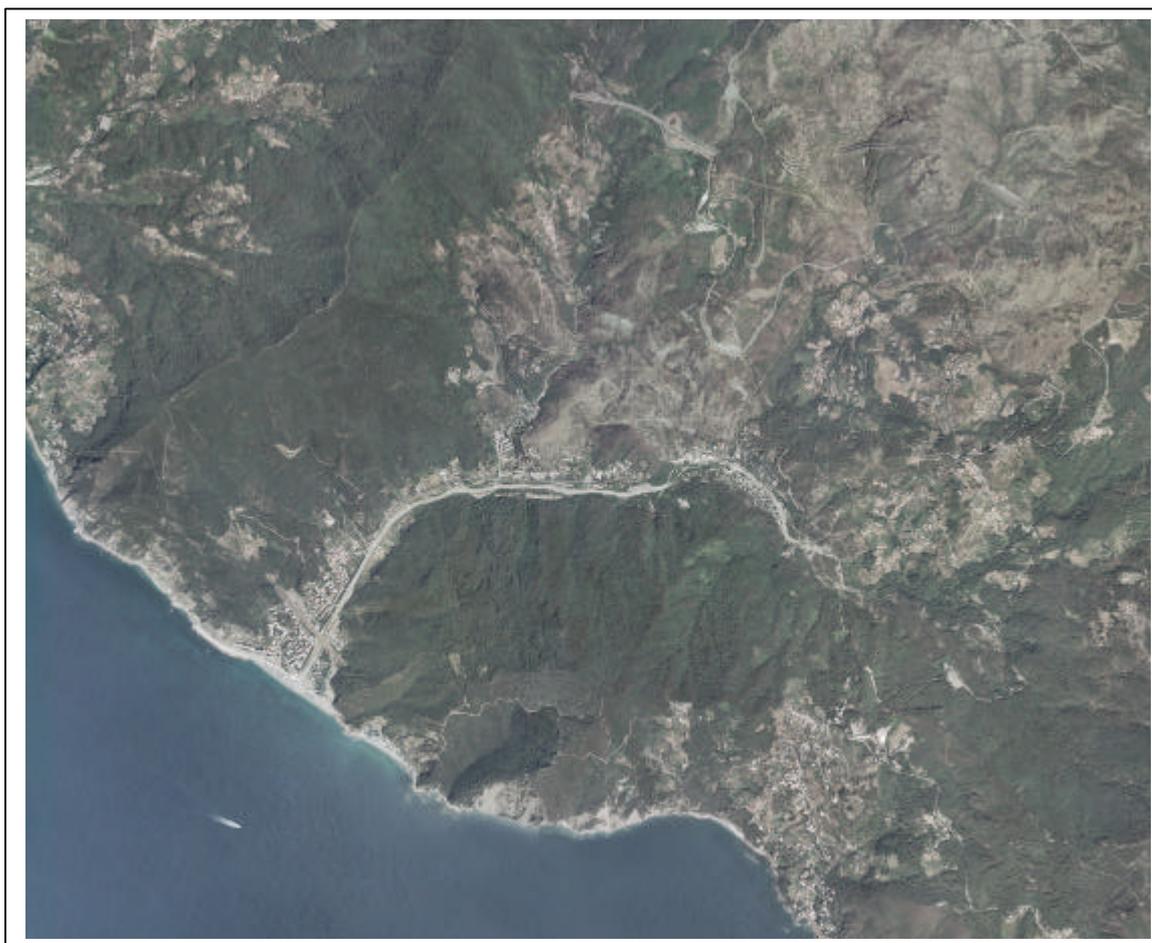




PROVINCIA DELLA SPEZIA

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL BILANCIO IDRICO DEL TORRENTE CASTAGNOLA



RELAZIONE GENERALE NORME DI ATTUAZIONE

Elaborato da: Dott. Geol. Marco DEL SOLDATO
Dott. Ing. Marco BONAGUIDI
Dott. Geol. Chiara CENTO
Dott. Biol. Milena BARUFFETTI

SINCERT

ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certification



n° 187850



1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	2
1.1 Quadro istituzionale e normativo di riferimento.....	2
1.2 Strumenti di Pianificazione vigenti	4
1.3 Dati Utilizzati	5
2. CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO.....	7
2.1 Inquadramento geografico del Bacino del T. Castagnola	7
2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico finalizzato alla caratterizzazione idrogeologica.....	9
2.3 Inquadramento Climatico	12
2.4 Uso del Suolo.....	13
2.5 Aree protette relazionate alle risorse idriche	16
3. CARATTERIZZAZIONE CORPI IDRICI SOTTERRANEI.....	21
3.1 Geologia ed Idrogeologia del sottosuolo	21
4 – BILANCIO IDRICO	27
4.1 Bilancio Idrologico – Generalità.....	27
4.1.1 Afflussi	27
4.1.1.1 Dati pluviometrici strumentali.....	27
4.1.1.2 Anno idrologico di riferimento	29
4.1.1.3 Isoiete e calcolo degli apporti idrici diretti	30
4.1.1.4 Apporti idrici indiretti.....	31
4.1.2 Deflussi.....	32
4.1.2.1 Dati termometrici strumentali.....	32
4.1.2.2 Isotherme	33
4.1.2.3 Stima dell'evapotraspirazione reale	33
4.1.2.4 Dati idrometrici strumentali	36
4.1.2.5 Deflusso totale	36
<i>BACINO 1 - SEZIONE DI CHIUSURA A VALLE: SBOCCO A MARE</i>	38
<i>BACINO 2 - SEZIONE DI CHIUSURA A VALLE: CONFLUENZA CON IL RIO PIAZZA</i>	41
4.1.3 Eccedenza idrica	43
4.1.4 Censimento delle sorgenti.....	47
4.2 Utilizzazioni in atto.....	47
4.2.1 Censimento delle Derivazioni Superficiali	47
4.2.2 Censimento delle Sorgenti.....	48
4.2.3 Censimento dei pozzi.....	49
4.3 Equilibrio del Bilancio Idrico	50
4.4 Curva di durata delle Portate	53
4.5 Sostenibilità dell'uso della risorsa	59
5. DEFLUSSO MINIMO VITALE	62
5.1 Inquadramento legislativo.....	62
5.2 Criteri per la determinazione del Minimo Deflusso Vitale	64
5.3 Definizione dei tratti per i quali il MDV viene valutato	65
5.4 Definizione degli utilizzi della risorsa idrica per i tratti omogenei individuati.....	65
5.5 Definizione dell' MDV per i tratti omogenei individuati	66
6 - NORME DI ATTUAZIONE	71
Titolo I.....	71
Titolo II.....	72
Titolo III	76



1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 Quadro istituzionale e normativo di riferimento

NORMATIVA COMUNITARIA E NAZIONALE

La direttiva europea 2000/60 relativa all'azione comunitaria in materia di acque, all'art. 1 precisa che *lo scopo della direttiva è quello di istituire un quadro per la protezione delle acque che a) impedisca un ulteriore deterioramento, protegga e migliori lo stato degli ecosistemi acquatici e terrestri e delle zone umide, b) agevoli un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione delle risorse idriche disponibili c) miri alla protezione e al miglioramento dell'ambiente acquatico anche attraverso misure per la riduzione degli scarichi*; contribuendo quindi a garantire una fornitura sufficiente di acque di buona qualità per un utilizzo idrico sostenibile, equilibrato ed equo. A tal fine gli stati membri devono rendere operativi programmi di misure da specificare nei piani di gestione dei bacini idrografici, inoltre come riportato all'art. 8 *gli stati membri provvedono ad elaborare programmi di monitoraggio dello stato delle acque, ...nel caso delle acque superficiali i programmi in questione riguardano:i) il volume, il livello o la proporzione del flusso idrico nella misura adeguata ai fini dello stato ecologico, chimico e del potenziale ecologico.*

Il Decreto legislativo n 152 del 2006 recante Norme in materia ambientale, all'art. 65 comma 1) riporta quanto già indicato dalla L 183/89 abrogata e cioè che il Piano di bacino, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ed alla corretta utilizzazione della acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato; inoltre al comma 3) indica che Il Piano di bacino, contiene..... e) *la programmazione e l'utilizzazione delle risorse idriche, agrarie, forestali ed estrattive;*..... r) *il piano delle possibili utilizzazioni future sia per le derivazioni che per altri scopi, distinte per tipologie d'impiego e secondo le quantità.*

Sempre il medesimo Decreto legislativo n 152 del 2006 all'art. 53 riporta “1) *Le disposizioni di cui alla presente sezione sono volte ad assicurare la tutela ed il risanamento del suolo e del sottosuolo, il risanamento idrogeologico del territorio tramite la prevenzione dei fenomeni di dissesto, la messa in sicurezza delle situazioni a rischio e la lotta alla desertificazione.* 2) *Per il conseguimento delle finalità di cui al comma 1, la pubblica amministrazione svolge ogni opportuna azione di carattere conoscitivo, di programmazione e pianificazione degli interventi...*”, e all'art. 56: “*le attività di programmazione, di pianificazione e di attuazione degli interventi destinati a realizzare le finalità di cui all'articolo 53 riguardano, omissis...h) la razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, con una efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso vitale negli alvei sottesi nonche' la polizia delle acque*”.



Il piano di Bacino, pertanto come indicato dal predetto decreto legislativo è lo strumento più adatto per attuare la programmazione dell'utilizzo della risorsa idrica.

Sempre il D.lg.vo 152 del 2006, all'art. 76, riprendendo quanto già indicato dal precedente D.Lvo 152/99 individua nel Piano di Tutela delle acque lo strumento con cui vengono indicate le misure necessarie a conseguire entro il 2015 i seguenti obiettivi: a) sia mantenuto o raggiunto per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei l'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di "buono"; b) sia mantenuto, ove già esistente, lo stato di qualità ambientale "elevato" come definito nell'Allegato 1 alla parte terza del presente decreto;c) siano mantenuti o raggiunti altresì per i corpi idrici a specifica destinazione di cui all'articolo 79 gli obiettivi di qualità per specifica destinazione...

Pertanto il Piano di Tutela delle acque, deve individuare le azioni attraverso le quali l'acqua, assunta come risorsa, va tutelata sia sotto l'aspetto qualitativo, ma conseguentemente anche in relazione all'utilizzo suscettibile di produrre effetti sulla stessa.

Di particolare importanza per la predisposizione del Piano di tutela risulta quindi la *definizione del bilancio idrico* secondo un modello quali quantitativo in grado di rappresentare i principali fenomeni che interessano gli usi delle acque.

Infatti l'art. 95 del D.lg.vo 152 del 2006 riporta: *“Nei piani di tutela sono adottate le misure volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico come definito dalle Autorità di bacino, nel rispetto delle priorità stabilite dalla normativa vigente e tenendo conto dei fabbisogni, delle disponibilità, del minimo deflusso vitale, della capacità di ravvenamento della falda e delle destinazioni d'uso della risorsa compatibili con le relative caratteristiche qualitative e quantitative”*.

Spetta quindi alle Autorità di Bacino, in base a quanto previsto dal succitato D.lgs. 152/06, definire il bilancio idrico, che costituisce un Piano stralcio di settore del Piano di Bacino ai sensi dell'art 56 comma 8.

NORMATIVA REGIONALE

La Legge Regionale n. 18 del 1999, individua nella Provincia, il soggetto a cui spetta il compito della redazione e approvazione dei piani di bacino di rilievo regionale. Alle Province sono demandati i compiti relativi all'attuazione del Piano di Bacino in tutte le sue componenti, redazione e applicazione con gli interventi necessari. La Regione fornisce gli indirizzi con il supporto tecnico e finanziario.

La Regione Liguria, con DGR n 1705 del 18.12.2003 ha approvato :

- l'iter procedurale,
- i contenuti del Piano di Tutela delle acque,
- l'elenco dei corsi d'acqua significativi ai sensi di quanto previsto nell'all. 1.



Tale procedura prevede che il piano di tutela venga approvato secondo quanto previsto dall'art.12 della L.R. 18/99, precisando, peraltro in accordo con quanto previsto dall'art. 95 del D.lg.vo 152 del 2006, che l'aspetto quantitativo del "bilancio idrico" costituisce uno stralcio tematico dei Piani di Bacino, pertanto che lo stesso venga elaborato con le procedure previste dalla LR 18/99 per la pianificazione di bacino e quindi dalle Province nella loro qualità di organi dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, sulla base dei criteri definiti dalla Regione, in quanto Comitato Istituzionale.

Sulla base delle " linee guida per la predisposizione del Bilancio Idrico di Bacino" oggetto di intesa in Conferenza Stato-Regioni, la Giunta Regionale, in qualità di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, con DGR n 1146 del 15.10.2004, ha approvato i criteri per la redazione dei Piani di Bacino stralcio sul Bilancio Idrico, tali criteri, che pur condividono l'impostazione generale delle linee guida ministeriali, presentano alcune indicazioni e precisazioni in ragione della specificità dei bacini regionali liguri.

1.2 Strumenti di Pianificazione vigenti

1.2.1 Piano regolatore Generale del Comune di Deiva Marina

Il nucleo abitato di Deiva si localizza nel Fondovalle del T. Castagnola e si sviluppa in corrispondenza della zona di foce. La piana di fondovalle è condivisa con il Comune di Framura, si osserva un approccio urbanistico diverso da parte dei due comuni, con un trattamento a sviluppo turistico da parte di Framura (insediamenti alberghieri e campeggi), ed un'occupazione intensiva ed insediativa da parte di Deiva M.

La porzione maggiore del territorio comunale coincide con i versanti posti in destra orografica del Torrente Castagnola. La struttura insediativa è caratterizzata dalla presenza due nuclei abitati (Mezzema e Piazza) collocati in posizione di versante ed alcuni insediamenti sparsi sviluppati maggiormente nel Fondovalle e nella zona di Pian delle Rose.

Il Comune ha una connotazione prevalentemente agricola e residenziale e conta un numero di abitanti pari a 1479.

Dall'analisi dei piani regolatori risulta che le zone di espansione ammontano in totale ad una superficie di circa 42 ettari.

1.2.2. Piano regolatore Generale del Comune di Framura

Il territorio comunale occupa per la maggior parte il versante sinistro del T. Castagnola, supera lo spartiacque e comprende la zona costiera fino al livello del mare.

Gli insediamento sono costituiti da piccoli nuclei sparsi (Costa, Roma, Ravecca, Anzo) che si localizzano lungo la costa di Framura. Il Comune conta un numero di abitanti pari a 840.



L'abitato di Castagnola è l'unico del territorio comunale ubicato sulla sponda destra del T. Castagnola.

Il territorio comunale si presenta costituito da versanti ad alta acclività che sfociano nelle falesie costiere. Non è presente un fondovalle ben sviluppato dato che quello del T. Castagnola in questo tratto si presenta angusto e male si presta ad accogliere insediamenti.

Per effetto di questo assetto del territorio le zone di espansione, che ammontano a 34 ettari complessivi, risultano frammentate. La zona più ampia è localizzata alla foce del T. Castagnola.

1.2.3 Siti Natura 2000 e progetto Bioitaly (direttiva habitat 92/43 del 21/5/92, direttiva 97/62 del 27/10/1997)

Lo scopo della direttiva “habitat” (92/43/CEE) e della direttiva 79/409/CEE è quello di contribuire a salvaguardare, tenuto conto delle esigenze economiche, sociali e culturali locali, la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio comunitario. Negli allegati della direttiva si trovano gli elenchi relativi alle definizioni di habitat e specie di interesse comunitario. L’Unione Europea si fa particolare carico della responsabilità di salvaguardia le specie in pericolo.

A questo fine sono stati individuati **siti di interesse comunitario** (S.I.C.), intesi come aree da tutelare per perseguire i fini della direttiva, la rete di queste aree costituisce il progetto di conservazione denominato **Natura 2000**.

Nella zona di studio sono state individuate e proposte 3 aree con i requisiti del progetto Natura 2000 e corrispondono a quelle che vengono elencate di seguito con la relativa codifica:

- **IT1343412 DEIVA – BRACCO – PIETRA DI VASCA – MOLA**
- **IT1343415 GUAITAROLA**
- **IT1343419 MONTE SERRA**

1.3 Dati Utilizzati

Per la stesura di questo Piano stralcio è stato utilizzato il modello di bilancio Idrologico *Hydro-Co* di Regione Liguria. Tale modello consente l’analisi delle risorse idriche a scala regionale fornendo stime previsionali, distribuite sul territorio regionale, in relazione ai deflussi idrici indisturbati medi.

La scelta di un modello distribuito ha portato a predisporre un modello del territorio; comprendente dati primitivi quali: altimetria, geolitologia, uso del suolo, e dati derivati da informazioni vettoriali quali: mappe meteorologiche, mappa dei prelievi, distribuzione della popolazione.

A partire dal modello digitale del terreno (DEM), in formato grid, il sistema gestisce i dati rappresentativi della morfologia, dell’orografia e dei fenomeni meteorologici



che contribuiscono alla formazione dei deflussi, nonché degli interventi antropici che caratterizzano il territorio, inoltre consente di effettuare il bilancio afflussi-deflussi per ciascun elemento territoriale (in questo caso una porzione di circa 220m. per 230m.) e di calcolare le portate per qualsivoglia sezione fluviale con una precisione maggiore rispetto ai modelli di tipo concentrato.

Quindi il sistema è in grado di ricostruire automaticamente il reticolo idrografico regionale; inoltre la disponibilità di serie di dati di precipitazione e temperatura consente il calcolo, in ciascun punto, delle temperature medie e delle piogge cumulate, e il tracciamento automatico delle carte delle isoiete e delle isoterme, il tutto a scala mensile.

Tali carte contengono informazioni vettoriali che vengono successivamente trasformate in formato "grid" in modo da poter implementare gli algoritmi di calcolo. La creazione di una matrice ottenuta dall'incrocio della carta litologica con l'uso del suolo permette l'attribuzione ad ogni cella di un valore di capacità di campo; i valori della conduttività idraulica vengono invece assegnati direttamente in funzione delle categorie litologiche individuate.

I valori della capacità di campo e della conduttività idraulica sono utilizzati per la stima del deflusso sotterraneo.

Il calcolo del bilancio idrico è implementato utilizzando il metodo di Thornthwaite & Mather (1955), che si basa sul concetto cardine di evapotraspirazione potenziale e sulla suddivisione dell'anno medio in una stagione umida (afflussi meteorici > evapotraspirazione potenziale) ed in una secca (afflussi meteorici < evapotraspirazione potenziale).

Il modello permette di pervenire direttamente alla stima delle portate superficiali, già depurate dall'evapotraspirazione e dalla stima dell'infiltrazione, calcolate per il bacino sotteso alla sezione selezionata dall'operatore.

Questo avviene a mezzo di un modello di trasformazione afflussi deflussi a scala mensile che utilizza come dati di ingresso le piogge cumulate mensili medie (servendosi anche, come si è detto, delle analoghe valutazioni di temperatura e delle varie informazioni di carattere fisico) e restituisce le portate alveate medie mensili.

Vengono inoltre calcolate automaticamente le curve di durata delle portate per periodi > 90 gg.

Sulla base di tali curve e dei fabbisogni idrici individuati con il censimento delle derivazioni è inoltre possibile effettuare considerazioni sulla sostenibilità dell'attuale uso delle risorse.

I dati di partenza già contenuti nel modello Hydro-Co sono stati integrati ed implementati con quelli presenti nelle cartografie di base redatte ed allegate al Piano di Bacino Ambito 18 Ghiararo approvato con DCP n 51 del 05.03.2003.

La modellistica integrata nel sistema consente il controllo della risorsa idrica a scala mensile fornendo per ogni punto di qualsiasi asta fluviale tutte le informazioni che caratterizzano il bacino a monte.

2. CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO

2.1 Inquadramento geografico del Bacino del T. Castagnola

Con il termine bacino idrografico (v.fig.2.1) si intende la porzione di territorio circoscritta dalle zone di crinale (*spartiacque*) dalla quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti. La Direttiva europea 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque definisce il bacino idrografico come “*il territorio nel quale scorrono tutte le acque superficiali attraverso una serie di torrenti, fiumi ed eventualmente laghi per sfociare in mare in un'unica foce*”

Il bacino idrografico così inteso può essere definito anche *idro-erosivo* in quanto i processi di modellazione della superficie terrestre che lo modellano sono dovuti principalmente proprio all'azione erosiva delle acque che scorrono in superficie.

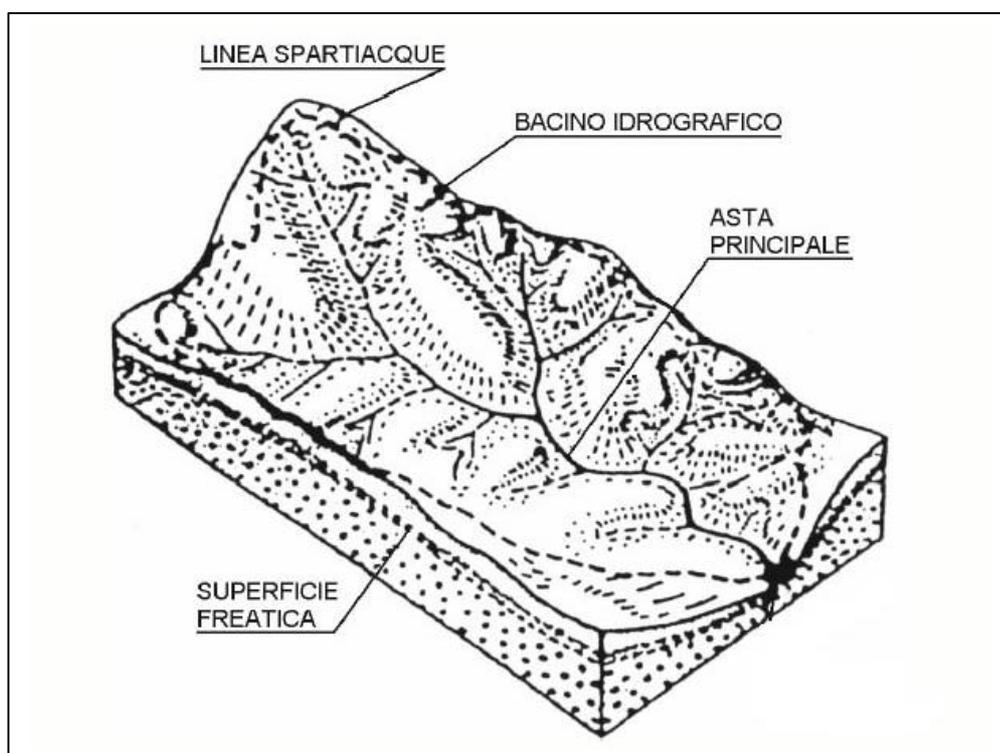


Fig. 2.1: schema di Bacino Idrografico

Il bacino idrografico del torrente Castagnola è ubicato sul versante Tirrenico dell'Appennino e presenta l'area fociva in corrispondenza dell'abitato di Deiva Marina.

Lo spartiacque segue, in direzione nord-ovest, le pendici meridionali del Monte Crocetta quindi piega verso nord-est e prosegue passando per Monte Incisa, Monte Mezzema, e Monte Salto del Cavallo; a nord culmina nel Monte Pietra di Vasca, raccordandosi al settore orientale che, seguendo la direzione sud-est, tocca il monte San Nicolao ed il Monte dei Rospi. Infine sul lato meridionale lo spartiacque segue la direzione est-ovest lungo la linea rappresentata dal Monte Grumo, Monte Gaggi, Monte Ressa e Monte Serra., per poi chiudersi alla foce. La quota massima del bacino si localizza in corrispondenza del Monte S. Nicolao ed è pari a 844,8 m.

