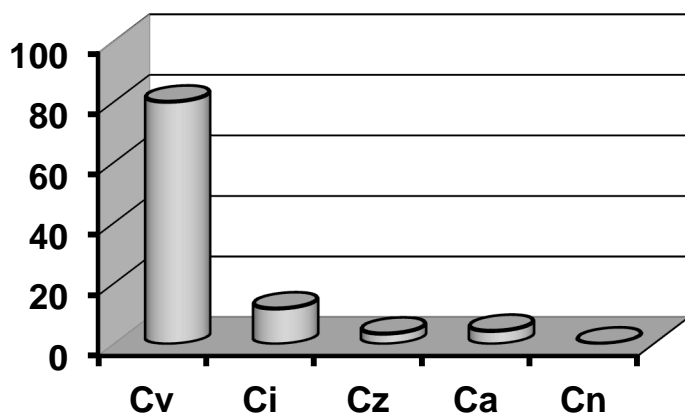


Fig. 23 - Distribuzione dei valori percentuali (rispetto al carico totale) del carico civile (Cv), industriale (Ci), zootecnico (Cz), agricolo (Ca) e naturale (Cn) nel **comune di Venaria Reale**.

Carico unitario (Cu). Rapporto tra il carico totale (Ct) e la superficie [km²] del territorio comunale. L'utilità del carico unitario può essere spiegata con un esempio. Druento presenta un elevato carico totale Ct = 5.260 kg/anno, più del doppio di quello di Caselette con 2.266 kg/anno (**tab. 58**); ciò vorrebbe dire che l'insieme degli impatti sul primo Comune è molto più rilevante rispetto al secondo. In realtà la superficie comunale di Druento è più grande di quella di Cafasse; quindi per un confronto attendibile conviene esprimere il carico totale in rapporto alla superficie unitaria; in tal modo la situazione si presenta diversa; infatti si ottiene un valore Cu = 191 kg/anno/km² di Druento, molto vicino a quello (172 kg/anno/km²) di Caselette. Quindi il valore di Cu è quello più rappresentativo per ordinare i Comuni in senso decrescente rispetto al contributo di carico totale di fosforo rappresentativo dell'insieme dei fenomeni naturali ed antropici presenti sul territorio. Si distinguono Venaria ed Alpignano con valori rispettivamente di 884 e 718 kg/ha/anno, i più elevati fra tutti comuni considerati. Il carico unitario risulta basso nelle porzioni montane del bacino. Merita di essere segnalato il comune di Varisella, con 31 kg/ha/anno; si tratta di un valore ancora elevato se confrontato con quelli relativi ai comuni dell'alto bacino dell'Orco e del Po (C.R.E.S.T., 1993 e 1997), caratterizzati da carichi unitari anche inferiori a 10 kg/ha/anno.

7.3 - Carico di fosforo alle sezioni di riferimento

I diversi valori di carico di fosforo dovuto alle varie componenti (**Cv**, **Ci**, **Cz**, **Ca** e **Cn**), di carico totale (**Ct** e **Cu**), già calcolati in riferimento ai diversi territori comunali, sono stati stimati anche per i territori costituenti i bacini imbriferi sottesi alle diverse sezioni di riferimento **S1 ÷ S5** (**tabb. 60 e 61**). In pratica si sono utilizzati i valori indicati in **tab. 58** e cumulati in funzione delle estensioni delle superfici comunali comprese entro i limiti dei bacini. Si è cercato di tenere conto delle distribuzioni dei nuclei insediativi non potendo sostenere una ipotesi di omogenea distribuzione del carico antropico sulle superfici comunali. Da questo punto di vista si sono rivelate utili le carte topografiche, foto aeree e “note di campagna” riportate dalle escursioni sul territorio finalizzate in gran parte all’indagine presso i Comuni per gli aggiornamenti demografici. I carichi civile e industriale di Druento e di Venaria sono stati ridotti del 90 % in considerazione del collegamento degli scarichi nella rete di collettori dell’Azienda di depurazione del Po - Sangone.

Tab. 60 - Carico di fosforo totale (kg/anno) valutato sui bacini sottesi alle sezioni **S1 ÷ S5**, dovuto alla popolazione residente ed alle presenze turistiche (**Cv**), alle attività industriali (**Ci**), alla zootecnia (**Cz**), all’agricoltura (**Ca**) ed alla cessione dei suoli naturali (**Cn**). Il carico totale (**Ct**) viene espresso anche come valore unitario (**Cu**) di superficie (Kg/anno/km²) e come rapporto (**Ct/Q**; µg/l) rispetto alla portata media annua (**Q**; l/s).

sez. (km ²)	Q	Cv	Ci	Cz	Ca	Cn	Ct	Cu	Ct/Q
S1 (29,0)	507	559	22	128	232	208	1149	40	72
S2 (60,0)	892	1069	132	316	534	273	2324	39	83
S3(168,2)	2367	7535	959	2795	4263	714	16266	97	218
S4 (29,0)	611	1337	58	376	841	214	2826	97	147
S5 (55,8)	983	4201	547	752	1900	286	7686	138	248

Questo lavoro è finalizzato alla determinazione del livello di qualità delle acque del reticolo idrografico del Ceronda; i valori di carico totale di fosforo si sono riferiti in funzione delle portate medie annue stimate in corrispondenza delle diverse sezioni di riferimento (**tabb. 28 ÷ 32**); in pratica il rapporto tra il carico totale annuo (espresso in mg o in µg) e il volume medio annuo d’acqua (espresso in m³ o in litri) che passa attraverso la sezione di riferimento. Il rapporto **CT/Q** che così si ottiene esprime la “teorica” concentrazione media annua di fosforo totale che si dovrebbe riscontrare nelle acque in corrispondenza di quella sezione. Occorre ribadire che il rapporto **CT/Q** non è un valore che rappresenta realmente il livello di eutrofizzazione delle acque. Le concentrazioni “vere” di fosforo totale e di altri nutrienti sono il risultato dell’interazione di un insieme molto complesso di fattori ambientali naturali ed antropici che non può essere rappresentato da un modello molto semplice come quello adottato. Tuttavia il **CT/Q** si rivela utile come indicatore ecologico, perché permette un confronto fra diverse porzioni di territorio. Soprattutto risulta molto valido il confronto con il volume dei deflussi.

È possibile determinare la concentrazione media teorica di fosforo totale nelle acque di una ipotetica sezione il cui bacino risulti per nulla antropizzato. Con una simile ipotesi si considera unicamente il carico naturale **Cn = Ct** pari a 0,1 kg/ha/anno; se tale valore viene rapportato con la portata media annua specifica dell’intero bacino del Ceronda alla sezione **S3**, si ottiene **CT/Q = 22,5 µg/l**, che esprime la concentrazione di fosforo totale teoricamente presente nelle acque del reticolo idrografico del Ceronda in assenza di antropizzazione. Alcuni bacini potrebbero teoricamente presentare valori anche leggermente inferiori alla decina in presenza di terreni particolarmente poveri, scarsamente

Sez.[km ²]	% Cv	% Ci	% Cz	% Ca	% Cn
S1 (29,0)	48,7	1,9	11,1	20,2	18,1
S2 (60,0)	46,0	5,7	13,6	23,0	11,7
S3(168,2)	46,3	5,9	17,2	26,2	4,4
S4 (29,0)	47,3	2,1	13,3	29,8	7,7
S5 (55,8)	54,7	7,1	9,8	24,7	3,7

Tab. 61 - Carico di fosforo totale (% rispetto al totale) valutato su ciascun bacino sotteso alle diverse sezioni **S1 ÷ S5**, dovuto alla popolazione residente ed alle presenze turistiche (**Cv**), alle attività industriali (**Ci**), alla zootecnia (**Cz**), all’agricoltura (**Ca**) ed alla cessione dei suoli naturali (**Cn**).

soggetti ad alterazione chimica e con suoli poco sviluppati e/o caratterizzati da portate specifiche più elevate. Il limite inferiore del rapporto Ct/Q può quindi essere ritenuto dell'ordine delle unità di $\mu\text{g/l}$ di fosforo totale, mentre nel caso specifico del bacino del Ceronda è di poco superiore a $20 \mu\text{g/l}$.

Per fare qualche esempio, è risultato di oltre 16 t/anno il carico complessivo di fosforo totale del bacino (circa 500 km^2) della Dora Riparia a monte di Pont Ventoux (C.R.E.S.T., 1990); sul Sesia, con un bacino di analoghe dimensioni, è stato stimato un carico di circa 10 t/anno (C.R.E.S.T., 1988b); sul Pellice, con un bacino di circa 250 km^2 , è stato riscontrato un carico di 31 t/anno (FORNERIS *et al.*, 1990c); per il bacino dell'Orco sotteso alla sezione di Chivasso è stato stimato un valore di 67 t/anno (C.R.E.S.T., 1993); il carico del Po alla confluenza con il Pellice (632 km^2) è risultato di oltre 105 t/anno (C.R.E.S.T., 1997), mentre alla foce nell'Adriatico è di circa 25.000 t/anno (IRSA, 1977; MARCHETTI, 1987). Le concentrazioni sono risultate pari a $30 \mu\text{g/L}$ per il Sesia a Borgosesia, $50 \mu\text{g/L}$ per la Dora Riparia a Pont Ventoux, $150 \mu\text{g/L}$ per il Pellice, $86 \mu\text{g/L}$ per l'Orco, rispettivamente $275 \mu\text{g/L}$ e $500 \mu\text{g/L}$ per il Po; mentre il valore relativo al bacino del Ceronda alla confluenza con lo Stura è risultato pari a $218 \mu\text{g/L}$.

FORNERIS *et al.* (1990d) affermano che i contributi medi annui per unità di superficie dei bacini piemontesi variano da $5 \cdot 10^8 \text{ L/anno/km}^2$ (pianura orientale) a $1,5 \cdot 10^9 \text{ L/anno/km}^2$ (Piemonte Nord - orientale). La situazione ipotetica naturale con impatti antropici nulli prevede un carico di fosforo totale "Ct" dovuto unicamente alla cessione dei terreni incolti che, come sopra citato, è stata valutata in $0,1 \text{ kg/ha/anno}$. Pertanto il rapporto "Ct/Q" può variare da minimi di 5 a massimi di $30 \mu\text{g/L}$ di concentrazione media annua teorica di fosforo totale nelle acque in ecosistemi fluviali i cui bacini non sono sottoposti ad impatti antropici significativi.

Secondo i suddetti Autori potrebbero essere ritenuti bacini soggetti a carichi antropici di una certa rilevanza quelli che risultano con rapporto "Ct/Q" entro lo stesso ordine di grandezza e comunque non superiore a $100 \mu\text{g/L}$. Tutti i bacini per i quali vengono stimati valori di ordine di grandezza superiori sono da ritenere soggetti ad un elevato carico antropico; all'interno di questa ultima categoria potrebbero essere distinti quelli con rapporti "Ct/Q" leggermente superiori al valore rappresentativo del bacino del Po (assunto come medio di una situazione ambientale molto alterata). Quindi in linea di massima per i bacini maggiormente antropizzati, caratterizzati dai massimi livelli di alterazione della qualità delle acque, si potrebbero riscontrare concentrazioni teoriche medio annue di fosforo totale dell'ordine delle migliaia di $\mu\text{g/L}$.

I dati delle **tabb. 60 e 61** sono rappresentati nelle **figg. 24 ÷ 25**, relativamente alle sezioni **S1 ÷ S3** sul Ceronda. In **fig. 24** è raffigurato l'andamento dei valori assoluti (kg/anno) dei carichi delle diverse origini (**Cv**, **Ci**, **Cz**, **Ca** e **Cn**); l'altezza totale di ciascuna colonna rappresenta il carico totale Ct. In **fig. 25** gli stessi carichi vengono espressi in % rispetto al totale; si è così ottenuto l'appiattimento dei valori assoluti (troppo diversi fra loro da monte a valle) e l'esaltazione delle differenze fra i diversi tipi di contributi. Valgono le seguenti considerazioni:

- i valori di Ct/Q riscontrati per tutte le sezioni S1 ÷ S5 risultano piuttosto elevati; ciò è in buona parte dovuto alla limitata diluizione offerta dalle scarse disponibilità idriche del bacino (valore medio annuo di appena $14,1 \text{ L/s/km}^2$);
- i bacini che presentano i più bassi valori di Ct/Q ($70 \div 80 \mu\text{g/L}$) sono quelli del Ceronda sottesi alle sezioni S1 ed S2; essi sono alimentati da aree caratterizzate da un carico civile di una certa consistenza, superiore alla media che normalmente caratterizza le fasce pedemontane; i carichi agricolo e zootecnico sono relativamente modesti, mentre il carico naturale costituisce una frazione ancora importante;
- il bacino che presenta il più elevato valore di concentrazione teorica media annua di fosforo totale è quello del Casternone (sezione S5; presso la confluenza con Ceronda), con ben $248 \mu\text{g/L}$; questo elevato valore è da attribuire agli importanti contributi del carico civile (quasi il 55 %) e di quello agricolo (quasi il 25 %); il carico naturale, di una certa consistenza per l'alto Casternone (7,7 % per S4), diventa il più basso riscontrato nell'area in studio (appena 3,7 % per S5);

- la situazione del Ceronda a Venaria (S3) è relativamente buona se si considera che il bacino sotteso comprende anche la aree di pianura, molto antropizzate; tuttavia si è già avuto modo di considerare che gli scarichi civili ed industriali dei più importanti centri comunali, Druento e Venaria, sono connessi con la rete del sistema di depurazione dell'Azienda Po - Sangone e quindi "sottratti" ai contributi di carico.

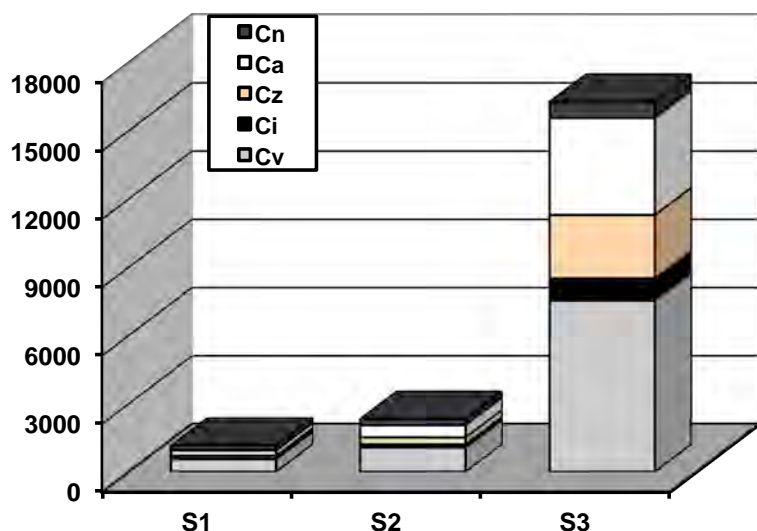


Fig. 24 - Carichi di fosforo totale [kg/anno] dovuti alla popolazione residente (Cv), all'industria (Ci), alla zootecnia (Cz), all'agricoltura (Ca) ed ai suoli naturali (Cn) sui bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S3.

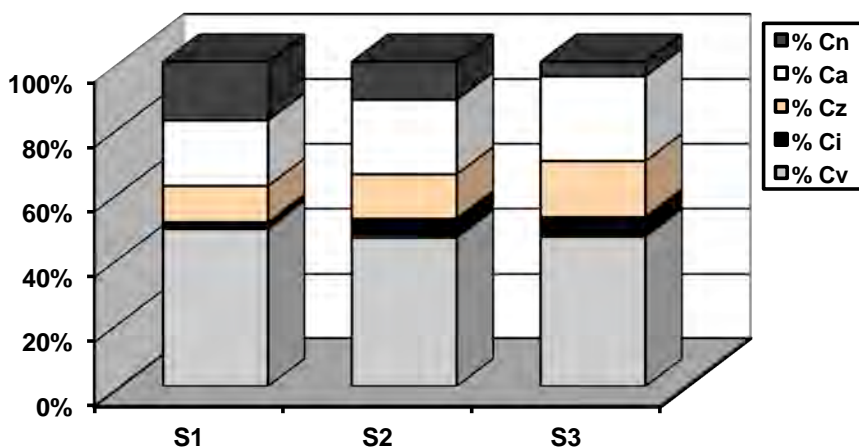


Fig. 25 - Carichi di fosforo totale dovuti alla popolazione residente (Cv), all'industria (Ci), alla zootecnia (Cz), all'agricoltura (Ca) ed ai suoli naturali (Cn) sui bacini sottesi alle sezioni S1 ÷ S3. Valori espressi in **percentuale** rispetto al carico complessivo.

7.4 - Classificazione delle acque

Una valutazione sintetica della qualità delle acque in funzione della variabile relativa al carico antropico può essere effettuata con un modello recentemente proposto da FORNERIS *et al.* (1990d e 1996) e già applicato, con esiti positivi, in alcune ricerche su bacini (C.R.E.S.T., 1993 e 1997) e per studi di valutazione di impatto ambientale (C.R.E.S.T. 1990 - 1993). Tale modello fa riferimento a diversi parametri quali l'idrologia, la qualità chimica e biologica delle acque, l'ittiofauna e lo stesso carico antropico. Per quest'ultimo viene suggerita la valutazione della concentrazione teorica media annua di fosforo totale determinato sulla base di indagini socio - economiche analogamente a quanto effettuato per il bacino del Ceronda. Si propone la formulazione di un giudizio "D" di qualità fondato su cinque valori (1 ÷ 5):

D₁ → Ct/Q = < 30 µg/l

D₂ → Ct/Q = 31 ÷ 50 µg/l

D₃ → Ct/Q = 51 ÷ 100 µg/l

D₄ → Ct/Q = 101 ÷ 600 µg/l

D₅ → Ct/Q = > 600 µg/l

bacino poco o nulla antropizzato

↓ ↓ ↓ ↓ ↓

bacino fortemente antropizzato

Quindi i bacini sottesi alle sezioni individuate sul bacino del Ceronda chiuso alla confluenza con lo Stura di Lanzo a Venaria sono stati raggruppati nelle seguenti classi:

classe D₃	Ceronda	(sezioni S1 ed S2)
classe D₄	Ceronda	(sezione S3)
	Casternone	(sezioni S4 ed S5)

Ciò significa che quasi due terzi dell'area in studio è sottoposta ad elevata antropizzazione, soprattutto (su quanto verificato nei precedenti paragrafi) per la presenza di un elevato carico civile (che per tutti i bacini è risultato vicino al 50 %) e di un moderato carico agricolo (dal 20 % in montagna fino a valori vicini al 30 % verso la pianura). L'alto ed il medio Ceronda presentano un medio livello di qualità, con valori di Ct/Q che risultano più del doppio di quelli che risulterebbero in assenza di antropizzazione.

8 - I CANALI

Le attività agricole sono ben rappresentate nel bacino del Ceronda (**cap. 6**); l'uso agricolo richiede acque per l'irrigazione e quindi lo sfruttamento di quelle del reticolo idrografico naturale, spesso con conseguenze negative sugli ecosistemi acquatici (**cap. 4**). Le captazioni idriche per fini agricoli alimentano una fitta rete di canali irrigui che hanno contribuito alla trasformazione del paesaggio di pianura; molti canali costituiscono delle vere e proprie testimonianze storiche dell'opera dell'uomo esercitata da molti secoli. Essi meritano una trattazione particolare tenendo conto che una parte delle acque del Ceronda sono mescolate con acque provenienti dal bacino dello Stura di Lanzo e della Dora Riparia.

8.1 - Naviglio di Druento

Questo importante canale³ viene alimentato dalla destra idrografica dello Stura di Lanzo, mediante una traversa disposta fra la confluenza con il Tesso ed il Ponte di Lanzo. Esso segue parallelamente la destra del fiume per 300 m, passa sotto la provinciale per Torino costeggiandola per circa 600 m, quindi piega leggermente verso Sud - Est, delimitando a sinistra l'area attrezzata e dopo un percorso quasi rettilineo di quasi un chilometro, alimenta la centrale idroelettrica di Bosso.

Dallo scarico della centrale si originano ulteriori canali fra i quali uno, poco importante, per incrementare il "*Ramo dello Stura*", un secondo è la "*Borra di Fiano*" ed il terzo (con almeno due terzi dell'acqua totale) rappresenta la prosecuzione del "*Naviglio di Druento*". Questo corre in direzione Sud - Sud/Ovest; 80 metri a valle una piccola derivazione sulla sua sinistra alimenta la "*Borra Secondaria di Fiano*"; la maggior parte dell'acqua rimane nel Naviglio che passa sotto la provinciale per Torino e giunge quindi presso la porzione Nord - occidentale dell'abitato di Cafasse. Piega verso Sud - Est e dopo un percorso di 900 m (lungo il quale alimenta la centrale idroelettrica di Sarasino e viene poi rimpinguato dal modesto contributo della "*Borra Secondaria di Fiano*"), giunge presso il complesso industriale ex Cartiera Medici, sul lato Nord - orientale di Cafasse.

A valle dell'ex Cartiera (circa 100 m), sulla sinistra, una piccola derivazione (una sorta di scolmatore lungo 400 m) rimpingua la portata del "*Ramo dello Stura*". Da quel punto il canale prosegue verso Sud - Sud/Est, prima costeggiando l'abitato di Cafasse per 400 m, per poi attraversarlo per oltre 650 m, avvicinandosi alla provinciale per Torino fino ad una piccola derivazione sulla sua destra che alimenta, con un breve canale lungo 100 m, una derivazione secondaria della "*Borra di Robassomero*". Proseguendo a valle il "*Naviglio di Druento*" esce dall'abitato di Cafasse e, conservando più o meno la stessa direzione, attraversa prima la derivazione secondaria suddetta (senza rimescolamento delle acque) e poi continua (fornendo acqua alla centrale idroelettrica della Metal Press S.p.A.) per 500 m fino alla confluenza con la stessa derivazione (in pratica quest'ultima serve sia come "scaricatore di troppo pieno" della "*Borra di Robassomero*", sia per fornire acqua alla parte meridionale dell'abitato).