La quota media del Bacino risulta essere di 332 m. s.l.m. e la superficie è circa 25,07 Km² e comprende parte dei territori comunali di Deiva M. e Framura.

L'asta principale è lunga circa 7,9 km e scorre con andamento parallelo alla linea di costa ad esclusione del tratto terminale che piega disponendosi perpendicolarmente alla linea di spiaggia. Nella parte alta il Bacino è occupato dagli affluenti principali:

- il Torrente Mezzema che nasce nella zona compresa tra il M.te Salto del Cavallo e il Mte Pietra di Vasca, presenta una superficie di circa 6,3 Km², l'asta principale ha andamento N-S con una lunghezza di 4,3 Km.
- il Rio di Piazza, quest'ultimo si forma dalla confluenza del Rio della Cantoniera, del Canale di Piazza, del Rio della Madonna e del Fosso del Maggiù nasce nella zona compresa tra il M.te S. Nicolao e il M.te dei Rospi, il bacino sotteso ha una superficie di 6,29 Km², l'asta principale ha andamento N-S con una lunghezza di circa 2,58 Km;
- inoltre, il torrente Castagnola, è alimentato dai rii Framura, Sciona, Valle Scura e altri minori.

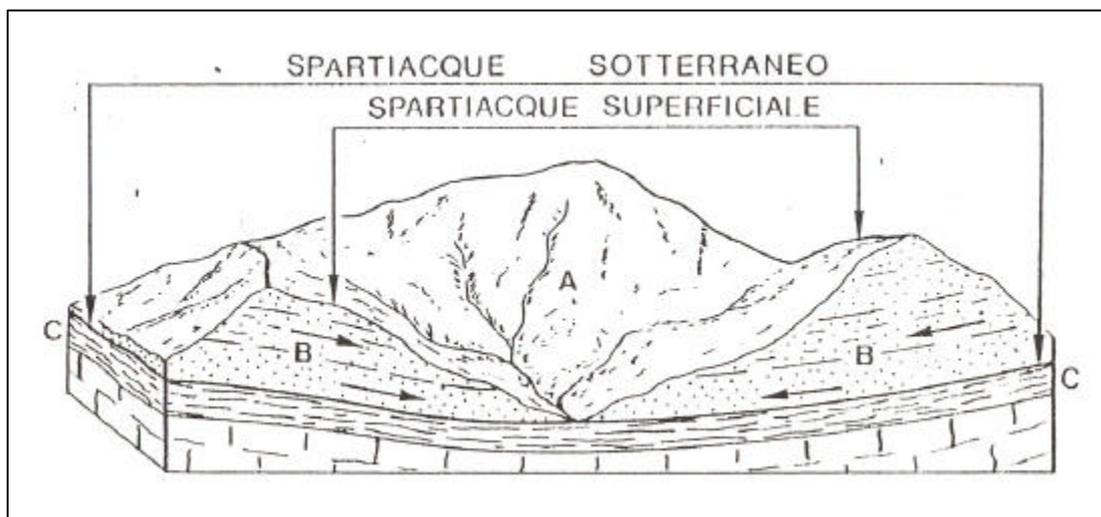


Fig.2.2 Esempio di Bacino Idrografico A e Bacino Idrogeologico B, strato impermeabile C. (da Castany)

In alcuni casi il bacino idrografico può essere alimentato anche da acque sotterranee provenienti da altri bacini attigui. Il limite del territorio che fornisce acqua al bacino per via sotterranea prende il nome di spartiacque sotterraneo e l'area da esso racchiusa è il Bacino Idrogeologico (v. Fig.2.2)



Quindi il Bacino Idrogeologico, è un dominio che comprende le acque sotterranee, la delimitazione di tale bacino è connessa alla struttura geologica del sottosuolo e alle caratteristiche idrogeologiche delle formazioni rocciose presenti; pertanto i limiti da tale bacino possono anche essere indipendenti da quelli del bacino idrografico. I limiti di un bacino idrogeologico possono essere costituiti sia da spartiacque superficiali che da spartiacque sotterranei (elementi stratigrafici, tettonici o morfologici)

Risulta notevolmente difficoltoso delimitare la porzione del territorio che concorre alla formazione dei deflussi totali comprendendo i contributi sotterranei o profondi. Infatti lo *spartiacque freatico o sotterraneo* (la linea che delimita il sistema idrico sotterraneo scolante verso la sezione di chiusura del bacino) generalmente non coincide con quello topografico e può essere determinato solo tramite indagini idrogeologiche

Per definire correttamente i limiti e le caratteristiche di un bacino idrogeologico sarebbe necessario poter disporre di approfonditi studi geologici e strutturali, che esulano dal presente lavoro.

2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico finalizzato alla caratterizzazione idrogeologica

Il comportamento idrologico di un bacino è chiaramente influenzato dalla sua morfologia.

Le caratteristiche geomorfiche possono essere distinte in *planimetriche* e *orografiche*: le prime esprimono le dimensioni geometriche orizzontali (per es. l'estensione ed il perimetro), la forma, l'organizzazione e lo sviluppo del reticolo fluviale, mentre le seconde esprimono il rilievo (per es. l'altezza media) e le pendenze (sia dei versanti che delle aste fluviali).

Tutte queste caratteristiche sono solitamente descritte tramite parametri di tipo globale, ma possono essere anche ottenuti da parametri di tipo distribuito relativi a varie *celle* in cui si suddivide il bacino, facendo riferimento ad un *modello digitale del terreno*(DTM).

Dall'analisi della cartografie elaborate, emerge che i versanti localizzati in destra orografica del Bacino del T Castagnola rientrano nelle classi di acclività 4-5 (con pendenze comprese tra 35-75%) a quote alte, poi l'acclività diminuisce a quote più basse. Nei versanti posti in sinistra orografica prevale la classe 3 con pendenza del terreno compresa tra il 20 ed il 35 %.

Lo sviluppo del reticolo idrografico di un bacino fluviale è determinato da vari fattori (climatici, pedologici, geomorfologici, ecc.).

Da un punto di vista geomorfologico, significativi risultano essere la composizione litologica delle rocce, l'assetto tettonico delle pieghe e delle fratture, la diversa erodibilità e permeabilità dei litotipi, l'intreccio di forme e paleoforme del rilievo.

Ad esempio, i corsi d'acqua tendono a evitare gli ostacoli costituiti dalle rocce più resistenti e a seguire la direzione delle pieghe e delle fratture; la rete idrografica si sviluppa più densa su terreni impermeabili e meno fitta in quelli permeabili.



Esiste una nomenclatura di classificazione dell'idrografia superficiale in base al disegno, alla densità e al tipo di confluenza delle linee di impluvio che determinano una configurazione detta *pattern*. Nel Caso del Bacino del T. Castagnola il pattern presenta un andamento di tipo *subdendritico* ovvero è rappresentato da una forma arborea sviluppantesi uniformemente in ogni direzione, con un canale principale che si suddivide in rami via via meno importanti procedendo verso monte con la presenza di un andamento più o meno parallelo di alcuni rami che indica, un certo controllo tettonico di un sistema di fratture più o meno parallele.

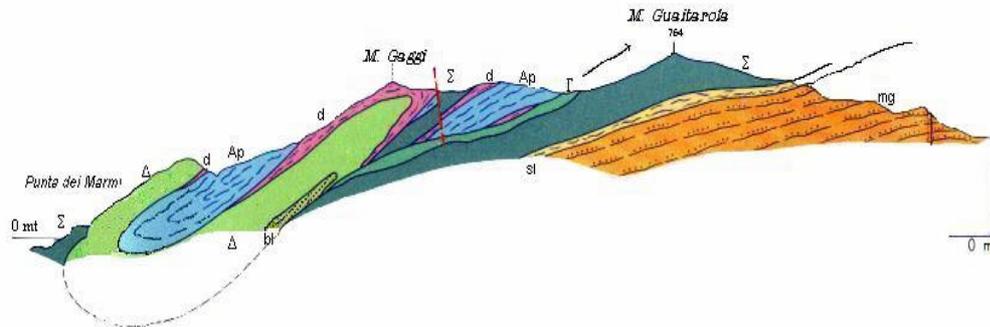
Oltre alle caratteristiche propriamente geomorfiche interessano altre proprietà di un bacino, risulta, inoltre, importante definire la *geologia* e l'*uso del suolo* del bacino idrografico al fine di ricavarne le caratteristiche idrologiche che governano i processi di trasformazione afflussi- deflussi

Nel Bacino del T. Castagnola affiorano alcune formazioni appartenenti alla successione del *Supergruppo della Val di Vara* in cui si distinguono le seguenti Unità:

- **L'Unità del Bracco** è costituita dalle *ofioliti*, queste rappresentano la sequenza di crosta oceanica del bacino triassico e comprendono *peridotiti serpentizzate* di provenienza mantellica, intruse in *masse gabbriche*, su cui si localizzano effusioni di *basalti a pillows* e livelli di *brecce ofiolitiche*. Le ofioliti sono poi seguite stratigraficamente dalle coperture. La fase di sedimentazione, pelagica è rappresentata da depositi di *radiolariti* (Diaspri di M. Alpe) seguiti da *Calcari a Calpionelle* e dalle *Argille a Palombini*.
- **L'Unità del Gottero** è rappresentata da successioni torbiditiche che comprendono la Formazione della Val Lavagna e le Arenarie del Gottero che chiudono la serie.

L'Unità del Bracco è presente nella gran parte del territorio, dove si evidenzia in maniera incompleta ed in forma di scaglie, separate da superfici di scorrimento più o meno sviluppate ed estese.

La paleogeografia di questa zona risente ancora della natura di basamento oceanico costituito da peridotiti inglobanti grandi camere magmatiche o filoni di composizione gabbrica.



Dal punto di vista tettonico L'Unità del Bracco è interessata da pieghe coricate o scaglie separate da superfici di scorrimento più o meno ben sviluppate ed estese con rapporti reciproci di sovrascorrimento tettonico precoce.

L'Unità del Gottero rappresentata esclusivamente dalle Arenarie del Gottero che affiorano in una fascia compresa tra Punta Apicchi e la Valle del T. Castagnola fino al Monte Salto del Cavallo.

Sono definiti *acquiferi* i corpi geologici che, grazie alle loro proprietà geometriche e petrofisiche (porosità, permeabilità e compressibilità), svolgono efficientemente le funzioni di serbatoio e condotta per le acque sotterranee.

Analizzando dal punto di vista idrogeologico le due unità sopra descritte si può affermare che sono sede principalmente di *acquiferi fratturati o misti*. Pertanto la circolazione dell'acqua è resa possibile prevalentemente dalla presenza di fratture o fessure intercomunicanti. Inoltre la presenza di discontinuità strutturali importanti quali faglie e sovrascorrimenti influenza fortemente la circolazione idrica sotterranea in quanto queste discontinuità rappresentano linee di drenaggio preferenziali.

Il bacino del T. Castagnola presenta una superficie di circa 25 Km² con una piana alluvionale abbastanza lunga (circa 4 Km) ma piuttosto stretta pertanto la falda presente nel materasso alluvionale risulta essere piuttosto limitata. Il 44% della superficie del bacino è ricoperta da rocce permeabili per fratturazioni, il 28% da rocce impermeabili quali le Argille a Palombini e della formazione della Val Lavagna, il 20% da rocce semipermeabili, infine il restante 8% da rocce permeabili per porosità in cui rientrano anche gli estesi corpi detritici delle frane di Castagnola e Case Maestri.

Quindi la zona di ricarica delle falde si localizza prevalentemente lungo le fasce di crinale più piovose, l'acqua poi si infiltra attraverso le fratture e emerge lentamente verso valle.

Significativa è la presenza all'interno del bacino di coltri detritiche sia di tipo eluvio-colluviale che dovute a frane quiescenti tra cui le più rilevanti sono costituite dalle



note paleofrane di Castagnola e Case Maestri – Case Caraschi. La composizione di queste coltri è legata all'ammasso roccioso di origine, generalmente tali coltri sono costituite da matrice argilloso-siltosa derivata dal disfacimento di rocce gabbriche, contenete clasti, scaglie o blocchi di composizione prevalentemente ofiolitica o provenienti da scisti argillosi.

2.3 Inquadramento Climatico

L'area studiata, come più in generale tutta la Regione Liguria, è caratterizzata da un clima temperato caldo o sublitoraneo favorevolmente influenzato dalla funzione termoregolatrice del mare e dalla marcata orografia a ridosso della costa dovuta alla vicina presenza della catena appenninica, tanto che la temperatura media annua risulta superiore ai 14°C.

Per tale studio sono state utilizzate le stazioni del Servizio Idrografico ubicate nel territorio della Regione Liguria, oggi gestite da ARPAL, tale strumentazione presenta un'accettabile densità e la copertura del territorio risulta così distribuita:

- 1 pluviografo ogni 36 Km² circa
- 1 termometro ogni 100 Km² circa

Gli andamenti medi annui delle precipitazioni e delle temperature sono stati rilevati dalle stazioni di rilevamento presenti sul territorio per l'intervallo temporale di 30 anni dal 1951-1989, dall'esame di questi si evidenzia che l'andamento della piovosità regionale è caratterizzato da una variabilità stagionale che determina precipitazioni abbondanti durante i mesi autunno-invernali e da siccità estiva con una media annua di circa 2000 mm. I massimi di piovosità sono da riferirsi ai mesi di primavera e autunnali, con un *top-point* secondario a settembre, cui bisogna aggiungere un periodo di aridità (massime temperature e minima piovosità) circoscritto al periodo luglio-agosto.

In particolare, le correlazioni climatiche sopra descritte sono state eseguite sulla base dei valori quantitativi mensili e del numero di giorni piovosi registrati nelle stazioni di **Piazza** ubicata all'interno del Bacino del Castagnola ma attualmente non più attiva e della **stazione di Velva**, che si trova nel Comune di Castiglione Chiavarese.

Per una trattazione più approfondita relativa ai dati di pioggia e di temperatura si rimanda al cap. 4 sul Bilancio Idrico.

2.4 Uso del Suolo

La carta dell'Uso del Suolo è stata ottenuta accorpando le classi (Classi Corine Land Cover) della cartografie dei piani di bacino al fine della creazione di una mappa grid a partire dalla cartografia vettoriale di ogni bacino che memorizza per ogni cella elementare un codice (cod_Hydro) indicante il valore del rispettivo tematismo.

Questa funzione consente di aggiornare il grid della carta dell'uso del suolo sulla base delle modifiche apportate dalla cartografia dei Piani di Bacino.

L'accorpamento della carta dell'uso del suolo con i relativi codici assegnati viene sintetizzato nella tabella seguente:

codice Hydro_co	Uso del Suolo	Classi Corine Land Cover
1	residenziale	1.1.2. tessuto urbano discontinuo
2	industriale	1.2.1 Zone industriali commerciali 1.3.1 aree estrattive 1.3.2 discariche
3	Servizio Urbano	1.1.1 tessuto urbano continuo 1.2.2 reti stradali 1.4.1 aree verdi 1.4.2 aree sportive
4	Vegetazione arborea	3.2 Zone boscate
5	Vegetazione arbustiva	3.3 vegetazione arbustiva 3.4.3 aree con vegetazione rada
6	Vegetazione erbacea	2.3 Prati pascoli 3.1 praterie
7	Colture speciali	2.2.2.Frutteti 2.4 zone agricole
8	oliveto	2.2.3.Oliveti
9	Vigneto	2.2.1 Vigneti
10	seminativo	2.1.1. – 2.1.2. Seminativi
11	Area non vegetata	3.4.1 spiagge 3.4.2 rocce nude 5.1.1 corsi d'acqua

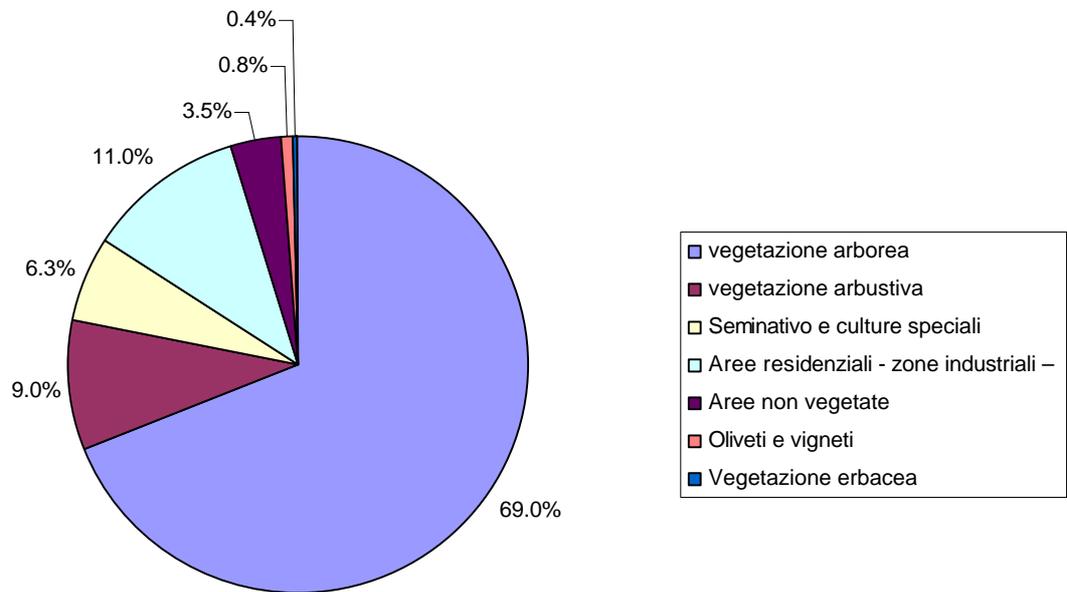


Dall'analisi della cartografia prodotta e della tabella sotto riportata evidenzia che la classe più rappresentativa è rappresentata dalla copertura boschiva (69% del territorio) che nel caso in esame è costituita prevalentemente da formazioni miste di conifere e angiosperme termofile, in particolare nel Comune di Deiva sono molto sviluppati i boschi di *Quercus suber*.

La zona urbanizzata che rappresenta l'11% del territorio dell'intero bacino è concentrata prevalentemente alla foce dove sorge l'abitato di Deiva Marina vi sono poi aree residenziali sparse rappresentate dagli abitati di Piazza, di Case Caraschi e di Castagnola.

Per quanto riguarda gli arbusteti questi sono localizzati prevalentemente in versanti esposti a Sud, nella zona costiera della foce del T. Castagnola e sono costituiti da macchia Mediterranea.

Uso Suolo	percentuale
vegetazione arborea	69 %
vegetazione arbustiva	9 %
Seminativo e culture speciali	6,3 %
Aree residenziali - zone industriali – servizio urbano - reti	11 %
Aree non vegetate	3,5 %
Oliveti e vigneti	0,8 %
Vegetazione erbacea	0,4%



Uso del suolo del Bacino del T. Castagnola



2.5 Aree protette relazionate alle risorse idriche

La Direttiva Europea n° 92/43/CEE del 21 maggio 1992, denominata direttiva “Habitat” rappresenta il principale atto legislativo comunitario a favore della **biodiversità**.

Questa direttiva introduce l’obbligo di conservare gli Habitat naturali e seminaturali e le specie di interesse comunitario.

La **biodiversità**, nella Convenzione internazionale sull’ambiente di Rio de Janeiro, è stata definita come: *“Variabilità tra gli organismi viventi d’ogni tipo, inclusi, fra gli altri, i terrestri, i marini e quelli d’altri ecosistemi acquatici, nonché i complessi ecologici di cui fanno parte. Ciò include la diversità entro le specie e la diversità degli ecosistemi”*.

A livello nazionale la direttiva Habitat è stata recepita dal DPR 357/1997, che prevede l’individuazione sul territorio dei cosiddetti **Siti di Importanza Comunitaria (SIC)**.

La direttiva “Habitat” non è la prima direttiva comunitaria che tratta della conservazione degli habitat naturali e seminaturali, infatti già nel 1979 fu emanata una direttiva, la 79/409/CEE denominata direttiva “Uccelli”, concernente la conservazione degli uccelli selvatici e dei loro habitat.

La direttiva “Uccelli” prevede da una parte una serie di azioni per la conservazione di numerose specie di uccelli indicati negli allegati della direttiva stessa, e dall’altra l’individuazione da parte degli stati membri dell’Unione di aree da destinarsi alla loro conservazione, le **Zone di Protezione Speciale (ZPS)**.

La direttiva “Habitat” non tratta della protezione degli uccelli selvatici ma rimanda alla direttiva “Uccelli” specifica in materia.

Gli elenchi, a livello nazionale, delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) e dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC), sono riportati nel D.M. 03.04.2000 del Ministro dell’Ambiente rispettivamente agli allegati A e B.

L’elenco dei SIC è stato definito tramite studi effettuati nell’ambito del progetto Bioitaly, mentre l’elenco delle ZPS è stato definito tramite un’analisi ed una scelta



sull'inventario IBA (**IBA: Important Bird Areas = Aree Importanti per l'Avifauna**, sono Aree geografiche in cui numeri cospicui di uccelli appartenenti ad alcune specie in declino o minacciate tendono a concentrarsi, per una parte dell'anno o per l'intero ciclo vitale), effettuata dalle singole regioni (per la Liguria l'elenco delle ZPS è definito con D.G.R. 270 del 25/02/2000).

Da notare che le ZPS elencate sono “designate” ai sensi della direttiva Uccelli, mentre i SIC elencati sono “proposti” ai sensi della direttiva Habitat e come tali dovranno essere vagliati dalla Commissione Europea, infatti nell'attesa di questo i SIC sono indicati come pSIC dove la “p” significa “proposti”.

La Commissione Europea al termine di tale processo di verifica pubblicherà la lista definitiva dei SIC, alcuni dei quali potranno essere trasformati in **Zone di Conservazione Speciale (ZSC)**.

Alla fine del processo di verifica da parte della Commissione Europea, quando tra i pSIC saranno individuate le ZSC, il sistema ZSC+ZPS formerà la Rete Europea Natura 2000 prevista dalla direttiva “Habitat”.

I proponenti di piani e di progetti ricadenti in aree SIC in base all'art. 6 della direttiva 92/43 CEE e all'art. 5 del D.P.R. n° 357/97 (successivamente modificato dal D.P.R. 120/2003) devono predisporre uno studio, denominato **relazione di incidenza** per individuare e valutare gli effetti che i piani ed alcune categorie di progetti possono avere sul sito, tenuto conto degli obiettivi di conservazione del medesimo. La relazione d'incidenza mette in evidenza gli impatti sulle specie florofaunistiche, sugli habitat ed individua le azioni di mitigazione.

La Regione Liguria con delibera n° 646 dell'08/06/2001 “**Misure di salvaguardia per i proposti Siti di Importanza Comunitaria (pSIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) liguri (Dir.92/43/CEE e 79/409/CEE): applicazione della valutazione di incidenza**” ha individuato una procedura per applicare la valutazione d'incidenza fornendo anche alcuni criteri guida da seguire in tale applicazione.

Sul territorio della Regione Liguria abbiamo:

- **127 pSIC distribuiti su tutto il territorio regionale**

- 2 ZPS entrambe nel ponente ligure di cui una, quella delle Alpi Liguri, divisa in sei sub-aree..

Nel Bacino del torrente Castagnola le tre aree S.I.C presenti, che vengono descritte di seguito e indicate nella cartografia allegata sono:

- IT1343412 Deiva-Bracco Pietra di Vasca- Mola (101)
- IT1343415 Guaitarola (102)
- IT1343419 M. Serro (103)



101 SIC Deiva –Bracco Pietra di Vasca-Mola

102 SIC Guaitarola

103 SIC M. Serro



Nella seguente tabella vengono riportati i valori delle superfici in km² dei tre S.I.C. che ricadono all'interno del Bacino del Torrente Castagnola:

BACINO	NOME pSIC	CODICE pSIC	SUPERFICIE pSIC (in km ²)	SUPERFICIE TOTALE pSIC (in km ²)
CASTAGNOLA	DEIVA-BRACCO-PIETRA DI VASCA-MOLA	IT1343412	9,7	15,4
	GUAITAROLA	IT1343415	4,3	
	M. SERRO	IT1343419	1,4	

• **IT1343412 Deiva-Bracco Pietra di Vasca- Mola**

Il proposto sito di importanza comunitaria (pSIC), denominato Deiva – Bracco – Pietra di Vasca - Mola, è identificato all'interno della Rete Natura 2000 con il codice IT1343412.

Il Sito ricade tra due Province: Provincia di Genova e Provincia della Spezia, è un area di collegamento tra costa ed entroterra, ritroviamo le valli Petronio e le valli Vara e Deiva nella zona del Bracco.

Specie molto diffuse ed importanti sono il Leccio e la Sughera che si trovano al limite nord del loro areale di distribuzione.

Tra le specie endemiche ritroviamo la ginestra (*Genista salzmannii*), la crespolina ligure (*Santolina ligustica*), lo zafferano ligure (*Crocus ligusticus*).

Numerose e rare sono le specie di orchidee.

• **IT1343415 Guaitarola**

Il proposto sito di importanza comunitaria (pSIC), denominato Guaitarola, è identificato all'interno della Rete Natura 2000 con il codice IT1343415.

Il Sito ricade in una zona di crinale.

Sono presenti diverse sorgenti e tratti iniziali di affluenti del torrente Deiva.

Tra le specie endemiche ritroviamo: crespolina ligure (*Santolina ligustica*), falasco (*Cladium mariscus*) e (*Iris pseudacorus*).

Da segnalare la zona umida presso Le Moglie dove ritroviamo un bosco paludoso ad ontano.



- **IT1343419 M. Serro**

Il proposto sito di importanza comunitaria (pSIC), denominato M. Serro, è identificato all'interno della Rete Natura 2000 con il codice IT1343419.

Il Sito ha una superficie di circa 259 ha, si estende tra Deiva Marina e Punta Apicchi ed è delimitato a Nord ed ad Ovest dal tratto terminale del torrente Castagnola.

Il sito ha notevole importanza per la presenza di macchia e gariga in discrete condizioni di conservazione, boschi di leccio e pino d'aleppo e negli impluvi frammenti di boschi ripari ad ontano. Specie interessante da segnalare è la sughera (*Quercus suber*).

3.CARATTERIZZAZIONE CORPI IDRICI SOTTERRANEI

3.1 Geologia ed Idrogeologia del sottosuolo

La carta geolitologica (**Tav.1**) è stata ottenuta partendo dai dati del Piano di Bacino approvato e accorpando le varie formazioni affioranti in categorie aventi caratteristiche simili dal punto di vista geotecnico, a tali categorie è stato assegnato un codice Hydro-co come di seguito indicato:

Classi Hydro_co	Litologia	Formazioni
1	Rocce Argillose	Argille a Palombini Argilliti della Val Lavagna
2	Rocce Calcareae	
3	Rocce Arenacee	Arenarie del M.te Gottero
4	Rocce Silicee	Diaspri di M.te Alpe
5	Rocce brecciodi	
6	Rocce Ofiolitiche	Serpentiniti Brecce (oficalciti) Diabasi
7	Rocce Cristalline	gabbri
8	Rocce Metamorfiche	
9	Coltri detritiche	Coltri detritiche
10	Sedimenti	Depositi alluvionali terrazzati, marini e di spiaggia

Di seguito vengono brevemente descritte le varie formazioni presenti nel Bacino del T. Castagnola.

Serpentiniti

Sono rocce ultrafemiche costituite da associazioni a serpentino, clorite e magnetite: provengono da originarie peridotiti di mantello a composizione da lherzolitica ad harzburgitica. Sono state inizialmente interessate da un metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione e successivamente da un metamorfismo



retrogrado con episodi idrotermali che ha prodotto la serpentinizzazione più o meno completa delle peridotiti (G. Principi, 1990).

Tale formazione affiora estesamente nella parte centrale del bacino e risulta maggiormente estesa nei versanti di destra orografica del bacino nei pressi dell'abitato di Mezzema e poco sopra l'abitato di Castagnola; un altro affioramento piuttosto esteso si localizza in prossimità della zona di crinale posta in corrispondenza del M.te Guaitarola

In affioramento si presentano scomposte in blocchi lentiformi di roccia massiccia della dimensione massima di circa 1 m³. a volte interessate da filoni gabbri

◆ Gabbri

I gabbri rappresentano corpi magmatici intrusi nelle peridotiti di mantello. I gabbri del Bracco costituiscono la massa più estesa dell'Appennino il nucleo dell'elemento è costituito da Gabbri in parte stratificati cumulitici che passano verso il basso a Troctoliti, presentano grana molto variabile con cristalli che raggiungono anche i 15 centimetri. Il Gabbro eufotide che affiora estesamente sul M.te Bracco presenta grana grossolana e sono visibili grossi cristalli di clinopirosseni (diallagio).

Affiorano estesamente nella parte alta del Bacino del Castagnola nella zona compresa tra il M.te Pietra di Vasca- M.te S. Nicolao fino al M. di S. Agata.

Presentano spesso pessime caratteristiche di conservazione, la roccia continuamente esposta all'erosione si rinnova mettendo a nudo parti sempre più interne e quindi meno alterate e meglio conservate.

◆ Breccia di Levante

Compare sotto forma di rocce serpentinitiche intensamente fratturate e cementate prevalentemente da carbonati, la zona di affioramento ha un orientamento Nord-Sud nella zona centrale del bacino

Queste brecce dalla colorazione a chiazze verdi e rossastre cementate da vene di calcite bianca, rappresentano un materiale di elevato pregio ben conosciuto in commercio con il nome di "*Rosso di Levante*".

In alcuni casi certe fratture rimaste beanti si sono riempite di frammenti serpentinitici e di micriti, spesso laminate e con colorazioni varie dovute alla presenza di ematite, di talco e di calcite spatica. Le fratture sono organizzate in famiglie o sciami, i quali possono mostrare caratteristiche geometriche da concordi a fortemente discordi.

◆ Breccia di Framura

La differenza fondamentale tra i due termini è che mentre nella Breccia di Levante il grado di rimaneggiamento sedimentario è molto contenuto in quella di Framura risulta generalmente ben più ampio.

In questo tipo di breccia accade frequentemente che la matrice sia formata dello stesso materiale dei clasti.



A Framura compaiono sotto forma di brecce a elementi angolosi di serpentiniti con cemento carbonatico ematitico, gli affioramenti significativi sono però estremamente limitati.

◆ Diaspri

La formazione dei Diaspri (Calloviano - Titonico) è costituita da sottili strati di radiolariti e lutiti fini silicee generalmente colorate rosso fegato, presentano grana molto fine, grande compattezza, durezza e tenacità notevoli.

Nella zona di Mezzema, si evidenziano, alla base della serie stratigrafica dei diaspri, livelli bianchi o biancastri privi di pigmento ematitico e costituiti essenzialmente da quarzo microcristallino.

Livelli manganesiferi sono estremamente rari e rappresentati soltanto da sottili bande di minerale, un tempo oggetto di sfruttamento.

I diaspri poggiano stratigraficamente sulle Brecce, mentre superiormente sono seguiti dalle Argille a Palombini, mancando il termine dei Calcari a Calpionelle della sequenza tipo di fondo oceanico.

Questa unità stratigrafica è formata da materiali diversi, in sequenze non ricorrenti, vengono raggruppati in questa unità sedimenti silicei di tipo diasprino, arenarie e brecce ofiolitiche, sedimenti argilloso-silicei scistosi, tufiti.

◆ Argille a Palombini

Sono costituite da livelli di argilliti fogliettate grigio scure e subordinatamente da calcari micritici (Palombini), da soletti di siltiti e arenarie fini.

Lo spessore degli strati calcarei, che si nota con maggiore frequenza verso la base della formazione, è generalmente variabile intorno ai 20-50 cm, mentre gli strati argillosi hanno spessori medi intorno a 50-60 cm, ma spesso raggiungono anche potenza di parecchi metri.

I calcari spesso presentano una maggiore concentrazione della silice lungo la superficie degli strati a contatto con l'argilla che porta alla minore solubilità della base e del top dello strato e la conseguente forma incavata (ad incudine).

Tali litologie sono concentrate nella parte centrale del bacino partono dal crinale sud compreso tra M Serra- M.Ressa e La Costa fino a raggiungere il fondovalle del T. Castagnola si trovano le Argille a Palombini anche nella zona di Lavaggina, Pian del Pino fino a M.te dei Vaggi. Si sviluppano anche sui versanti localizzati in destra orografica del bacino del T. Castagnola e si sviluppano verso nord fino a raggiungere la zona dello svincolo autostradale



◆ **Formazione della Val Lavagna**

Tale formazione è costituita da litotipi quali arenarie siltose, argilliti e marne alternate in sequenze flyschoidi. (Campaniano inf.- medio)

La successione stratigrafica è intervallata dalla presenza di bancate di marne di colore nero ad aspetto ardesiaco.

I contatti con le altre formazioni sono di tipo tettonico, sia al tetto con le ofioliti dell'Unità del Bracco, che alla base, con i termini siltitici ed arenacei del Macigno.

A **Deiva Marina** i litotipi principali sono alternati in sequenze torbiditiche

La formazione può essere suddivisa in due parti: la parte basale è costituita da argilliti marnose grigio scure in strati di spessore variabile intorno ai due metri, mentre la parte stratigraficamente superiore è caratterizzata da una successione di sequenze, costituita da frazione arenacea e da porzione marnoso-argillosa. Il passaggio alle sottostanti Argille a Palombini, sul terreno è mal definito, per cui la posizione del contatto cartografato è sempre piuttosto soggettiva.

◆ **Arenarie del Gottero**

L'Unità del Monte Gottero è rappresentata prevalentemente dalla potente successione torbiditico-arenacea delle Arenarie del Gottero. Tale formazione è costituita da tre litofacies, ma nell'Ambito 18 affiora la litofacies arenacea e arenaceo-conglomeratica, tale litofacies è costituita da un flysch arenaceo-argilloso gli strati arenacei sono costituiti da grovacche feldspatiche in banchi di spessore variabile tra 50 -700 cm , alla base la granulometria varia da grossolana a media con ricorrenti livelli di microconglomerati il rapporto arenaria/pelite è generalmente superiore a 4, la sequenza di Bouma più frequente è Ta-e Ta-d, l'età va dal Cenomaniano al Paleocene.

Questa formazione affiora estesamente nel promontorio del M. Serra che separa l'Abitato di Deiva dal Golfo di Framura, alla costa del Sole, sul monte Pian del Lupo e sul M.te Incisa.

A Deiva Marina questa formazione è costituita litologicamente da un'alternanza di arenarie e argilliti in facies di flysch.

È visibile un passaggio graduale verso il basso alla formazione della Val Lavagna, mentre in quest'area non si vede il tetto della formazione rappresentato dalle Argilliti di Giarette.

La carta della conduttività idraulica (Tav.2) è stata relizzata dal modello hydro-co derivandola dalla carta geolitologica, per cui viene associato a ciascuna cella il valore della conduttività idraulica propria della formazione litologica presente nella cella, il valore della conduttività idraulica viene utilizzato per la stima del deflusso sotterraneo.

Le aree di affioramento delle **Argille a Palombini e Complesso di M.te Veri** sono state considerate *impermeabili* a causa della consistente componente argillosa che non permette una circolazione idrica diffusa, **K = 10⁻⁷ cm/s.**



Le aree di affioramento delle Argille a Palombini e della formazione della Val Lavagna, a causa della consistente componente argillosa, sono caratterizzate da una scarsa circolazione idrica sotterranea limitata esclusivamente alla coltre di alterazione superficiale, pertanto queste formazioni rappresentano limiti di permeabilità lungo i quali generalmente si localizzano emergenze idriche (sorgenti)

Le litologie quali **diabasi, serpentiniti, brecce** presentano una *bassa permeabilità per fratturazione*, questa classe comprende tutte le litologie costituite da rocce compatte che per motivi tettonici o strutturali mostrano un discreto grado di fratturazione. L'acqua circola attraverso le fratture seguendo vie preferenziali di scorrimento, la permeabilità è influenzata dalla distribuzione e dall'orientamento delle fratture risulta generalmente medio- bassa **$K = 10^{-6}$ cm/s**.

I **gabbri** sono caratterizzati da presenza di coltri di alterazione costituite da da sabbioni molto permeabili al di sotto dei quali si trova roccia fratturata, la circolazione dell'acqua risulta più veloce nella zona porosa e più lenta nella zona fratturata. La permeabilità è influenzata dall'estensione dei giunti, dalla loro frequenza e apertura. In genere le rocce gabbriche si presentano intensamente fratturate pertanto la percolazione di acqua all'interno della roccia risulta rilevante **$K = 10^{-4}$ cm/s**

Arenarie, calcari e diaspri sono stati classificati come litologie *semipermeabili*, anche in questo caso la permeabilità è legata alla presenza di diffusa fratturazione legata a fenomeni tettonici. **$K = 10^{-3} - 10^{-2}$ cm/s**

I **depositi detritici sciolti** indipendentemente dalla loro natura, sono stati classificati come *permeabili per porosità*, in tali depositi l'acqua circola liberamente nei pori presenti, tra loro intercomunicanti e tende a disporsi in "falde", lo scorrimento avviene rispettando il livello di base, rappresentato, dal mare o dai corsi d'acqua, per le coltri in versante.

La circolazione d'acqua, quindi la permeabilità, dipende dalla dimensione dei vuoti intercomunicanti e conseguentemente dalla granulometria.

Rientrano in questa classe i depositi di alluvionali antichi e recenti, terrazzati e non, le coltri eluvio- colluviale, gli accumuli di frana e le spiagge. **$K = 10^{-1} - 1$ cm/s**.

Nella Carta degli usi in atto concessionati sono stati indicati anche alcuni pozzi, le sorgenti. Queste mappature sono state possibili grazie ai dati in possesso dell'amministrazione Provinciale e relativi alle denunce e concessioni di derivazione.

Dall'analisi emerge che la maggior parte dei pozzi sono localizzati nella zona di fondovalle e qualche pozzo è anche visibile lungo il corso del T. Castagnola.

Per quanto riguarda le sorgenti sono localizzate prevalentemente in litologie quali serpentiniti, brecce e gabbri e in generale nelle zone in cui si hanno contatti tra litologie a differenti permeabilità.



Di seguito si riporta una tabella in cui sono correlati i valori di permeabilità **K** (conduttività idraulica) con le varie litologie secondo quanto indicato nel modello Hydro-Co.

Litologia	Conduttività idraulica (cm/s)	Permeabilità
argilliti	10^{-7}	Complessi impermeabili
Serpentiniti Brecce diabasi	10^{-6}	
gabbri	10^{-4}	Complessi semipermeabili
diaspri	10^{-3}	
Calcari arenarie	10^{-2}	
Coltri detritiche	10^{-1}	Complessi permeabili
Alluvioni	1	



4 – BILANCIO IDRICO

4.1 Bilancio Idrologico – Generalità

4.1.1 Afflussi

4.1.1.1 Dati pluviometrici strumentali

Il modello Hydro-Co fornisce, per ogni punto in cui viene interrogato, il valore medio dell'afflusso mensile; a questo scopo il modello utilizza i dati (presenti nel database) registrati dalle stazioni di rilevamento situate nell'intorno di questi punti e effettua le necessarie elaborazioni a mezzo di una tecnica di interpolazione stocastica ("kriging").

Le serie storiche considerate sono relative all'intervallo di anni '50 – '80, e tra queste sono state considerate solo quelle con un campione di dati maggiore a dieci anni di osservazioni.

All'interno del bacino del T.Castagnola era presente, in località Piazza, una stazione di monitoraggio dei dati di pioggia di proprietà del Servizio Idrografico; tale pluviometro oggi risulta non più attivo. Per una modellazione più precisa sarebbe necessario poter disporre di dati meteorologici più aggiornati, pertanto si auspica che ARPAL nel redigendo *piano per il potenziamento del monitoraggio idro-meteorologico in Liguria* possa prevedere di riattivare il pluviometro di Piazza e di porre in opera una nuova centralina meteorologica all'interno del bacino del T. Castagnola che potrebbe essere ubicata in prossimità del casello autostradale di Deiva Marina. Sarebbe utile e auspicabile disporre anche di un idrometro con misuratore di portata sul Torrente Castagnola da ubicarsi alla foce in corrispondenza del ponte della strada comunale a monte della ferrovia.

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche della stazione utilizzata, quali: il codice dell' Ufficio Idrografico della stazione, il codice interno di Hydro-Co, il numero della stazione, la quota altimetrica.

CODICE	NUM_STAZIONE	COD_IDROGRAFICO	NOME_STAZIONE	QUOTA	BACINO
146	2145	1000	PIAZZA	184	FRA ENTELLA E MAGRA

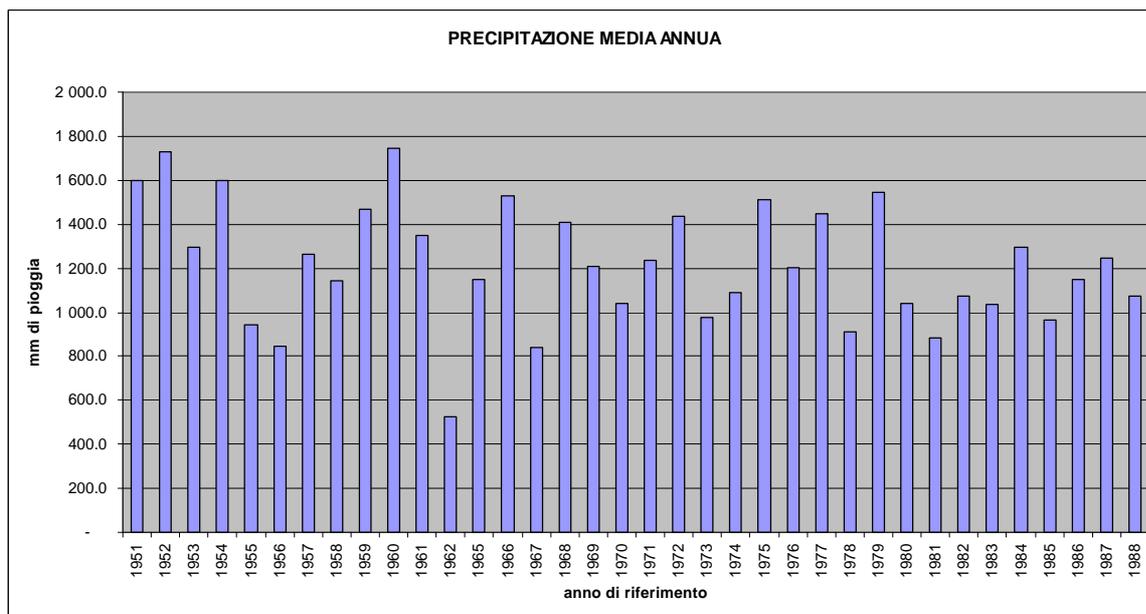
Di seguito si riportano per ciascuna stazione i dati pluviometrici registrati presenti nel database di Hydro-Co.

Nelle tabelle sono raccolti i valori mensili (in millimetri), per ciascun anno di monitoraggio, e inoltre sono presenti anche i valori medi mensili e annuali. Nel grafico seguenti sono rappresentati gli afflussi cumulati annuali.



Piano di bacino stralcio sul bilancio idrico-Torrente Castagnola

CODICE	ANNO	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	MEDIA
146	1951	258.3	275.8	171.6	43.1	118.1	57.8	7.8	19.6	93.6	114.8	270.1	166.6	1 597.2
146	1952	40.8	92.0	55.9	74.0	89.4	22.0	283.8	436.9	105.8	220.8	147.2	158.4	1 727.0
146	1953	12.9	15.2	38.0	77.1	71.7	97.0	104.4	43.3	98.6	457.4	21.8	258.1	1 236.5
146	1954	123.0	111.0	165.7	209.6	99.8	54.1	52.7	112.1	75.1	254.8	121.0	218.0	1 596.9
146	1955	96.0	169.0	57.5	7.5	55.0	51.3	40.6	41.7	88.5	75.5	89.0	170.0	941.6
146	1956	75.0	16.6	140.0	95.2	34.0	46.1	28.4	10.4	153.0	55.0	92.0	99.0	844.7
146	1957	118.3	95.5	93.0	143.0	131.0	81.0	36.0	51.5	9.5	33.0	195.0	275.0	1 261.8
146	1958	60.0	79.5	64.0	139.5	38.0	50.5	38.4	69.4	68.0	158.4	124.0	252.4	1 142.1
146	1959	73.5	4.6	88.4	114.4	84.4	39.4	46.8	82.2	180.0	215.8	225.4	313.6	1 468.5
146	1960	43.0	153.0	171.8	29.4	14.2	97.8	43.0	63.2	226.8	348.0	333.2	219.4	1 742.8
146	1961	184.6	23.8	28.2	179.6	63.6	63.8	29.8	91.0	140.0	128.6	326.8	88.5	1 348.3
146	1962	-	-	-	-	-	-	-	-	102.4	136.4	201.6	86.5	526.9
146	1965	148.6	16.2	213.0	30.2	46.8	44.8	4.8	101.0	193.4	42.6	186.7	122.6	1 150.7
146	1966	62.2	142.1	11.8	101.6	31.8	43.6	34.0	85.4	64.0	587.4	246.6	115.7	1 526.2
146	1967	82.0	111.0	35.6	69.0	38.2	69.2	26.0	52.6	98.6	30.6	164.6	62.6	840.0
146	1968	25.6	435.8	69.2	73.0	169.4	60.2	27.2	36.6	52.8	49.4	324.4	84.6	1 408.2
146	1969	233.0	132.4	182.2	87.8	68.6	72.6	18.2	27.8	236.2	-	122.8	29.4	1 211.0
146	1970	255.8	24.4	179.8	33.6	117.2	29.0	6.2	55.2	3.0	48.8	156.0	130.6	1 039.6
146	1971	200.0	137.4	127.0	119.4	145.8	111.6	9.0	63.8	51.6	50.4	188.4	33.4	1 237.8
146	1972	185.0	247.8	133.6	81.4	77.4	60.2	37.0	29.0	191.0	120.8	74.6	198.8	1 436.6
146	1973	85.2	56.8	60.4	102.0	43.2	72.0	63.4	68.0	170.8	92.8	22.0	139.0	975.6
146	1974	144.0	232.0	76.0	116.8	31.8	67.0	12.4	10.2	108.8	106.6	132.4	53.8	1 091.8
146	1975	182.0	102.0	196.2	73.0	135.4	84.6	20.0	117.4	108.8	111.0	224.6	156.2	1 511.2
146	1976	18.8	59.4	68.4	36.8	36.8	3.2	14.6	171.6	121.0	353.2	155.4	165.4	1 204.6
146	1977	306.0	204.6	138.4	57.4	109.8	58.0	25.2	125.0	53.4	155.0	82.2	130.0	1 445.0
146	1978	202.6	128.6	40.6	122.8	88.8	67.0	33.6	11.2	12.0	24.6	39.2	137.0	908.0
146	1979	242.8	134.2	235.2	104.8	10.8	22.4	11.4	46.2	171.2	282.8	82.2	202.2	1 546.2
146	1980	78.4	51.0	166.0	44.2	68.2	82.2	16.6	64.2	30.4	238.4	129.6	71.6	1 040.8
146	1981	10.6	20.4	73.6	63.6	93.6	33.2	44.0	16.6	261.0	100.4	18.4	147.8	883.2
146	1982	109.8	54.4	58.6	24.2	71.2	3.8	23.0	20.8	8.4	223.2	325.6	149.8	1 072.8
146	1983	16.0	129.2	143.8	112.0	87.8	34.2	24.4	108.6	24.0	68.4	21.2	263.2	1 032.8
146	1984	110.2	76.2	71.0	67.8	201.2	71.8	0.2	274.8	43.4	98.0	155.4	123.4	1 233.4
146	1985	157.0	49.6	298.4	14.0	106.6	76.6	1.8	15.4	8.2	19.6	98.4	120.8	966.4
146	1986	291.2	218.6	115.0	209.0	2.4	35.2	65.0	12.2	62.6	40.0	54.4	41.8	1 147.4
146	1987	130.0	152.0	39.2	114.2	62.6	59.4	12.2	62.6	12.0	339.2	178.6	82.6	1 244.6
146	1988	205.6	130.2	98.8	128.6	85.8	19.4	19.8	28.8	28.4	134.8	2.0	190.4	1 072.6