Immediatamente a valle della confluenza un derivatore sottrae al Naviglio la maggior parte della portata per alimentare un canale (lungo circa 1,2 km che scorre quasi parallelo alla Provinciale per Torino ed alla "*Borra di Robassomero*"), destinato al piccolo complesso industriale della Gindro e

³ "Di fronte all'inaridirsi del suolo, all'impossibilità di un proficuo lavoro agricolo, negli abitanti...." di Druento "....si prospettò indeclinabile la necessità di affrontare e risolvere il problema dell'irrigazione a scanso di soccombere. Nel 1451 Druent prendeva la grande decisione che doveva costituire la sua ricchezza e consolidare il suo avvenire; ricorreva al Consiglio del Duca di Savoia esponendo che gli abitanti, vivendo in territori assai aridi, né potendo produrre quella quantità di fieno, di grano, di legumi, di cereali che loro necessitano, deliberarono colla grazia e col favore vostro, di costruire un acquedotto dal fiume Stura e tracciandolo per territori seguenti: Balangero, Mathi, Villanova, Nole, Ciriè, Robassomero, Fiano e San Gillio, di qui farlo proseguire pel territorio di Druent....Opera la cui costruzione sarà ardua e difficile, poiché necessita scavare una bealera di dieci miliare (30 km)". Le difficoltà nella realizzazione di una simile opera e i problemi burocratici e legali comportarono tempi molto lunghi, ma infine "....Carlo III di Savoia, con patenti del 30 agosto 1520, confermava i privilegi e le franchige a favore di Druent" (ROLFO, 1924).

Plastimar, dove aziona una centrale idroelettrica che scarica quindi nuovamente nel Naviglio. Dallo scarico della centrale il Naviglio prosegue lungo la stessa direzione (Sud - Sud/Ovest - parallelamente alla provinciale) per circa 2,5 km, fino all'altezza del Cotonificio di Robassomero; quindi piega verso Sud per 300 m e verso Ovest per altri 200 m (ove è presente una piccola derivazione sulla destra per rimpinguare la portata della "*Bealera di Robassomero*") e giunge presso l'incrocio fra la Provinciale per Torino e la strada Comunale per Robassomero.

Il canale passa sotto la strada principale per entrare nel Parco della Mandria (o meglio in quella parte racchiusa entro le mura). Da quel punto percorre, con andamento abbastanza sinuoso, un tratto di circa 1 km verso Sud per giungere presso il "*Lago Riserva*".

Dalla zona del lago il Naviglio prosegue con andamento sinuoso fra i campi della Mandria. Poi si dirige verso Sud per oltre 2,5 km, fino al lago della Verna, vicino al muro Ovest della Mandria, a circa 1,5 km di distanza dalla Bizzarria. Il Naviglio oltrepassa il muro ed interseca immediatamente il Ceronda privandolo quasi totalmente della sua portata naturale; rientra poi nella porzione cintata del Parco all'altezza della Bizzarria, mantenendosi sulla destra del Ceronda che non intersecherà più. Il nuovo tratto entro l'area cintata della Mandria è relativamente breve. Infatti il Naviglio oltrepassa nuovamente il muro Sud a 1.100 m dalla Bizzarria. Quindi, dopo un percorso di quasi 900 m verso Sud - Sud/Ovest, interseca il Casternone sottraendo anche ad esso buona parte della sua portata naturale.

Il Naviglio prosegue con andamento sinuoso e parallelo alle curve di livello da 290 a 280 m s.l.m. fino a giungere all'abitato di Druento che attraversa nella sua porzione Sud - occidentale. In questo tratto interseca prima il rio Caloria e poi il rio Fellone; quest'ultimo porta acqua derivata dalla Dora Riparia e quindi con notevole carico solido che contribuisce all'inquinamento delle acque del Naviglio. Ma l'impatto maggiore sul canale è dovuto all'attraversamento di Druento per probabili e frequenti scarichi. Infatti, a valle del paese, lungo la strada che porta a Savonera, le acque appaiono più torbide rispetto a quelle che scorrono nello stesso canale prima dell'area urbanizzata.

Il Naviglio segue la strada per Savonera (verso Est - Sud/Est) per circa 700 m; poi piega ad angolo retto (verso Nord - Nord/Est) e prosegue con un percorso rettilineo, lungo circa 1,7 km, per confluire nel Ceronda, presso il sito dei "*tre salti*" in Comune di Venaria, dove si verifica un evidente impatto dovuto per le acque sporche del canale (che in questo ultimo tratto viene denominato "*Canale del parco*") che intorbidiscono quelle del Ceronda.

L'acqua immessa nel Ceronda costituisce una buona portata: una risorsa inutilmente sottratta allo Stura di Lanzo, non utilizzata, inquinata e scaricata nel torrente Ceronda. FORNERIS *et al.*, (1990) hanno effettuato dei campionamenti per analisi chimiche (Na, K, Ca, Mg, cloruri, solfati, durezza totale, composti dell'azoto e del fosforo e metalli pesanti) sul "*Canale del Parco*" e sul torrente Ceronda, immediatamente a monte della loro confluenza, constatando: "*...tutti i valori relativi alla stazione sul Ceronda,...sono risultati modesti; più elevati sono quelli ottenuti dal campione prelevato sul canale...in particolare sono risultati quadruplicati quelli dei solfati e del magnesio, triplicati quelli del calcio ed è raddoppiata la durezza totale.*"

Parte delle acque del Naviglio vengono utilizzate anche per l'irrigazione dell'area dei "*Quadrati*" (ad Ovest della via Sapino che collega Savonera con Venaria). Pertanto quelle acque vanno ad aggiungersi ad altre, molto torbide, dei canali irrigui alimentati dalla Dora Riparia e quindi riversate nel Ceronda (con ulteriore inquinamento) nel centro storico di Venaria (FORNERIS *et al.*, 1990).

8.2 - Canale Secondario di Druento

Allo scopo di incrementare la portata del "*Naviglio di Druento*" e degli altri canali da esso derivati, circa 900 m a valle del Ponte di Lanzo, con uno sbarramento in terra, l'acqua viene derivata dallo Stura per alimentare un canale che, per comodità, indichiamo come "*Secondario di Druento*", meglio conosciuto come "*Canale di Fiano*". A valle della derivazione, il canale passa sotto la Provinciale di

Torino e dopo un percorso di quasi un kilometro, con andamento vicino e parallelo al “*Canale di Druento*”, confluisce con lo scarico della centrale idroelettrica di Bosso. 300 m a monte del “*Canale secondario*”, mediante una presa, è possibile alimentare uno scaricatore costituente l’origine di quello che indichiamo come “*Ramo dello Stura*”.

8.3 - Ramo dello Stura

Ha origine come una sorta di scaricatore del “*Canale Secondario*” mediante una derivazione da quest’ultimo, circa 300 m a monte dello scarico della centrale idroelettrica di Bosso. Il “*Canale Secondario*” può essere alimentato anche da una ulteriore piccola derivazione con origine presso lo scarico della centrale idroelettrica di Bosso. Il “*Ramo dello Stura*” attraversa la strada provinciale per Torino e, dopo un percorso (verso Est - Sud/est) di circa 2,5 km in alveo quasi naturale, confluisce come affluente di destra nello Stura di Lanzo. La sua portata può essere incrementata da uno scaricatore la cui origine è posta sulla sinistra del “*Naviglio di Druento*”, 100 m a valle della ex Cartiera Medici (Nord - Est di Cafasse).

8.4 - Borra di Fiano

Nasce dallo scarico della centrale idroelettrica di Bosso alimentata dal “*Canale di Druento*”. Dopo un percorso di 350 m verso Sud - Sud/Est (quasi parallelo al “*Naviglio di Druento*”) ed immediatamente a valle dell’attraversamento della Provinciale, alimenta, alla sua sinistra la piccola “*Borra di Robassomero*”. Quindi riattraversa la strada provinciale per Torino portandosi sul suo lato occidentale e mantenendo più o meno la stessa direzione (Sud - Sud/Est), prosegue per 7 km circa con una scarsa portata (avendone ceduta una buona parte alla “*Borra di Robassomero*”); quindi piega verso Ovest, si allontana dalla Provinciale, attraversa il torrente Ponello, riprende la direzione Sud - Sud/est e prosegue per oltre 1,5 km fino a giungere presso l’abitato di Fiano dove si divide in rami secondari che si perdono nei campi per l’irrigazione.

8.5 - Borra Secondaria di Fiano

È un canale di limitata importanza, impiegato a fini esclusivamente irrigui ed alimentato da una derivazione secondaria della sinistra del “*Naviglio di Druento*” posta 80 m a valle dello scarico della Centrale di Bosso. Dalla sua origine attraversa immediatamente la Provinciale per Torino e volge verso i campi della fascia destra dello Stura; dopo un percorso di 1,2 km circa, confluisce nel “*Naviglio di Druento*”, 200 m a monte dell’ex Cartiera Medici.

8.6 - Borra di Robassomero

Viene alimentata da una derivazione sulla sinistra della “*Borra di Fiano*” subito a valle del primo attraversamento di quest’ultima della Provinciale di Torino, presso il margine Nord - occidentale dell’abitato di Cafasse. La “*Borra di Robassomero*” segue un andamento Sud - Sud/Est, quasi parallelo alla “*Borra di Fiano*”, ma rimanendo ad oriente della strada Provinciale e dopo un percorso di quasi 4 km all’interno dell’abitato di Cafasse, alimenta un ramo secondario; esso in pratica serve, alimentato modestamente anche da una piccola derivazione dalla destra del “*Naviglio di Druento*”, sia come “scaricatore di troppo pieno”, sia per fornire acqua alla parte meridionale dell’abitato, oppure per incrementare la portata della “*Bealera di Robassomero*” con una derivazione sulla sua sinistra che, presso Drovetto, alimenta un piccolo canale che percorre circa 1 km per giungere alla

confluenza della suddetta bealera. Tale ramo secondario, poco più a valle restituisce l'acqua al Naviglio stesso.

La “*Borra di Robassomero*” prosegue quindi parallela alla Provinciale (sul lato orientale), per altri 4 km, fino all'altezza della Cascina Brano. Quindi cambia repentinamente direzione proseguendo verso Ovest per 350 m circa; in quest'ultimo breve tratto attraversa la Provinciale Torino - Lanzo. Successivamente la Borra si dirige a Sud per 500 m intersecando prima il rio Ronello e poi la strada comunale per Fiano. La “*Borra di Robassomero*”, in genere con una scarsa portata, riprende la direzione Sud - Sud/Est, percorre un tratto quasi rettilineo di 1 km, oltrepassa il muro della Mandria e prosegue lungo la stessa direzione per confluire, circa 800 m a valle, nel “*Naviglio di Druento*”.

8.7 - Bealera di Robassomero

Nasce da una derivazione temporanea posta sulla sinistra orografica dello Stura di Lanzo, poco a monte della zona dei “*campi sportivi*” di Cafasse. Tale derivazione è attualmente non utilizzabile, in quanto le recenti piene hanno abbassato eccessivamente il letto dello Stura.

Dalle origini la “*Bealera di Robassomero*” percorre circa 2,5 km verso Sud, con pochissima acqua. Quindi (poco a valle della strada che conduce al ponte di Villanova) riceve il contributo di una modesta portata derivante dal ramo secondario della “*Borra di Robassomero*”. Prosegue poi piegando leggermente verso Est, avvicinandosi alla Provinciale Torino - Lanzo fino ad assumere un andamento parallelo al “*Naviglio di Druento*”; così, dopo un percorso di 3,5 km, giunge nei pressi del Cotonificio Robassomero, dove riceve un altro modesto contributo d'acqua dal Naviglio.

A questo punto, con una portata di una certa consistenza, la bealera devia leggermente verso Est, allontanandosi un poco dalla Provinciale e, dopo circa 1 km, giunge presso la porzione Nord - Ovest dell'abitato di Robassomero dove, con una piccola derivazione sulla sua destra, alimenta il “*Canale della Mandria*”. Questo è destinato a portare acqua nell'area della Mandria per poi confluire nel Ceronda, poco a valle del Ponte Verde, uno degli accessi al Parco della Mandria nel Comune di Venaria.

Dopo aver alimentato il “*Canale della Mandria*”, la “*Bealera di Robassomero*” prosegue lungo la stessa direzione; prima attraversa tutto l'omonimo centro abitato, poi percorre un tratto di circa 2,5 km, per entrare nell'area cosiddetta del “*Colombe*”. Nell'attraversamento di questa zona il canale cambia di denominazione diventando prima “*Canale Maestro*” (che attraversa la proprietà Remmert) e poi, ormai nel Comune di Venaria, “*Gora Robbia*”. Questa, poco a monte della Cascina Lagna, confluisce quindi nel “*Rivo della Madonnina*”, la porzione più a valle del “*Rio Valsorda*”. Il Rivo, infine, confluisce nello Stura, poco a monte dell'area industriale Martinì nello stesso Comune di Venaria.

8.8 - Canale Demaniale di Savonera

Immediatamente a valle del Ponte Castellamonte, in Venaria Reale, defluisce nel Ceronda il “*Canale Demaniale di Savonera*” (realizzato nel 1492). Esso viene alimentato dal “*Canale Demaniale di Venaria*”, che prende origine dalla Dora Riparia a valle di Pianezza⁴. L'acqua del canale è perennemente torbida (FORNERIS *et al.*, 1990) per il forte carico detritico che caratterizza normalmente il corso della Dora. A valle dell'ingresso del canale di Savonera l'acqua del Ceronda

⁴ “Tutto il territorio trasse beneficio d'acqua da questa bealera: il fertile terreno posto a Sud del torrente Ceronda e la Mandria....ma anche il parco alto e il parco basso, i giardini delle potaggere e delle pipiniere e perfino le monumentali fontane, il tutto inserito nel complesso della Reggia Sabauda; più avanti ne avrebbero beneficiato i molini, gli opifici della seta e le altre industrie. Il canale di derivazione della Dora Riparia risolse dunque molti problemi nel rifornimento di acqua....” mentre “....la Mandria avrebbe utilizzato le acque del canale Naviglio (Braccio del Re)....” (BALLONE, RACCA, 1998).

diventa di colore grigio anche per l'apporto di acque intorbidite dall'uso irriguo e dagli scarichi di sostanze inquinanti che il canale riceve, molto probabilmente, lungo la via Sapino e nell'attraversamento del centro storico di Venaria.

Esistono numerose connessioni tra i canali dell'area Sud del territorio comunale di Venaria (c'è connessione anche con il "Canale Barolo" che da Pianezza alimenta l'area intorno a Savonera, diventando la "Gora Barolo"); essi formano un complesso reticolo di canali minori. Pertanto la loro portata è molto variabile e vi è mescolanza di acque, tanto che è molto difficile, in corrispondenza dello scarico di ciascuno di essi nel Ceronda, determinarne l'origine (Casternone, Dora Riparia o Stura di Lanzo).

"La gestione di tali canali è molto criticabile in quanto, visti i volumi scaricati in Ceronda, vengono effettuate captazioni esorbitanti rispetto alle reali necessità (con conseguenze negative sugli ecosistemi fluviali) secondo una economia di sprechi..." (FORNERIS et. al, 1990).

8.9 - Canale Ceronda

Per compensare la città di Torino della perdita della capitale, il Parlamento, con Legge del 18/12/1864, mise a disposizione della città una rendita annua di £ 300.000, affinché potesse dotarsi di un nuovo canale generatore di forza motrice (REGIONE PIEMONTE, 1998).

Furono presentati otto progetti tra i quali venne scelto quello dell'ing. Borella denominato "Il canale della Ceronda". All'epoca i torinesi così commentavano: "Quelli là credono di lavare con un po' d'acqua della Ceronda il sangue di settembre..." riferendosi ai moti torinesi del 1864, per il passaggio della capitale da Torino a Firenze (FALZONI, 1998). "Tuttavia soltanto con la realizzazione del Canale della Ceronda prese avvio lo sviluppo industriale, vero e proprio, di Torino" (GIANIERI GEC, 19....).

Ad Altessano (borgo di Venaria) si trova l'esempio più antico di utilizzazione dell'acqua del Ceronda per generare forza motrice. Qui infatti i marchesi Barolo fecero scavare un canale (il "Canale Barolo"), largo 5 m e lungo circa 300 m, per alimentare un loro mulino. Partendo da esso l'ing. Borella iniziò, nel 1868, il "Canale della Ceronda" che, seguendo un percorso sotterraneo di 4 km, veniva a sbucare alla periferia di Torino, nelle vicinanze della chiesa di Borgata Lucento, dove si divideva in due rami: quello di sinistra che confluiva nel "Canale del Regio Parco" affluente, a sua volta del Po e quello di destra, che attraversava la Dora e giungeva lungo il corso Regina Margherita per sfociare anch'esso nel Po⁵.

Il "Canale della Ceronda" aveva una portata di 4.000 litri/minuto (incrementata dal "Canale delle Acque Chiare", una captazione in sub-alveo della destra dello Stura che scorreva lungo la ferrovia e attraversava con un sifone l'alveo del Ceronda per immettersi nell'omonimo canale poco a valle della stazione ferroviaria) e sviluppava, in origine, 849 H.P. con il suo ramo di sinistra e 854 H.P. con quello di destra. Un totale cioè di 1.703 H.P. che tennero a battesimo l'industria torinese e

⁵ "Il Governo del Re (Legge 18 dicembre 1864), in occasione del trasporto della Capitale a Firenze, metteva a disposizione del Municipio di Torino un'annua rendita di £ 300 mila all'oggetto di fornire la città di una condotta d'acqua per forza motrice. L'opera che eseguì, dietro progetto dell'ing. commendatore Borella, modificato dall'Ufficio d'arte, fu il canale della Ceronda derivato dal torrente di tal nome presso la stazione di Venaria Reale, qual canale esisteva già per il servizio del molino di Altessano, e scaricavasi in Stura, soppresso il molino, ingrandito il canale e la diga di presa, venne condotto a Torino a beneficio della sua industria. Giunto presso il Martinetto il canale si divide in due rami, destro e sinistro; l'uno si volge a notte della città sulla sinistra della Dora, e termina nel canale del Parco, l'altro percorre il Borgo S. Donato, i viali Principe Eugenio, S. Maurizio e va a scaricarsi nel Po. Su questi canali s'impiantano molti opifici, e con essi si accrebbe la forza di antichi stabilimenti della città, fra cui la fabbrica di canne" (VACCARINO, 1878).

mutarono la vita e l'aspetto non solo del Borgo Dora torinese, ma di tutta la città (GIANIERI GEC, 19....).⁶

Attualmente la concessione di captazione idrica dallo Stura di Lanzo, tramite il “*Canale delle Acque Chiare*” da parte del Comune di Torino, non è più operante. Tuttavia è rimasta, nell'alveo del Ceronda, immediatamente a valle del ponte ferroviario della SATTI, la briglia che consentiva l'attraversamento del sifone. Tale struttura, parzialmente danneggiata dall'alluvione del novembre 1994, costituisce una interruzione della continuità longitudinale del corso d'acqua ed impedisce del tutto le migrazioni trofiche e riproduttive dell'ittiofauna.

⁶ “Il detto canale però non ha nelle magre quella portata minima che si credeva ricavare (inferiore a 3 mc): talvolta diminuì anzi a tal punto che si dovette tener chiuso il ramo destro perché divisa non avrebbe più servito o poco ai due rami contemporaneamente. Di qui la necessità di studiare i mezzi per accrescerne la portata almeno fino a raggiungere la quantità di 4 mc calcolati come media. Se si getta lo sguardo sulla carta dello Stato Maggiore nella scala di 1 a 50 mila, si scorge tosto che la Ceronda è un torrente che procede da un ristrettissimo bacino montuoso il quale è privo affatto di ghiacciai, e per giunta assai disboscato, onde per se stesso non può dare alimento né copioso né costante al suo torrente, e le acque che esso apporta al canale di Torino sono in massima parte il prodotto dei colli dei canali irriganti i territori a sponda sinistra della Dora con acque detratte da questo fiume, e di quelli di Fiano, Druent e Mandria Reale derivate da Stura. Per un lato la mancanza di piogge e nevi a cui da qualche tempo va soggetto il nostro paese, per l'altro il conseguente ritiro dei ghiacciai, gli estesi e dissennati disboscamenti, contribuirono potentemente allo sminuire delle acque dei torrenti, e la deficienza è poi diventata più sensibile dacchè, estesesi le praterie e fattasi l'acqua in causa alle siccità necessaria anche per le altre coltivazioni, l'uso se ne rese più vasto e ricercato e quindi il consumo si è aumentato in proporzione degli accresciuti bisogni. Sono queste le principali ragioni per cui il torrente Ceronda nelle magre non ha più ormai che i due terzi dell'acqua su cui si calcolava. Di qui i lamenti per parte degli industriali, verso i quali o materialmente o moralmente la città di Torino impegnavasi a fornir l'acqua, e le pretese di taluno per onerose indennità a cui forse dovrà sottostare” (VACCARINO, 1878).

9 - QUALITÀ CHIMICA DELLE ACQUE

L'**inquinamento** (o **polluzione**, dal latino "*polluere*" = danneggiare, deteriorare) è una "*alterazione non desiderabile*" delle caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche dell'aria, dell'acqua, della terra che può essere pericolosa (o lo diventerà) per la vita umana o per le altre specie (vegetali e animali) o che può ridurre (o ridurrà) la qualità e/o la quantità delle risorse naturali disponibili (ODUM, 1971). Secondo la definizione del Comitato Ecologico Americano l'inquinamento è una "*modificazione sfavorevole*" di un ambiente naturale dovuta completamente o parzialmente all'attività umana, con interventi diretti o indiretti, che alterano le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'acqua, i flussi di energia e la struttura e dinamica delle associazioni dei viventi.

Spesso la definizione di inquinamento tiene conto di considerazioni più politiche e normative che tecniche e scientifiche, basandosi soprattutto sullo stato che rende le acque inadatte all'uso cui esse potrebbero essere destinate. Di conseguenza l'inquinamento non sembra potersi proibire se non nel caso in cui si realizzi un danno alle attività economiche. Tuttavia tale definizione potrebbe ritenersi valida se il significato del termine "uso" venisse ampliato fino ad includere tra i vari "utenti" la "vita acquatica", intesa nella sua totalità ed indipendentemente da ogni possibile forma di sfruttamento da parte dell'uomo (MARCHETTI *et al.*, 1973). Da questi principi derivano, in larga misura, i criteri di fissazione dei limiti esposti nella Tabella A della Legge 319 del 10 maggio 1976 (**tab. 62**).

Tab. 62 - Standard di qualità per gli effluenti in un corpo idrico superficiale (**tab. A** di cui alla Legge 319 del 10/5/1976), per le acque superficiali da potabilizzare (**A₁**, **A₂** e **A₃** di cui al D.P.R. 515 del 3/7/1982, in attuazione della Direttiva CEE 75/440 e **tab. 1/A** di cui al D.L. 152 dell'11/5/1999) e per le acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci (**vita acquatica** di cui al D.L. 130 del 25/1/1992, in attuazione della Direttiva CEE 78/659 e **tab. 1/B** di cui D.L. 152 dell'11/5/1999). Sono riportati i limiti consigliati (tra parentesi) ed imperativi (fuori parentesi) per alcune variabili fra le numerose considerate dai provvedimenti citati. I valori sono coerenti con quelli indicati dal D.L. 152/99.

A₁: acque da sottoporre a trattamenti semplici.

A₂: acque da sottoporre a trattamenti complessi.

A₃: acque da sottoporre a trattamenti molto complessi (preferibilmente da non utilizzare per la potabilizzazione).

S: acque salmonicole (zone ittiche popolate da Salmonidi).

C: acque ciprinicole (zone ittiche popolate da Ciprinidi).

Parametri		Tab. A	A ₁	A ₂	A ₃	vita acquatica S C	
PH		5,5÷9,5	(6,5÷8,5)	(5,5÷5,9)	(5,5÷5,9)	6 ÷ 9	6 ÷ 9
ΔT	°C	3	-	-	-	1,5	3
BOD	mg O ₂ /L	40	(< 3)	(< 5)	(< 7)	(3) 5	(6) 9
rame	μg/L	0,1	(0,02) 0,05	(0,05)	(1)	40	40
zinco	μg/L	0,5	(0,5) 3	(1) 5	(1) 5	300	400
NH₄⁺	mg/L	15	(0,05)	(1) 1,5	(2) 4	(0,04) 1	(0,2) 1
NO₂⁻	mg/L	0,6	-	-	-	(0,01) 0,9	(0,03) 1,8
NO₃⁻	mg/L	20	(25) 50	50	50	-	-
fenoli	mg/L	0,5	0,001	(0,001) 0,005	(0,001) 0,01	(0,01)	(0,01)
coliformi totali (MPN/100 ml)		20.000	(50)	(5.000)	(50.000)	-	-
coliformi fecali (MPN/100 ml)		12.000	(20)	(2.000)	(20.000)	-	-
streptoc. fecali (MPN/100 ml)		2.000	(20)	(1.000)	(10.000)	-	-

La tutela delle acque superficiali non può essere fondata esclusivamente sulla definizione di valori limiti delle sostanze inquinanti presenti negli effluenti. Uno scarico di grande portata, anche se caratterizzato da concentrazioni di inquinanti compresi entro i limiti imposti dalla 319,

determinerebbe gravi conseguenze nei confronti di un piccolo corso d'acqua. Viceversa un piccolo scarico con analoghe caratteristiche chimiche, ma di scarsa portata, risulterebbe influente nei confronti di un corpo idrico recettore con grande portata. Oppure numerosi scarichi, tutti entro i limiti di legge, potrebbero, nel loro insieme, determinare un inquinamento sensibile e, tutto sommato, legale. Ciò dimostra che il controllo dell'inquinamento non comporta semplicemente l'applicazione banale della 319, ma occorre una pianificazione che tenga conto della distribuzione della rete di scarichi sul reticolo idrografico superficiale in funzione delle capacità ricettive (potenzialità di autodepurazione) e delle condizioni idrologiche dei corsi d'acqua (BERBENNI, 1979; RIGANTI, PEROTTI, 1979).

Diventa quindi necessario non solo il controllo della qualità degli effluenti, ma anche quello dei corpi idrici accettori in funzione sia dell'uso delle acque, sia delle esigenze di tutela degli ambienti acquatici. A questo proposito il D.P.R. 515 del 3 settembre 1982 stabilisce, per esempio, quali devono essere le caratteristiche fisico - chimiche delle acque destinate all'uso idropotabile (**tab. 61**).

Alcuni dei parametri considerati nelle campagne di analisi fisiche e chimiche condotte sul reticolo idrografico del Ceronda possono essere utilizzati per formulare un giudizio $A \div E$ sulla base di una classificazione proposta nell'ambito del "*Piano di Risanamento della Regione Lombardia*", ripresa e adottata dalla REGIONE PIEMONTE (1992b) ed ancora leggermente modificata come proposto in **tab. 62**.

A	Approvvigionamento idrico potabile di classe 1 (D.P.R. 515/82 e del D.L. 152/99).
B	Approvvigionamento idrico potabile di classe 2 (D.P.R. 515/82 e D.L. 152 dell'11/5/1999). Acque idonee alla vita dei pesci (valori più restrittivi del D.L. 130/92 e del D.L. 152/99).
C	Approvvigionamento idrico potabile di classe 3 (D.P.R. 515/82). Acque idonee alla vita dei pesci (valori meno restrittivi del D.L. 130/92 e del D.L. 152/99).
D	Acque idonee alla vita dei pesci (valori meno restrittivi del D.L. 130/92 e del D.L. 152/99), all'uso irriguo e industriale (assenza di tossicità).
E	Acque di pessima qualità idonee all'uso industriale.
Tab. 62 - Classificazione del giudizio di qualità delle acque in funzione dell'uso secondo la REGIONE PIEMONTE (1992b), con aggiornamento secondo il D.L. 152/99.	

Uno delle leggi più importanti di cui tenere conto, sul tema della tutela degli ecosistemi fluviali, è rappresentato dall'applicazione del Decreto Legislativo n. 130 del 25/1/1992 in "*Attuazione della Direttiva 78/659/CEE sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci*" (**tab. 63**).

In ultimo occorre segnalare il Decreto legislativo 152 dell'11 maggio 1999 riguardante le "*disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*" che ribadisce i limiti riportati nelle tabelle succitate, ma soprattutto impone degli obiettivi di qualità in funzione delle caratteristiche dei corpi idrici superficiali e delle acque sotterranee.

La qualità chimica dell'acqua può essere espressa mediante valori che possono essere assegnati anche tenendo conto della metodologia proposta da TERUGGI & VENDEGNA (1994) con l'**IQA** (**Indice di Qualità Chimica**), sulla base di precedenti studi americani (HORTON, 1965) con i quali sono stati elaborati parametri adimensionali (*Water Pollution Index*) in grado di esprimere con sufficiente completezza lo stato dell'acqua in relazione all'uso. Indicando con **C** il valore reale di un determinato parametro e con **L** il valore massimo di riferimento ammesso per lo stesso parametro, secondo quanto indicato per le acque salmonicole dal D.L. 130/92, l'indice di qualità dell'acqua viene espresso come una funzione degli "**n**" valori relativi C/L , ovvero:

$$IQA = f\left(\frac{C1}{L1} + \frac{C2}{L2} + \frac{C3}{L3} + \dots + \frac{Cn}{Ln}\right)$$

Tab. 63 - Elenco dei parametri considerati dal D.L. 130/92 per le acque salmonicole (**S**) e ciprinicole (**C**). Vengono espressi i valori imperativi. I valori consigliati sono fra parentesi oppure, nella maggior parte dei casi, coincidenti con quelli imperativi. I valori sono coerenti con quelli indicati dal D.L. 152/99.

Parametri		S	C
T max	°C	21,5	28
DT	°C	1,5	3
PH	unità	6 ÷ 9	6 ÷ 9
mater.sospesi	mg/L	60	80
ossigeno	mgO ₂ /L	9 → 50 %	8 → 50 %
BOD₅	mgO ₂ /L	5 (3)	9 (6)
nitriti	mgNO ₂ ⁻ /L	0,88 (0,01)	1,77 (0,03)
fosforo totale	mgP ₂ O ₅ /L	0,07	0,14
fenoli	mgC ₆ H ₅ OH/L	0,01	0,01
ammoniaca	mgNH ₄ ⁺ /L	1 (0,04)	1 (0,2)
cloro residuo	mgHOCl/L	0,04	0,004
idrocarburi	mg/L	0,2	0,2
cadmio	µg/L	2,5	2,5
arsenico	µg/L	50	50
cromo	µg/L	20	100
nicel	µg/L	75	75
piombo	µg/L	10	50
rame	µg/L	40	40
zinco	µg/L	300	400
mercurio	µg/L	0,5 (0,05)	0,5 (0,05)

La funzione deve tenere conto non solo dell'insieme dei rapporti **C/L**, ma anche di quello relativo al parametro più critico (**max C/L**) che spesso agisce come fattore limitante nei confronti dello sviluppo e della conservazione delle biocenosi; ad esso quindi occorre dare un peso maggiore. Pertanto l'espressione per il calcolo dell'I.Q.A. è la seguente:

$$IQA = \sqrt{\left(\max \frac{C}{L}\right)^2 + \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{C1}{L1} + \frac{C2}{L2} + \frac{C3}{L3} + \dots + \frac{Cn}{Ln}\right)^2}$$

Per il parametro ossigeno, che esprime una accettabilità crescente quanto maggiore è il valore numerico, il rapporto **C/L** è stato modificato nel seguente modo:

$$\frac{C}{L} = \frac{C_m - C}{C_m - L}$$

Dove **C_m** è il valore relativo alla percentuale di saturazione pari al 100 %. Per il pH (i cui valori ammissibili per una buona qualità sono compresi in un intervallo definito), il rapporto **C/L** è stato modificato nel seguente modo:

$$\frac{C}{L} = \frac{C - L_{med}}{L_{max} - L_{med}} \quad (\text{per } C > L_{med})$$

$$\frac{C}{L} = \frac{C - L_{med}}{L_{min} - L_{med}} \quad (\text{per } C < L_{med})$$

Dove $L_{med} = 0,5 \cdot (L_{max} + L_{min})$ è il valore centrale dell'intervallo ammissibile, cioè $L_{med} = 7,5$ unità pH (intermedio dell'intervallo $6 \div 9$ indicato dal D.L. 139/92; **tab. 63**); quindi i valori assoluti dei denominatori delle ultime due espressioni sono pari a 1,5 unità pH.

9.1 - Materiali e metodi

I prelievi dei campioni d'acqua in corrispondenza delle sezioni S1 ÷ S5 considerate (**fig. 1**) sono stati effettuati con la bottiglia di Ruttner, in corrispondenza del filone centrale della corrente, alla profondità di 10 ÷ 15 centimetri. A prelievo effettuato le bottiglie venivano sigillate e conservate al buio in un contenitore refrigerato fino al momento delle analisi in laboratorio.

Alcune valutazioni (pH, temperatura, conducibilità e ossigeno disciolto) venivano effettuate direttamente sul corso d'acqua con appositi strumenti portatili della HANNA Instruments (pH Meter della HI 9025, Conductivity Meter HI 8733 e Oxygen Meter HI 9143). In sintesi, per ogni campione d'acqua relativo a ciascuna delle sezioni di campionamento considerate (**fig. 1**), si sono determinate le seguenti variabili chimiche (**tab. 64**):

- **temperatura:** influisce su tutte le cinetiche e sulla solubilità dei gas;
- **pH:** dipende dai soluti presenti in acqua e dalle attività degli organismi;
- **conducibilità:** funzione della composizione salina;
- **ossigeno:** le variazioni di tale gas dipendono da vari fattori di alterazioni;
- **BOD e COD:** atti a definire la “domanda” di ossigeno per processi chimici e biologici;
- **bilancio ionico:** essenzialmente cloruri, solfati, sodio, potassio, calcio e magnesio;
- **azoto:** ammoniacale, nitriti, nitrati e azoto totale;
- **fosforo:** solubile e totale, spesso fattore limitante dei processi di eutrofizzazione;
- **metalli pesanti:** rame, nichel, zinco, piombo, ferro, cobalto e cadmio.

Scopo del presente capitolo è la definizione del livello di qualità chimica delle acque ed effettuare confronti con i risultati delle altre analisi di settore (carico antropico, qualità biologica delle acque ed ittiofauna) al fine di una qualificazione della risorsa idrica del bacino. Occorre rilevare che, data la distanza tra le sezioni S1 ed S2 lungo il corso del Ceronda, sono stati effettuati campionamenti in una stazione intermedia (S2.1); quindi la S2 è stata ricodificata con la sigla S2.2. I campionamenti sono stati effettuati nell'estate 1998 e nell'inverno 1998/99, durante le fasi idrologiche di magra, normalmente considerate come situazioni di massimo rischio di stress ambientale per i corsi d'acqua.

9.2 - Analisi dei risultati

Temperatura. In piena estate, nel medio e basso bacino del Ceronda, le temperature superano il valore 21,5 °C, quale limite indicato dal D.L. 130/92 per le acque salmonicole.

Ossigeno. L'ambito di variabilità, considerando entrambe le campagne, va da 8,2 mg O₂/L (91 % sul Ceronda a Varisella) a 16,3 mg O₂/L (115 % sul Ceronda a Druento). Valori ampiamente superiori ai limiti indicati dal D.L. 130/92 (50 % di saturazione).

PH. Si riscontra un valore massimo (8,4) sul Ceronda a Venaria (S3) il 29 luglio ed un valore minimo (7,3) sul Casternone (S4) nelle due campagne, un ambito di variabilità compreso entro l'intervallo $6 \div 9$ indicato dal D.L. 130/92.

Conducibilità. Oscilla tra un minimo di 92 µS/cm in febbraio del Ceronda a Varisella ad un massimo di 254 µS/cm del Ceronda a Venaria registrato nella stessa campagna. Si tratta di valori che rientrano ampiamente entro i limiti di accettabilità relativi ad acque non inquinate.

Alcalinità e Durezza. I dati relativi alla alcalinità ed alle durezza calcica, magnesiacale e totale seguono, con andamento praticamente parallelo, quello delle conducibilità. È maggiore la durezza

magnesiaca di quella calcarea; ciò potrebbe essere attribuito al substrato ultrabásico del cristallino della porzione montana del bacino.

Cloruri. Oscillano da un minimo prossimo allo zero per la testata del bacino del Ceronda (29 luglio) al massimo di 9,5 mg/L per il basso Casternone (S5).

Solfati. I dati presentano un andamento simile a quelli relativi ai cloruri. Da un minimo di 1 mg/L per il Ceronda a Varisella in estate ad un massimo per il Ceronda nell'inverno a Venaria.

Ammoniaca. Valori bassi (0,003 mg/L) in estate negli alti corsi del Ceronda del Casternone. Il massimo è pari a 0,188 mg/L nell'inverno sul Ceronda a Venaria, superiore a quello (0,04 mg/L) indicato dal D.L. 130/92 come limite per le acque salmonicole, conseguenza dell'inquinamento prodotto dalle acque del canale demaniale di Venaria (FORNERIS, PEROSINO, 1990).

Nitriti. Risultano concentrazioni intorno a pochi millesimi nell'alto bacino del Ceronda. Presso le altre sezioni sono in concentrazioni inferiori ai limiti suddetti. Il valore più elevato è pari a 0,026 mg/L sul basso Casternone.

Nitrati. Le concentrazioni sono risultate inferiori a 1 mg/L in tutto il bacino del Ceronda.

Azoto Organico. Risulta quasi sempre modesto, ampiamente inferiore a 1 mg/L in tutto il bacino del Ceronda. Il valore più elevato è risultato 0,7 mg/L nel medio Ceronda.

Fosfati. Tutti i valori sono risultati relativamente modesti, con un massimo pari a 24 µg/L nel Ceronda a Venaria (S3) ed un minimo di 6 µg/l nel medio corso.

Tab. 64 - Parametri fisici e chimici delle acque del reticolo idrografico del Ceronda ottenuti sulla base delle analisi dei campioni prelevati il 29 luglio 1998 (A) ed il 15 febbraio 1999 (B) presso le sezioni S1 ÷ S5.

		S 1		S 2.1		S 2.2		S 3		S 4		S 5	
parametri	unità	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
temperat.	°C	17,0	0,5	21,9	1,3	25,5	0,6	25,1	4,5	20,8	1,4	25,8	0,5
ossigeno	mg/L	8,2	12,8	8,9	13,3	9,2	16,3	9,8	12,9	9,1	12,8	11,6	14,4
ossigeno	% sat.	91	94	105	97	116	115	122	101	107	95	147	102
pH	unità	7,6	7,8	8,1	7,6	7,7	7,9	8,4	8,1	7,3	7,3	8,0	7,7
Conducibil.	µS/cm	99	92	145	119	138	164	178	254	196	128	199	215
alcalinità	mg CaCO ₃ /L	45	31	50	37	48	42	60	63	75	58	70	62
dur. totale	mg CaCO ₃ /L	50	61	70	55	70	74	90	105	100	64	100	88
dur. calcica	mg Ca ⁺⁺ /L	4	2	4	4	12	15	16	25	8	5	16	15
dur. magn.	mg Mg ⁺⁺ /L	13	16	18	13	16	10	21	13	26	15	23	15
cloruri	mg/L	0,1	0,5	2,3	1,7	1,6	3,5	3,7	8,3	1,2	3,8	5,5	9,5
solfati	mg/L	1	1	9	9	18	21	24	39	12	5	18	24
potassio	mg/L	0,10	0,10	0,25	0,12	0,61	0,41	0,72	0,58	0,30	0,18	0,97	0,36
sodio	mg/L	0,472	0,493	1,820	1,985	2,520	2,961	3,075	8,170	1,340	1,253	4,350	8,030
ammoniaca	mg/L	0,003	0,050	0,005	0,017	0,006	0,009	0,006	0,188	0,003	0,023	0,010	0,013
nitriti	mg/L	0,003	0,001	0,011	0,003	0,013	0,005	0,024	0,012	0,006	0,004	0,026	0,004
nitrati	mg/L	1,4	2,7	1,6	3,6	0,8	3,9	0,8	2,5	1,3	2,4	1,2	2,9
azoto totale	mg/L	1,9	3,2	2,3	3,7	0,9	4,0	1,1	2,7	1,7	2,5	1,4	3,1
azoto org.	mg/L	0,5	0,46	0,70	0,4	0,10	0,09	0,30	0,03	0,40	0,13	0,20	0,17
fosforo ort.	µg/L	7	8	6	9	7	6	14	24	8	13	13	7
fosforo tot.	µg/L	7	9	10	13	13	12	35	40	11	14	33	9
B.O.D. ₅	mg O ₂ /L	2,6	2,4	1,8	2,3	2,1	2,9	2,5	2,4	1,1	1,4	5,0	0,8
C.O.D.	mg O ₂ /L	11	3	1	5	2	8	10	11	1	5	2	3
ferro tot.	µg/L	190	390	360	250	280	360	610	240	230	250	280	130
rame tot.	µg/L	< 10	10	< 10	10	10	10	10	20	10	10	10	10
nichel tot.	µg/L	45	33	73	6	48	25	79	1	46	14	56	2
zinco tot.	µg/L	80	90	40	70	50	100	60	90	30	70	20	80
cobalto tot.	µg/L	10	< 10	10	< 10	< 10	< 10	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
piombo	µg/L	13,2	1,0	2,8	0,8	0,7	0,8	1,6	1,1	0,6	3,9	3,8	2,8
cadmio tot.	µg/L	0,080	0,036	0,031	0,066	0,094	0,066	0,010	0,048	0,033	0,093	0,010	0,064

Fosforo Totale. Tutti i valori sono inferiori ai limiti indicati dal D.L. 130/92 sia per le acque ciprinicole, sia per quelle salmonicole.

Sodio e Potassio. I risultati variano, per il sodio, da un minimo di 0,472 mg/L in luglio per il Ceronda a Varisella (S1) ad un massimo di 8,170 mg/L a Venaria (S3) nella stagione invernale. Il Potassio Oscilla Da 0,10 Mg/L Nell'alto Ceronda A Quasi 1 Mg/L Sul Basso Casternone In Luglio.

METALLI PESANTI. Sono da escludere situazioni di inquinamento. La loro presenza risulta talvolta a livello di tracce, od ai limiti della rilevabilità analitica. Fa eccezione il piombo presso la sezione S1 con 13,2 µg/L, superiore al limite indicato dal D.L. 130/92 per le acque salmonicole. Da segnalare anche il nichel a Venaria con 79 µg/L (anch'esso superiore, seppure di poco, al limite indicato dal D.L. 130/92) ed il ferro nella stessa sezione (S3) con 610 µg/L.

9.3 - Classificazione delle acque

Il calcolo degli indici di qualità chimica delle acque (**IQA; par. 9.1**) permette un confronto relativo fra le diverse sezioni considerate (**tab. 64**). Essi risultano piuttosto bassi per il reticolo idrografico della porzione montana del bacino. Situazione diversa presentano le sezioni S5 (basso Casternone) ed S3 (Ceronda a Venaria). Per la prima risulta I.Q.A. = 12,5 a causa della elevata concentrazione di nitriti (0,026 mg/L nel 29 luglio 1998, contro il limite del D.L. 130/92 pari a 0,01 mg/L). Il Ceronda, immediatamente a monte della confluenza con lo Stura di Lanzo, presenta un I.Q.A. pari a 34,7; si tratta di un valore alto, dovuto alla concentrazione elevata di ammoniacale (0,188 mg/L, contro 0,04 mg/L del D.L. 130/92) riscontrata nel febbraio 1999; tuttavia è da segnalare il fatto che anche altri parametri hanno contribuito ad incrementare l'IQA, fra i quali i nitriti (0,024 mg/L in estate) ed il nichel (79 µg/L nella stessa stagione).