4.1.1.2 Anno idrologico di riferimento

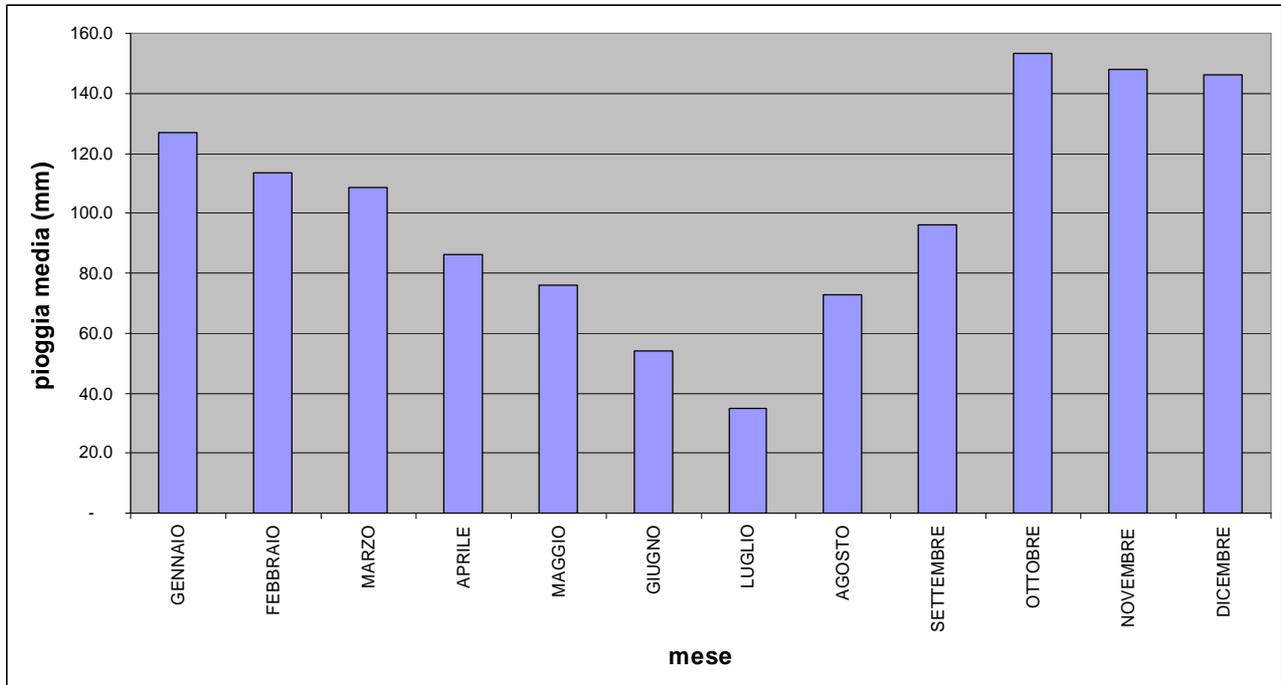
Per anno idrologico di riferimento si intende un “anno ideale” caratterizzato, in ogni mese, da un valore di precipitazione pari al valore medio derivante dalle registrazioni disponibili.

In particolare per quanto riguarda il database di Hydro sono considerate le serie storiche relative al trentennio 1950 – 1980, valutando solo quelle con un campione di dati maggiore a dieci anni di osservazioni.

Di seguito si riportano:

- anno idrologico di riferimento: tabella con valori medi di afflusso mensile
- anno idrologico di riferimento: rappresentazione grafica a mezzo di istogrammi

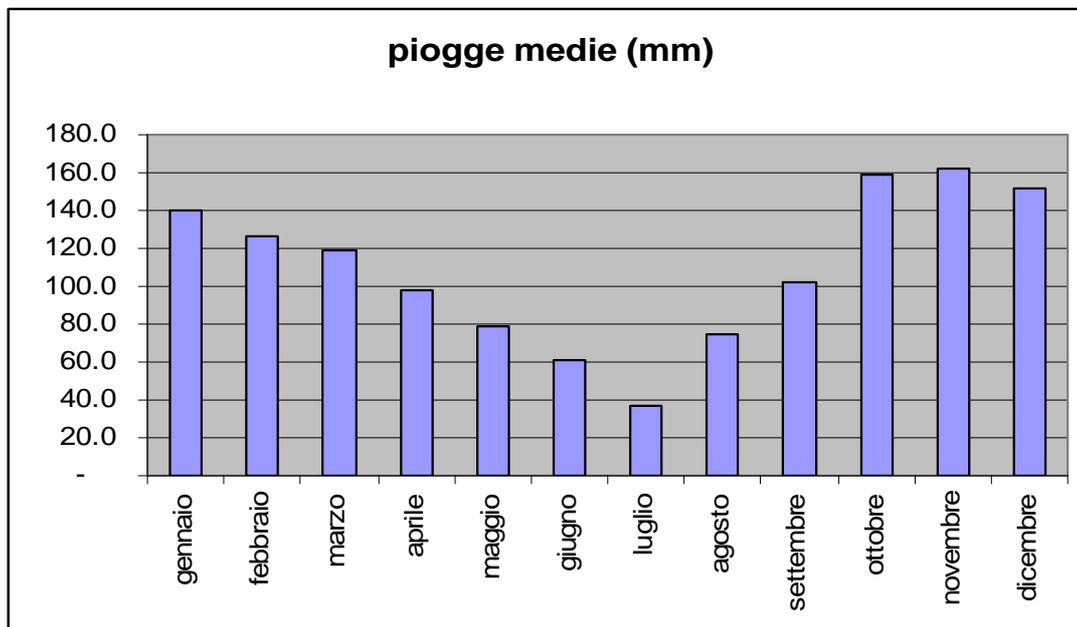
GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	MEDIA
126.9	113.4	108.5	86.1	75.8	53.9	35.0	73.0	96.0	153.2	148.1	146.1	1.216.1



4.1.1.3 Isoiete e calcolo degli apporti idrici diretti

Per quanto riguarda la carta relativa alle isoiete si rimanda alla cartografia allegata; il calcolo degli apporti idrici diretti è ottenuto utilizzando le elaborazioni del modello Hydro-Co, quali le piogge cumulate mensili medie.

	piogge medie (mm)
gennaio	139.7
febbraio	126.1
marzo	119.4
aprile	98.2
maggio	79.5
giugno	61.2
luglio	36.6
agosto	74.8
settembre	102.2
ottobre	158.6
novembre	162.1
dicembre	151.1
totale	1 309.5





4.1.1.4 Apporti idrici indiretti

Si considerano apporti idrici indiretti le voci in ingresso al bilancio idrico di un'area specificata, nel nostro caso un bacino idrografico, che non derivano dalle precipitazioni atmosferiche – apporti diretti - ma provengono da fonti naturali, esempio tipico le acque sotterranee, o da opere artificiali legate ad un ambiente antropizzato, quali gli scarichi.

La trattazione di tali apporti è quindi distinta in apporti naturali e artificiali.

4.1.1.4.1 Naturali

All'interno del ciclo dell'acqua l'unica frazione di questa che indirettamente costituisce una “voce in entrata” al bilancio idrologico, ossia che costituisce un afflusso, è l'acqua di infiltrazione, ossia quella porzione d'acqua che una volta raggiunta la superficie del suolo non alimenta le rete idrografica superficiale attraverso il ruscellamento, ma si infiltra. A questo punto del ciclo dell'acqua ossia dal momento in cui questa si infiltra gioca un ruolo fondamentale il suolo, il quale attraverso la frazione di acqua da esso trattenuta determina la cosiddetta infiltrazione efficace ossia l'aliquota d'acqua che giungendo alla superficie della falda, realmente alimenta gli acquiferi profondi.

Mediante l'impiego del software Hydro-co si definirà, tenendo sempre presente che si tratta di un modello di calcolo del bilancio idrico semplificato, l'aliquota d'acqua che, infiltrandosi nel terreno, viene trattenuta dallo stesso.

Il modello hydro parte per l'elaborazione del cosiddetto contenuto idrico, dal dato delle precipitazioni ossia il cosiddetto apporto idrico diretto; ai valori di precipitazione elaborati per ciascun bacino il programma sottrae l'aliquota persa per evapotraspirazione, a questo punto il software produce in output il cosiddetto contenuto idrico del terreno che rappresenterà l'aliquota d'acqua che si infiltra decurtata del valore dovuto al deflusso (qui inteso sia come ruscellamento che come quell'aliquota d'acqua che pur infiltrandosi scorre subito al disotto della superficie del terreno e non viene trattenuta dallo stesso, ossia il cosiddetto deflusso ipodermico). Naturalmente poiché il software hydro.co non prende in considerazione la frazione che infiltrandosi va ad alimentare i circuiti idrici in profondità il contenuto idrico in questione sarà quello comprensivo dell'infiltrazione efficace.

A questo punto nell'elaborazione dei dati il software introduce una differenziazione poiché nei mesi che rientreranno nella cosiddetta stagione umida il contenuto idrico coinciderà con il massimo contenuto idrico del terreno, poiché quest'ultimo sarà considerato saturo, mentre nella stagione secca il contenuto idrico del terreno sarà minore del massimo contenuto idrico poiché maggiore sarà l'aliquota persa per evapotraspirazione, minori saranno le precipitazioni.

Si riporta qui di seguito pertanto la tabella, contenente i valori del contenuto idrico, espresso in mm.

<i>contenuto idrico</i>	<i>mm</i>
gennaio	141.73
febbraio	141.73
marzo	141.73
aprile	141.73
maggio	141.73
giugno	133.53
luglio	100.28
agosto	100.34
settembre	140.44
ottobre	141.73
novembre	141.73
dicembre	141.73

Dall'analisi di questi valori emerge che come stagione secca il modello semplificato di hydro considera fundamentalmente i mesi di luglio ed agosto e in misura minore anche giugno, invece nella restante parte dell'anno i dati si attestano su valori più omogenei.

4.1.1.4.1 Artificiali

Gli apporti legati alla attività umana o alla sola presenza di ambiente antropizzato possono essere classificati in base alle seguenti tipologie:

- acque reflue industriali (solo acque di processo o acque di processo miscelate con acque reflue domestiche)
- acque reflue di dilavamento (acque meteoriche che dilavano materie prime o rifiuti)
- acque da impianti di scambio termico
- acque reflue domestiche

Nel bacino in esame, non essendo presenti pratiche di autorizzazione agli scarichi costituenti apporto significativo a scala di bacino, l'apporto artificiale è stato considerato nullo.

4.1.2 Deflussi

4.1.2.1 Dati termometrici strumentali

In analogia con quanto già visto nel paragrafo 4.1.1.1 riguardante gli afflussi, il modello Hydro fornisce, per ogni punto in cui viene interrogato, il valore medio della temperatura mensile.

A questo scopo il modello utilizza i dati (presenti nel database) registrati dalle stazioni di rilevamento situate nell'intorno di questi punti e effettua le necessarie elaborazioni a mezzo di una tecnica di interpolazione stocastica ("kriging"); le serie storiche considerate sono relative all'intervallo di anni '50 - '80.



4.1.2.2 Isoterme

Per quanto riguarda la carta relativa alle isoterme si rimanda alla cartografia allegata.

4.1.2.3 Stima dell'evapotraspirazione reale

Prima di raggiungere il terreno e dare luogo al fenomeno dell'infiltrazione, l'acqua di pioggia subisce alcuni processi che ne riducono ulteriormente la portata.

Una parte di tale acqua è sottratta infatti all'infiltrazione dalla copertura vegetale presente: gli alberi, le foglie, gli steli delle piante, l'erba, il terreno stesso nel suo strato superficiale costituiscono nel loro insieme un vero e proprio serbatoio di intercettazione, che cattura una parte dell'acqua piovana, quando anche non sia tutta, restituendola poi all'atmosfera sotto forma di vapore.

La parte di acqua che evapora dalle superfici bagnate delle foglie e delle piante, dall'humus fradicio che copre il suolo e dalla superficie dei granuli bagnati esposti all'aria, dà luogo alla così detta evaporazione.

Analogamente le piante in crescita perdono costantemente acqua sotto forma di vapore dando luogo al fenomeno chiamato traspirazione.

La perdita d'acqua verso l'atmosfera dovuta all'insieme di evaporazione e traspirazione viene indicata con il termine evapotraspirazione.

Il tasso di evapotraspirazione dipende da numerosi fattori quali la temperatura, l'intensità e la turbolenza del vento, la pressione barometrica, il deficit igrometrico o deficit di saturazione inteso come differenza tra la tensione di vapore saturante l'aria alla temperatura superficiale dell'acqua e la tensione di vapore effettiva.

Poiché raramente si dispone a questo proposito di dati sufficienti per poter condurre uno studio così approfondito è usuale l'utilizzo di metodi semplificati per il calcolo dell'evapotraspirazione.

Questo fenomeno, pur non partecipando direttamente alla trasformazione afflussi-deflussi, influenza il grado di saturazione del terreno e quindi indirettamente governa l'entità della risposta del bacino sollecitato dall'evento meteorico; inoltre l'evapotraspirazione assume importanza anche in termini di inquadramento del fabbisogno idrico delle colture, dell'effettiva disponibilità idrica per il soddisfacimento di tali fabbisogni e del deficit agricolo.

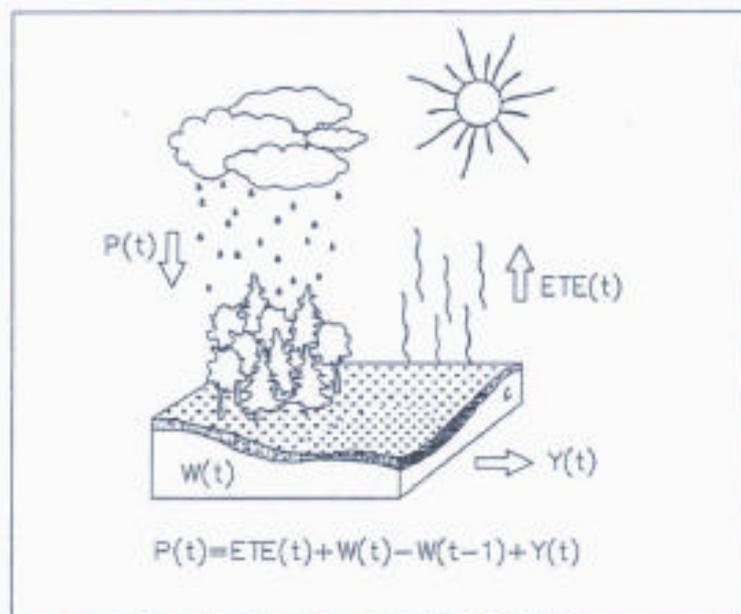
È importante sottolineare che tra una precipitazione e l'altra assumono grande importanza le perdite per evapotraspirazione (invece minime e spesso trascurabili durante un evento di intensa precipitazione); infatti l'evapotraspirazione e il deflusso sotterraneo sono processi lenti e persistenti, per cui non risentono troppo se descritte a scale temporali ampie (si consideri a questo proposito che il modello di Bilancio Hydro opera a scala mensile).

L'andamento dei processi evapotraspirativi è fortemente variabile, in dipendenza dall'andamento della temperatura, della disponibilità d'acqua nel suolo, del tipo di suolo, del tipo di copertura vegetale e del suo grado di sviluppo. Ciò rende la valutazione dell'evapotraspirazione effettiva alquanto complessa. Il modello Hydro

supera queste difficoltà con l'introduzione, suggerita dall'osservazione dei fenomeni naturali, del concetto di evapotraspirazione potenziale.

Si definisce evapotraspirazione potenziale il consumo d'acqua che si verifica quando nel terreno è presente tutta l'acqua necessaria al più rigoglioso sviluppo delle piante. Secondo l'ipotesi classica formulata da Thornthwaite, l'evapotraspirazione potenziale è indipendente dal tipo di terreno e di coltura e ancora dallo sviluppo di quest'ultima, e risulta funzione della sola temperatura. Lo stesso Thornthwaite ha proposto una procedura per l'esecuzione del bilancio idrologico del terreno che ha avuto larga applicazione nel nostro Paese (cfr. Thornthwaite e Mather, 1955) e che viene utilizzata da Hydro nella prima fase del calcolo del bilancio idrologico.

Trascurando gli aspetti strettamente tecnici e computazionali, si accenna solamente al calcolo del bilancio idrologico (schematizzato nella figura seguente) effettuato da Hydro.



La trasformazione afflussi-deflussi della cella i-esima

"ETE" - l'altezza d'acqua effettivamente persa dalla cella per evapotraspirazione, ovvero per evaporazione da specchi d'acqua, dal terreno e per traspirazione da parte della copertura vegetale.

Suddiviso il territorio in "celle", il principio di conservazione della massa applicato alla singola cella porta a scrivere:

$$P(t) = ETE(t) + W(t) - W(t-1) + Y(t)$$

- con : $P(t)$ = altezza totale della precipitazione mensile
- $ETE(t)$ = altezza d'acqua effettivamente persa dalla cella per evapotraspirazione
- $W(t)$ = volume specifico (per unità di area) d'acqua contenuto nella cella alla fine del mese "i"



- $W(t-1)$ = volume specifico (per unità di area) d'acqua contenuto nella cella alla fine del mese "i-1"
- $Y(t)$ = volume specifico (per unità di area) d'acqua che percola verso gli strati profondi o scorre in superficie (produzione di deflusso sotterraneo e superficiale)

Il modello Hydro dapprima calcola, basandosi sul metodo di Thornthwaite, il volume specifico di evapotraspirazione potenziale (espresso in millimetri) $ETP(u,i)$, relativo alla cella "u" e al mese "i", funzione della temperatura $T(u,i)$; in seguito elabora il bilancio idrico secondo la procedura di Thornthwaite-Mather.

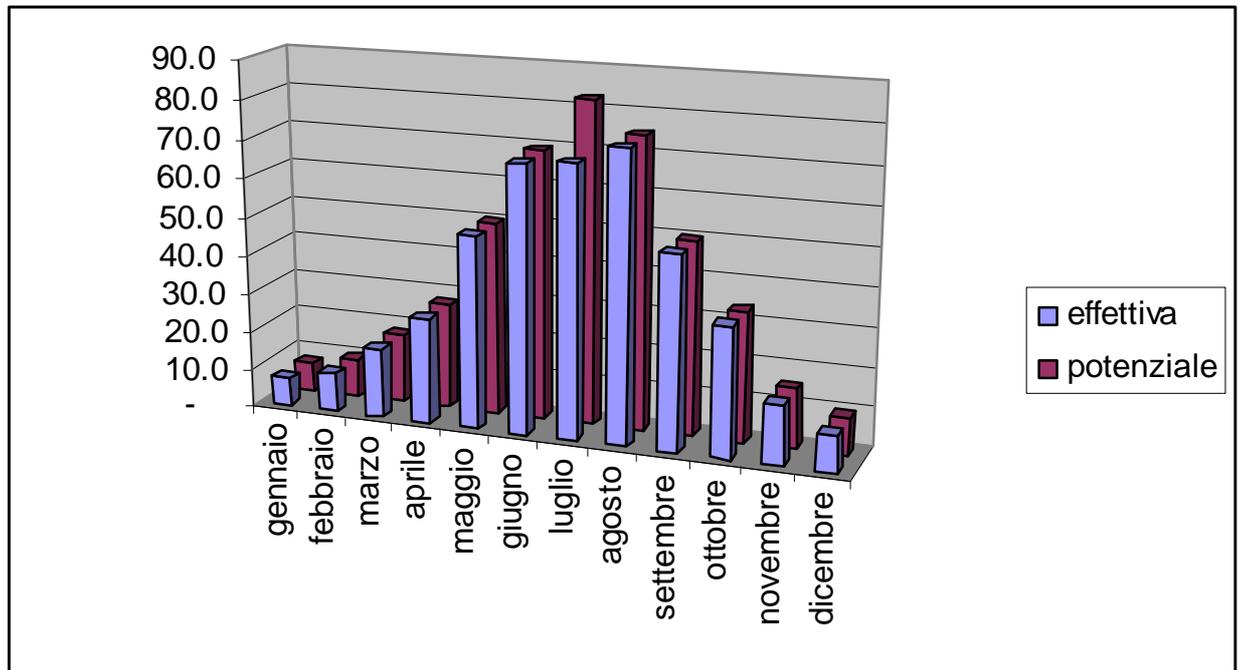
Quest'ultima prevede innanzitutto la suddivisione dell'anno medio che si sta considerando per il bilancio in due stagioni: la stagione umida, ovvero quella in cui gli apporti meteorici superano i consumi idrici della vegetazione in condizioni ottimali (cioè l'evapotraspirazione potenziale) e quindi il terreno tende a ricostruire le proprie riserve d'acqua, e quella secca in cui avviene l'opposto e di conseguenza il terreno tende ad essiccarsi.

Nei mesi della stagione umida può verificarsi che, sempre nella singola cella, la ricarica del terreno sia tale che il contenuto d'acqua in esso presente raggiunga la massima capacità di ritenzione della cella ovvero la capacità di campo.

In tal caso, il volume idrico eccedente tale capacità percola verso gli strati profondi o scorre in superficie, dando luogo ad un valore non nullo di produzione del deflusso ($Y \neq 0$); nei mesi della stagione umida in cui ciò non si verifica, ed inoltre in tutti i mesi della stagione secca, tale produzione di deflusso è invece nulla ($Y = 0$).

Il modello, una volta interrogato, fornisce una stima dell'evapotraspirazione potenziale e di quella effettiva a scala mensile; nella tabella seguente si riportano i valori ottenuti in mm, unitamente alla differenza tra le due elaborazioni.

	evapotraspirazione effettiva	evapotraspirazione potenziale
gennaio	7.6	7.6
febbraio	10.0	10.0
marzo	18.0	18.0
aprile	27.3	27.3
maggio	49.8	49.8
giugno	68.7	69.3
luglio	69.7	82.9
agosto	74.4	75.0
settembre	50.0	50.0
ottobre	33.4	33.4
novembre	15.4	15.4
dicembre	9.5	9.5
totale	433.8	448.2



4.1.2.4 Dati idrometrici strumentali

Nel bacino in argomento non sono presenti stazioni di misura diretta della portata.

4.1.2.5 Deflusso totale

Il modello di bilancio idrico di Hydro opera sulla base informativa fornita dal modello digitale delle quote del terreno, in modo da identificare, per ogni sezione prescelta, il bacino tributario. In questo modo è possibile ottenere una stima del deflusso medio relativo all'anno generico e anche la sua variabilità a risoluzione mensile. Questa scala risulta essere da un lato adeguata a descrivere la variabilità naturale del fenomeno al fine di inquadrare il bilancio idrico, dall'altro congruente con l'effettiva disponibilità di dati di input al modello (precipitazioni e temperature), di cui sono noti proprio i valori mensili.

Inoltre, al fine di caratterizzare le proprietà idrauliche del terreno, si utilizzano anche i dati relativi alle caratteristiche geolitologiche, dell'uso del suolo e della copertura vegetale del terreno, intesi come parametri caratteristici di controllo del regime idrologico del territorio.

Il modello afflussi-deflussi utilizzato, di tipo distribuito (DWBM – “Distributed water Balance Model”), è stato tarato in ciascun bacino presso le sezioni provviste di



stazione di misura; l'operazione di taratura è stata effettuata confrontando i valori di portata ottenuti con quelli osservati alle stazioni strumentate.

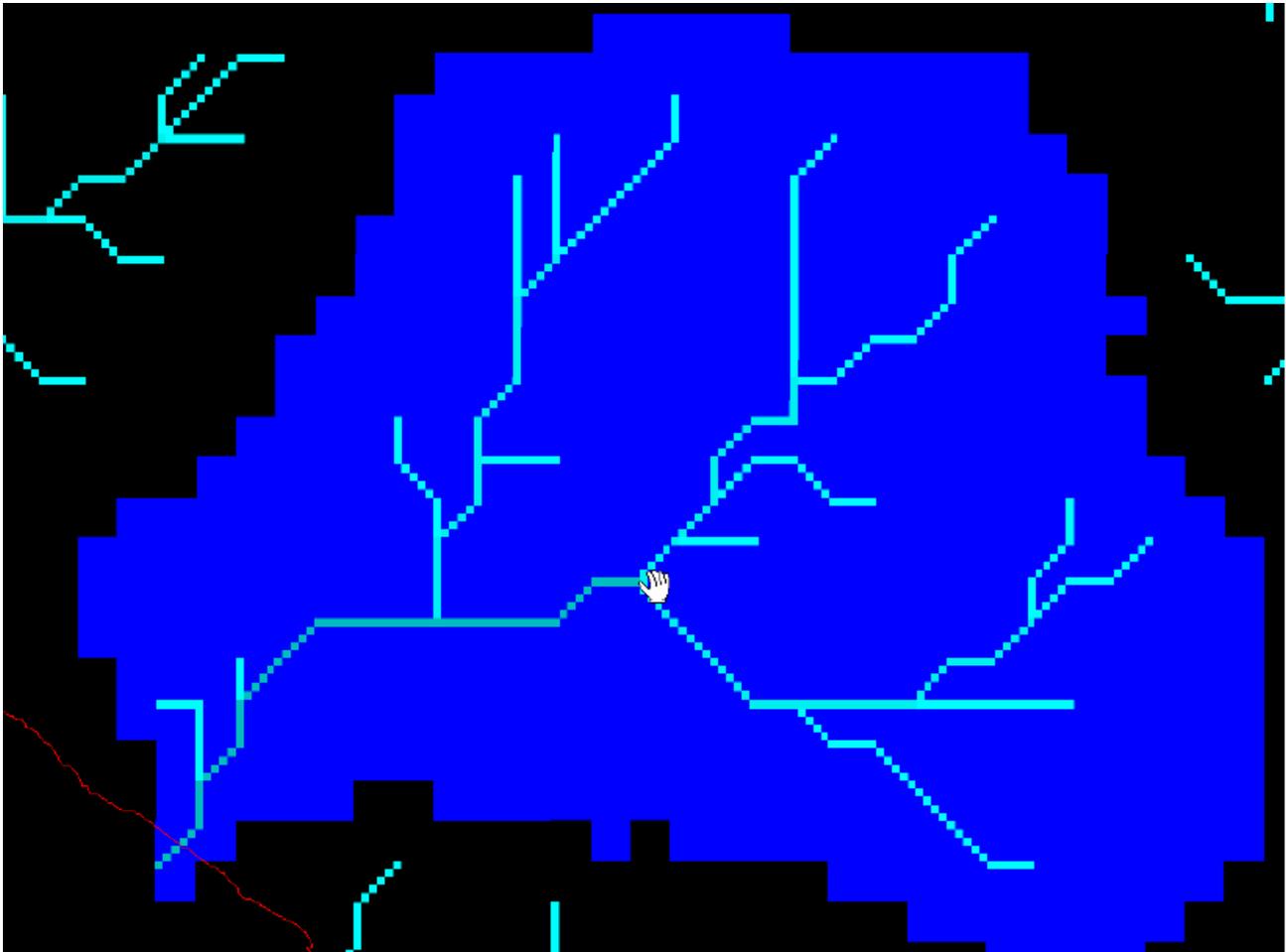
Il modello utilizza il valore del coefficiente di taratura così ottenuto nella stima delle portate medie. Per i bacini sprovvisti di strumenti di misura si sono adattati i coefficienti utilizzati in bacini limitrofi e/o di superficie simile.

È bene sottolineare come le portate calcolate in questo modo possano essere considerate in linea generale come "deflussi naturali", in quanto non tengono conto delle derivazioni presenti nel bacino sotteso ma solo della trasformazione afflussi - deflussi. In realtà la taratura del modello proviene dal confronto con le portate reali misurate e quindi "depurate" da eventuali captazioni, ma si ritiene in generale trascurabile l'influenza di questo aspetto. Inoltre un'eventuale sottostima può essere compensata dal fatto che il valore calcolato in realtà è comprensivo sia del deflusso superficiale che di quello sotterraneo (e quindi potenzialmente sovrastimato, per quanto il deflusso sotterraneo sia molto variabile da bacino a bacino).

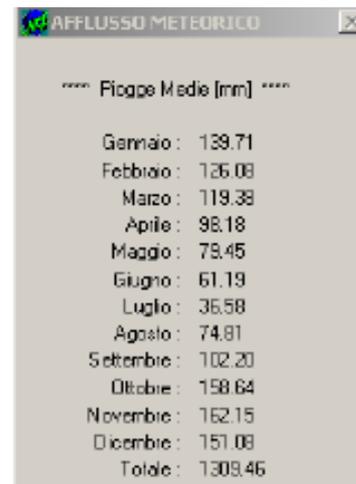
Per quanto riguarda il bacino del Torrente Castagnola, il deflusso totale è stato ottenuto interrogando il modello alla sezione di chiusura del bacino idrografico.

Nelle pagine seguenti si riportano le elaborazioni effettuate dal modello HydroCo per i due bacini considerati:

BACINO 1 - SEZIONE DI CHIUSURA A VALLE: SBOCCO A MARE



CARATTERISTICHE BACINO	
Numero celle :	491
Superficie [kmq] :	25.01
Quota minima [m] :	0.00
Quota media [m] :	329.54
Quota massima [m] :	800.00
Pend. media versanti [%] :	25
Max. lunghezza asta [km] :	7.88
Distanza foce [km] :	0.00
Q derivata [mc/s] :	0.072
Popolazione :	2026



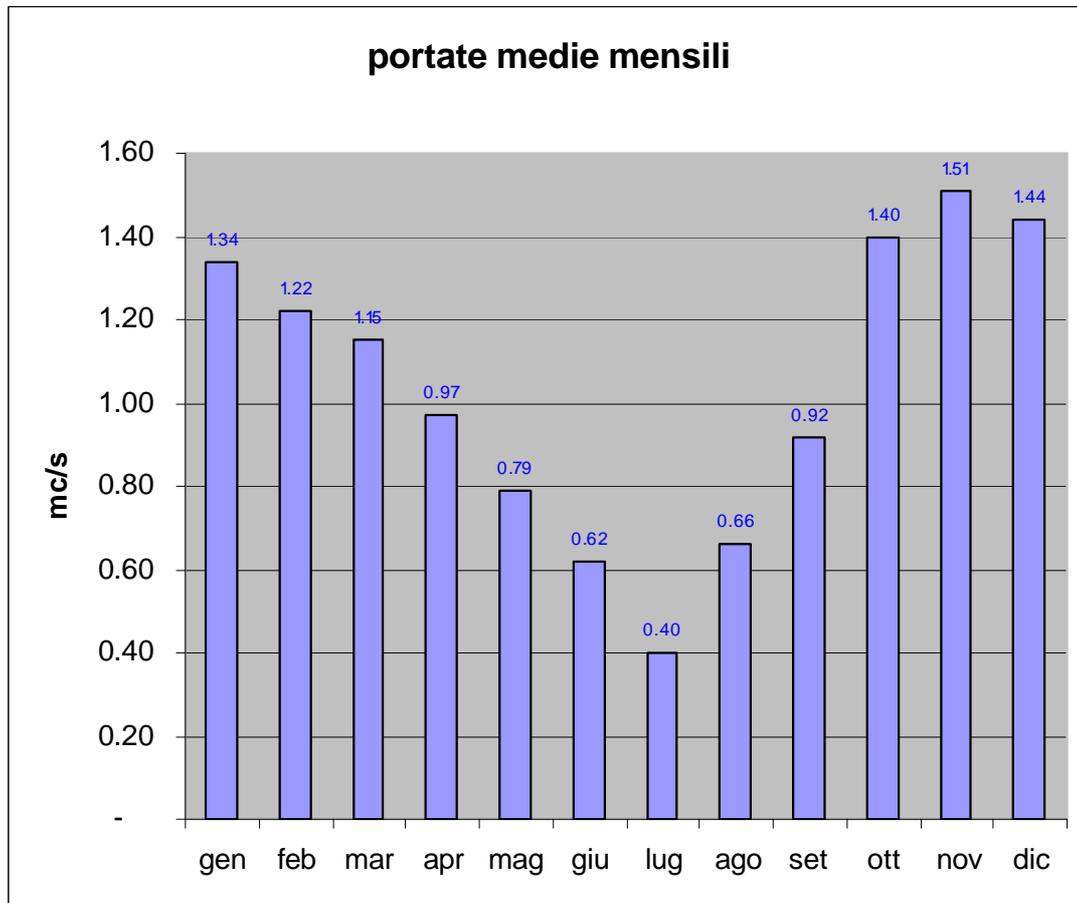
Si riportano i risultati ottenuti:

- Volume totale annuo: **1304 mm**
- Portata media annua: **1.03 m³/s**

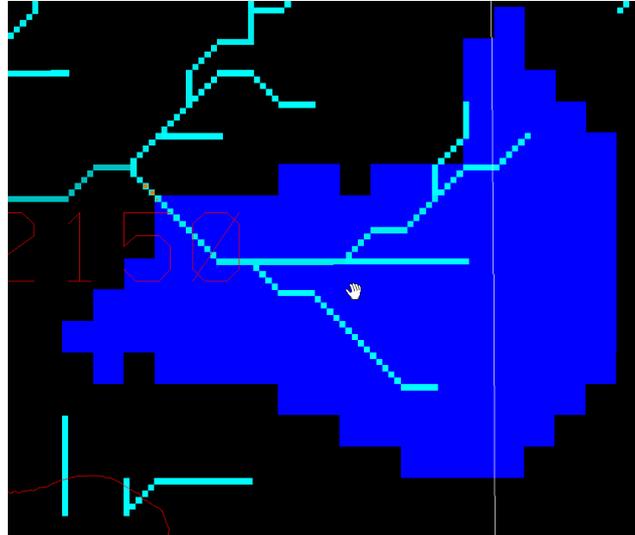
Portate medie mensili

<i>mesi</i>	<i>mc/s</i>
gen	1.34
feb	1.22
mar	1.15
apr	0.97
mag	0.79
giu	0.62
lug	0.40
ago	0.66
set	0.92
ott	1.40
nov	1.51
dic	1.44

Di seguito si rappresenta l'andamento sotto forma di istogrammi.



BACINO 2 - SEZIONE DI CHIUSURA A VALLE: CONFLUENZA CON IL RIO PIAZZA



CARATTERISTICHE BACINO

Numero celle : 143
 Superficie [km²] : 7.28
 Quota minima [m] : 70.00
 Quota media [m] : 389.22
 Quota massima [m] : 710.00
 Pend. media versanti [%] : 22
 Max. lunghezza asta [km] : 3.94
 Distanza foce [km] : 3.93
 Q derivata [mc/s] : 0.03
 Popolazione : 314

File di Stampa:

AFFLUSSO METEORICO

Exit

AFFLUSSO METEORICO

**** Piogge Medie [mm] ****

Gennaio : 136.79
 Febbraio : 123.56
 Marzo : 117.43
 Aprile : 96.93
 Maggio : 78.84
 Giugno : 60.24
 Luglio : 36.01
 Agosto : 73.49
 Settembre : 101.01
 Ottobre : 158.39
 Novembre : 158.60
 Dicembre : 149.58
 Totale : 1290.86

Exit

PARAMETRI BILANCIO

**** Dati di Carattere Generale ****

Volume totale annuo [mm] : 1282
 Portata media annua [mc/s] : 0.30
 Portata Derivata [mc/s] : 0.03

**** Portate Medie Mensili [mc/s] ****

Gennaio : 0.38
 Febbraio : 0.34
 Marzo : 0.32
 Aprile : 0.27
 Maggio : 0.22
 Giugno : 0.17
 Luglio : 0.10
 Agosto : 0.20
 Settembre : 0.28
 Ottobre : 0.44
 Novembre : 0.44
 Dicembre : 0.41

**** Curva di Durata delle Portate [mc/s] ****

60 Giorni : 0.45
 90 Giorni : 0.33
 120 Giorni : 0.24
 150 Giorni : 0.19
 180 Giorni : 0.14
 210 Giorni : 0.11
 240 Giorni : 0.08
 270 Giorni : 0.05
 300 Giorni : 0.04
 330 Giorni : 0.03
 360 Giorni : 0.02

Exit

Dopo aver attivato Mge Basic-Nucleus
 Premere F2 per graficare le Portate Medie
 Premere F3 per graficare la Curva di Durata

BILANCIO

Stessa Asta Cat. Bacino

Seleziona Asta

Exit Taratura Ok

CARATTERISTICHE BACINO

Seleziona Punto

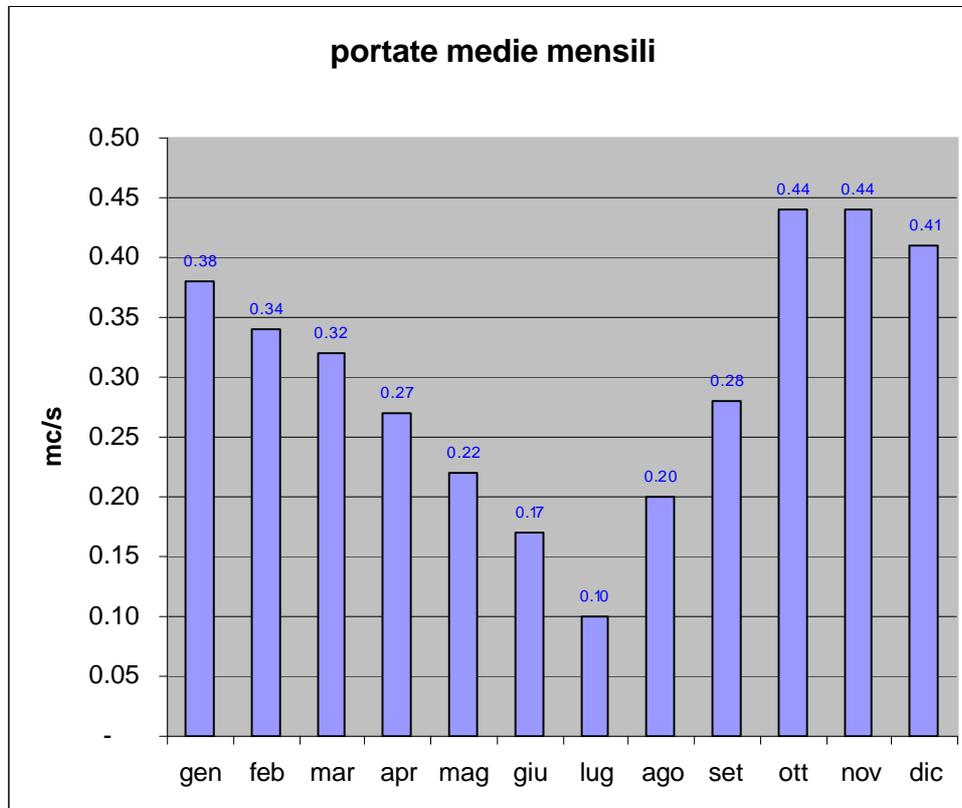
Si riportano i risultati ottenuti:

- Volume totale annuo: **1282 mm**
- Portata media annua: **0.30 m³/s**

Portate medie mensili

<i>mesi</i>	<i>mc/s</i>
gen	0.38
feb	0.34
mar	0.32
apr	0.27
mag	0.22
giu	0.17
lug	0.10
ago	0.20
set	0.28
ott	0.44
nov	0.44
dic	0.41

Di seguito si rappresenta l'andamento sotto forma di istogrammi.





4.1.3 Eccedenza idrica

Intuitivamente la dicitura “Eccedenza Idrica” può indurre a pensare a un surplus di risorsa idrica che, non essendo necessaria al bacino e non essendo utilizzata per fini antropici, possa essere considerata in eccesso. Questo chiaramente sembrerebbe per lo meno anomalo, in quanto un bene prezioso come l’acqua viene sfruttato in ogni modo possibile e difficilmente “avanza”; inoltre si vedrà nel Capitolo 5 (Minimo Deflusso Vitale) che, a prescindere dalle varie necessità antropiche, nei periodi di magra può capitare che la quantità d’acqua presente non sia sufficiente a salvaguardare lo stesso ecosistema naturale del bacino.

In realtà infatti l’espressione Eccedenza Idrica, in termini idrologici, assume un significato ben preciso; con questa dicitura si indica la quantità d’acqua che il bacino non riesce a immagazzinare e di conseguenza cede alla propria sezione di chiusura, sotto forma di deflusso superficiale e/o sotterraneo.

Nell’ambito delle approssimazioni ammesse nei calcoli idrologici, la valutazione delle risorse idriche complessive del territorio in esame e in particolare la stima dell’Eccedenza Idrica vengono indagate a partire dall’analisi del Bilancio Idrico, il quale può essere sintetizzato dalla seguente espressione:

$$\text{BILANCIO IDRICO: } P = E_r + D + I_e$$

Dove: P = Precipitazione piovosa media

E_r = Evapotraspirazione reale

D = Deflusso superficiale alla sezione di chiusura del bacino

I_e = Infiltrazione Efficace

L’Eccedenza Idrica, definita anche come “risorsa totale potenziale”, in condizioni naturali e sul lungo periodo corrisponde al deflusso totale in uscita dal bacino idrografico, e quindi alla somma dei contributi di deflusso superficiale e infiltrazione efficace:

$$\text{ECCEDEZA IDRICA: } W_s = D + I_e$$

Dall’equazione generale di bilancio idrico ne deriva allora che l’Eccedenza Idrica è parimenti uguale alla differenza tra Pioggia Totale P e Evaporazione reale E_r , grandezza questa che in realtà definisce già la cosiddetta Pioggia Efficace. Allora:



PIOGGIA EFFICACE: $Pe = P - Er$

ECCEDENZA IDRICA = PIOGGIA EFFICACE

Ugualmente a quanto compiuto in precedenza in merito a altre grandezze, anche per valutare l'Ecceденza Idrica si è utilizzato il Modello di Bilancio Idrico Hydro. In particolare questo, per ogni sezione in cui viene interrogato, fornisce i valori medi (annuale e mensili) relativi al bacino sotteso di alcune grandezze fisiche, tra cui: Afflusso piovoso, Evapotraspirazione effettiva, Contenuto Idrico e Produzione Deflusso.

Allora, avendo definito l'Ecceденza Idrica pari alla Pioggia Efficace, ed essendo questa a sua volta eguale alla Pioggia Totale depurata dell'Evapotraspirazione, si ritiene di essere in possesso degli elementi necessari al calcolo dell'Ecceденza. In realtà, analizzando le elaborazioni ottenibili, si sono osservati due aspetti:

- Nei mesi estivi l'Evaporazione reale è maggiore dell'Afflusso piovoso; questo genererebbe in linea teorica un valore negativo di Pioggia Efficace e quindi di Ecceденza Idrica;
- Esiste un'ulteriore grandezza, definita "Produzione deflusso", che si rivela essere proprio pari alla differenza tra l'Afflusso Piovoso e l'Evapotraspirazione effettiva (e quindi pari alla Pioggia Efficace, ovvero alla stessa Ecceденza Idrica), a eccezione dei mesi estivi, in cui il valore è sempre positivo o al più nullo.

Il motivo di questa difformità risiede nel fatto che, nei mesi secchi, l'Evapotraspirazione non attinge solo dalla precipitazione (in quanto insufficiente) ma anche dal Contenuto idrico del terreno. Questo infatti è presentato come un valore in generale costante nell'anno, e pari all'incirca al valore massimo immagazzinabile, a eccezione proprio dei mesi estivi in cui decresce, cedendo parte del proprio contenuto all'Evapotraspirazione.

Come è ovvio dunque quando l'Afflusso piovoso è maggiore dell'Evapotraspirazione, la differenza rappresenta la Produzione di Deflusso, mentre quando è minore il Deflusso prodotto è nullo e il contenuto idrico del terreno diminuisce, per poi ricaricarsi nei periodi successivi.

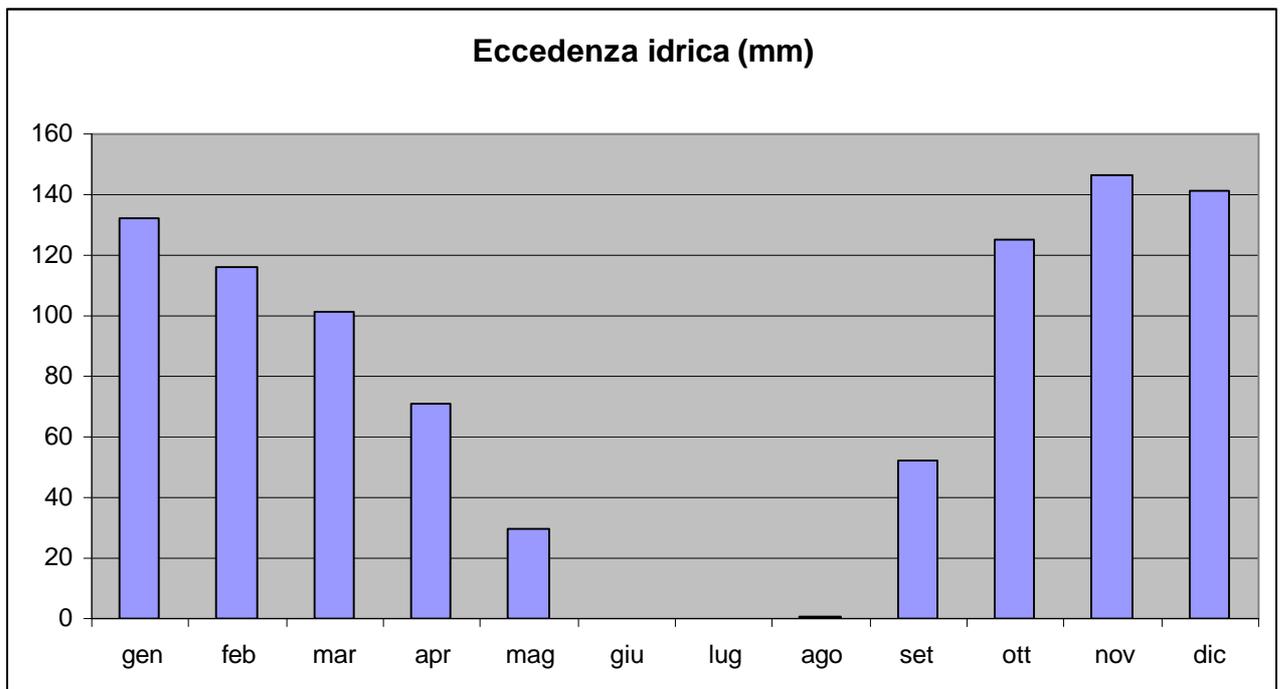
Allora, coerentemente con il concetto di Bilancio Idrico presentato, l'espressione Produzione Deflusso rappresenta proprio la quantità d'acqua che abbandona il bacino, trattandosi in sostanza della Pioggia totale depurata dalle perdite dovute all'Evapotraspirazione e dalla quantità d'acqua che nei periodi più secchi ricarica il contenuto idrico del terreno quando questo non è saturo.