	S1	S2.1	S2.2	S3	S4	S5
Indice di qualità chimica (I.Q.A.)	5,0	3,9	3,9	34,7	2,7	12,5
Acque salmonicole (S) o ciprinicole (C) - D.L. 130/92	S	S	S	C	S	C
Classe di qualità d'uso (REGIONE PIEMONTE, 1992b)	C	C	C	D	C	D
Tab. 65 - Classificazione delle acque secondo parametri fisici e chimici ottenuti dalle analisi di laboratorio effettuate su campioni prelevati il 29 luglio 1998 ed il 15 febbraio 1999.						

I limiti consigliati (i più severi) indicati dal D.L. 130/92 (**tab. 63**), oltre ad essere utilizzati come riferimenti per il calcolo dell'IQA, sono utili anche per la classificazione in acque salmonicole e ciprinicole (**tab. 65**). Sono risultate acque ciprinicole le sezioni delle aste terminali del Casternone e del Ceronda per le stesse ragioni all'origine degli alti valori dell'IQA

Utilizzando i valori indicati in **tabb. 61 e 62** per la classificazione delle acque in funzione degli usi antropici, risultano predominanti le classi "C" e "D" (**tab. 65**). L'assenza di classi migliori è dovuta alle elevate concentrazioni di rame e di zinco riscontrate in tutte le sezioni; esse sono risultate superiori ai limiti di cui al D.P.R. 515 del 3/7/1982 (in attuazione della Direttiva CEE 75/440) per le acque destinate alla potabilizzazione. Le sezioni rappresentative dei tratti finali del Casternone (S5) e del Ceronda (S3) ricadono in classe "D" a causa del valore elevato di BOD₅ (5 mgO₂/L) per il primo e della alta concentrazione di ammoniacale (0,188 mg/L) per il secondo.

10 - QUALITÀ BIOLOGICA DELLE ACQUE

Gli indicatori biologici si basano sul principio che **qualità ecologica, stabilità ambientale e potenzialità biologica sono caratteristiche strettamente legate alla ricchezza, alla diversificazione e all'integrità dei popolamenti degli indicatori stessi**. Più un popolamento è ricco di specie (anche esigenti), di biomassa, più l'ambiente è ecologicamente equilibrato, stabile, produttivo e di buona qualità. I macroinvertebrati bentonici sono diversamente sensibili all'inquinamento delle acque, alle alterazioni idrologiche (variazioni di velocità della corrente) o all'insieme di tali fattori abiotici, in quanto alla variazione di portata corrisponde una variazione dell'inquinamento (FORNERIS *et al.*, 1996).

L'analisi biologica è rivolta alla valutazione dell'inquinamento composto (il caso più frequente nei corsi d'acqua naturali) e non della sensibilità specifica a singoli inquinanti delle specie esaminate. Nel presente studio si è utilizzato il **metodo IBE** (Indice Biotico Esteso; GHETTI, BONAZZI, 1980; GHETTI, 1997) che individua 12 indici biotici associati a 5 classi di qualità biologica delle acque, alle quali corrisponde una sintetica descrizione dell'ambiente ed un colore per la rappresentazione cartografica (**tab. 66**). Il metodo I.B.E. è stato applicato per il mappaggio biologico delle acque del bacino del Ceronda, in quanto metodo ufficialmente accreditato dalla Regione Piemonte per i Censimenti dei Corpi Idrici a partire dal 1997.

Tab. 66 - Classi di qualità biologica delle acque in funzione degli indici I.B.E. Il colore è quello convenzionale con il quale si rappresentano cartograficamente i tratti di corso d'acqua appartenenti alle diverse classi.

indice	classe	giudizio	colore
10 ÷ 12	I	ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	azzurro
8 ÷ 9	II	ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	verde
6 ÷ 7	III	ambiente inquinato	giallo
4 ÷ 5	IV	ambiente molto inquinato	arancio
0 ÷ 4	V	ambiente fortemente inquinato	rosso

I campionamenti sono stati effettuati sulle sezioni di riferimento individuate per la determinazione delle caratteristiche morfometriche ed idrologiche del bacino del Ceronda chiuso alla confluenza con lo Stura di Lanzo a Venaria Reale. Tenuto conto della lunghezza dell'asta fluviale compresa fra le sezioni S1 ed S2, si è ritenuto opportuno aggiungere una stazione supplementare. In tal modo si è valutata la qualità biologica delle acque per sei sezioni, le stesse considerate per la qualità chimica dell'acqua. I risultati sono rappresentati in **tab. 67**: Nella stessa sono riportati anche quelli ottenuti con la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese" (REGIONE PIEMONTE, 1991).

Tab. 67 - Risultati rilevamento IBE Rilevamenti del 29 luglio 1998 con relative abbondanze (**presente 1, abbondante 6, dominante 3 e drift***) confrontati con i risultati ottenuti (**presente, P**) per la Carta Ittica Regionale (Campionamenti 1989).

	Campionamenti 29 luglio 1998						Carta Ittica (1989)		
	S 1	S 2.1	S 2.2	S 3	S 4	S 5	S 2.2	S 3	S 5
PLECOTTERI									
Isoperla	1	2	1	1	2	-	P	-	-
Leuctra	2	2	2	2	2	2	P	-	-
Capnia	-	-	-	-	-	-	P	-	-
EFEMEROTTERI									
Baetis	2	2	2	2	2	2	P	P	P
<i>Caenis</i>	-	2	1	-	1	2	-	-	-
<i>Centroptilum</i>	1	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Ecdyonurus</i>	1 - 2	1	2	2	2	1	P	P	-
<i>Ephemera</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ephemerella</i>	2	-	1	1	-	2	-	P	-

<i>Habrophlebia</i>	2	-	-	-	1 - 2	-	P	P	-
<i>Potamanthus</i>	-	-	-	1 (*)	-	-	-	-	-
TRICOTTERI									
Glossosomantidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Hydropsychidae</i>	2	2	2	2	1	2	P	-	P
<i>Limnephilidae</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Philopotamidae</i>	2	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Policentropodidae</i>	2	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Rhyacophilidae</i>	-	2	2	1	2	2	P	P	P
COLEOTTERI									
Elminthidae	1	2	1	-	2	1	-	P	-
<i>Dytiscidae</i>	1	-	-	-	-	-	-	P	-
<i>Dryopidae</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-
ODONATI									
Calopteryx	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Onychogomphus</i>	-	1	-	1	-	1	-	P	-
DITTERI									
Anthomyidae	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratopogonidae</i>	-	-	-	-	1 (*)	1	-	P	-
<i>Chironomidae</i>	2	1	2	2	2	2	P	P	P
<i>Dolichopodidae</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Limoniidae</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Empididae</i>	-	-	-	-	-	-	P	-	-
<i>Simuliidae</i>	1	1	2	2	-	2	P	-	-
<i>Tebanidae</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tipulidae</i>	1	1	-	-	1	-	-	-	-
CROSTACEI									
Asellidae	-	-	1	1 (*)	-	1 (*)	-	-	-
GASTEROPODI									
Planorbis							-	P	-
Lymnaea	-	-	-	-	-	-	-	P	-
Ancylus	-	1	1	1	1	2	P	P	P
TRICLADI									
<i>Dendrocoelum</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Dugesia</i>	-	1	-	1	1	1	-	P	-
IRUDINEI									
Glossiphonia	-	-	-	-	-	-	-	-	P
Erpobdella	-	-	1	2	-	2	-	P	P
OLIGOCHETI									
Naididae	-	-	-	-	-	-	-	P	-
Lumbricidae	-	-	-	1	-	1	-	P	-
Lumbriculidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Totale Unità Sistem.	18	18	19	15	18	18	11	18	7
indice I.B.E.	10	10	9-10	9-10	10	9	9	9	6
Classe di qualità biologica	I	I	I - II	I - II	I	II	II	II	III

SEZIONE S1 (Ceronda a Varisella). Stazione di campionamento a maggiore altitudine nel bacino del Ceronda, a valle della confluenza di alcuni piccoli torrenti che danno origine all'asta principale. Si sono rinvenute 18 Unità Sistematiche con due Plecotteri per un indice I.B.E. pari a 10, limite inferiore per definire la prima classe di qualità, risultato tuttavia inferiore alle attese. Infatti l'alto bacino del Ceronda risulta caratterizzato da uno scarso carico antropico (**tab. 61**), non sono presenti captazioni idriche, l'alveo si presenta in condizioni naturali, le condizioni climatiche non sono limitanti e la qualità chimica dell'acqua risulta relativamente buona (**tabb. 64 e 65**). La ricerca del macrobenthos è risultata difficoltosa, sia per la natura del substrato, sia per la scarsa frequenza degli organismi. Tale situazione potrebbe essere dovuta alla spiccata oligotrofia che sembra caratterizzare

il tratto montano del Ceronda. L'alveo scorre infatti entro una fascia di territorio povera di copertura vegetale, apportatrice in genere di sostanza organica in grado di "alimentare" la catena alimentare; la copertura forestale del bacino sotteso a tale sezione è intorno al 60 %, assai inferiore rispetto a quanto atteso in un'area poco o nulla antropizzata. La maggior parte dei boschi sono inoltre radi e molto ampie le superfici a pascolo abbandonato e quelle prive di vegetazione (pietraie instabili). Tale situazione è dovuta alla notevole frequenza di incendi che caratterizzano un po' tutta l'area e che impediscono l'espansione del bosco. Il terreno viene così facilmente lisciviato (come messo in evidenza dalle analisi chimiche), ma è molto scarso l'apporto di sostanza organica dalle fasce riparie.

SEZIONE S2.1 (Ceronda a La Cassa). È la prima stazione compresa nell'area protetta della Mandria in un tratto del Ceronda che scorre entro una fascia di pertinenza fluviale in condizioni pressoché naturali, con ampie estensioni con boschi e scarse attività agricole. Il regime idrologico non è ancora alterato da captazioni idriche (poco più a valle il corso d'acqua è intersecato dal Canale Maestro di Druento; **par. 8.1**), il carico antropico sul bacino sotteso è ancora modesto e l'acqua presenta una discreta qualità chimica. Inoltre, rispetto alla precedente stazione, l'apporto di sostanza organica dalle fasce riparie è più consistente. Eppure anche in questo caso, pur ottenendo un buon risultato per quanto attiene la qualità biologica delle acque, la popolazione macrobentonica sembrava risentire di un certo stress dovuto alla situazione idrologica. Giova ricordare, a questo proposito, che pur essendo il bacino sotteso di una certa estensione, le caratteristiche climatiche sono tali da determinare scarse potenzialità idriche; infatti le portate di magra normale (q_{355}) sono di poco superiori a 100 l/s, cioè un contributo di appena 3 L/s/km² (**tab. 38**). Ciò si verifica soprattutto in estate e proprio tale situazione è stata riscontrata durante il campionamento del 29 luglio 1998. Nell'alveo scorreva una portata assai modesta, con acqua la cui temperatura (intorno alle ore 10 del mattino) sfiorava i 22 °C in un ambiente (350 m s.l.m.) che, dal punto di vista morfologico e della granulometria del fondale, appariva ancora tipicamente pedemontano.

SEZIONE S2.2 (Ceronda a monte della confluenza con il Casternone). Rappresenta il limite di passaggio da una situazione ambientale pressoché naturale a quella della pianura di Druento e di Venaria dove diventano importanti le attività antropiche (**cap. 5 ÷ 7**). Nel tratto S2.1 - S2.2 il Ceronda è interessato da una importante captazione idrica (intersezione con il Canale Maestro di Druento) che ne altera in modo significativo il regime idrologico. Tale stazione inoltre si trova poco a valle del Ponte del Violino, in corrispondenza del quale esiste un'altra opera di derivazione che alimenta un canale irriguo sulla sinistra idrografica. Si tratta quindi di una situazione non ancora alterata dal punto di vista della qualità chimica delle acque (**tabb. 64 e 65**), ma condizionata dalle modificazioni del regime idrologico. Si determinano quindi portate molto ridotte (anche inferiori a 100 L/s) che comportano, come conseguenza, un certo riscaldamento dell'acqua la cui temperatura, nel pomeriggio del 29 luglio, ha sfiorato il valore di 26 °C. Questa situazione è causa di stress, anche se limitato, per le popolazioni macrobentoniche. Si sono riscontrate 16 Unità Sistematiche e, con la presenza comunque di due Plecotteri, è stato possibile determinare un indice pari al limite di passaggio fra la prima e la seconda qualità biologica delle acque. Nell'ambito dei campionamenti effettuati per la "*Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*" (REGIONE PIEMONTE, 1991; **tab. 67**) fu riscontrata una seconda classe, con 11 Unità Sistematiche.

SEZIONE S3 (Ceronda a Venaria Reale). Tale stazione si trova in corrispondenza della sezione di chiusura dell'intero bacino ed è stata individuata tra il Ponte Cavallo (strada provinciale per Lanzo) ed il ponte ferroviario, poche centinaia di metri a monte della confluenza con lo Stura. Tale sezione è quella caratterizzata dal più alto carico antropico (**tab. 60**) e presenta una qualità chimica delle acque relativamente scarsa, soprattutto per gli elevati tenori di ammoniaca (**tabb. 64 e 65**). Data la situazione (si tenga conto che il tratto finale del corso d'acqua attraversa tutto il centro abitato di Venaria) si poteva attendere una valutazione del carico chimico ben più elevato, ma occorre segnalare che nel 1991 gli scarichi fognari di Druento e di Venaria vennero collegati al sistema depuratore dell'Azienda Po - Sangone. Pertanto il Ceronda non subisce più le conseguenze dell'apporto di reflui organici equivalenti ad una popolazione complessiva di circa 50.000 abitanti (quasi tutto il carico civile ed industriale della porzione di pianura del bacino). In effetti i risultati del

campionamento sul macrobenthos sono relativamente confortanti. Infatti si sono riscontrate 15 Unità Sistematiche certe (oltre a due dubbie forse dovute a drift) fra le quali due Plecotteri (non segnalate dai campionamenti effettuati per la Carta Ittica Regionale) che hanno consentito una classificazione intermedia fra la prima e la seconda classe di qualità biologica delle acque (indice IBE 9 - 10). Tale situazione potrebbe probabilmente migliorare con una migliore gestione dei canali irrigui (**par. 8.8**).

SEZIONE S4 (Casternone a Val della Torre). Tale stazione, rappresentativa dell'alto Casternone, può costituire un termine di paragone con quella dell'alto Ceronda a Varisella. Le sezioni di riferimento S1 ed S4 sottendono bacini adiacenti e con analoghe caratteristiche morfometriche, geologiche (**tabb. 1 e 4**) e vegetazionali (**tab. 49**). Tuttavia il bacino del Casternone (caratterizzato da un maggiore carico antropico; **tab. 60**) presenta maggiori potenzialità idriche; infatti la portata specifica di durata di 355 giorni è oltre 4 L/s/km², contro il valore di 3 L/s/km² relativo al Ceronda (**tab. 38**); questa situazione è essenzialmente dovuta alle maggiori precipitazioni che caratterizzano la porzione Sud - occidentale del bacino (**fig. 7**). Una maggiore portata d'acqua significa migliore diluizione ed in effetti la qualità chimica delle acque dell'alto Casternone risulta la migliore in tutto il bacino considerato (**tabb. 64 e 65**). Ciò trova ampia conferma dal campionamento sul macrobenthos (**tab. 67**) che ha permesso di individuare 18 Unità Sistematiche certe, un valore dell'indice IBE pari a 10 e quindi una prima classe di qualità biologica delle acque. Occorre segnalare infine che si è trattato di una stazione presso la quale è stata abbastanza facile la cattura degli organismi in quanto, per molti di essi, le popolazioni erano relativamente abbondanti.

SEZIONE S3 (Casternone a monte della confluenza con il Ceronda). La stazione è stata individuata presso la sezione di chiusura dell'intero bacino. Sono state rinvenute ben 18 Unità Sistematiche indubbie delle quali, nonostante una ricerca piuttosto insistita, un solo Plecottero. Ciò ha imposto un indice IBE pari a 9 e quindi una seconda classe di qualità biologica delle acque, la meno "pregiata" rispetto a tutto il bacino del Ceronda. Da notare la presenza di *Asellus*, anche se scarsamente rappresentato (quindi non considerato nel conteggio delle Unità Sistematiche), tipico delle acque stagnanti e il maggior numero di Irudinei e Oligocheti rispetto alle altre stazioni. In sintesi la fauna macrobentonica aveva caratteristiche tali da definire un ambiente di tipo più limnofilo che torrentizio. Si tenga conto che l'ambiente del basso Casternone risente, in primo luogo, dello stress dovuto alla captazione idrica operata dal Canale Maestro di Druento (**par. 8.1**). Inoltre il bacino sotteso presenta il più elevato carico antropico ed in effetti la qualità chimica delle acque, in funzione degli usi umani (**tabb. 64 e 65**), è piuttosto scadente (elevati valori del BOD). Con i campionamenti effettuati per la "*Carta Ittica Relativa al territorio della Regione Piemontese*" (REGIONE PIEMONTE, 1991) si erano ottenuti risultati ancora inferiori tanto che le acque furono classificate in classe terza per il basso Casternone.

In sintesi si può affermare che le situazioni ritenute come punti di impatto significativi e quindi capaci di produrre sensibili variazioni dello stato ambientale sono le seguenti:

- intersezione Canale Maestro di Druento con il Ceronda, probabile causa di passaggio da una prima classe alla transizione prima - seconda;
- captazione idrica sul Ceronda presso il ponte del Violino che impedisce il recupero e mantiene la situazione ambientale in transizione prima - seconda classe di qualità;
- confluenza con il Casternone che contribuisce con acque di minore qualità; quindi si ha l'affermazione della seconda classe verso valle;
- confluenza con il Valsoglia che contribuisce ad un sensibile incremento delle portate con parziale recupero rispetto agli stress idrologici segnalati a monte; ciò comporterebbe anche un miglioramento della classe di qualità biologica delle acque;
- confluenze dei canali irrigui nell'area di Venaria che comportano una perdita, seppure contenuta, della qualità biologica delle acque sul Ceronda;
- per il Casternone si ritiene che il passaggio dalla prima alla seconda classe sia da attribuirsi all'immissione di uno scarico cloacale di San Giglio presso il ponte sulla Provinciale (il primo importante impatto da monte; verso valle le possibilità di recupero sono vanificate per l'intersezione con il Canale Maestro di Druento).

11 - ITTIOFAUNA

Lo studio dell'ittiofauna del bacino del Ceronda è stato condotto sulla base dei risultati ottenuti dai campionamenti effettuati, nel mese di luglio 1998, su un totale di 10 stazioni di campionamento, di cui sette sull'asta fluviale principale e tre sul torrente Casternone (**tab. 68**). Nella scelta dei siti di campionamento si è osservata la procedura già adottata per la "*Carta Ittica Regionale Piemontese*" (REGIONE PIEMONTE, 1991). Di fatto si è proceduto al monitoraggio di tutte le sezioni di riferimento previste per la Carta Ittica, ampliando il numero delle stazioni, sia in fase di programmazione, sia durante la fase di campagna, per ottenere dati supplementari e approfondimenti su corsi d'acqua o tratti di corsi d'acqua particolari (**tab. 69**). Inoltre si sono considerati sia gli studi pregressi condotti nel territorio in studio (DELMASTRO, 1990; FORNERIS, PEROSINO, 1990; RONCO *et al.*, 1989; **tab. 70**), sia le comunicazioni personali di alcuni guardaparco della Mandria, dei pescatori locali e di G.C. Perosino. La **tab. 71** riporta, per confronto, l'elenco delle specie ittiche del territorio piemontese.

Tab. 68 - Elenco stazioni nelle quali si sono effettuati campionamenti relativi all'ittiofauna nel reticolo idrografico del bacino del Ceronda nel mese di luglio 1998.

sezioni	fiumi	comuni	località	m s.l.m.
S 1.1	Ceronda	Varisella	Madonna Nevi	520
S 1.2	Ceronda	Varisella	P.te Baratonia	400
S 2.1	Ceronda	La Cassa	Bassa della Cassa	350
S 2.2	Ceronda	La Cassa	La Bizzarria	290
S 3.1	Ceronda	Druento	confl. Valsoglia	260
S 3.2	Ceronda	Venaria	P.te Castellamonte	250
S 3.2	Ceronda	Venaria	P.te Ferroviario	245
S 4.1	Casternone	Val della Torre	Triachera	610
S 4.2	Casternone	Val della Torre	P.te Brione	358
S 5	Casternone	Druento	Confl. Ceronda	275

I campionamenti sono stati condotti con il sistema della pesca elettrica, utilizzando un elettrostorditore AGK a corrente continua, pulsata ed a voltaggio modulabile (300 ÷ 600 Volt); lo strumento è stato utilizzato a voltaggi differenti in funzione della tipologia ambientale e delle specie potenzialmente presenti, al fine di catturare anche gli individui di taglia minore, su cui l'effetto della corrente è inferiore. I pesci catturati sono stati determinati dal punto di vista sistematico. I campionamenti sono stati condotti con un'unica pescata per tratti di corso d'acqua variabili tra i 50 ed i 500 m. lineari, con stime di densità relative alle popolazioni di Salmonidi dove il corso d'acqua permetteva la cattura della quasi totalità degli individui presenti, applicando delle stime di catturabilità percentuale per la valutazione dei valori teorici (probabili) di densità.

11.1 - Risultati dei campionamenti

S 1.1 - CERONDA a Madonna delle Nevi (Varisella; 520 m s.l.m.). La stazione di campionamento è situata sulla testata del bacino del Ceronda. È un ambiente dove prevalgono roccia e massi di grandi dimensioni, poche aree caratterizzate da ghiaia media e fine; l'acqua, limpida e mediamente veloce, forma piccole cascate, raschi e buche profonde mediamente poco meno di mezzo metro. Sono assenti segni di antropizzazione; pertanto l'alveo (largo fino ad un massimo di 5 m) si presenta in condizioni pressoché naturali, con vegetazione riparia praticamente assente, ma con buon numero di rifugi adatti per l'ittiofauna. Sono state rinvenute quattro specie di cui una (esemplare giovane di trota iridea) accidentale (un solo esemplare). Le altre tre specie sono trota fario (con numerosi giovani esemplari di recente immissione), vairone e barbo canino (entrambi relativamente abbondanti, ma con individui quasi esclusivamente adulti). In complesso la comunità ittica risulta piuttosto povera, conseguenza della spiccata oligotrofia che caratterizza questo ambiente.

Tab. 69 - Risultati dei campionamenti relativi all'ittiofauna, condotti nel luglio 1998 presso le sezione **S (tab. 68)** individuate sul reticolo idrografico del Ceronda.

	S1.2		S1.2		S2.1		S2.2		S3.1		S3.2		S3.3		S4.1		S4.2		S 5	
ITTIOFAUNA	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
TROTA FARIO	3	G	2	G					1	A	2	A	1	G	2	S			1	A
TROTA MARMORATA			1	A					1	G			1	A						
TROTA IRIDEA	1	A																		
PIGO					2	S														
CAVEDANO			2	G	3	S	2	S	2	S	3	S	3	S			2	S	2	S
VAIRONE	2	A	3	S			3	S	3	S	3	S	3	S	2	A	3	S	3	S
SANGUINEROLA							2	A	2	A	2	A	2	S					3	A
SCARDOLA					3	S														
LASCA							3	S	3	S	3	S	1	S			1	A	2	A
SAVETTA					2	A														
GOBIONE									2	S			1	A					2	A
BARBO CANINO	2	A	3	S	2	G	2	A	2	A	2	A	2	S	2	A	3	S		
BARBO			2	A			2	G	2	S	2	S	2	S			3	S		
CARASSIO									1	A										
CARPA					2	A			2	A										
COBITE							2	A	3	S	2	A	2	A					3	S
PERSICO SOLE									2	S									1	A
PERSICO REALE					2	S														
GHIOZZO PADANO			2	A					3	S	2	S	2	S			2	A	3	S
SCAZZONE							2	A	2	A	1	A	2	S					3	S

Frequenza (F): sporadica/accidentale (1), presente (2), abbondante o molto abbondante (3).

Popolazione (P): prevalenti/esclusivi giovani (G), prevalenti/esclusivi adulti (A), popolazione strutturata (S).

S 1.2 - CERONDA al ponte di Baratonia (Varisella; 400 m s.l.m.). La stazione di campionamento si trova alle pendici dei rilievi costituenti la testata del bacino. L'alveo si presenta con ampie superfici dominate da roccia e massi, con consistenti substrati a ghiaia media e piccola. Dominano le buche, con profondità media intorno ai 70 cm. Acqua relativamente veloce e limpida, poco o nulla ombreggiata. La fauna ittica composta da una popolazione relativamente abbondante di giovani individui di trota fario (di recente immissione). Sono stati pescati un individuo adulto di trota marmorata ed un ibrido. Presenti il cavedano (giovani), il barbo comune (pochi esemplari adulti) ed il ghiozzo padano (pochi esemplari adulti). Abbondanti e strutturate le popolazioni di vairone e di barbo canino; tale ambiente risulta infatti particolarmente adatto a queste ultime due specie.

S 2.1 - CERONDA a Bassa di La Cassa (La Cassa; 350 m s.l.m.). La stazione di campionamento si trova in un ambiente caratterizzato da fasce riparie ricche di vegetazione arbustiva ed arborea, con scarsi segni di antropizzazione per la presenza di vecchie arginature, in gran parte devastate dagli eventi di piena. In questo tratto il Ceronda è libero di esondare in un'ampia fascia di pertinenza fluviale, in condizioni pressoché naturali (area protetta della Mandria ad Ovest del muro di cinta). Nell'alveo non è presente la roccia ed i massi sono limitati; prevale la ghiaia grossolana e medio - fine. L'acqua è ancora limpida, ma meno veloce. L'ombreggiatura è relativamente consistente ed i rifugi costituiscono circa il 10 % della superficie di letto bagnato (la cui larghezza media è pari a circa 15 m). Sono risultati assenti i Salmonidi. Cavedani e ghiozzi padani formavano popolazioni relativamente numerose e ben strutturate. Vaironi e lasche sono risultate le specie dominanti. Si sono catturati anche gobioni e cobiti (solo adulti) e barbi comuni (solo giovani).

S 2.2 - CERONDA alla Bizzarria (La Cassa; 290 m s.l.m.). La stazione di campionamento si trova nell'area protetta della Mandria all'interno del muro di cinta, in un ambiente simile a quello descritto per la precedente stazione, ma con livello di antropizzazione nullo, con granulometria del fondale meno grossolana e con portata leggermente superiore. Trattandosi di un ambiente interdetto alla pesca ed in una situazione del tutto naturale, si ipotizzava un risultato del campionamento superiore a

quanto effettivamente riscontrato. Assenti i Salmonidi, le specie dominanti (con popolazioni numerose e ben strutturate) sono risultate il vairone e la lasca. Meno abbondante il cavedano, anche se con popolazione strutturata. Sanguinerola, cobite, barbo canino e scazzone risultavano anch'essi presenti, ma con popolazioni costituite esclusivamente da individui adulti; si sono catturati alcuni giovani esemplari di barbo comune.

Tab. 70 - Presenze relative all'ittiofauna riscontrate in occasione dei campionamenti effettuati nel 1988/89 per la "Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese" (REGIONE PIEMONTE, 1991), nel 1989 da DELMASTRO (1990) e nel 1986 da RONCO *et al.* (1989) sul Valsoglia. Le frequenze (1, 2 e 3) sono indicate con gli stessi criteri di cui alla **tab. 69**.

<i>Denominazione scientifica</i>	DENOMINAZIONE VOLGARE	S 2	S 3	S 5	M	V
<i>Salmo trutta trutta</i>	TROTA FARIO	1	1	1	2	X
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	TROTA IRIDEA				1	
<i>Esox lucius</i>	LUCCIO				1	
<i>Leuciscus cephalus</i>	CAVEDANO	2		2	3	X
<i>Leuciscus souffia</i>	VAIRONE	3	3	2	3	X
<i>Phoxinus phoxinus</i>	SANGUINEROLA	1		1	2	
<i>Alburnus alburnus albor.</i>	ALBORELLA				1	X
<i>Tinca tinca</i>	TINCA				1	
<i>Scardinius erythrophthal.</i>	SCARDOLA				1	
<i>Chondrostoma genei</i>	LASCA	3		1	2	
<i>Chondrostoma soetta</i>	SAVETTA					
<i>Gobio gobio</i>	GOBIONE				1	
<i>Barbus meridionalis</i>	BARBO CANINO	1	2	1	2	X
<i>Barbus plebejus</i>	BARBO	2		1	2	X
<i>Carassius carassius</i>	CARASSIO					
<i>Carassius auratus</i>	PESCE ROSSO				1	
<i>Cyprinus carpio</i>	CARPA				1	
<i>Cobitis taenia</i>	COBITE	2		2	2	
<i>Ictalurus melas</i>	PESCE GATTO			1	1	
<i>Anguilla anguilla</i>	ANGUILLA				1	X
<i>Micropterus salmoides</i>	PERSICO TROTA				1	
<i>Lepomis gibbosus</i>	PERSICO SOLE	1		1	2	X
<i>Perca fluviatilis</i>	PERSICO REALE					
<i>Padogobius martensi</i>	GHIOTTO PADANO	3	1	2	2	
<i>Cottus gobio</i>	SCAZZONE	1			2	X

Sezioni della Carta Ittica Regionale: **S2** = 00/1500/0401, **S3** = 00/1500/0402, **S5** = 00/1500/0400/01.

Le sezioni campionate da DELMASTRO (**M**) si riferiscono al Ceronda poco a monte del Ponte del Violino, al Valsoglia, ad alcuni canali e laghi artificiali nell'area del Parco Regionale della Mandria delimitata dal muro di cinta.

Il lavoro di RONCO ed Altri (**V**), relativo al Valsoglia (il secondo affluente del Ceronda, dopo il Casternone, in ordine di importanza) riporta esclusivamente le presenze delle specie, senza indicazioni sulla frequenza.

S 3.1 - CERONDA a monte della confluenza con il Valsoglia (Druento; 260 m s.l.m.). La stazione si trova a valle della confluenza con il Casternone in un ambiente di pianura scarsamente antropizzato. L'acqua era limpida e con portata decisamente superiore rispetto alle precedenti stazioni. La granulometria di fondo è dominata da ghiaia media - fine, qualche ciottolo e limitati banchi di sabbia. La fauna ittica è risultata piuttosto ricca. Sono stati catturati un esemplare adulto di trota fario ed un giovane di trota marmorata. Le specie dominanti (con popolazioni numerose e strutturate) sono risultate ancora il vairone e la lasca, alle quali si sono aggiunte il cobite ed il ghiozzo padano. Altrettanto strutturate, seppure meno abbondanti, sono risultate le seguenti specie: cavedano, gobione, barbo comune e persico sole. Sono risultati presenti anche sanguinerola, barbo canino, carpa e scazzone (ma solo con individui adulti). Presenti pochi esemplari di buona taglia di carassio.

Tab. 71 - Pesci delle acque piemontesi (**P**), loro origine **O** (**E**, esotico; **I**, indigeno) e del bacino del Ceronda (**C**) e loro frequenza (sporadica/accidentale, **1**; presente, **2**; abbondante/molto abbondante, **3**). Le specie occasionali non sono considerate (carpe erbivore, l'abramide, storioni ed altri pesci esotici talora presenti in bacini per la pesca sportiva e saltuariamente in acque naturali). La composizione della fauna ittica piemontese deriva da: REGIONE PIEMONTE (1991) e da DELMASTRO (1982). La composizione della fauna ittica del bacino del Ceronda deriva dai campionamenti del 1998 (REGIONE PIEMONTE, 1991), da DELMASTRO (1990) e da RONCO *et al.* (1989).

Ordine	Famiglia	Denominazione scientifica	Denom. volgare	P	O	C
Acipenseriformes	Acipenseridae	<i>Acipenser sturio</i>	storione comune (1)	?	I	A
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Alosa fallax lacustris</i>	agone	1	I	A
		<i>Alosa fallax nilotica</i>	cheppia	1	I	A
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salmo trutta trutta</i>	trota fario (2)	3	I	2
		<i>Salmo trutta marmoratus</i>	trota marmorata	2	I	1
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>	trota iridea	1	E	1
		<i>Salvelinus alpinus</i>	salmerino alpino	1	E	A
		<i>Salvelinus fontinalis</i>	salmerino di fonte	1	E	A
	Thymallidae	<i>Thymallus thymallus</i>	temolo	2	I	1
	Coregonidae	<i>Coregonus lavaretus</i>	lavarello	1	E	A
		<i>Coregonus macrophthal.</i>	bondella	1	E	A
	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	luccio	2	I	1
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	triotto	1	I	A
Siluriformes		<i>Rutilus pigus</i>	pigo	1	I	A
		<i>Leuciscus cephalus</i>	cavedano	3	I	3
		<i>Leuciscus souffia</i>	vairone	3	I	3
		<i>Phoxinus phoxinus</i>	sanguinerola	2	I	2
		<i>Alburnus alburnus alborel.</i>	alborella	2	I	1
		<i>Tinca tinca</i>	tinca	1	I	1
		<i>Scardinius erythrophthal.</i>	Scardola	2	I	1
		<i>Chondrostoma genei</i>	lasca	3	I	3
		<i>Chondrostoma soetta</i>	savetta	1	I	A
		<i>Gobio gobio</i>	gobione	2	I	1
		<i>Barbus meridionalis</i>	barbo canino	2	I	2
		<i>Barbus plebejus</i>	barbo	3	I	3
		<i>Carassius carassius</i>	carassio	1	E	1
		<i>Carassius auratus</i>	pesce rosso	1	E	1
		<i>Cyprinus carpio</i>	carpa	1	E	1
	Cobitidae	<i>Cobitis taenia</i>	cobite	2	I	2
	Siluridae	<i>Sabanejewia larvata</i>	cobite mascherato	1	I	A
		<i>Silurus glanis</i>	siluro	1	E	A
	Ictaluridae	<i>Ictalurus melas</i>	pesce gatto	1	E	1
Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	anguilla	1	I	1
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	gambusia	1	E	A
Gadiformes	Gadidae	<i>Lota lota</i>	bottatrice	1	I	A
Perciformes	Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	persico trota	1	E	1
		<i>Lepomis gibbosus</i>	persico sole	2	E	1
	Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	persico reale	1	I	A
		<i>Stizostedion lucioperca</i>	lucioperca	1	E	A
	Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i>	cagnetta	1	I	A
	Gobiidae	<i>Padogobius martensi</i>	ghiozzo padano	2	I	3
	Cottidae	<i>Cottus gobio</i>	scazzone	2	I	1

(1) La presenza dello storione comune, un tempo frequente, è attualmente dubbia in Piemonte.

(2) Sono riconosciuti due ecotipi: ceppi atlantico (alloctono) e mediterraneo (presente nell'alto Casternone, la cui autoctonia è dubbia). La fario forma ibridi con la marmorata (presente nel basso corso del Ceronda).

S 3.2 - CERONDA al ponte di Castellamonte (Venaria Reale; 250 m s.l.m.). La stazione si trova nel centro abitato di Venaria, in un ambiente relativamente antropizzato. La portata è decisamente superiore rispetto alla stazione precedente per effetto del contributo dei canali irrigui (cap. 8). Prevalge la ghiaia media - fine, con banchi di sabbia e presenza di limo. L'acqua risultava leggermente torbida. I Salmonidi sono risultati presenti con individui esclusivamente adulti (trota fario). Cavedano, vairone e lasca sono risultati abbondanti e con popolazioni ben strutturate. Interessante la presenza di cobite, sanguinerola, barbo canino e scazzone (seppure solo con individui adulti). Presenti anche barbo comune e ghiozzo padano con popolazioni strutturate.

S 3.3 - CERONDA alla confluenza con lo Stura di Lanzo (Venaria Reale; 245 m s.l.m.). La stazione è rappresentativa del corso finale del Ceronda, alla sezione di chiusura dell'intero bacino e delimitata a monte da una briglia di sostegno idraulico del ponte ferroviario della Satti, praticamente invalicabile per l'ittiofauna. In corrispondenza del salto della briglia la profondità massima risulta intorno a 2,5 m. Per il resto l'ambiente risulta mediamente antropizzato per la presenza di opere spondali fortemente rimaneggiate dall'ultimo evento alluvionale. Di conseguenza in alveo sono presenti grandi blocchi di cemento e massi che offrono abbondanti rifugi per l'ittiofauna. L'acqua risulta relativamente torbida per l'immissione del canale irriguo che si immette nel Ceronda poco più a monte (cap. 8). L'ombreggiatura è scarsa e la granulometria del fondale è caratterizzata da ghiaia con qualche banco di sabbia e depositi (seppure limitati) di limo. La composizione della fauna ittica sembra condizionata dalla impossibilità di compiere migrazioni verso monte e dalla continuità con lo Stura. Interessante è risultata la presenza di trota fario (pochi giovani esemplari) e di trota marmorata (pochi adulti di buona taglia). Sono risultati abbondanti (e con popolazioni strutturate) solo cavedano e vairone). Presenti e con popolazioni strutturate, sanguinerola, barbo canino, barbo comune, ghiozzo padano e scazzone, mentre delle specie gobione e cobite si sono rinvenuti soltanto esemplari adulti. Strutturata, ma con pochi individui, è risultata la popolazione di lasca.

S 4.1 - CASTERNONE a Triachera (Val della Torre; 610 m s.l.m.). È la stazione che si trova a maggiore altitudine nel bacino considerato. Facendo un confronto con quella dell'alto Ceronda, nonostante i bacini sottesi siano di analoghe dimensioni, l'areale contribuente dell'alto Casternone risulta caratterizzato da maggiori potenzialità idriche (par. 4.3) e da una copertura forestale più estesa (par. 6.5). Ciò si riflette sull'ambiente della sezione S 4.1, molto più ombreggiato da una fitta fascia vegetale riparia e più produttivo, dal punto di vista biologico, rispetto a quanto segnalato per la sezione 1.1. Praticamente nulli i segni di antropizzazione; prevalgono le buche con profondità media superiore al mezzo metro. L'alveo appare caratterizzato da roccia e soprattutto da massi di discrete dimensioni. Insieme al vairone ed barbo canino (presenti, ma con individui esclusivamente adulti) è risultata molto interessante la popolazione di fario, ben strutturata. Soprattutto merita segnalare la presenza di un discreto numero di individui con la livrea tipica della fario di ceppo mediterraneo.

S 4.2 - CASTERNONE al ponte Brione (Val della Torre; 358 m s.l.m.). È la stazione del medio corso del Casternone: minore pendenza, assenza di roccia, pochi massi e prevalenza di ghiaia, grossolana e medio - fine. Assenza di segni di antropizzazione. La fauna ittica è relativamente povera: assenti i Salmonidi ed abbondanti (con popolazioni strutturate) vairone, barbo canino e barbo comune. Il cavedano è risultato presente con popolazione strutturata. Del ghiozzo padano si sono rinvenuti alcuni esemplari esclusivamente adulti. La lasca era poco rappresentata.

S 5 - CASTERNONE alla confluenza con il Ceronda (Druento; 275 m s.l.m.). Stazione alla sezione di chiusura del bacino del Casternone. È un ambiente che risente dell'alto livello di antropizzazione del bacino sotteso (par. 7.3 e 7.4). L'acqua risultava leggermente torbida e la granulometria prevalente del fondale è costituita da ghiaia media - fine con presenza di discreti banchi di sabbia. È stato catturato un adulto di trota fario. Le specie prevalenti sono risultate il vairone, il ghiozzo padano, la sanguinerola e lo scazzone; abbondante anche la sanguinerola, ma solo con individui adulti. Anche la popolazione di cavedano è risultata strutturata, seppure meno abbondante. Presenti lasca e gobione, ma con popolazioni costituite esclusivamente da adulti. Si sono rinvenuti alcuni individui adulti di persico sole.

11.2 - I pesci del bacino del Ceronda

SALMONIDI

Trota fario - *Salmo [trutta] trutta*. Nel bacino del Ceronda le popolazioni di trota fario sono composte da individui caratteristici del ceppo atlantico e quindi sostenute da ripopolamenti ai fini alieutici. Questa specie è ben rappresentata nei tratti montani del Ceronda e del Casternone con popolazioni spesso mal strutturate per la presenza dominante di giovani, quasi certamente di recente immissione. Sull'alto Casternone si sono rinvenuti numerosi esemplari del ceppo mediterraneo, in un ambiente che forse è l'unico veramente adatto ad ospitare Salmonidi nell'intero bacino in studio. La trota fario risulta presente anche nel basso corso del Ceronda, probabilmente grazie sia ad alcuni piccoli affluenti della Mandria (in gran parte alimentati dal Naviglio di Druento che costituisce un sistema che permette l'immissione di pesci dallo Stura), sia alla migrazione verso valle di esemplari immessi nell'alto corso, sia (ma limitatamente all'area di Venaria) alla risalita di fauna dallo Stura. Si tratta comunque di presenze mai abbondanti e raramente con popolazioni strutturate.

Trota marmorata - *Salmo [trutta] marmoratus*. Nell'area in studio è stato rinvenuto un solo esemplare adulto nell'alto Ceronda e pochi esemplari nel basso corso, sempre con popolazioni non strutturate. Un maggior numero di individui sono stati catturati immediatamente a monte della confluenza con lo Stura di Lanzo in quanto da esso in risalita. A valle di detta confluenza infatti è presente una interessante popolazione di trote marmorate con esemplari di grande taglia ed oggetto delle operazioni di recupero e valorizzazione della fauna autoctona da parte della Provincia di Torino.

TIMALLIDI

Temolo - *Thymallus thymallus*. Nel corso dei campionamenti effettuati nel 1998 non sono stati catturati esemplari di questa specie. Tuttavia merita sottolineare che la sua presenza è stata segnalata come sporadica dai pescatori a monte dell'intersezione del Ceronda con il Naviglio di Druento (grosso modo il tratto di pertinenza della stazione S 2.1). DELMASTRO, nell'ambito della campagna di rilevamenti effettuati per la Carta Ittica Regionale (REGIONE PIEMONTE, 1991), ha catturato un esemplare nello stesso tratto. Queste catture occasionali sono probabilmente dovute al Naviglio di Druento che capta una discreta portata dallo Stura di Lanzo (**cap. 8**); si è verificato, infatti, in occasione delle operazioni di recupero dell'ittiofauna che avvengono con frequenza annuale da parecchi anni, che in quel canale sono presenti numerosi esemplari di temoli provenienti quasi certamente dallo Stura nel tratto del Ponte del Diavolo, dove si trova l'opera di derivazione del Naviglio.

ESOCIDI

Luccio - *Esox lucius*. Nel corso dei campionamenti effettuati nel 1998 non si sono catturati esemplari di questa specie. Nel 1993, in occasione delle operazioni di recupero dell'ittiofauna effettuate nell'ambito dei lavori di sistemazione idraulica sul Ceronda presso la Bizzarria, sono stati rinvenuti diversi esemplari di questa specie. Inoltre DELMASTRO (1990) ha effettuato catture di alcuni individui nel reticolo idrografico minore ed in specchi d'acqua stagnante della Mandria. In qualsiasi caso tale specie è da ritenere, nel bacino del Ceronda, del tutto occasionale.