In termini idrologici, l'Ecceденza Idrica (anche indicabile come "Pioggia efficace") è quantificata come la differenza tra la pioggia totale e l'evapotraspirazione effettiva,

a eccezione dei mesi estivi in cui questa quantità assume valori minori di zero perdendo significato fisico; le elaborazioni del Modello di Bilancio Idrico Hydro permettono una stima di queste grandezze alla sezione di chiusura del bacino in esame.

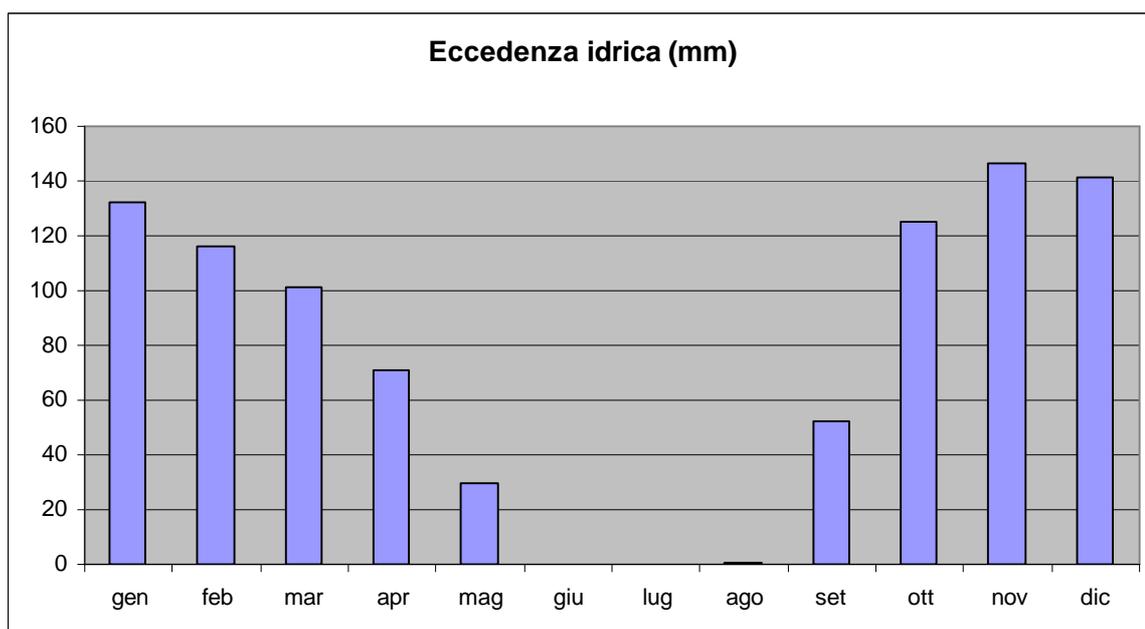
Nel bacino 1 del Torrente Castagnola si ritrovano i seguenti valori:

	afflusso piovoso	evapotraspirazione effettiva	eccedenza idrica	eccedenza idrica	contenuto idrico
	mm	mm	mm	mc	mm
gen	139.71	7.55	132.15	3 302 753	141.73
feb	126.08	10.03	116.04	2 900 170	141.73
mar	119.38	17.96	101.43	2 534 856	141.73
apr	98.18	27.25	70.93	1 772 557	141.73
mag	79.45	49.84	29.61	740 025	141.73
giu	61.19	68.65	-	-	133.53
lug	36.58	69.68	-	-	100.28
ago	74.81	74.45	0.36	9 116	100.34
set	102.20	49.98	52.22	1 305 173	140.44
ott	158.64	33.44	125.21	3 129 118	141.73
nov	162.15	15.44	146.70	3 666 408	141.73
dic	151.08	9.54	141.54	3 537 352	141.73
totale	1 309.46	433.82	916.20	22 897 528	1 608.40
media	109.12	36.15	76.35	1 908 127	134.03



Nel bacino 2 del Torrente Castagnola si ritrovano i seguenti valori:

	afflusso piovoso	evapotraspirazione effettiva	eccedenza idrica	eccedenza idrica	contenuto idrico
	mm	mm	mm	mc	mm
gen	136.8	7.7	129.05	939.990	173.9
feb	123.6	10.0	113.53	826.955	173.9
mar	117.4	18.1	99.37	723.792	173.9
apr	96.9	27.7	69.20	504.049	173.9
mag	78.8	50.3	28.54	207.905	173.9
giu	60.2	69.5	-	-	164.6
lug	36.0	73.1	-	-	127.5
ago	73.5	75.0	-	-	125.9
set	101.0	50.7	50.30	366.422	171.0
ott	158.4	33.9	124.51	906.942	173.9
nov	158.6	15.7	142.86	1.040.601	173.9
dic	149.6	9.7	139.85	1.018.647	173.9
totale	1.290.86	441.62	897.21	6.535.302	1.980.55
media	107.57	36.80	74.77	544.609	165.05



4.1.4 Censimento delle sorgenti

I dati attualmente in nostro possesso, non permettono l'elaborazione delle grandezze fisiche, delle elaborazioni di calcolo e delle caratterizzazioni idrologiche necessarie a definire le sorgenti. Si rimanda perciò la trattazione di questo paragrafo ad una fase successiva di rilevamento sul terreno.

4.2 Utilizzazioni in atto

Le utilizzazioni della risorsa idrica censite nel presente paragrafo ed indicate nella cartografia allegata (Tavola 2 di Piano) sono riferite ai dati in possesso del Settore Difesa del Suolo della Provincia della Spezia, relativamente alle derivazioni concessionate.

4.2.1 Censimento delle Derivazioni Superficiali

Si riporta di seguito la scheda riepilogativa delle derivazioni superficiali in essere, intese come prelievi dall'alveo.

BACINO 1

prat	ditta	comune	sorgente o corso d'acqua	tipo	uso	l/s med
145	Caveri Attilio	Deiva	Mezzema	sup	ind	5
145	Caveri Attilio	Deiva	Mezzema	sup	ind	5
365	Arduino Flavio	Deiva	Deiva	sup	ind	6
383	Valente Ettore	Deiva	Piazza	sup	potabile	0.1
387	Bellolio Luigi Lisio	Deiva	Deiva	sup	irriguo	1
424	Valente Rosa ed Angelo	Deiva	Piazza	sup	irriguo	0.5
488	Pasfano Luigi ed altri	Deiva	Chiappa	sup	irriguo	0.4
524	Colman Felice	Deiva	Cà di Mirò	sup	irriguo	0.2
637	Cecchini Dialma	Deiva	Lambruscato o Madonna	sup	irriguo	0.2
855	Viviani Gino	Deiva	Mezzema	sup	irriguo	0.43
855	Viviani Gino	Deiva	Mezzema	sup	irriguo	0.43
902	Colla Franca	Deiva	Burascin	sup	irriguo	0.08
1002	De Geronimi-Passano-Morfi	Deiva	Maggiu	sup	irriguo	0.075
1006	Curotto Maria, De Geronimi Davide ed altri	Deiva	Burascin	sup	irriguo	0.05
1092	Musso Rosita	Deiva	Affluente del Mezzema	sup	irriguo	1
962	Basso Sergio	Framura	Ligrande	sup	irriguo	0.04
1008	Del Corso Rosanna ed altri	Framura	Rocche	sup	irriguo	0.31



1039	Gabelli Giorgio	Deiva	Rio Piantomero	sup	irriguo	0.069
1041	Pedullà Giovanni	Deiva	Rio Burascin	sup	irriguo	0.08
1059	Bolis Margherita	Deiva	Rio Preata	sup	irriguo	0.052
1061	Giovanni Visini	Deiva	Rio Burascin	sup	irriguo	0.15
1061	Giovanni Visini	Deiva	Rio Burascin	sup	irriguo	0.15
1086	Musso Pino	Deiva	Canale C.se Ghiara	sup	irriguo	0.02
1087	Moggia Giorgio	Deiva	Canale C.se Ghiara	sup	irriguo	0.06

Totale **21.396**

BACINO 2

prat	ditta	comune	sorgente o corso d'acqua	tipo	uso	l/s med
397	Framura Comune	Framura	Baranzella	sup	irr pot	2
592	ACAM	Framura	Mogge	sup	potabile	1
669	Framura Comune	Framura	Morto	sup	irriguo	1
837	Azienda Agricola Casali	Framura	Grande	sup	irriguo	2
729		Framura	castagnola	sup	industriale	7
1142	Moggia Angelo - Capellini Gian Luca	Framura	Praie	sup	irriguo	0.2

Totale **13.2**

4.2.2 Censimento delle Sorgenti

Si riporta di seguito la scheda riepilogativa delle sorgenti captate in essere.

BACINO 1

prat	ditta	comune	sorgente o corso d'acqua	tipo	uso	l/s med
338	Deiva Comune	Deiva	Lezzoa	sorg	potabile	2
350	Frigerio Teresa	Deiva	Ciazzoli	sorg	irr igie	0.1
432	Hotel H di M. Heidenreich e C. soc	Deiva	Beà (Valle dei Fossi)	sorg	potabile	0.1
692		Deiva	Cascine	sorg	potabile	0.6
890	Consorzio Acquedotto Mezzema	Deiva	Figarelle 1	sorg	irr pot	0.52
890	Consorzio Acquedotto Mezzema	Deiva	Figarelle 2	sorg	irr pot	0.92
907		Deiva	Mezzema	sorg		0.25
963	Musso Antonio	Deiva	Fg4mapp88	sorg	irriguo	0.06
964	Musso Antonio ed altri	Deiva	Fg4mapp224	sorg	irriguo	1.3



1009	Del Corso Rosanna	Deiva	Fg.18all.1mapp.68	sorg	irriguo	0.13
1156	Rai Way soc	Deiva	Fg.6 mapp. 1	sorg	igienico-ass	0.016
567	Zucchetti Dori	Framura	Vone	sorg	irr pot	0.125
660	Consorzio Acquedotto Vone	Framura	Vone	sorg	potabile	0.25
1094	Galirio Stefano	Deiva	Foce1	sorg	irriguo	0.006
1094	Galirio Stefano	Deiva	Foce2	sorg	irriguo	0.006

Totale **6.383**

BACINO 2

prat	ditta	comune	sorgente o corso d'acqua	tipo	uso	l/s med
475	ACAM	Framura	Tana del Lupo	sorg	potabile	1.2
664	ACAM	Framura	La Miniera	sorg	potabile	2.5
972	ACAM	Framura	Gaggi	sorg	potabile	0.4
373	Framura Comune	Framura	Sagrà	sorg	potabile	0.5
1103	Basset Jean Louis	Framura	Sorgente 2	sorg	irriguo	0.206
1003	Basset Jean Louis	Framura	Sorgente 1	sorg	irriguo	0.08
1004	Raso Luigi	Framura	Fg.2mapp8	sorg	irriguo	0.006
1014	Framura Comune	Framura	Mogge	sorg	potabile	1.14

Totale **6.032**

4.2.3 Censimento dei pozzi

Si riporta di seguito la scheda riepilogativa delle derivazioni da pozzo.

BACINO 1

prat	ditta	comune	sorgente o corso d'acqua	tipo	uso	l/s med
587	Deiva Comune	Deiva	Deiva	pozz	potabile	1.6
529	Bartolini Bruno	Deiva	pozzo	pozz	dom	
572	Cooperativa Edilizia Erica soc	Deiva	Fg9mapp89 (Piazza)	pozz	potabile	2.5
661	Colle dei Pini soc	Deiva	Fg4mapp92 (Cantoniera)	pozz	potabile	
885	Villaggio Turistico Camping Arenella	Deiva	Fg11mapp171 (Mezzema)	pozz	irr pot	2.5
1192	Albergo "La Marina"	Deiva		pozz	igienico ass	1
613	De Filippi Francesco	Framura	Deiva	pozz	irriguo	2
716	Ronco soc di Meloni	Framura	Deiva	pozz	irr pot	0.21



	Cristina					
803	Barbieri Giglio	Framura	Deiva	pozz	irriguo	0.12
834	Immobiliare Ravaschieri soc	Framura	Deiva	pozz	potabile	2.8
835	Sette Archi soc	Framura	Deiva	pozz	potabile	1.5
836	Papa Silvano	Framura	Deiva	pozz	potabile	0.53
1224	Bagni Corallo	Framura	Fg. 7 mapp. 397	pozz	igienico ass	0.8

Totale **15.56**

BACINO 2

prat	ditta	comune	sorgente o corso d'acqua	tipo	uso	l/s med
463	Ronco di Meloni Cristina soc	Framura	Deiva	pozz	irr pot	2.04
820	Ronco snc di Meloni Cristina	Framura	Deiva	pozz	irr pot	4
686	Saporiti Maria	Deiva	Fg. 15 mapp. 125	pozz	potabile	2
824	Framura Comune	Framura	Deiva	pozz	potabile	1.6

Totale **9.64**

4.3 Equilibrio del Bilancio Idrico

L'equilibrio del bilancio idrico viene analizzato esaminando contemporaneamente sia la componente naturale della risorsa idrica sia le attività antropiche connesse presenti nel territorio, presentando così il bacino come una realtà antropizzata quale effettivamente è.

In questa fase in particolare si considera il bilancio delle risorse idriche superficiali, ovvero delle portate superficiali dei vari corsi d'acqua, non disponendo di dati e conoscenze sufficienti a indagare approfonditamente i deflussi sotterranei. Coerentemente con questa scelta allora, per quanto riguarda le attività antropiche, si esaminano le derivazioni da fiumi e torrenti e gli scarichi recapitanti negli stessi corsi d'acqua.

Per quanto riguarda la portata idrica naturale si sono utilizzate le elaborazioni fornite dal modello Hydro, già presentate nel paragrafo 4.1.2.5. Queste forniscono i valori medi mensili e il valore medio annuale della portata defluente alla sezione di chiusura del bacino esaminato, calcolati in base agli afflussi meteorici e alle caratteristiche del territorio, e quindi in linea teorica assimilabili a "deflussi naturali".



Per quanto riguarda le derivazioni idriche si sono considerati i dati archiviati presso il Settore 7 (Difesa del Suolo) della Provincia della Spezia.

L'equilibrio del bilancio idrico viene analizzato esaminando contemporaneamente sia la componente naturale del deflusso sia le attività antropiche connesse presenti nel bacino (derivazioni da fiumi e torrenti e scarichi recapitanti negli stessi corsi d'acqua), presentando così il bacino come una realtà antropizzata quale effettivamente è.

Nel bacino del torrente Castagnola le elaborazioni del modello Hydro forniscono i seguenti valori medi di portata naturale

Portate medie mensili

<i>mesi</i>	<i>mc/s</i>
gen	1.34
feb	1.22
mar	1.15
apr	0.97
mag	0.79
giu	0.62
lug	0.40
ago	0.66
set	0.92
ott	1.40
nov	1.51
dic	1.44

portata media annua 1.03 mc/s

Sommando tra loro le singole derivazioni si ottiene un totale pari a **0.072 m³/s** alla sezione di chiusura più a valle.

Per il Bacino 2 invece, in corrispondenza della sezione di chiusura più a valle prima della confluenza con il Rio Piazza si ottiene un totale di **0.030 m³/s**

A questo punto si è in possesso di tutti gli elementi necessari allo studio dell'equilibrio del bilancio idrico. Infatti, nota una stima di deflusso naturale grazie alle elaborazioni di Hydro, si può quantificare l'incidenza delle attività antropiche procedendo a una somma algebrica dei dati di scarichi e derivazioni.

Si può presentare l'equilibrio del bilancio attraverso un'espressione di questo tipo:



$$EQUILIBRIO: R_{pot} - \sum F_i + V_{rest} > 0$$

Dove: R_{pot} = risorsa idrica potenziale, approssimata in questa fase dal deflusso naturale

$\sum F_i$ = Risorsa complessivamente sottratta al bacino attraverso le derivazioni idriche

V_{rest} = Risorsa complessivamente restituita al bacino attraverso scarichi e restituzioni idriche

L'equilibrio del bilancio idrico è soddisfatto se l'espressione precedente è rispettata, ovvero se la somma algebrica di risorsa, apporti e sottrazioni è maggiore di zero. Si parla di equilibrio non soddisfatto invece nel caso in cui tale somma fornisca un valore negativo (= la totalità della risorsa viene utilizzata senza comunque soddisfare la richiesta complessiva).

È però intuitivo immaginare come non sarebbe corretto, da un punto di vista naturalistico, sottrarre integralmente (o quasi) l'acqua defluente in un bacino, anche nel caso in cui l'equilibrio fosse rispettato; da questa considerazione nasce il concetto di Minimo Deflusso Vitale (MDV).

Bilancio idrico Bacino 1

$$R_{pot} - F_i + V_{rest} > 0$$

mesi	R_{pot} [mc/s]	F_i [mc/s]	V_{rest} [mc/s]	$R_{pot} - F_i + V_{rest} > 0$ [mc/s]	Esito verifica su base mensile
gen	1.34	0.072	0	1.27	bilancio verificato
feb	1.22	0.072	0	1.15	bilancio verificato
mar	1.15	0.072	0	1.08	bilancio verificato
apr	0.97	0.072	0	0.90	bilancio verificato
mag	0.79	0.072	0	0.72	bilancio verificato
giu	0.62	0.072	0	0.55	bilancio verificato
lug	0.40	0.072	0	0.33	bilancio verificato
ago	0.66	0.072	0	0.59	bilancio verificato
set	0.92	0.072	0	0.85	bilancio verificato
ott	1.40	0.072	0	1.33	bilancio verificato
nov	1.51	0.072	0	1.44	bilancio verificato
dic	1.44	0.072	0	1.37	bilancio verificato

Bilancio idrico Bacino 2

$$R_{pot} - F_i + V_{rest} > 0$$

mesi	R_{pot} [mc/s]	F_i [mc/s]	V_{rest} [mc/s]	$R_{pot} - F_i + V_{rest} > 0$ [mc/s]	Esito verifica su base mensile
gen	0.38	0.03	0	0.35	bilancio verificato
feb	0.34	0.03	0	0.31	bilancio verificato
mar	0.32	0.03	0	0.29	bilancio verificato

apr	0.27	0.03	0	0.24	bilancio verificato
mag	0.22	0.03	0	0.19	bilancio verificato
giu	0.17	0.03	0	0.14	bilancio verificato
lug	0.10	0.03	0	0.07	bilancio verificato
ago	0.20	0.03	0	0.17	bilancio verificato
set	0.28	0.03	0	0.25	bilancio verificato
ott	0.44	0.03	0	0.41	bilancio verificato
nov	0.44	0.03	0	0.41	bilancio verificato
dic	0.41	0.03	0	0.38	bilancio verificato

4.4 Curva di durata delle Portate

La curva di durata delle portate è uno strumento che permette di descrivere lo stato di un corso d'acqua in una generica sezione, in quanto fornisce, per un assegnato valore della portata, il numero medio di giorni all'anno in cui tale portata viene superata.

Con questo strumento è possibile, ad esempio, effettuare considerazioni inerenti il Deflusso Minimo Vitale (cfr. Capitolo 5), ovvero quella portata considerata come il limite inferiore di deflusso che occorre sempre rispettare e, in certi casi, superare, per garantire il mantenimento o il raggiungimento di obiettivi di qualità definiti per il singolo corso d'acqua. A questa portata corrisponderà infatti una certa durata (deducibile appunto dalla curva di durata delle portate), da cui ricavare, per completamento a 365, il numero dei giorni in cui mediamente tale portata non è superata nel corso dell'anno.

Questo permetterà di effettuare alcune valutazioni sul corso d'acqua, per esempio stabilirne un indice qualitativo, programmare possibili interventi, assentire o meno eventuali concessioni idriche, ecc... .

Tra l'altro, a proposito delle concessioni idriche, che rappresentano sicuramente un aspetto importante in tale lavoro, si sottolinea la flessibilità delle curve di durata delle portate, che per loro natura possono essere immediatamente aggiornate in conseguenza di un eventuale assenso a una concessione. Un difetto delle curve di durata è rappresentato dalla loro incapacità di mostrare, accanto al numero di giorni in cui mediamente, nel corso dell'anno, una portata viene superata, le caratteristiche salienti di questo periodo. Per esempio la lunghezza media dell'intervallo di non superamento o, a questo riconducibile, qual è il numero medio annuo di intervalli di non superamento.

Un limite della curva di durata è invece rappresentato dalla difficoltà di costruzione, in quanto queste sono ricostruibili in realtà solo per le sezioni dei corsi d'acqua in cui sono presenti stazioni di monitoraggio; inoltre, per una realizzazione fedele, sarebbero teoricamente necessarie le portate istantanee.

Questo secondo limite viene solitamente risolto ricorrendo all'utilizzo delle portate medie giornaliere, in quanto in questo modo si ottiene una curva comunque utilizzabile e che si discosta da quella ottenuta con le portate istantanee solo nel campo delle portate elevate (e le basse durate); per quanto riguarda invece le portate minori e di alte durate, sicuramente più interessanti nel campo del bilancio idrico, l'utilizzo di dati giornalieri provoca differenze assolutamente minime, in quanto il valore istantaneo delle portate più basse si modifica di poco nel corso della giornata.



Per quanto riguarda il primo aspetto, ovvero la necessità di disporre di stazioni di monitoraggio relative alle sezioni dei corsi d'acqua di cui si intende ricavare la curva, emerge immediatamente la problematica relativa ai bacini in cui non esistono misure idrometriche.

In questi casi allora ci si è affidati alle elaborazioni informatiche del modello Hydro; questo fornisce la curva di durata delle portate in termini di valori di portata superata per 60, 90, 120,...,360 giorni l'anno, a partire dai quali è possibile, tramite interpolazione, ricostruire la curva intera.

N.B. Il modello Hydro utilizza due diversi algoritmi informatici al fine di calcolare deflussi medi mensili e curve di durata delle portate. Nella quasi totalità delle situazioni le due elaborazioni sono perfettamente in accordo; si osserva però che può capitare in qualche bacino o sottobacino di imbattersi in risultati apparentemente discordi.

(es: $Q_{60} < Q_{med\ ott,nov,dic}$ oppure $Q_{360} > Q_{med\ lug,ago}$)

Si accettano tali risultati (che in verità interessano un numero molto limitato di situazioni) in quanto questi vengono intesi come ordini di grandezza e non come valori di precisione totale.

Utilizzando le elaborazioni del modello Hydro, nelle due sezioni del corso d'acqua prese in esame, vengono sotto elencate le tabelle ed i grafici relativi alle curve di durata per il Torrente Castagnola.

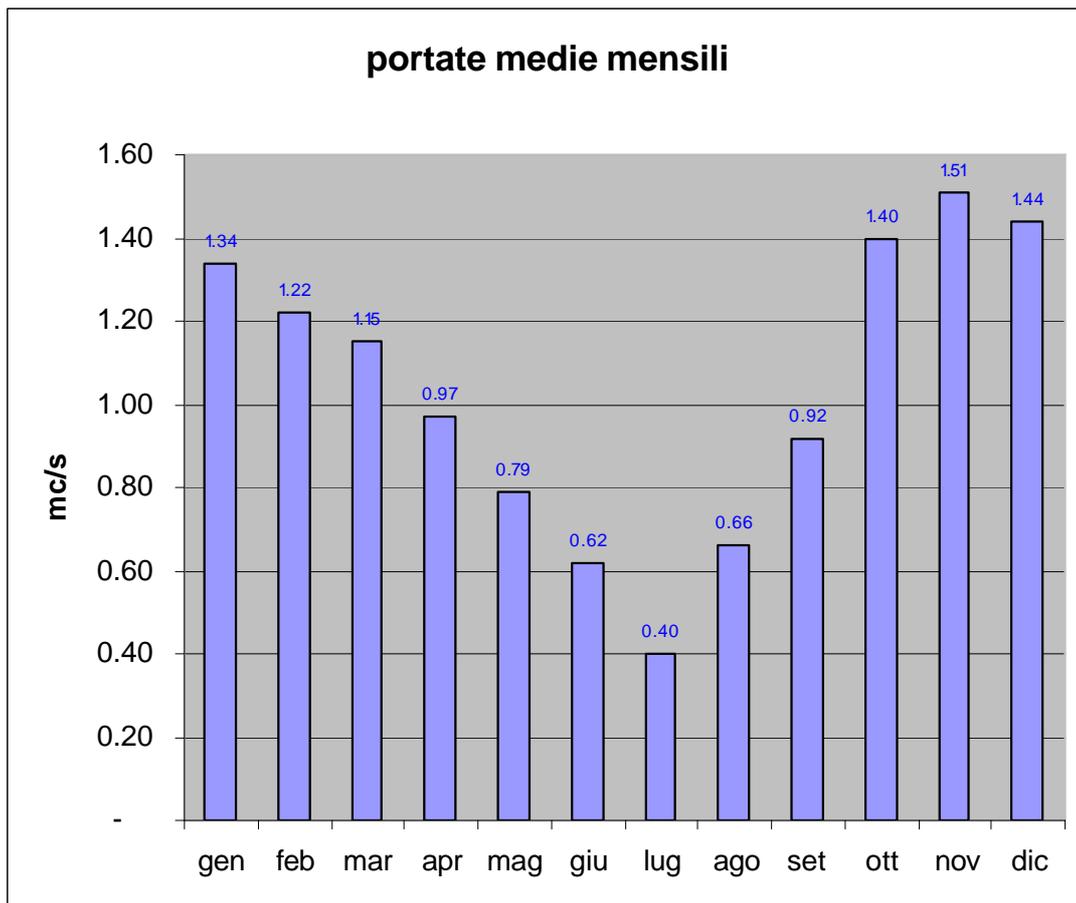
Bacino 1 – Sezione di chiusura alla foce

Dati generali Bacino 1

vol tot annuo	1.304	mm
portata media annua	1.03	mc/s
portata derivata	0.072	mc/s

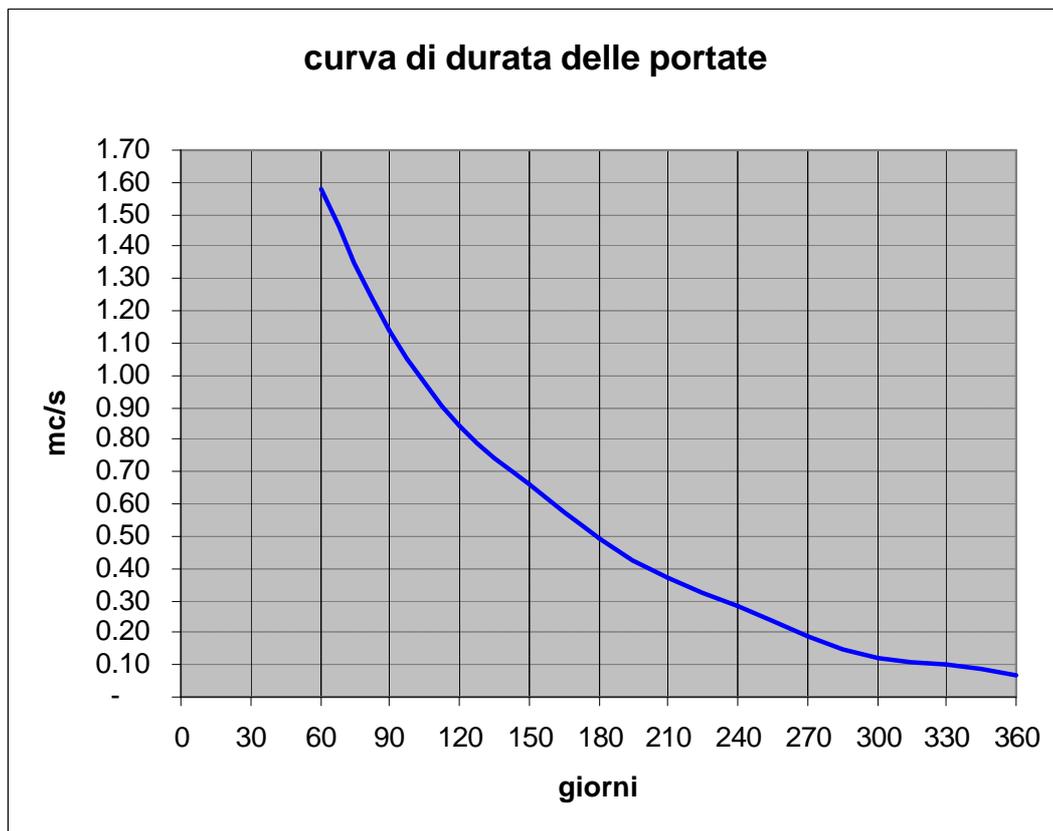
Portate medie mensili

<i>mesi</i>	<i>mc/s</i>
gen	1.34
feb	1.22
mar	1.15
apr	0.97
mag	0.79
giu	0.62
lug	0.40
ago	0.66
set	0.92
ott	1.40
nov	1.51
dic	1.44



Curva di durata

<i>giorni</i>	<i>mc/s</i>
60	1.58
90	1.14
120	0.84
150	0.66
180	0.49
210	0.37
240	0.28
270	0.19
300	0.12
330	0.10
360	0.07





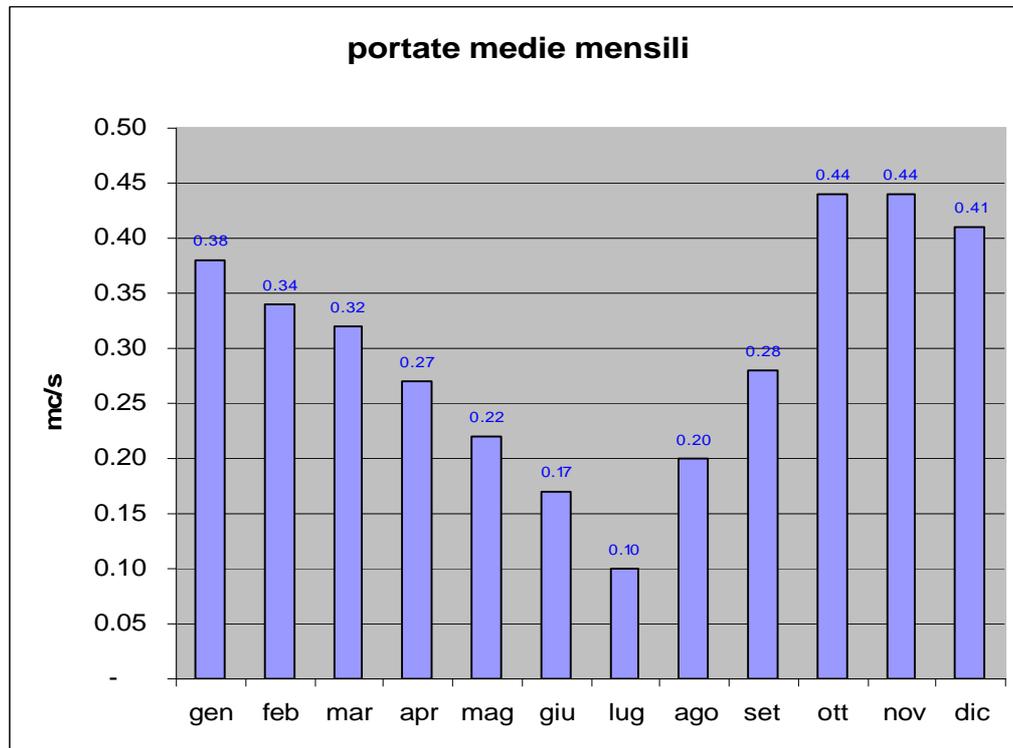
Bacino 2 – Sezione di chiusura a monte dell'immissione del Rio di Piazza

Dati generali Bacino 2

vol tot annuo	1.282	mm
portata media annua	0.30	mc/s
portata derivata	0.03	mc/s

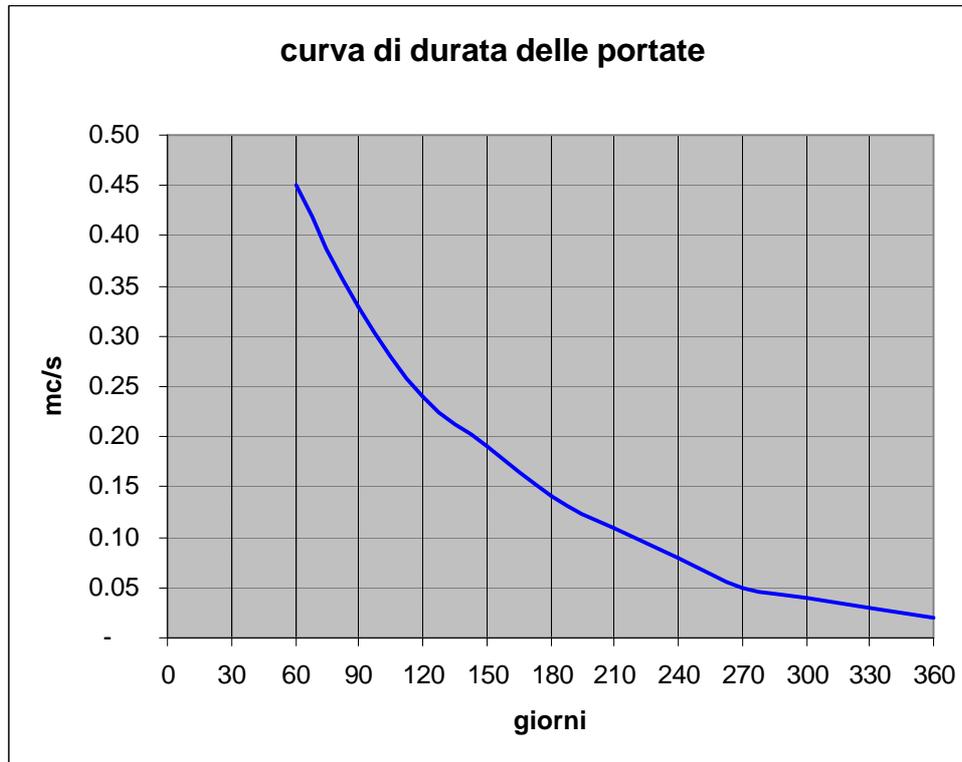
Portate medie mensili

<i>mesi</i>	<i>mc/s</i>
gen	0.38
feb	0.34
mar	0.32
apr	0.27
mag	0.22
giu	0.17
lug	0.10
ago	0.20
set	0.28
ott	0.44
nov	0.44
dic	0.41



Curva di durata

giorni	mc/s
60	0.45
90	0.33
120	0.24
150	0.19
180	0.14
210	0.11
240	0.08
270	0.05
300	0.04
330	0.03
360	0.02



4.5 Sostenibilità dell'uso della risorsa

La sostenibilità dell'uso delle risorse idriche superficiali è legata alla loro salvaguardia qualitativa, che viene effettuata attraverso il controllo degli scarichi, e quantitativa, attraverso il controllo delle portate derivate, al fine di garantire la sopravvivenza dell'ambiente acquatico e dell'habitat ad esso contiguo.

Il controllo delle portate si esplica nella determinazione del DMV , inteso come deflusso che, in un corso d'acqua, deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati, nel migliore utilizzo delle risorse idriche a disposizione. Per tutto quanto concerne il MDV si rimanda al Capitolo 5.

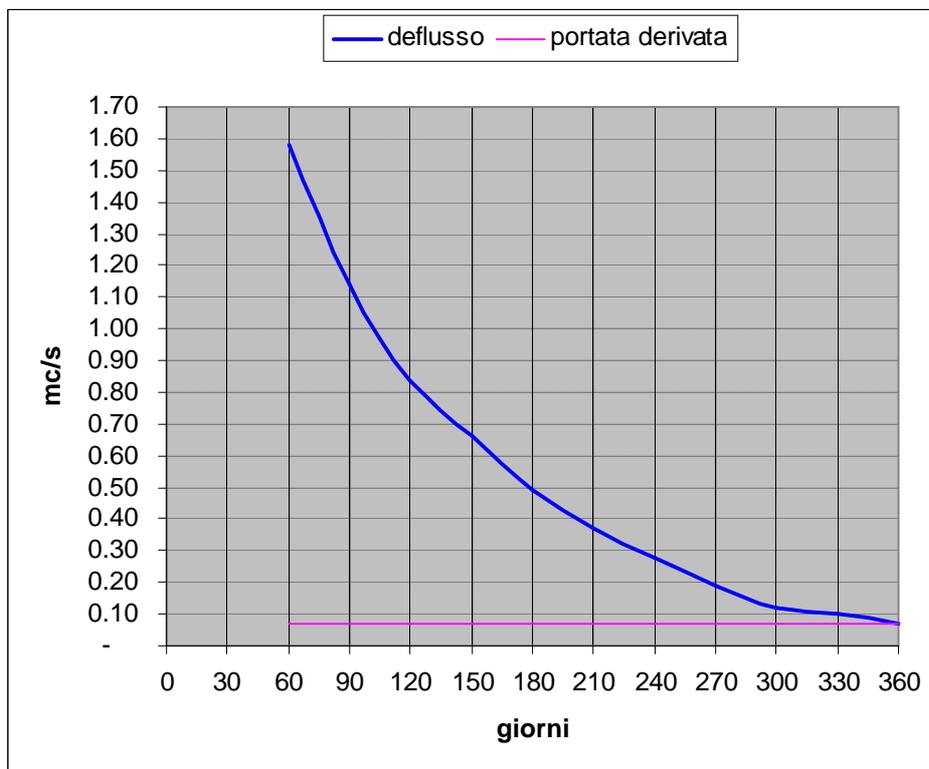
Le acque sotterranee inoltre costituiscono un'importante risorsa naturale, in grado di soddisfare buona parte dei fabbisogni idrici per uso potabile e produttivo. Il loro sfruttamento da parte dell'uomo può essere adeguatamente pianificato al fine di tenere in debita considerazione le ripercussioni sulla quantità e sulla futura disponibilità.

Per una corretta valutazione della sostenibilità si è proceduto confrontando la curva di durata delle portate del corso d'acqua con le derivazioni da acqua fluente in modo

da poter verificare per quanti giorni all'anno tali concessioni possano essere garantite.

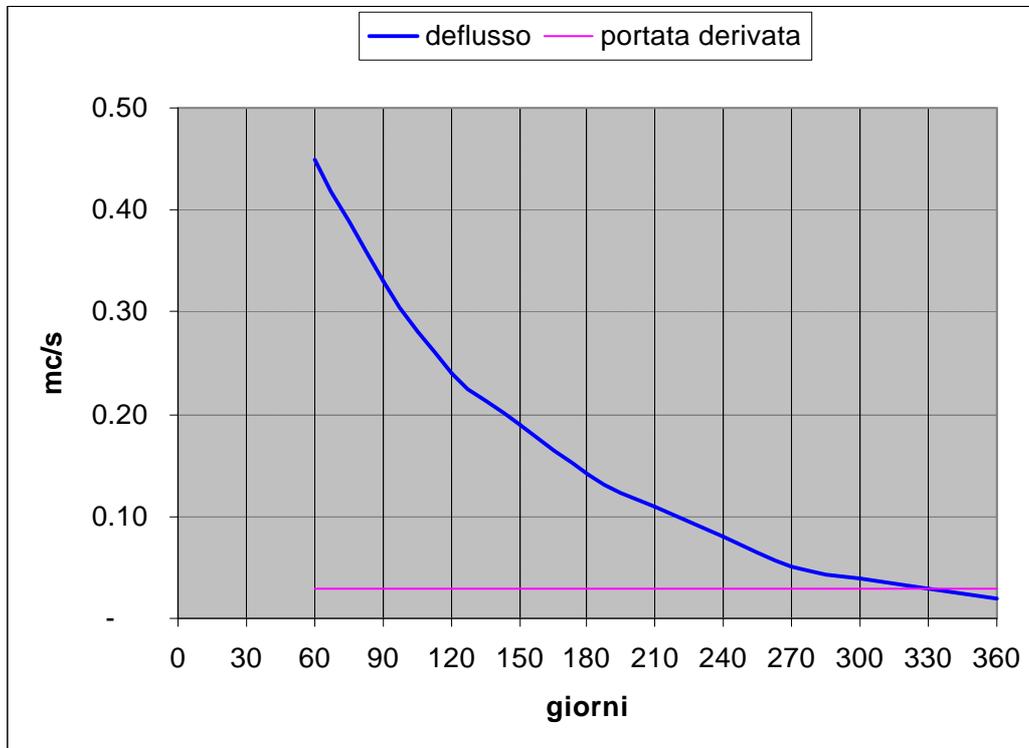
Operando tale confronto in corrispondenza delle sezioni di valle dei due bacini considerati, si sono prese in considerazione tutte le captazioni ufficialmente denunciate presenti nell'area, che risultano comunque un limite inferiore all'entità totale dei prelievi dell'intera area, anche se in questo modo, in realtà, non si opera in una condizione di sicurezza.

Bacino 1 – Sezione di chiusura alla foce



Dal confronto effettuato emerge che la portata derivata è garantita per 360 giorni l'anno. Per cinque giorni nell'arco dell'anno tale portata supera il valore di deflusso desunto dalla curva di durata.

Bacino 2 – Sezione di chiusura a monte dell'immissione del Rio di Piazza



Dal confronto effettuato emerge che la portata derivata è garantita per 330 giorni l'anno. Per trentacinque giorni nell'arco dell'anno tale portata supera il valore di deflusso desunto dalla curva di durata.



5. DEFLUSSO MINIMO VITALE

Il Deflusso Minimo Vitale (MDV) è definito dal limite inferiore di deflusso che, salvo casi specifici, occorre sempre rispettare e, in certi casi, superare per garantire il mantenimento o il raggiungimento di obiettivi di qualità definiti per il singolo corso d'acqua dalla Pianificazione, integrando l'applicazione delle tecnologie depurative.

L'impatto antropico più evidente sulle portate dei corsi d'acqua è quello provocato dalle derivazioni idriche ed è rappresentato dall'impoverimento della portata fluente nel tratto compreso tra l'opera di presa e quella di restituzione. Oltre ai conflitti d'uso tra i vari utilizzi, ciò induce condizioni di sofferenza per i macroinvertebrati e per i pesci e, in casi estremi, può condurre a estese morie ittiche e di altri organismi acquatici.

5.1 Inquadramento legislativo

5.1.1 Legislazione Nazionale

Legge 18 maggio 1989, n. 183

Nel quadro normativo statale il concetto di MDV viene introdotto per la prima volta con la Legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" la quale, al comma 1, lettera i) dell'art. 3 prescrive, tra le attività di programmazione, pianificazione ed attuazione finalizzate ad assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi, la "razionale utilizzazione delle risorse idriche superficiali e profonde, con un'efficiente rete idraulica, irrigua ed idrica, garantendo, comunque, che l'insieme delle derivazioni non pregiudichi il minimo deflusso costante vitale negli alvei sottesi, nonché la pulizia delle acque".

Il Decreto Legislativo 12 luglio 1993, n. 275

L'art. 5 del D. Lgs. 275/93, all'art. 5, introduce esplicitamente il concetto di MDV nel Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici (R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775) con il nuovo art. 12-bis, che al comma 2 recita "...il provvedimento di concessione tiene conto del minimo deflusso costante vitale da assicurare nei corsi d'acqua, ove definito...."



Legge 5 gennaio 1994, n. 36

Il concetto di MDV è stato ripreso dalla Legge 36/94 "Disposizioni in materia di risorse idriche" (c.d. "Galli"), la quale fornisce gli strumenti di complemento per l'attuazione dei principi ispiratori della 183

Deliberazione n. 23/95

Commissione per la definizione di una norma concernente il MDV

Nel 1995 l'Autorità di Bacino del Fiume Po, per elaborare una comune strategia per il recupero e la salvaguardia degli ecosistemi fluviali e di compatibilità dell'uso della risorsa idrica, e per coordinare e rendere coerenti nell'intero bacino del Po le regole operative per la determinazione del MDV, costituisce con Deliberazione n. 23/95, una Commissione tecnico - operativa formata da funzionari ministeriali (Ministeri dell'Ambiente, dei Lavori Pubblici, delle Politiche Agricole e Forestali) interessati, dai funzionari delle regioni del bacino del Po, e da alcuni esperti del settore.

Il Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152

Il D.Lgs. 152/99 si inserisce nel quadro delle normative ambientali già esistenti, riguardanti la salvaguardia delle acque, in particolare tra le leggi 319/76 e 183/89, definendo i Piani di tutela delle acque quali strumenti di pianificazione sostitutivi di fatto dei Piani di risanamento previsti dalla Legge 319/76 e integrativi dei Piani di bacino, come Piani stralcio sulla qualità delle acque previsti dalla Legge 183/89.

Linee guida ministeriali per la definizione del MDV

Il D. Lgs. 152/99 prevede, all'art. 22, comma 4, l'emanazione da parte del Ministro competente di "...le linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale".

Secondo lo schema di decreto, concordato in sede tecnica della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome, il MDV viene definito come "la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali", dove si intende per:

- "caratteristiche fisiche" del corso d'acqua, il mantenimento delle sue tendenze evolutive naturali, anche in presenza di variazioni artificialmente indotte (nel tirante idrico, portata e trasporto solido);
- "caratteristiche chimico-fisiche", il mantenimento - nel tempo - dello stato di qualità delle acque, in linea con il perseguimento degli obiettivi di qualità previsti dal D. Lgs. 152 e della naturale capacità di autodepurazione del corso d'acqua;



- "biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali", il mantenimento - nel tempo - delle comunità caratteristiche dell'area di riferimento, prendendo in considerazione anche i diversi stadi vitali di ciascuna specie.