CIPRINIDI

Cavedano - *Leuciscus cephalus*. Nel bacino del Ceronda è una delle specie più diffuse, quasi sempre con popolazioni ben strutturate ed abbondanti soprattutto nel basso corso. È assente soltanto nei tratti montani dei reticoli idrografici del Casternone e del Ceronda

Vairone - *Leuciscus souffia*. Nel bacino del Ceronda è la specie più diffusa e più rappresentata, essendo stata rinvenuta in tutte le stazioni campionamento con popolazioni strutturate e quasi sempre con un elevato numero di individui.

Sanguinerola - *Phoxinus phoxinus*. Questa specie risulta assente nell'alto bacino del Ceronda. È invece ben rappresentata in pianura, dove talora risulta abbondante, come nel basso Casternone.

Alborella - *Alburnus alburnus alborella*. Nel bacino del Ceronda si può ritenere assente o accidentale. Qualche esemplare è stato rinvenuto in alcuni ambienti del Parco della Mandria.

Tinca - *Tinca tinca*. Per la distribuzione nel bacino del Ceronda valgono le stesse considerazioni espresse a proposito dell'alborella. Recentemente sono state segnalate buone popolazioni in alcuni stagni nelle aree di Givoletto e La Cassa (comunicazione di PEROSINO).

Scardola - *Scardinius erythrophthalmus*. In occasione dei campionamenti effettuati nel 1998 non si sono rinvenuti esemplari. Tuttavia è segnalata da DELMASTRO (1990) come relativamente abbondante in alcuni stagni della Mandria. Inoltre è segnalata nel medio corso del Ceronda (comunicazione di PEROSINO).

Lasca - *Chondrostoma genei*. La specie è piuttosto esigente dal punto di vista della qualità ambientale; a causa degli impatti antropici sui corsi d'acqua la lasca è ovunque in diminuzione. Tuttavia, nel bacino del Ceronda, è una delle specie più diffuse, con popolazioni abbondanti e ben strutturate, risultando assente soltanto nei tratti montani dei corsi d'acqua.

Gobione - *Gobio gobio*. Anche il gobione è in diminuzione in tutto il suo areale di distribuzione, in quanto sensibile agli inquinamenti ed alle alterazioni ambientali. Nel bacino del Ceronda è ancora abbastanza ben rappresentato, seppure limitatamente al medio e basso corso del torrente. Nei campionamenti del 1988 è risultato assente nel Casternone. Tuttavia è segnalato da PEROSINO come presente, seppure con pochi individui, anche in questo corso d'acqua.

Barbo canino - *Barbus meridionalis*. Nonostante la sensibile contrazione dell'areale di distribuzione, questa specie (endemica per l'Italia), nel bacino del Ceronda risulta relativamente abbondante, con popolazioni ben strutturate sia nel corso del Ceronda, sia in quello del Casternone. In particolare merita segnalare l'elevata frequenza nelle aree di Varisella e di Val della Torre dove costituisce la specie dominante.

Barbo - *Barbus plebejus*. Nel bacino del Ceronda è una delle specie più diffuse anche se, nel corso dei campionamenti effettuati nel 1998 è risultato particolarmente abbondante nel medio corso del Casternone. In tutte le altre stazioni popolazioni ittiche di questa specie sono risultate ben strutturate con presenza di individui di buona taglia.

Carassio - *Carassius carassius*. Al genere *Carassius*, diffuso originariamente in Europa centrale ed in Asia, appartengono due specie: il carassio ed il **Pesce rosso** (*Carassius auratus*). Durante i campionamenti del 1998 il carassio è stato rinvenuto in un'unica stazione ed in particolare presso la confluenza con il Valsoglia. PEROSINO ha segnalato la presenza di popolazioni relativamente abbondanti (quasi esclusivamente costituite da individui adulti) nel Ceronda a monte del ponte ferroviario negli anni precedenti la piena del novembre 1994. La presenza indesiderata di questa specie deriva quasi certamente da immissioni effettuate molti anni fa nei laghi artificiali della Mandria. DELMASTRO (1980) ha segnalato anche la presenza, seppure del tutto accidentale, del pesce rosso.

Carpa - *Cyprinus carpio*. La distribuzione della carpa nel bacino del Ceronda è simile a quella del carassio, ma più abbondante, soprattutto in numerosi piccoli laghetti artificiali nell'area di Val della Torre, Givoletto e San Giglio.

COBITIDI

Cobite - *Cobitis taenia*. Nella campagna 1998 il cobite è risultato assente nei tratti montani sia del Ceronda, sia del Casternone, in quanto ambiente sicuramente poco adatti a questo piccolo pesce bentonico. Esso risulta relativamente abbondante il tutto il resto del Ceronda con popolazioni anche abbondanti come presso la confluenza con il Valsoglia. È risultato assente nel medio corso del Casternone, ma particolarmente abbondante nel suo tratto terminale.

ICTALURIDI

Pesce gatto - *Ictalurus melas*. Anche se nel corso della campagna 1998 non è stato rinvenuto alcun esemplare, purtroppo questa specie è ben presente nel bacino del Ceronda. Essa è ampiamente diffusa in alcuni piccoli laghi artificiali nell'area di Val della Torre, Givoletto e La Cassa dove talora costituisce la specie dominante, quasi sempre soggetta a "nanismo" (è infestante anche nel lago di Caselette). È presente anche in molti specchi d'acqua nel parco della Mandria. Inevitabilmente, grazie alle complesse connessioni idriche di tali ambienti con il reticolo idrografico naturale, il pesce gatto ha colonizzato alcuni tratti del Ceronda, soprattutto a valle della confluenza con il Casternone (segnalazioni di DELMASTRO del 1980 e comunicazioni di PEROSINO, di alcuni guardaparco e di pescatori; nel settembre 1998, a valle della confluenza con il Valsoglia è stato catturato un esemplare di oltre 1,5 kg o forse si trattava di un siluro).

ANGUILLIDI

Anguilla - *Anguilla anguilla*. Nel bacino del Po l'anguilla è in forte regressione. Ciò vale anche per il Ceronda; nessun esemplare è stato catturato durante i campionamenti del 1998. La presenza di questa specie, come sporadica, è stata segnalata da DELMASTRO e da RONCO *et al.* (1980).

CENTRARCHIDI

Persico trota - *Micropterus salmoides*. Nel bacino del Ceronda sono segnalati, dai guardaparco della Mandria, alcuni esemplari in piccoli laghi artificiali.

Persico sole - *Lepomis gibbosus*. L'attuale areale di distribuzione di questa specie comprende le acque ferme e a corso lento di tutta la penisola. Purtroppo è presente anche nel bacino del Ceronda ed in particolare è stato catturato, durante la campagna 1998, nel corso principale presso la confluenza con lo Stura e con il Valsoglia e nel tratto terminale del Casternone. Inoltre fu già segnalato da DELMASTRO e da RONCO *et al.* (1980) e risulta presente in molti piccoli stagni (su comunicazioni di PEROSINO e dei guardaparco della Mandria).

PERCIDI

Persico reale - *Perca fluviatilis*. Non si riscontrano catture durante la campagna del 1980 e neppure in occasione degli studi pregressi. Tuttavia i guardaparco della Mandria ed alcuni pescatori lo segnalano come sporadico in specchi d'acqua artificiali nel bacino del Casternone (compreso il lago di Caselette).

GOBIDI

Ghiozzo padano - *Padogobius martensi*. È ben diffuso nel bacino del Ceronda, quasi sempre con popolazioni ben strutturate e talora abbondanti, come nell'area di Druento.

COTTIDI

Scazzone - *Cottus gobio*. Il rinvenimento di questa specie con discrete popolazioni nel bacino del Ceronda può essere considerata un inatteso elemento di valutazione positivo (peraltro già segnalata, nel 1980, dal DELMASTRO e da RONCO *et al.*, ma non così frequente). Costituisce buone popolazioni, soprattutto nel medio e basso corso del Ceronda e nel tratto terminale del Casternone, dove risulta addirittura abbondante.

In sintesi l'ittiofauna del bacino del Ceronda risulta costituita da 25 specie, cioè quasi il 60 % di quelle presenti nell'intero territorio regionale (**tab. 71**) ed in particolare 3 Salmonidi, 1 Timallide, 1 Esocide, 13 Ciprinidi, 1 Cobitide, 1 Ictaluride, 1 Anguillide, 2 Centrarchidi, 1 Cobide ed 1 Cottide. Di tali specie tuttavia soltanto nove risultano presenti o abbondanti e quindi costituenti la comunità ittica vera e propria del bacino. Le altre sono segnalate come sporadiche o accidentali, oppure

costituenti popolazioni significative soltanto in ambienti particolari (come le acque stagnanti). Le specie più frequenti risultano il cavedano, il vairone, la lasca, il barbo comune ed il ghiozzo. Da segnalare la presenza consistente dello scazzone e quella, seppure, sporadica, della trota marmorata e del ceppo mediterraneo della trota fario.

11.3 - Zonazione ittica

Dall'analisi dei risultati dei campionamenti effettuati nella campagna del 1998 ed in occasione degli studi pregressi ed infine dalle segnalazioni di PEROSINO (**tabb. 69 e 70**) è possibile proporre una zonazione ittica per il reticolo idrografico del Ceronda. In particolare:

- **CERONDA - ZONA ITTICA A TROTA FARIO (sorgenti - ponte stradale di La Cassa);** tratto caratterizzato da spiccata oligotrofia, definito dalle stazioni di campionamento S 1.1 ed S 1.2, nelle quali la trota fario è risultata presente o abbondante, seppure con popolazioni poco strutturate e costituite quasi esclusivamente da giovani di immissione; le specie di accompagnamento prevalenti sono il vairone ed il barbo canino, decisamente meno frequenti, verso valle, il cavedano ed il barbo comune; l'alveo presenta una pendenza piuttosto accentuata e la granulometria dei fondali prevalentemente grossolana;
- **CERONDA - ZONA ITTICA A CIPRINIDI REOFILI (ponte stradale di La Cassa - confluenza con lo Stura di Lanzo);** le popolazioni di Salmonidi sono poco rappresentate (prevalenza di individui adulti poco frequenti e con distribuzione frammentaria); netta prevalenza di Ciprinidi reofili fra i quali barbo, lasca e vairone; pendenza dell'alveo meno accentuata, granulometria dei fondali meno grossolana, ma quasi mai inferiore a quella della sabbia e comunque con prevalenza della ghiaia medio - fine; temperature massime estive delle acque che raggiunge, e talora supera, i 25 °C; maggiore produttività biologica, soprattutto nel tratto terminale per l'apporto di carichi eutrofizzanti dei canali irrigui;
- **CASTERNONE - ZONA ITTICA A TROTA FARIO (sorgenti - ponte di Brione);** successioni di ambienti caratterizzati da oligotrofia (seppure meno pronunciata rispetto all'alto Ceronda) con popolazioni di trota fario relativamente abbondanti, ancora prevalentemente costituite da giovani, ma meglio strutturate, con presenza di individui del ceppo mediterraneo; per quanto attiene la tipologia degli ambienti e le specie di accompagnamento valgono le stesse considerazioni espresse per l'alto Ceronda, ma con barbo canino più abbondante;
- **CASTERNONE - ZONA ITTICA A CIPRINIDI REOFILI (ponte di Brione - confluenza con il Ceronda);** la comunità ittica risulta dominata dai Ciprinidi quali barbo comune, gobione e lasca; presente con buona frequenza anche il vairone, minore quella del barbo canino e del cavedano; l'insieme delle popolazioni ittiche risulta in parte alterata da fenomeni di alterazione ambientale quali soprattutto un accentuato carico antropico.

12 - CONCLUSIONI

Il bacino in studio (168 km^2) alimenta la rete idrografica superficiale naturale e quindi il corso d'acqua principale, il Ceronda, che confluisce nello Stura di Lanzo presso Venaria Reale (245 m s.l.m.), dopo un percorso di quasi 24 km dalle sorgenti ai piedi del monte Colombano (1.658 m s.l.m.). Dall'esame delle diverse caratteristiche ambientali considerate è emerso un quadro generale relativamente complesso che può essere descritto mediante un modello proposto da FORNERIS *et. al.* (1990 e 1996), ampiamente utilizzato per analisi di compatibilità ambientale relative alla progettazione di sistemi di sfruttamento delle acque superficiali (C.R.E.S.T., 1988 ÷ 1994). È lo strumento utilizzato nella descrizione di sintesi degli ecosistemi fluviali dei reticoli idrografici dell'Orco e del Po cuneese (C.R.E.S.T., 1993, 1998 e 1999) e di quelli dei principali tributari del Po in Provincia di Torino (nell'ambito della “*Predisposizione di studi e ricerche finalizzate alla definizione di linee di gestione delle risorse idriche dei bacini idrografici.....della Provincia di Torino,....*”; D.G.P. N. 128 - 182882/96 del 30/12/1996 e 61 - 55455/97 del 8/5/1997). Tale metodo utilizza $N_i = 5$ fattori, più o meno facili da indagare e rappresentativi dell'insieme delle condizioni ambientali che determinano la qualità di un corso d'acqua in corrispondenza di una o più sezioni di riferimento. Il numero di fattori N_i può anche essere minore di 5 (nel caso in cui uno o più di essi non sia stato determinato) ma diminuisce, di conseguenza, il valore del giudizio di qualità che si ottiene. I fattori considerati sono:

- A - idrologia;**
- B - qualità chimica delle acque;**
- C - qualità biologica delle acque;**
- D - ittiofauna;**
- E - carico antropico.**

L'obiettivo è quello di formulare una valutazione della qualità ambientale basata su *cinque livelli*: da **1** a **5** per ogni fattore. Il giudizio finale di qualità complessiva si ottiene dalla media dei giudizi espressi per ciascuno di essi.

Fattore A: idrologia

È il fattore più articolato, dato che l'alterazione del regime idrologico è la causa principale degli altri impatti. Può variare da un valore minimo “**A₁**” (regime idrologico pressoché naturale) ad un massimo “**A₅**” (massima alterazione). Esso risulta dall'esame di $N_q = 4$ variabili:

- **portate medie annue (Q)**; la *portata media annua naturale (Q_n)*; con uno scenario privo di derivazioni e/o ritenzioni idriche) e la *portata media annua attuale (Q_a)*; lo scenario reale, cioè la portata attuale ridotta rispetto a quella naturale a causa delle utilizzazioni idriche);
- **portate di magra (q)**; la *portata di magra naturale (q_n)*; quella che si verificherebbe in assenza di captazioni idriche di qualunque tipo) e la *portata di magra attuale (q_a)*; quella che si verifica realmente per la presenza di captazioni);
- **portate medie mensili**; valori più significativi del regime medio idrologico naturale e reale;
- **portate di piena** sia quelle naturali, sia quelle ridotte a causa delle sottrazioni idriche.

Quali valori di portata naturali si utilizzano quelli riportati nelle tabelle dei **par. 4.3 ÷ 4.5**. Per quanto riguarda invece i dati di portata reali attuali si è fatto riferimento alle osservazioni compiute nel corso delle indagini sulla qualità delle acque effettuate nell'estate 1998 ed ai valori delle portate derivabili prescritte nei disciplinari delle concessioni di sfruttamento delle acque superficiali.

Aa: portata media annua

Viene espresso un giudizio scelto fra 5 campi ($Aa = 1 \div 5$). La situazione migliore (Aa_1) è quella in cui la portata media annua attuale è coincidente o inferiore di non più del 10 % di quella naturale. La situazione peggiore corrisponde alla sottrazione totale, o quasi, di acqua (Aa_5). I limiti sono stati

posti soprattutto in funzione delle variazioni delle superfici di letto bagnato; essi pertanto non coincidono con quelli relativi alle portate. La larghezza di alveo bagnato “L”, e quindi la superficie è stata considerata in funzione della portata “Q” secondo la seguente espressione: $L = k \cdot Q^i$, dove “k” e “i” sono valori che dipendono dalle caratteristiche idro-

Aa₁ :	Qa pari al 90 ÷ 100 % di Qn con	0 % < S < 5 %
Aa₂ :	Qa pari al 65 ÷ 90 % di Qn con	5 % < S < 20 %
Aa₃ :	Qa pari al 25 ÷ 65 % di Qn con	20 % < S < 50 %
Aa₄ :	Qa pari al 1 ÷ 25 % di Qn con	50 % < S < 90 %
Aa₅ :	Qa pari al 0 ÷ 5 % di Qn con	90 % < S < 100 %

Qa: portata media annua attuale,
Qn: portata media annua naturale,
S : variazione % superficie di letto bagnato da Qn a Qa.

logiche specifiche del bacino e che dovrebbero essere determinate sperimentalmente. In prima approssimazione si è visto che i valori di “i” sono sempre intorno a 0,5 (MOSETTI, 1977). Pertanto il valore “S” [%] è stato espresso in funzione della portata “Q” con la seguente formulazione:

$$S [\%] = \frac{Qn^{0,5} - Qa^{0,5}}{Qn^{0,5}}$$

In linea di massima, tenuto conto che è proprio sulla superficie di fondo che si sviluppano le comunità di macroinvertebrati e che queste costituiscono componenti importanti del livello trofico dei sistemi acquatici, la valutazione della diminuzione della portata media annua può essere ritenuta significativa della diminuzione della produttività biologica. Le sezioni S1 ed S4 presentano regimi idrologici pressoché inalterati, mentre per quanto riguarda S3, a causa del contributo di scarichi di canali irrigui (**cap. 8**), le portate risultano addirittura superiori a quelle naturali (Aa₁). S2 ed S5 si trovano poco a valle di opere che interferiscono sul regime idrologico determinando una variazione sensibile della portata media annua (Aa₃).

Ab: portata di magra

Viene espresso un giudizio sulla base della scelta fra 5 campi (Ab = 1 ÷ 5). Si tratta di una valutazione analoga alla precedente, ma basata sulla portata di magra normale. La magra può essere considerato il momento più delicato e più vulnerabile del ciclo idrologico di un corso d'acqua. Con essa diminuisce l'effetto di diluizione degli inquinanti garantito in altri periodi dell'anno, in diverse condizioni idrometeorologiche, da maggiori volumi d'acqua, che favoriscono inoltre i processi autodepurativi. Per questi motivi i limiti fra i diversi livelli indicati nello schema seguente sono leggermente più "severi" rispetto a quelli utilizzati considerando la portata media annua.

Ab₁ :	Qa pari al 90 ÷ 100 % di Qn con	0 % < S < 5 %
Ab₂ :	Qa pari al 70 ÷ 90 % di Qn con	5 % < S < 15 %
Ab₃ :	Qa pari al 35 ÷ 70 % di Qn con	15 % < S < 40 %
Ab₄ :	Qa pari al 5 ÷ 35 % di Qn con	40 % < S < 80 %
Ab₅ :	Qa pari al 0 ÷ 5 % di Qn con	80 % < S < 100 %

Qa: portata di magra normale attuale,
Qn: portata di magra normale naturale,
S : variazione % superficie di letto bagnato da Qn a Qa.

Potrebbe verificarsi il caso in cui la portata di magra normale attuale non si discosti molto da quella naturale e quindi il giudizio potrebbe essere del tipo “Ab₁” o “Ab₂”; ma potrebbero verificarsi situazioni meteorologiche eccezionali (e prevedibili con i normali sistemi di elaborazione statistica dei dati idrologici) per cui, di

fronte ad una portata naturale corrispondente a un minimo storico, quella attuale potrebbe essere molto inferiore o addirittura nulla. Si tratta di una situazione eccezionale ma che deve essere prevista; in tal caso il giudizio si collocherebbe nei campi di “Ab₄”, come è accaduto per le sezioni S2 ed S5, o “Ab₅”, indipendentemente dall'andamento della situazione media o normale. Tutte le altre sezioni sono collocabili nella categoria “Ab₁”.

Ac: regime idrologico medio

Si tratta di valutare la forma dell'attuale regime idrologico medio (andamento reale delle portate medie mensili) confrontandola con quella del regime naturale, indipendentemente dall'entità assoluta delle portate medie mensili (gli aspetti quantitativi dei volumi in alveo sono già considerati in "Aa" e "Ab"), ma in funzione del rapporto fra quelle più significative. Questa variabile è importante perché si potrebbero verificare casi in cui, pur non variando sostanzialmente i volumi medi annui in alveo, potrebbe essere modificato il regime stagionale quale alternanza di periodi di magra, morbida e piena, alla quale le comunità acquatiche si sono adattate da lungo tempo. Facendo riferimento al bacino occidentale del Po, caratterizzato da diversi regimi idrologici (DE BIAGGI *et al.*, 1987), per quelli pluviali (come nel caso del bacino del Ceronda), le portate medie mensili più significative possono essere considerate quelle massime e minime annuali e/o stagionali:

Qp: portata massima media mensile primaverile;

Qe: portata minima media mensile estiva;

Qa: portata massima media mensile autunnale;

Qi: portata minima media mensile invernale.

Indicando con l'indice "n" le portate medie mensili naturali e con l'indice "a" quelle attuali, il *fattore di deformazione del regime idrologico medio* "R" può essere così espresso:

$$R = \left(\frac{Q_{pn}}{Q_{en}} + \frac{Q_{an}}{Q_{in}} \right) : \left(\frac{Q_{pa}}{Q_{ea}} + \frac{Q_{ae}}{Q_{ia}} \right) \cdot 100$$

Il campo di variazione del fattore "R" è compreso tra 100, che sta ad indicare che la forma del regime attuale è identica a quella del regime naturale (è il caso delle sezioni S1 ed S4) e zero, che rappresenta la peggiore deformazione del regime idrologico con $Q_{ia} = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ (alveo asciutto), per cui il rapporto " Q_{a}/Q_{i} " tende a infinito e tende a zero il valore "R" (analogo ragionamento per Q_{ea} che tende a zero).

Devono essere considerati anche casi particolari in cui non sono presenti captazioni (pertanto la portata media annua coincide con quella naturale o è addirittura superiore), ma regolazioni che possono portare, come conseguenza, una diminuzione delle portate di morbida ed un aumento di quelle di magra: il valore "R" tenderà allora a diventare superiore a 100 (come nel caso della sezione S3, classificabile nella categoria Ac₃).

Ac₁:	R = 81 ÷ 100	(101 ÷ 120)
Ac₂:	R = 61 ÷ 80	(121 ÷ 140)
Ac₃:	R = 41 ÷ 60	(141 ÷ 160)
Ac₄:	R = 21 ÷ 40	(161 ÷ 180)
Ac₅:	R = 0 ÷ 20	> 180)

Definito l'ambito di variabilità $0 < R < 100$ (> 100), sono stati scelti 5 campi di variazione. Nel caso "Ac₅" sono incluse anche le situazioni in cui, indipendentemente dai risultati ottenibili dal confronto fra le portate medie mensili stagionali, si hanno fluttuazioni giornaliere dovute a regolazioni idrauliche; esse determinano gravi conseguenze sull'idrofauna. Nel bacino del Ceronda le situazioni peggiori risultano quelle relative alle sezioni S2 ed S5, classificabili nella categoria Ac₄.

Ad: portate di piena

Le piene esercitano una azione molto importante sui fondali dei corsi d'acqua. Il loro annullamento, attraverso opere di regimazione, comporta lo sviluppo eccessivo di vegetazione acquatica con trasformazione dei microhabitat e dei popolamenti sia dei macroinvertebrati bentonici, sia dell'ittiofauna. Inoltre viene a mancare l'azione di rimozione dei detriti organici che si accumulano con effetti negativi sull'ecosistema fluviale. Non bisogna dimenticare infine che le piene contribuiscono, grazie all'azione erosiva dell'acqua, soprattutto con il carico solido, a determinare le caratteristiche morfologiche dell'alveo e la granulometria dei fondali. Pertanto, valutando negativamente l'eliminazione delle piene, si possono prevedere 5 scenari. Nel caso del bacino del Ceronda non esistono opere idrauliche capaci di influire sui fenomeni di piena; quindi tutte le sezioni considerate rientrano nella categoria Ad₁.

Ad₁: sono sostanzialmente invariate le piene rispetto a quelle naturali;
Ad₂: forte riduzione delle piene primaverili o di autunnali (regimi nivopluviali e pluviali) e/o di quella estiva (regimi nivoglaciali);
Ad₃: forte riduzione sia delle piene primaverili, sia di quelle autunnali;
Ad₄: le piene si manifestano soltanto in occasione di manifestazioni idrometeorologiche particolarmente eccezionali;
Ad₅: totale assenza di fenomeni di piena.

In sintesi il livello di qualità, basato esclusivamente sul fattore "A" (idrologia), può essere così calcolato:

$$A = \frac{Aa_x + Ab_x + Ac_x + Ad_x}{N_a}$$

Dove "X" rappresenta il livello (da 1 a 5) per ciascuna variabile "Aa", "Ab", "Ac" e "Ad". Si ottiene quindi un valore da un minimo A = 1 (situazione attuale coincidente, dal punto di vista idrologico, a quella naturale) ad un massimo A = 5 (il massimo della alterazione delle caratteristiche idrologiche rispetto alla situazione naturale). La **tab. 72** riporta i valori di qualità idrologica ottenuti per le sezioni di riferimento S1 ÷ S5. Risulta che soltanto l'alto bacino del Ceronda (S1) e quello del Casternone (S4) presentano regimi idrologici pressoché naturali.

	Aa	Ab	Ac	Ad	A
S1	1	1	1	1	1
S2	3	4	4	1	3
S3	1	1	3	1	2
S4	1	1	1	1	1
S5	3	4	4	1	3

Tab. 72 - Valutazione della qualità idrologica delle acque (A) quale media dei fattori di alterazione relativi alle portate media annua (Aa), di magra (Ab), medie mensili (Ac) e di piena (Ad).

Fattore B: qualità chimica delle acque

Tra tutti i fattori considerati, quello relativo alle caratteristiche fisiche e chimiche delle acque è, senza dubbi, il più complesso, in funzione del tipo, del numero di rilevamenti e dei parametri necessari per ottenere risultati attendibili dalle analisi effettuate in corrispondenza di una data sezione. Il quadro ideale si ottiene da un grande numero di campionamenti (al limite da analisi eseguite in modo continuo) con l'analisi del maggior numero di parametri possibile (al limite tutti i parametri determinabili); ma ciò non è possibile per ovvi motivi. A causa di questi problemi sono state sviluppate tecniche di rilevamento fondate su un numero minimo di campionamenti e di parametri; per esse si rimanda alla specifica letteratura (CANUTI, 1990).

Ai nostri fini si ritiene di considerare i valori "peggiori" (più elevati) fra quelli ottenuti dalle analisi di laboratorio su campioni d'acqua prelevati in occasione di almeno due campionamenti effettuati durante le situazioni idrometeorologiche nelle quali si "sospetta" il massimo livello dei parametri considerati (normalmente nei periodi di magra). Si ritiene di non considerare il valore medio in quanto poco significativo rispetto al numero limitato di campionamenti. Un maggior numero di rilievi determinerebbe consistenti incrementi dei costi e dei tempi tali da non renderli più compatibili rispetto agli obiettivi delle analisi. La scelta di utilizzare i valori "peggiori" per i parametri considerati, non è in funzione di una ricerca di eventuali inquinamenti, ma deriva dalla constatazione che, in genere, la qualità media di un ambiente dipende non solo dall'insieme delle componenti che lo condizionano nel tempo e nello spazio, ma anche e soprattutto dal singolo elemento di peggiore qualità. Quindi la qualità media di un corpo idrico, considerando anche gli aspetti biologici, dipende, in modo importante, dalla situazione chimica di maggior criticità. Per quanto riguarda la scelta dei parametri fisico - chimici da considerare, si ritiene che siano fondamentali quelli utilizzati per le analisi condotte sulle acque del reticolo idrografico del Ceronda (**cap. 9**).

Alcuni dei parametri considerati possono essere utilizzati per formulare un giudizio $B = 1 \div 5$ sulla base di una classificazione proposta nell'ambito del “Piano di risanamento della Regione Lombardia”, ripresa e adattata dalla REGIONE PIEMONTE (1992b) in occasione dell’elaborazione dei dati del “Terzo censimento dei corpi idrici” effettuato nel periodo settembre 1989 ÷ dicembre 1990 ed ancora leggermente modificata in **tab. 62**. I valori di “B” possono essere assegnati anche tenendo conto della metodologia **IQ.**, utilizzata nel presente studio (**cap. 9**). Utilizzando i valori indicati in **tab. 64** per la classificazione delle acque in funzione degli usi antropici, **risulta predominante la classe “B₃” (S1, S2 ed S4). Le sezioni rappresentative dei tratti finali del Casternone (S5) e del Ceronda (S3) ricadono in classe “B₄”.**

Fattore C: qualità biologica delle acque

La determinazione del fattore “C” si basa essenzialmente sulla valutazione della qualità biologica delle acque ottenuta mediante il metodo I.B.E. (**cap. 10**). Per descrivere, in modo completo e dettagliato, la qualità dell’acqua di un fiume, sono necessarie numerose rilevazioni delle variabili fisico - chimiche nelle diverse stagioni e in diverse situazioni idrologiche. Allo stesso modo dovrebbero essere utilizzati altri metodi di valutazione basati su differenti caratteristiche biologiche per integrare i valori ottenuti con l’I.B.E. (per es. gli indici saprobici o le analisi batteriologiche). Gli studi delle comunità ittiche e dei carichi antropici completano una valutazione generale sullo stato dell’ecosistema fluviale quale risultato dell’interazione di numerosi fattori ecologici.

C ₁ : prima classe	E.B.I. > 9	inquinamento assente
C ₂ : seconda classe	E.B.I. = 8 - 9	inquinamento rilevabile
C ₃ : terza classe	E.B.I. = 6 - 7	inquinamento evidente
C ₃ : quarta classe	E.B.I. = 4 - 5	inquinamento grave
C ₅ : quinta classe	E.B.I. < 5	inquinamento gravissimo

Nel caso di situazioni con alveo asciutto vale il fattore “C ₅ ”.		

Dovendo scegliere un solo metodo di facile e veloce applicazione, che porti a risultati utili, anche con una sola campagna di rilevamento, quello basato sull’I.B.E. è, senza dubbi, il migliore ed è oggi il più utilizzato. Tuttavia, come si rileva dall’ampia discussione riportata

nella letteratura specialistica, il metodo I.B.E., anche se molto utile per valutazioni provvisorie ed adatto per il mappaggio della qualità biologica delle acque, non può essere assunto come unico e sicuro sistema di determinazione della qualità di un ecosistema fluviale. Piuttosto esso si presta bene per una valutazione integrata di più fattori, come previsto con il presente modello. La corrispondenza di scala tra l’indice I.B.E. ed il presente modello è ottima, dato che anche l’I.B.E. utilizza 5 classi di qualità. Per il bacino del Ceronda si sono ottenuti i seguenti risultati (**par. 4.3**): **C₁ per S1, S2 ed S4 e C₂ per S3 ed S5.**

Fattore D: ittiofauna

La valutazione dello stato dell’ittiofauna può fornire indicazioni sulla qualità delle acque. Non si deve pensare che una determinata specie possa essere considerata, da sola, un “biosensore” sufficiente per definire la qualifica di un ambiente acquatico. In realtà è necessario esaminare nell’insieme la comunità ittica considerando tutte le specie presenti e, se possibile, valutarne la struttura di popolazione.

I pesci di un determinato corso d’acqua sono certamente sensibili alle alterazioni ambientali, intese come modificazione del regime idrologico, variazione dei livelli di trofia e/o dei livelli di inquinamento, manomissioni dell’alveo, ecc... Ma l’ittiofauna è sensibile anche ad altri tipi di “disturbi” quali la pesca, l’introduzione di specie esotiche, i ripopolamenti per fini alieutici, ecc... non evidenziabili con altri metodi di valutazione.

Lo stato dell’ittiofauna infine, può fornire indicazioni sul valore economico di un ecosistema fluviale in modo più diretto rispetto ad altre variabili. La produttività ittigenica e/o la relativa biomassa (espressa in massa per unità di superficie di letto bagnato) potrebbero essere correlate con i costi necessari per una identica produzione di tipo estensivo. Vengono pertanto proposti i seguenti campi

(la cui scelta può essere determinata non necessariamente sulla base di tutte le considerazioni espresse per ogni campo):

D₁: Sono presenti tutte le specie ittiche potenziali con popolazioni ben strutturate; assenti o rari individui di specie esotiche; assente o scarsa o scientificamente controllata l'attività di ripopolamento; assenti o insignificanti i prelievi idrici. Si escludono situazioni di questo tipo nel bacino del Ceronda; anche le sezioni più a monte non presentano ittiofauna del tutto "naturale" in quanto le trote fario sono quasi esclusivamente di ceppo atlantico, risultato di immissioni per fini alieutici.

D₂: Sono presenti tutte le specie ittiche, ma con popolazioni non ben strutturate (presenza di fattori ambientali negativi); sono presenti esemplari di specie esotiche; è abbastanza intensa l'attività di ripopolamento; si verificano prelievi idrici, ma non particolarmente cospicui. Oppure le popolazioni ittiche si trovano nella situazione descritta al precedente punto, nonostante massicci prelievi idrici, ma mai tali da lasciare l'alveo asciutto (portate minime mai inferiori alle magre storiche), quindi con impatto principale quasi unicamente dovuto alla perdita di produttività biologica (senza conseguenze significative sulla biodiversità). **È la situazione di tutte le sezioni sul reticolo idrografico del Ceronda, ad esclusione di S5.**

D₃: Sono assenti una o più specie fra quelle più sensibili; molto frequenti gli esemplari di specie esotiche; massicci ripopolamenti; evidenti effetti negativi determinati da prelievi idrici e/o da inquinamenti. **Situazione riscontrata in S5.**

D₄: Sono presenti solo le specie ittiche ecologicamente meno esigenti; presenza di massicci prelievi idrici e/o inquinamenti.

D₅: i pesci, anche se per brevi periodi e indipendentemente da qualsiasi altra considerazione, sono confinati in pozze distribuite in alvei resi quasi asciutti da captazioni idriche; questa condizione può essere assimilata ad assenza totale, o quasi, di pesci (per inquinamento intenso) oppure a totale, o quasi, assenza di acqua.

Fattore E: carico antropico

Considerato che la valutazione del carico sul bacino imbrifero, per via di determinazioni analitiche su numerosi campioni d'acqua nell'ambito di lunghe e complesse campagne di rilevamento, potrebbe risultare particolarmente onerosa, si ritiene sufficiente una sua stima a partire dai dati generali socio-economici e naturali che, di norma, sono facilmente disponibili. Il sistema di valutazione più diffuso si basa su un solo elemento, il **fosforo**, come rappresentativo dell'insieme di tutti i nutrienti immessi nel corso d'acqua in virtù del fatto che esso è quasi sempre l'elemento limitante. La classificazione dei bacini sottesi alle sezioni di riferimento considerate è riportata al **par. 7.4:**

classe E₃ (Ct/Q = 51 ÷ 100 µg/l): sezioni S1 ed S2;

classe E₄ (Ct/Q = 101 ÷ 600 µg/l): sezioni S3, S4 ed S5.

La valutazione della qualità complessiva risulta dalla media dei cinque fattori "A", "B", "C", "D" ed "E" considerati; indicando con "**I**" l'**indice globale di qualità idrobiologica**, si ottiene:

$$I = \frac{A_x + B_x + C_x + D_x + E_x}{N_i}$$

Nel nostro caso $N_i = 5$ in quanto è stato possibile fornire per tutte le variabili "A", "B", "C", "D" ed "E" il valore X da 1 a 5. L'indice "**I**" varia da 1 (ecosistema fluviale in ottime condizioni) fino a 5 (ecosistema fluviale in pessime condizioni), ammettendo la possibilità di decimali per facilitare eventuali confronti fra situazioni temporali diverse relative ad uno stesso ambiente in evoluzione, oppure fra situazioni coeve di ambienti diversi. La **tab. 73** riporta i risultati ottenuti per le cinque sezioni di riferimento (S1 ÷ S5).

La media degli indici globali relativi alle diverse sezioni risulta pari a 2,5, valore condizionato soprattutto dai livelli piuttosto negativi dei fattori B (qualità chimica delle acque) ed E (carico antropico). Tuttavia lo stato chimico definito secondo i limiti previsti dal D.L. 130/92 risulta migliore, tanto è vero che per la maggior parte delle sezioni le acque sono classificabili come Salmonicole. Il giudizio “severo” emerso nel presente studio per il fattore B tiene conto di una classificazione formulata in funzione degli usi umani, soprattutto in base alle caratteristiche che le acque devono possedere in previsione della loro potabilizzazione. D'altra parte si ritiene corretto, nell'ambito di una classificazione generale dello stato delle acque, prevedere un modello che tenga conto anche di esigenze particolari dell'uomo e non solo di quelle naturali. Si può quindi affermare che, dal punto di vista delle caratteristiche fisiche e chimiche, le acque del Ceronda sono adatte alla vita acquatica, ma scarsamente utilizzabili in funzione degli usi domestici.

sezioni	A	B	C	D	E	I
S1	1	3	1	2	3	2
S2	3	3	1	2	3	2,4
S3	2	4	2	2	4	2,8
S4	1	3	1	2	4	2,2
S5	3	4	2	3	4	3,2
medie	1,8	3,4	1,4	2,2	3,6	2,5

Tab. 73 - Sintesi dei risultati (A, B, C, D ed E) utili per la valutazione dell'indice globale di qualità idrobiologica (I).

I valori del carico antropico (che hanno determinato giudizi relativamente negativi per il fattore E) sono tutto sommato “normali” per un bacino ampiamente sviluppato in pianura, dove più intense risultano le attività antropiche (residenza, agricoltura, zootecnica ed industria). Infatti, come già segnalato al **par. 7.3**, la situazione del Ceronda non è molto diversa da quelle descritte, nell'ambito di diversi studi territoriali, per i bacini del Chisola, del Banna, del Malone,... Anzi risulta leggermente migliore.

I valori ottenuti per i fattori relativi alla qualità biologica delle acque (C) ed all'ittiofauna (D) sono relativamente buoni. Sono infatti sempre risultate prime o seconde classi di qualità secondo l'IBE, mentre le popolazioni ittiche (ad eccezione di S5) sono quasi sempre risultate relativamente abbondanti e ben strutturate, pur lamentando una certa presenza di specie alloctone (trota fario di ceppo atlantico, pesce gatto, persico sole,... come purtroppo avviene per quasi tutti gli ambienti acquatici piemontesi).

Pur essendo relativamente elevati i valori del carico antropico si registra una qualità delle acque tutto sommato migliore di quanto, ad un giudizio superficiale, ci si potrebbe aspettare. Ma considerando con attenzione la situazione generale del bacino è possibile formulare alcune osservazioni interessanti. In primo luogo il fattore di alterazione del regime dei deflussi presenta un valore medio abbastanza basso (A = 1,8); ciò significa che, a parte alcuni tratti di corsi d'acqua relativamente brevi, le situazioni di stress idrologico sono piuttosto limitate, con evidenti vantaggi per i processi naturali di autodepurazione. Inoltre bisogna aggiungere che la maggior parte della porzione di bacino situata al di sotto dell'altitudine mediana (400 m s.l.m.) rientra nell'area protetta della Mandria, con scarse attività agricole e zootecniche ed una buona copertura boschiva. Infine vale la pena di ricordare che la maggior parte degli scarichi di acque reflue dei principali comuni di pianura (Druento e Venaria) sono collegati, fin dai primi anni '90, ai collettori del depuratore dell'Azienda Po - Sangone (APS).

Se si escludono le situazioni del tratto terminale del Ceronda (che scorre entro l'abitato di Venaria) e quello intermedio del Casternone (che attraversa un territorio fortemente interessato da attività agricole), buona parte degli alvei fluviali (e delle relative fasce riparie) del reticolo idrografico del Ceronda si trovano in condizioni relativamente buone; le sponde di molti tratti sono infatti riccamente vegetate e i fondali risultano poco rimaneggiati da interventi di sistemazione idraulica.

In sintesi la situazione generale dell'ecosistema fluviale del reticolo idrografico del Ceronda si può definire come relativamente buona; si tratta di un giudizio positivo se si considera che il bacino che lo alimenta è poco sviluppato in altitudine, molto sviluppato in pianura e che quindi non possiede elevate potenzialità idriche. Con pochi interventi si potrebbero ottenere obiettivi di miglioramento

fino a giungere ad un giudizio complessivo di “**buono**”, così come raccomandato il D.L. 152/99. La **tab. 74** (sul fattore relativo al carico antropico non è possibile intervenire) descrive lo scenario che si potrebbe determinare con interventi piuttosto limitati:

- **applicazione delle norme relative ai deflussi minimi vitali ed eliminazione degli sprechi negli usi irrigui**; nel caso del bacino del Ceronda ciò comporterebbe un netto miglioramento per la sezione S2 il cui regime diventerebbe pressoché naturale; miglioramenti si potrebbero ottenere anche per la sezione S5, mentre non cambierebbe sostanzialmente la situazione relativa ad S2; tali interventi hanno costo praticamente nullo in quanto non incidono sulle attività agricole comportando semplicemente una maggiore attenzione nell’evitare sprechi d’acqua;
- **maggiori attenzioni per quanto riguarda alcuni scarichi nel medio corso del Casternone**; i reflui dei comuni di Druento e di Venaria sono già destinati all’APS, mentre si prevede un sistema di nuovi collegamenti al fine di evitare l’immissione di inquinanti dovuti all’espansione delle attività connesse al progetto di rivalutazione del complesso Reggia di Diana - Castello della Mandria; particolare attenzione è necessario porre al medio Casternone dal ponte di Brione a Druento: ciò permetterebbe il miglioramento di almeno un punto del fattore B e forse anche per il fattore E; lo stesso tipo di miglioramento si potrebbe ottenere per il Ceronda a Venaria programmando una migliore gestione delle risorse idriche, in quanto così verrebbero eliminati le immissioni inquinanti di alcuni canali irrigui;
- **gestione dell’ittiofauna con criteri naturalistici**; è certamente illusorio sperare nell’eradicazione della maggior parte delle specie esotiche, tuttavia si può ipotizzare un leggero miglioramento della situazione del basso Casternone come conseguenza degli interventi di cui ai precedenti punti; contemporaneamente sarebbe possibile raggiungere l’obiettivo D₁ per le sezioni S1 ed S4 evitando l’immissione di trote fario del ceppo atlantico;
- **massima limitazione degli interventi di sistemazione idraulica**; ciò servirebbe non tanto per tentare di migliorare la situazione generale, ma soprattutto per conservare quella attuale e per non vanificare quanto di positivo ci si attende con gli interventi sopra descritti;
- **migliore uso del suolo nell’alto bacino**; come già illustrato, la porzione montana del bacino è caratterizzata da una copertura vegetale fortemente limitata dall’uso zootecnico del suolo esercitato nel passato e dagli incendi, molto frequenti, soprattutto negli ultimi anni; una migliore copertura forestale, su suoli ormai poco o nulla utilizzati, potrebbe indurre miglioramenti della qualità delle acque, anche se attualmente poco quantificabili.