Confluiscono quindi nella determinazione del MDV aspetti di tipo naturalistico (caratteristiche idrologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e di conservazione e recupero dell'ambiente fluviale) e di tipo antropico (modificazioni dell'alveo, la presenza di carichi inquinanti) caratteristici di ogni tronco di corso d'acqua di interesse.

5.1.2 Legislazione Regionale

L.R. 28 gennaio 1993, n. 9.

Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della legge 18 maggio 1989, n. 183.

La normativa regionale recepisce quella nazionale con la Legge Regionale 28/93.

L.R. 12 marzo 2003, n. 6.

Disposizioni urgenti in campo ambientale.

L.R. 16 novembre 2004, n. 21.

Norme per la tutela della fauna ittica e dell'ecosistema acquatico e per la disciplina della pesca nelle acque interne. (B.U. 1 dicembre 2004, n. 11)

5.2 Criteri per la determinazione del Minimo Deflusso Vitale

In letteratura sono stati proposti diversi indici, alcuni dei quali sono stati anche adottati in normative italiane ed estere.

Nella maggior parte dei casi questi indici ricadono nelle categorie seguenti:

- indici proporzionali all'area del bacino: sono definiti da un valore costante di portata per unità di superficie del bacino, per esempio 1.6 l/s km² (formula Valtellina).
- indici proporzionali alla portata media annua: sono definiti come prodotto della portata media annua, valutata su un numero sufficiente di anni, e un coefficiente che generalmente varia tra 0.05 e 0.2
- indici derivati dalla curva delle durate: sono definiti dalla portata con durata pari a 347 giorni o a 355 giorni della curva media delle durate delle portate



- indici probabilistici: sono definiti dalla portata minima che si verifica per un certo numero di giorni consecutivi, generalmente 10, e con tempo di ritorno assegnato, generalmente 10 anni
- indici derivati dalla portata minima giornaliera nell'anno medio;

In generale, per quanto emerso realizzato finora, le metodologie di definizione del MDV possono essere suddivise in due grandi categorie:

- metodi speditivi a regionalizzazione ("regionali"), che utilizzano parametri idrologici sintetici;
- metodi "sperimentali", che mirano a determinare la relazione tra la portata e la qualità dell'habitat, e che generalmente si riferiscono a quelle ottimali per una prefissata specie di riferimento.

5.3 Definizione dei tratti per i quali il MDV viene valutato

I tratti nei quali viene valutato il Minimo Deflusso Vitale sono i seguenti:

Tratto 1 – Dalla foce alla confluenza con il Rio di Piazza.

Tratto 2 – A monte della confluenza con il Rio di Piazza.

5.4 Definizione degli utilizzi della risorsa idrica per i tratti omogenei individuati

Sono qui riportate in seguito le caratterizzazioni relative ai singoli tratti omogenei in cui è stata suddivisa l'asta principale del Torrente Castagnola.

Tratto 1

In questa parte si trova la maggioranza di pozzi e derivazioni. Hanno luogo approvvigionamenti idrici degli acquedotti comunali, pozzi ad uso irriguo e potabile, attività artigianali in corrispondenza della confluenza con il Torrente Mezzema, campeggi. Ci troviamo in presenza di nuclei abitati.

Tratto 2

In questo tratto il corso d'acqua presenta minor numero di derivazioni idriche e l'entità complessiva della quantità emunta è circa la metà di quella riscontrata nel tratto 1.



5.5 Definizione dell' MDV per i tratti omogenei individuati

Il valore di soglia minima della componente idrologica del Deflusso Minimo Vitale si basa sull'applicazione della formula sotto riportata, definita dall'Autorità di Bacino del Fiume Po per i bacini liguri del versante padano, padano a est bacino del Fiume Trebbia (incluso), che viene estesa per continuità geografica ai bacini del versante ligure situati a est del Torrente Bisagno (escluso).

Coerentemente alle indicazioni espresse nella Deliberazione 1146 del 15/10/04 della Regione Liguria, per la determinazione del MDV si è ricorso alla metodologia indicata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, espressa dalla seguente formula.

$$MDV = k \cdot q_{meda} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

In tale espressione si possono individuare due componenti:

- Componente idrologica ($MDV = k \cdot q_{meda} \cdot S$)
- Componente relativa alle caratteristiche del bacino e dell'utilizzo della risorsa idrica (*fattori correttivi: M, Z, A, T*)

In questa fase ci si preoccupa di definire solo la componente idrologica; si rimanda a studi successivi la determinazione dei parametri (M, Z, A, T) relativi alle caratteristiche del bacino e all'utilizzo della risorsa idrica.

Di seguito quindi con la dicitura "MDV" si intenderà il Minimo Deflusso Vitale "idrologico", ovvero:

$$MDV = k \cdot q_{meda} \cdot S$$

Questo si ottiene, sulla base delle indicazioni dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, moltiplicando tra loro la "portata specifica media annua per unità di superficie sottesa" (q_{meda}), la superficie sottesa alla sezione considerata (S) e un coefficiente "k".

$$K = -2.24 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.086$$

In relazione all'applicazione della formula si forniscono per maggior chiarezza e uniformità le seguenti precisazioni:

- **Q_{meda}** = portata specifica media per unità di superficie (Q_{meda}/S) in l/s kmq.
Deve essere utilizzato il valore calcolato dal modello "Hydro-co" riferito alla specifica sezione di calcolo del MDV.
- **S** = superficie del bacino sottesa alla sezione del corso d'acqua espressa in



kmq. Tale valore va inteso come riferito all'effettiva sezione di calcolo del MDV.

Per quanto riguarda portata media e superficie sottesa, si è utilizzato il modello di bilancio idrico Hydro in grado, in ciascuna sezione venga interrogato, di individuare il bacino sotteso e di fornire un valore di deflusso.

Per quanto riguarda il coefficiente "k", questo rappresenta un fattore di tipo idrologico che esprime la percentuale di portata media da considerarsi nel calcolo del MDV. Alle Province è lasciata libertà nelle tecniche di determinazione di tale valore.

Per quanto concerne il bacino del Torrente Castagnola si è stabilito di determinare il parametro K con procedimento inverso, ottenendo pertanto nuovamente il valore della portata di minimo deflusso già desunta dalla curva di durata.

Il valore del DMV pertanto, nei tratti ritenuti omogenei considerati, assume la seguente entità.

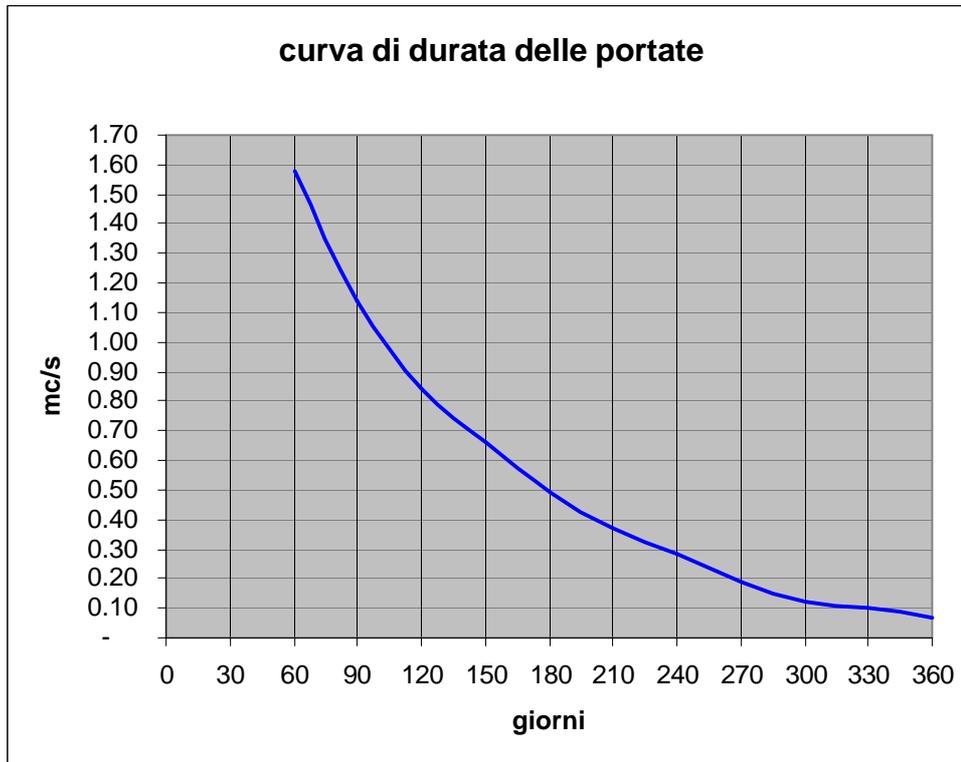
Bacino 1 – Foce

Dati generali Bacino 1

vol tot annuo	1.304 mm
portata media annua	1.03 mc/s
portata derivata	0.072 mc/s

Curva di durata

<i>giorni</i>	<i>mc/s</i>
60	1.58
90	1.14
120	0.84
150	0.66
180	0.49
210	0.37
240	0.28
270	0.19
300	0.12
330	0.10
360	0.07



Calcolo MDV

Superficie bacino S =	25.07 kmq
MDV = K Qmeda S [mc/s]	
K = -2.24 10 ⁻⁵ S + 0.086 =	0.085438432
Qmeda S = Q media annua =	1.03 mc/s
MDV =	0.0880 mc/s

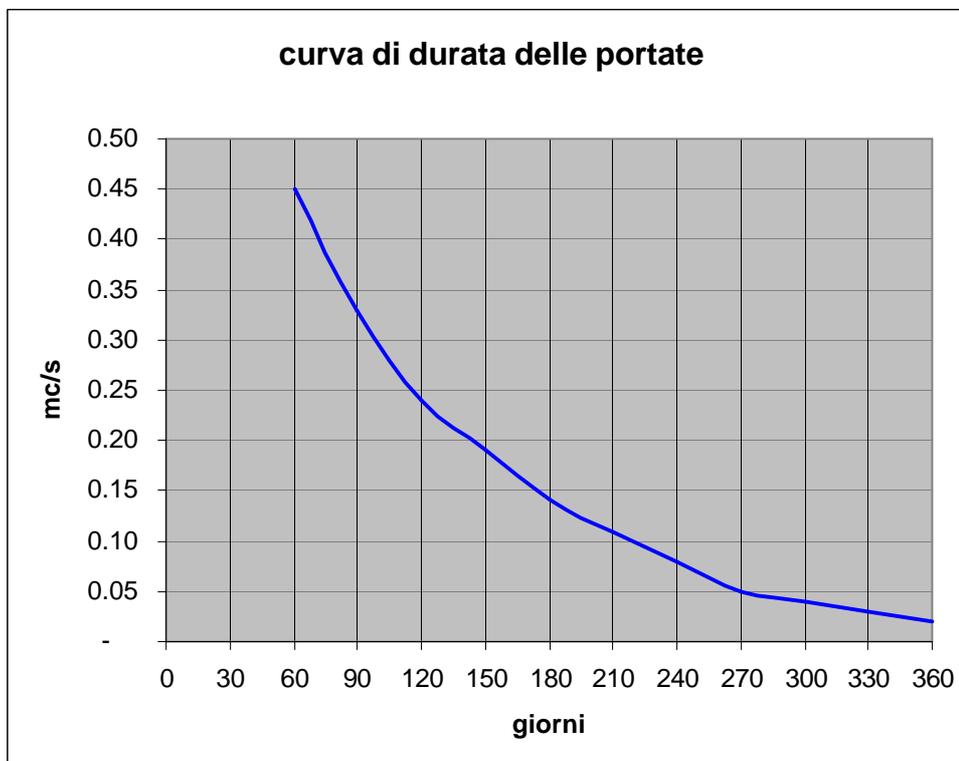
Bacino 2 – A monte della confluenza con il Rio di Piazza

Dati generali Bacino 2

vol tot annuo	1.282	mm
portata media annua	0.30	mc/s
portata derivata	0.03	mc/s

Curva di durata

<i>giorni</i>	<i>mc/s</i>
60	0.45
90	0.33
120	0.24
150	0.19
180	0.14
210	0.11
240	0.08
270	0.05
300	0.04
330	0.03
360	0.02





Calcolo MDV

Superficie bacino S =	7.2787 kmq
MDV = K Qmeda S [mc/s]	
K = -2.24 10 ⁻⁵ S + 0.086 =	0.085836957
Qmeda S = Q media annua =	0.30 mc/s
MDV =	0.02575 mc/s

- Tratto 1 – Dalla foce alla confluenza con il Rio di Piazza

$$MDV = 0,088 \text{ mc/s} \quad (88 \text{ l/s})$$

- Tratto 2 – A monte della confluenza con il Rio di Piazza

$$MDV = 0,026 \text{ mc/s} \quad (26 \text{ l/s})$$



6 - NORME DI ATTUAZIONE

Titolo I

Finalità, contenuti ed elaborati del Piano

Art. 1 Finalità generali del Piano

1. Il presente Piano costituisce piano stralcio di bacino relativo ai settori funzionali ai sensi dell'art. 65 comma 8 del D.Lvo 152/06
2. Il Piano costituisce il quadro di riferimento vincolante per i soggetti pubblici e privati, che esercitano funzioni ed attività inerenti la risorsa idrica. Il Piano persegue la finalità della gestione ambientalmente sostenibile delle acque superficiali e sotterranee attraverso la definizione del bilancio idrico e la determinazione del Deflusso Minimo Vitale (DMV) che garantisce la tutela dei corpi idrici e la conservazione delle biocenosi tipiche

Art. 2 Ambito di applicazione

1. Le previsioni del piano si applicano al sistema idrografico composto dal bacino del T. Castagnola quale corpo idrico significativo come indicato nella DGR 1705/03, che interessa i Comuni di Framura e Deiva Marina.

Art. 3 Oggetto del Piano

1. Il Piano persegue gli obiettivi indicati negli art. 76 e 95 del D.L. 152/06 per gli aspetti relativi alla pianificazione del bilancio idrico e attinenti alla tutela quantitativa della risorsa idrica ed ha i seguenti contenuti essenziali:
 - a) caratterizzazione del bacino superficiale e sotterraneo¹;
 - b) determinazione del bilancio idrico;
 - c) definizione del deflusso minimo vitale.

¹ La caratterizzazione del bacino sotterraneo e superficiale si intende riferita agli aspetti attenenti alla tutela quantitativa della risorsa .



Art. 4 Elaborati del Piano

1. Il Piano è costituito dai seguenti elaborati:
 - a) la relazione generale e le norme di attuazione;
 - b) le tavole di Piano;
 - c) gli allegati tecnici.

Titolo II

Disciplina del bilancio idrico

Art. 5 Misure di risparmio idrico

Il risparmio della risorsa idrica è conseguito, in particolare, mediante:

- l'installazione di dispositivi tecnologici di risparmio;
- la promozione e/o incentivazione delle strutture consortili irrigue;
- l'adozione di dispositivi per la misurazione delle portate e dei volumi d'acqua derivati secondo le modalità ed indicazioni regionali anche al fine di razionalizzare i sistemi di controllo;
- l'individuazione, nelle concessioni ad uso irriguo, di specifiche modalità di irrigazione in ragione delle tipologie delle colture e della disponibilità idrica;
- la promozione di una Politica tariffaria differenziata in ragione del consumo ed utilizzo della risorsa.

Art. 6 Riequilibrio del bilancio idrico

1. Il riequilibrio del bilancio idrico concorre alla tutela quali-quantitativa delle acque ed è perseguito attraverso una serie coordinata di azioni, volte a consentire un consumo idrico sostenibile, riguardanti in particolare:

- a) il riordino irriguo;
- b) la revisione dei titoli di concessione;
- d) la revisione delle regole operative degli invasi esistenti;
- e) i trasferimenti di acqua;
- f) la realizzazione di nuove capacità di invaso;
- g) i protocolli di gestione dinamica delle criticità quantitative stagionali.

2. Fatte salve le utilizzazioni in atto e fatti salvi i progetti di valenza strategica riconosciuta dalla pianificazione regionale o provinciale di settore, non è consentito trasferire acqua al di fuori del bacino del T. Castagnola.



Art. 7 Restituzione delle acque

1. Le acque a qualunque uso derivate qualora restituite ai corpi idrici superficiali devono presentare caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche tali da non compromettere il rispetto degli obiettivi del Piano di tutela.
2. Le acque di falda, oggetto di concessione, devono essere restituite solo in superficie.
3. La restituzione di acque provenienti da impianti destinati alla produzione di energia idroelettrica ad acqua fluente deve essere predisposta in modo da escludere fenomeni localizzati di erosione del fondo e delle sponde.

Art. 8 Reti di monitoraggio

1. La rete di monitoraggio dei corpi idrici regionali deve essere estesa, coordinata ed aggiornata per renderla più funzionale al fine di supportare i sistemi di previsione e gestione delle risorse idriche secondo gli obiettivi e le strategie definite dal Piano e secondo i sistemi indicati dalla Regione.

Art. 9 Definizione del Deflusso Minimo Vitale

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV)² è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che garantisce la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

Art. 10 Criteri di calcolo del Deflusso Minimo Vitale

1. Il DMV in una determinata sezione dell'alveo è calcolato secondo la formula

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

che prende in considerazione:

- una componente idrologica “ $k q_{media} S$ ”, definita in base alle peculiarità del regime idrologico;
- i fattori correttivi M, Z, A, T.

2. Il valore della componente idrologica alla sezione considerata viene calcolato sulla base del modello idrologico distribuito di cui al capitolo 4 della Relazione.

3. Il valore del parametro K è definito al capitolo 5.5 della Relazione.

² come definito dalle " Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino" ex art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152.



4. Il DMV può assumere valori differenti nel corso dell'anno, allo scopo di conservare la variabilità del regime naturale dei deflussi, con particolare riferimento alle esigenze di tutela dell'ittiofauna.

Art. 11 Individuazione dei fattori correttivi costituenti la componente morfologica ambientale

Entro il 31 dicembre 2008 la Giunta Regionale definisce i criteri per la determinazione e l'applicazione dei fattori correttivi del DMV.

Nei disciplinari di concessione, approvati nelle more della definizione dei fattori correttivi, deve essere previsto l'obbligo del concessionario di adeguare la componente idrologica del DMV a seguito dell'eventuale introduzione dei fattori stessi.

Qualora l'applicazione dei fattori correttivi aumenti il valore del DMV complessivo oltre la soglia del doppio della componente idrologica, l'Autorità concedente³ ha la facoltà di limitare il valore del DMV a tale soglia, nel caso in cui il concessionario ne dimostri la sua adeguatezza, rispetto agli aspetti che il DMV è volto a salvaguardare, sulla base di indagini e sperimentazioni sitospecifiche a propria cura e spese.

Art. 12 Ambito di applicazione del DMV

Il valore del DMV, che costituisce condizione per l'assenso o il rinnovo di concessioni di derivazione che, alla data di entrata in vigore del Piano, non siano state assentite, è calcolato ed applicato ad ogni derivazione superficiale da corso d'acqua, con le tempistiche e le modalità di seguito specificate.

Nelle more della definizione dei fattori correttivi di cui all'art.11 il valore del DMV è calcolato sulla base della componente idrologica.

Nel caso di concessioni in atto, nonché nei casi in cui ricorrano i presupposti dell'art.12 bis del R.D. 1775/1933, il rilascio del DMV viene stabilito dalla data del rinnovo della concessione e comunque non oltre il 31.12.2008.

Le concessioni in atto devono essere adeguate in relazione all'applicazione degli eventuali fattori correttivi del DMV entro il 31/12/2016.

L'adeguamento può essere definito dall'Autorità concedente attraverso un programma che preveda tempistica e priorità in relazione alle criticità evidenziate nella pianificazione di settore.

L'adeguamento delle concessioni vigenti compreso quello relativo al canone concessorio non può dar luogo alla corresponsione di indennizzi da parte della autorità concedente.

L'autorità concedente, ai fini di assicurare il rilascio del valore del DMV previsto per la sezione considerata, dispone, se del caso, la sospensione o riduzione temporanea delle derivazioni interessate.

³ Per Autorità concedente si intende la Provincia in quanto ente competente in materia di piccole derivazioni e la Regione in quanto ente competente in materia di grandi derivazioni di acqua.



Al fine di garantire la continuità dell'ecosistema fluviale interessato dalla derivazione è necessario, ancorché sia tecnicamente possibile e compatibile con la sicurezza delle opere, che il rilascio del DMV assicuri che le condizioni di protezione e di salvaguardia relative alla sezione di riferimento si mantengano per l'intero tratto influenzato dalla derivazione stessa.

In tutti i disciplinari di concessione deve essere indicata la facoltà dell'Autorità concedente di revisione periodica del valore del DMV.

10. La revisione del DMV può essere determinata tenendo conto dei risultati e degli sviluppi del monitoraggio qualitativo effettuato sul corso d'acqua interessato dalle derivazioni, dell'evoluzione nel tempo dell'impatto antropico, dell'attuazione delle misure previste dal Piano, del raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale definiti per il corpo idrico oggetto della derivazione, nonché di specifiche sperimentazioni e verifiche sull'efficacia dei rilasci.

Art. 13 Deroghe nell'applicazione del DMV

Le Autorità concedenti, in caso di particolari e documentate situazioni locali, possono variare per periodi definiti non superiori a 3 mesi i valori previsti per il DMV, qualora non sia possibile soddisfare la richiesta di acqua mediante l'utilizzo di altre fonti alternative e siano state poste in essere tutte le misure atte al risparmio della risorsa idrica ovvero se tali misure risultano non economicamente sostenibili. Tali deroghe non devono, comunque, pregiudicare il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale e gli obiettivi per specifica destinazione previsti dal Piano di Tutela delle Acque (PTA) per il corso d'acqua.



Titolo III

Disposizione transitorie e finali

Art. 14 Effetti del Piano nei confronti dei restanti strumenti di pianificazione di settore

1. Le prescrizioni degli articoli 9, 10, 11, 12, e 13 prevalgono, ai sensi e per gli effetti del comma 2 dell'articolo 17 della l.r. 9/1993, sulle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione di settore e vincolano la pianificazione regionale provinciale, e comunale di settore con effetto di integrazione della stessa, ed, in caso di contrasto, di prevalenza su di essa.

Art. 15 Gestione del Piano - soggetti preposti alla sua applicazione

1. Sono preposti all'attuazione del Piano, alla corretta applicazione delle sue previsioni nonché alla divulgazione dei relativi contenuti l'amministrazione Provinciale della Spezia, la Comunità Montana della Riviera Spezzina ed i Comuni di Framura e Deiva Marina, i cui territori rientrano nell'ambito di applicazione del presente Piano.

Art. 16 Regime transitorio

1. Nelle more dell'acquisizione dei dati misurati forniti dalle reti di monitoraggio, in corso di implementazione, il DMV è calcolato, prioritariamente, nei tratti "Vita Pesci", individuati nella cartografia allegata al Piano di Tutela delle acque redatto da Arpal ai sensi del D.Lgs. 152/99 (tav. 15) al fine di assicurare le condizioni di protezione e salvaguardia relative alle specie presenti.

Art. 17 Adeguamento del Piano

1. Il Piano può essere oggetto di modifiche in considerazione dei risultati delle attività di monitoraggio, di realizzazione di interventi nonché dell'attuazione di misure di gestione finalizzate al raggiungimento degli obiettivi di tutela delle risorse idriche superficiali e sotterranee.