Tab. 74 - Sintesi dei valori di qualità parziale (**A, B, C, D** ed **E**) e relativo indice di qualità globale (**I**) che si potrebbero ottenere eseguendo gli interventi di risanamento descritti nel testo.

sezioni	A	B	C	D	E	I
S1	1	3	1	1	3	1,8
S2	1	3	1	2	3	2,0
S3	2	3	2	2	4	2,6
S4	1	3	1	1	3	1,8
S5	2	3	2	2	4	2,6
Medie	1,4	3,0	1,4	1,6	3,4	2,2

13 - BIBLIOGRAFIA

- AGNELLO R., 1989. *Lungo le sponde della Ceronda*. La Ceronda. Dicembre 1989: 3. Venaria Reale (TO).
- A.I.N. (ASSOCIAZIONE ITALIANA NATURALISTI), 1979. *Madonna della Neve - Monte Lera*. Assessorato alla Pianificazione Territoriale e Parchi Naturali, Regione Piemonte. Torino.
- A.I.N. (ASSOCIAZIONE ITALIANA NATURALISTI), 1980. *La Mandria*. Assessorato alla Pianificazione Territoriale e Parchi Naturali, Regione Piemonte. Torino.
- APOSTOLO C., DEBERNARDI M., LUPO M., 1996. *La Mandria. Storia e natura del Parco*. Regione Piemonte. EDA. Torino.
- AUTORI VARI, 1985. *Comunità Montana Val Ceronda e Casternone*. Tipolito Biemme Editrice Monasterolo (TO).
- AUTORI VARI, 1998. *Carta climatica del Piemonte (Collana Studi Climatologici in Piemonte)*. Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio della Regione Piemonte. Torino.
- AUTORI VARI, 1969. *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - Fogli 56 e 57*. Ministero Industria, Commercio, Artigianato. Direzione Generale delle Miniere. Servizio Geologico d'Italia. Poligrafica e Carta e Valori Ercolano. Napoli.
- BALLONE A., RACCA G., 1998. *All'ombra dei Savoia. Storia di Venaria Reale*. Umberto Allemandi & c. Torino.
- BERBENNI P., 1979. *Criteri per la determinazione dei limiti di accettabilità della Legge n. 319. Confronto con le direttive CEE*. Centro ricerche delle Acque dell'Università di Pavia. Seminario di aggiornamento su risanamento idrico del territorio.
- BIANCOTTI A., FRANCESCHETTI B., 1979a. *Analisi dell'ambiente fisico del bacino del torrente Rea (alta Langa)*. Studi IRES. Assessorato Ambiente, Regione Piemonte. Torino.
- BIANCOTTI A., FRANCESCHETTI B., 1979b. *Analisi dell'ambiente fisico del bacino del torrente Stura del Monferrato*. Studi IRES. Assessorato Ambiente, Regione Piemonte. Torino.
- BORROMI I., GRIMALDI E., 1978. *Fattori e tendenze di modificazione dell'ittiofauna italiana d'acqua dolce*. Boll. Zool. Suppl., 45 (2): 63 - 73.
- BUFFO M., CAVALLERO E., 1998a. *Definizione delle sezioni di riferimento, morfometria e cartografia (bacino del Ceronda)*. Linee di gestione delle risorse idriche dei principali bacini tributari del Po in Provincia di Torino. HYDRODATA - Servizio Risorse Idriche della Provincia di Torino.
- BUFFO M., CAVALLERO E., 1998b. *Carico antropico (bacino del Ceronda)*. Linee di gestione delle risorse idriche dei principali bacini tributari del Po in Provincia di Torino. HYDRODATA - Servizio Risorse Idriche della Provincia di Torino.
- CALDERONI A., 1976. *Valutazione degli apporti alloctoni ai laghi attraverso il calcolo dei carichi chimici*. Atti "Giornate di Studio SEP/POLLUTION: 249 - 258.
- CALDERONI A., MOSELLO R., TARTARI G., 1978. *Phosphorus, nitrogen and silica in lago di Mergozzo*. Verh. Internat. Verein. Limnol., 20: 1033 - 1037.
- CANUTI A., 1990. *L'ultima acqua. Chimica analitica, depurazione e legislazione delle acque*. CHIRIOTTI, Pinerolo (TO).
- CAROLLO A., 1970. *Lineamenti generali di un bacino imbrifero e suoi rapporti con i laghi*. Dispense del IV corso di aggiornamento in ingegneria sanitaria (Milano 11 ÷ 23 maggio). Istituto Ingegneria Sanitaria del Politecnico.
- CAROLLO A., 1973. *Lineamenti generali delle precipitazioni del bacino del Tevere*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 30: 247 - 300. Pallanza
- CAROLLO A., DRAGO E., 1971. *Analisi morfometrica del bacino del torrente S. Bernardino*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 27: 317 ÷ 356.
- CHIAUDANI G., VIGHI M., 1974. *The N/P ratio and test with Selenastrum to predict eutrophication in lakes*. Water research, 8: 1063 - 1069.

- CHIAUDANI G., VIGHI M., 1975. *Dynamic of nutrient limitation in six small lakes*. Verh. Internat. Verein. Limnol., 19: 1319 - 1324.
- CHIAUDANI G., VIGHI M. 1978. *Metodologia standar di saggio algale per lo studio della contaminazione delle acque marine*. Quaderni IRSA 39.
- CHIAUDANI G., VIGHI M., 1982. *L'eutrofizzazione dei bacini lacustri italiani*. Sintesi Quad IRSA 43. Acqua Aria, 4 (1982): 361 - 378. Milano.
- C.R.E.S.T., 1988a. *Banca Dati delle Zone Umide*. Assessorato Programmazione Economica e Parchi Naturali della Regione Piemonte - C.S.I., Torino.
- C.R.E.S.T., 1988b. *Analisi delle popolazioni ittiche del fiume Sesia interessato dal progetto ENEL degli impianti idroelettrici di Balmuccia e Doccia (valutazione della situazione attuale, stima degli impatti e relative proposte di mitigazione)*. Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica dell'ENEL di Torino.
- C.R.E.S.T., 1989. *Valutazione di impatto ambientale per l'utilizzazione idroelettrica delle valli Stura di Ala e Valgrande (TO) - settore fauna e idrobiologia*. Centro Progettazione e Costruzione Idraulica ed Elettrica di Torino.
- C.R.E.S.T., 1990a. *Valutazione di impatto ambientale su progetto di impianto idroelettrico di Pont Ventoux (Val Susa) - Settore idrobiologia*. Ecoplan/Azienda Energetica Municipale di Torino.
- C.R.E.S.T., 1990b. *Valutazione di impatto ambientale su progetto della diga di Stroppa (Val Maira - CN) - settore idrobiologia*. Amministrazione Provinciale di Cuneo.
- C.R.E.S.T., 1993. *Piano di gestione delle risorse idriche del bacino dell'Orco*. Amministrazione Provinciale di Torino.
- C.R.E.S.T., 1994. *Fauna terrestre ed idrobiologia*. Valutazione di Impatto Ambientale per l'Impianto Idroelettrico di Villeneuve (AO). ENEL, Torino.
- C.R.E.S.T., 1995. *Carta Ittica del bacino della Dora Baltea (parte seconda)*. Regione Autonoma Valle d'Aosta.
- C.R.E.S.T., 1997. *Carico antropico del bacino del Po sotteso alla confluenza con il Pellice*. Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po (tratto cuneese).
- C.R.E.S.T., 1997. *Qualità chimica delle acque del bacino del Po sotteso alla confluenza con il Pellice*. Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po (tratto cuneese).
- C.R.E.S.T., 1997. *Qualità biologica delle acque del bacino del Po sotteso alla confluenza con il Pellice*. Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po (tratto cuneese).
- C.R.E.S.T., 1998. *Ittiofauna del reticolo idrografico del bacino del fiume Po sotteso alla confluenza con il torrente Pellice (territorio della Provincia di Cuneo)*. Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po - Tratto Cuneese. Regione Piemonte. Saluzzo (CN).
- C.R.E.S.T., 1999. *Gestione delle risorse idriche e della fauna acquatica del bacino del fiume Po sotteso alla confluenza con il torrente Pellice (territorio della Provincia di Cuneo)*. Sistema delle Aree Protette della Fascia Fluviale del Po - Tratto Cuneese. Regione Piemonte. Saluzzo (CN).
- DE BIAGGI E., PEROSINO G.C., FOIETTA P., SAINI R., STOPPA T., 1987. *L'eutrofizzazione dei bacini lacustri ed il progetto regionale di Banca Dati delle Zone Umide*. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 8: 3 - 20. Carmagnola (TO).
- DE BIAGGI E., STOPPA T., SCOTTA M., 1990. *Proposta per una suddivisione del Piemonte in settori eco - geografici*. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 11: 3 - 40. Carmagnola (TO).
- DELMASTRO G.B., 1982. *I pesci del bacino del Po*. CLESAV, Milano.
- DELMASTRO G.B., 1990. *Indagine sull'ittiofauna del Parco regionale La Mandria*. Assessorato ai Parchi della Regione Piemonte, Assessorato Caccia e Pesca della Provincia di Torino, Azienda Regionale dei Parchi Suburbani. Torino.
- DE MARTONNE E., 1926. *Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité*. La Meteorologie, 2, Parigi.
- DIXON W.G., 1968. *Biomedical computer programs*. University of California, Automatic Computation N.

2. Univ. California Press, Berkeley.

- DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1982. *Le variazioni climatiche, le glaciazioni, la morfogenesi glaciale (particolari riferimenti al Piemonte e alla Valle d'Aosta)*. CESEDI (già Laboratorio della Riforma). Assessorato alla Cultura dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- DURIO P., MORI D., PEROSINO G.C., 1983. *Aspetti limnologici del lago di Candia*. Riv. Piem. St. Nat., 4: 137 - 169. Carmagnola (TO).
- FENAROLI L., 1935. *L'indice di continentalità igrica come mezzo di rappresentazione delle caratteristiche climatologiche di stazione e la carta esepirica della montagna lombarda*. L'Universo, 16 (1975).
- FALZONI G., 1998. *Torino industriale: il miracolo della Ceronda*. Il sogno, bimestrale del Cenacolo Culturale dell'A.V.T.A. 2/2-3: 1 - 5. Venaria Reale (TO).
- FORNERIS G., PASCALE M., PEROSINO G.C., 1996. *Idrobiologia*. EDA, Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1990. *Elementi naturali del bacino del Ceronda. Situazione attuale nell'area di Venaria. Proposte di mitigazione degli impatti*. Assessorato Caccia e Pesca della Provincia di Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., 1994. *Il bacino del Ceronda: un caso emblematico dell'alluvione del 4 ÷ 6 novembre 1994*. A.T.A. - A.V.T.A., Venaria Reale (TO).
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1990a. *Conseguenze delle captazioni idriche sugli ecosistemi fluviali (situazione attuale e proposte di regolamentazione per il territorio piemontese)*. Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1990b. *Elementi di riflessione sullo stato di degrado delle acque, sulle prospettive di risanamento ed ipotesi di intervento*. Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1990c. *Verbale della campagna di rilevamento del basso Pellice del 1 marzo 1990*. Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1990d. *Proposta di un modello di determinazione della qualità ambientale dei corsi d'acqua con parametri idrologico e biologici*. Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- FORNERIS G., PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1991. *La gestione delle risorse idriche del bacino idrografico dello Stura di Lanzo*. Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- FRANCESCHETTI B., 1997. *Introduzione alla geomorfologia*. Dispense di geomorfologia. Anno Accademico 1997/98. Università di Torino.
- GAMBINO R., 1990. *La pianificazione territoriale e l'uso delle acque. Il rincorrersi dei piani*. Atti Conv. "Idroelettrico e ambiente. Una convivenza difficile": 13 ÷ 19 (27 gentile 1995). Pro Natura, Torino.
- GAMS H., 1931. *Die klimatische begrenzungen pflanzenarealend und die verteilung der hygrischen kontinentalität in den Alpen*. Z. Gesell. Erdkunde, 9, 321
- GEOENGINEERING, 1998. *Studio geomorfologico e idrologico dei bacini idrografici e degli alvei dei torrenti Ceronda e Casternone*. Programma di ricerca in tema di manutenzione e ripristino degli alvei e dei corsi d'acqua, nonché in tema di protezione idrologica e difesa del suolo della Provincia di Torino. Venaria Reale (TO).
- GHETTI P.F., 1997. *Indice biotico Esteso (IBE). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Provincia Autonoma di Trento.
- GHETTI P.F., BONAZZI G., 1980. *I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua*. C.N.R. - AQ/1/127.
- GIANIERI GEC E., 19..... *Storia di Torino industriale; il miracolo della Ceronda*. Editrice Piemonte in Bancarella. Torino.
- GRIBAUDI G., 1966. *Le regioni d'Italia*. UTET, Torino.
- GRIMALDI E., 1967. *Ripercussioni degli inquinamenti sui popolamenti ittici lacustri*. Atti Coll. Ing. Como (Conv. inquinamento acque lacustri. Como, 8 - 10 ottobre 1965): 35 - 40.

- IRES, 1989. *Progetto Po, tutela e valorizzazione del fiume in Piemonte*. Istituto Ricerche Economiche e Sociali del Piemonte. Rosenberg & Sellier, Torino.
- IRSA, 1977. *Indagine sulla qualità delle acque del fiume Po*. Quaderni IRSA 32, Roma.
- IRSA, 1978. *Il problema dell'eutrofizzazione in Italia*. Quaderni IRSA 42, Roma.
- IRSA, 1980. *Indagine sulla qualità delle acque lacustri italiane*. Quaderni IRSA 43, Roma.
- LINSLEY R.K., KOHLER M.A., PAULHUS J.L., 1949. *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill, New York.
- MARCHETTI R., 1987. *L'eutrofizzazione. Un processo degenerativo delle acque*. Franco Angeli Editore, Milano.
- MARCHETTI R., GERLETTI M., CALAMARI D., CHIAUDANI G., 1973. *Elementi e criteri per la definizione del livello di accettabilità delle acque di scarico*. Quaderni IRSA, 24.
- MAROCCO C., 1994. *Druent, appunti di storia*. Tipografia Commerciale De Maria & Ferrari. Venaria Reale (TO).
- MENNELLA C., 1967. *Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio*. EDART, Napoli.
- MERCALLI L., 1994/95. *Una volta all'asciutto si dimentica*. Editoriale NIMBUS, 6 - 7 (anni II - III): 2 ÷ 5. Società Meteorologica Subalpina, Torino".
- MORI A., 1957. *Il clima*. In: "L'Italia Fisica" 21 - 63. Touring Club Italiano, Milano.
- MOSETTI A., 1977. *Le acque*. U.T.E.T., Torino.
- ODUM E.P., 1971. *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia - London - Toronto.
- OGLESBY J., HAMILTON L.S., MILLS E.L., WILLING P., 1973. *Owasco lake and its watershed*. Technical Report., Cornell University Water Resources and Marine Science Center, Ithaca, N.Y.
- ORTALLI G., 1997. *Lupi, genti, culture (uomo e ambiente nel medioevo)*. Einaudi, Torino.
- PALLUCCHINI A., 1934. *Classifica dei fiumi italiani secondo il loro coefficiente di deflusso*. C.N.R. - Comit. per la Geogr., Delegazione ital. al Congr. Inter. Geogr. di Varsavia (agosto - settembre 1934).
- PEGUY C.P., 1979. *Précis de climatologie*. Masson. Parigi.
- PEROSINO G.C., 1987. *Climatologia di Torino*. Rivista Piemontese di Storia Naturale, 8: 21 - 52. Carmagnola (TO).
- PEROSINO G.C., 1989. *Portate minime per la conservazione dell'idrofauna dei corsi d'acqua soggetti a prelievi idrici*. Atti III Conv. Naz. AIIAD, Perugia. Riv. Ital. Idrobiol. 1 (XXIX): 425 - 436.
- PEROSINO G.C., 1991. *I monti Pelati di Baldissero Canavese: elementi climatici*. Atti Conv. "I Monti pelati di Baldissero Canavese: importanza paesistica e scientifica" (18/12/1989): 13 ÷ 18. Parella (Torino).
- PEROSINO G.C., PINNA PINTOR N., 1990. *Verbale della campagna di rilevamento (idrologia) sul Ceronda in Comune di Druento del 24 marzo 1990*. Assessorato Caccia e Pesca dell'Amministrazione Provinciale di Torino.
- PEROSINO G.C., SPINA F., 1987. *Ricerca di modelli semplici con variabili morfometriche e idrologiche per analisi di sintesi degli ambienti fisici delle acque correnti naturali e possibili applicazioni nei campi biologico e ittico*. Atti Secondo Convegno Nazionale A.I.I.A.D., Torino, 5 - 6 giugno 1987. Assessorati Pesca della Regione Piemonte e della Provincia di Torino.
- PINNA M., 1977. *Climatologia*. UTET, Torino.
- PROVINI A., MOSELLO R., PETTINE M., PUDDU A., ROLLE E., SPAZIANI F.M., 1978. *Metodi e problemi per la valutazione dei carichi di nutrienti*. Atti "Convegno sulla eutrofizzazione in Italia" (Roma, 3 - 4 ottobre 1978): 121 - 158. CNR - P.F. "Promozione della Qualità dell'Ambiente".
- RE G.F., 1825. *Flora torinese*. Tipografia Bianco. Torino.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA, 1994. *Carichi teorici e reali su tre corsi d'acqua dell'Emilia Romagna*. Regione Emilia Romagna - Provincia di Forlì - Cesena. Bologna.
- REGIONE PIEMONTE, 1979. *La capacità d'uso dei suoli del Piemonte*. I.P.L.A., Edizione L'Equipe. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1979. *Carta forestale del Piemonte*. I.P.L.A., Edizione L'Equipe. Torino.

- REGIONE PIEMONTE, 1980. *Progetto per la Pianificazione delle Risorse Idriche del Territorio Piemontese*. Assessorato Tutela Ambiente, Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1984a. *Bacini turistici piemontesi; dati di riferimento 1984*. Assessorato Turismo, Tempo Libero, Sport. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1984b. *Piano di assestamento forestale. Parco Regionale La Mandria*. Assessorato alla Pianificazione Territoriale e Parchi Naturali. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1985. *Piano dell'area. Parco Regionale La Mandria*. Assessorato alla Pianificazione Territoriale e Parchi Naturali. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1989. *Indagine conoscitiva e progetto generale di fattibilità per un sistema di monitoraggio idrometrico inerente il reticolo idrografico superficiale piemontese*. Assessorato Tutela Ambiente (ENEL - CRIS - Mestre/YDRODATA - Torino), Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1991. *Carta Ittica relativa al Territorio della Regione Piemontese*. Assessorato Caccia e Pesca. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1991. *Istruzioni tecniche per la determinazione del DMV - deflusso minimo vitale in un corso d'acqua naturale (standard PD-IT/1)*. Risorse Idriche - Settore Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche dell'Assessorato all'Ambiente. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1992a. *Istruzioni integrative per l'applicazione del DMV - deflusso minimo vitale in un corso d'acqua naturale - e relative all'introduzione di uno standard di compatibilità ambientale per i prelievi da acque superficiali*. Risorse Idriche - Settore Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche dell'Assessorato all'Ambiente. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1992b. *Terzo Censimento dei Corpi Idrici*. Collana Ambiente. Assessorato all'Ambiente, Settore Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche. Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1998. *Forza Motrice. Il trasporto dell'energia da sogno a realtà. Omaggio alla modernità di Galileo Ferraris*. Esposizione al Castello di Venaria Reale (Torino), 26 settembre – 4 ottobre 1998.
- REMENIERAS G., 1972. *L'hydrologie de l'ingenieur*. Eyrolles, Parigi.
- RIGANTI V., PEROTTI A., 1979. *Criteri di accettabilità chimica delle acque reflue*. Centro ricerche delle Acque dell'Università di Pavia. seminario di aggiornamento su risanamento idrico del territorio.
- RONCO S., CURRADO I., GIANNATELLI R., 1989. *Note sulla alimentazione di Barbus barbus plebejus Val. e di Barbus meridionalis Risso in Piemonte*. Atti II Conv. A.I.I.A.D. (Torino, 5 - 6 giugno 1987). Assessorati Caccia e Pesca della Provincia di Torino e della Regione Piemonte.
- ROLFO F., 1924. *Monografia storica del Naviglio*. Municipio di Druent. Archivio storico di Druento (TO).
- SACCO F., 1901. *Considerazioni geo-idrologiche sulle trivellazioni della Venaria Reale*. Torino.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1969. *Carta Geologica d'Italia*. Fogli 55 (Susa) e 56 (Torino). Scala 1:100.000. Stab. Salomone. Roma.
- SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, 1921 - 1970. *Annali Idrologici, parte I*. Ministero dei Lavori Pubblici, Ufficio Idrografico del Po. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma.
- SOIL CONSERVATION SERVICE, U.S.D.A., 1961. *Land Capability Classification*. Washington D.C.
- SOIL CONSERVATION SERVICE, U.S.D.A., 1980. *Tassonomia del suolo* (ed. italiana a cura di E. Giovagnotti). Edagricole.
- STRAHLER A.N., 1952. *Hypsometric (area - altitudine) analysis of erosional topography*. Bull. Geol. Soc. Am., 63: 1111 ÷ 1142.
- STRAHLER A.N., 1968. *Physical Geography*. J. Wiley & Sons. Inc., New York.
- TERUGGI S., VENDEGNA V., 1984. *L'IQA. Un indice riassuntivo della qualità delle acque*. Inquinamento, 12 (dicembre): 43 ÷ 50. Milano.
- THORNTON C.W., 1946. *An approach toward a rational classification of climate*. Unesco Press, Parigi.

- THORNTHWAITE C.W., MATHER J.R., 1954. *The measurement of potential evapotranspiration*. Seabrook, New Jersey.
- THORNTHWAITE C.W. MATHER J.R., 1957. *Introduction and tables for computing potential evapotranspiration and water balance*. Cencerton.
- VACCARINO E., 1878. *Cenni sul canale della Ceronda e sui mezzi di sussidiarlo*. Topografia Roux e Favalle. Torino.
- VOLLENWEIDER R.A., 1977. *Fonti di azoto e fosforo responsabili dei fenomeni di eutrofizzazione*. Seminario Internazionale sui fenomeni di eutrofizzazione lungo le coste dell'Emilia Romagna. Bologna, 25 - 26 febbraio 1977.
- VOLLENWEIDER R.A., 1979. *Eutrofizzazione delle acque: carico nutritivo, capacità assimilativa e metodologie di riabilitazione dei laghi e dei serbatoi eutrofizzati*. CNR - Promozione della Qualità dell'Ambiente. Atti Convegno "Bacini lacustri artificiali" (Sassari, 4 - 6 ottobre 1977).