



PROVINCIA DI GENOVA

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL BILANCIO IDRICO



IL BACINO DEL FIUME ENTELLA

Approvato con D. C. P. n° 19 del 15/04/2009

Elaborato	Verificato	Verificato	Regolarità tecnica	Data	Rev.
Geol. Alessandro TOMASELLI Geol. Ilaria SPINETTI Ing. Fabio DE ANTONI Ing. Luca DE FALCO Geom. Alessio BRANDINO Geom. Marco GRITA	Geol. Aurelio GIUFFRE'	Biol. Maria TRAVERSO	Geol. Mauro LOMBARDI	15/04/2009	0

Provincia di Genova - Direzione Pianificazione Generale e di Bacino
Largo F. Cattanei, 3 16147 – Genova Quarto - Telefono 010/54991 - fax 010/5499.861
www.provincia.genova.it - e-mail: area06-DifesadelSuolo@provincia.genova.it

Sistema di gestione della qualità ISO 9001:2008 – RINA Certificato n. 6556/02

INDICE

2. CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO	3
2.1 Inquadramento geografico e definizione del bacino idrografico	3
2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico, finalizzato alla caratterizzazione idrogeologica	6
2.3 Inquadramento climatico	15
2.3.1 Analisi delle temperature	26
2.3.2 Analisi degli afflussi	29
2.3.3 Considerazioni	31
2.4 Uso suolo	33
2.5 Aree protette relazionate alle risorse idriche	37
2.6 Principali attività antropiche correlate allo sfruttamento delle risorse idriche ..	38
3. GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO	42
4. BILANCIO IDRICO	83
4.1 Bilancio Idrologico (generalita')	83
4.1.1 Afflussi	83
4.1.1.1 Dati pluviometrici strumentali	83
4.1.1.2 Anno idrologico di riferimento	115
4.1.1.3 Isoiete e calcolo degli apporti idrici diretti	130
4.1.1.4 Apporti idrici indiretti	137
4.1.1.4.1 Naturali	137
4.1.1.4.2 Artificiali	137
4.1.2 Deflussi	138
4.1.2.1 Dati termometrici strumentali	138
4.1.2.2 Isoterme	156
4.1.2.3 Stima dell'evapotraspirazione reale	156
4.1.2.4 Dati idrometrici strumentali	163
4.1.2.5 Deflusso totale	171
4.1.2.6 Uscite di acque sotterranee verso domini idrogeologici adiacenti o verso mare	177
4.1.2.7 Valutazioni circa il rapporto tra il deflusso calcolato e quello strumentale	178
4.1.3 Eccedenza idrica	182
4.1.4 Censimento delle sorgenti	187
4.1.4.1 Curve di portata	191
4.1.4.2 Caratteristiche di temperatura	196
4.2 Utilizzazioni in atto	196
4.2.1 Censimento delle derivazioni	198
4.2.1.1 Portate derivate	198
4.2.1.2 Portate restituite	199
4.2.2 Censimento dei pozzi	199
4.2.2.1 Portate captate	201
4.2.2.3 Stratigrafia	202
4.3 Equilibrio del bilancio idrico	203
4.4 Curve di durata delle portate	210
4.5 Sostenibilità dell'uso della risorsa	214
5. DEFLUSSO MINIMO VITALE	217
5.3 Definizione dei tratti per i quali il DMV viene valutato	217
5.4 Definizione degli utilizzi della risorsa idrica per i tratti omogenei individuati ..	221
5.5 Definizione dell' DMV per i tratti omogenei individuati	224

2. CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO

2.1 Inquadramento geografico e definizione del bacino idrografico

Il fiume Entella si origina alla confluenza del T. Lavagna (a valle della confluenza del T. Sturla) con il T. Graveglia, in prossimità di Carasco. I tre sottobacini principali sono quindi rappresentati dal T.Lavagna, che scende dalla Val Fontanabuona (nota per l'ardesia), il T.Sturla, che scende dalla omonima valle, ed il T.Graveglia che scorre in un alveo stretto e tortuoso.

L'Entella, nella parte terminale del suo breve corso, divide le due città di Chiavari e di Lavagna.

Il sottobacino del Lavagna, ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure, si sviluppa per un'estensione di poco oltre 160 km²; nella parte settentrionale è delimitato da una marcata orografia, costituita dai rilievi appenninici, mentre a Sud uno spartiacque meno pronunciato lo separa dai bacini che si immettono direttamente sul litorale ligure.

Il Torrente Lavagna nasce da un gruppo di sorgenti situate sulle pendici sud del Monte Lavagnola (1132 metri) e scorre incassato fra le rocce fino alla confluenza, sulla destra idrografica, con il rio di Vallebuona in una valle orientata NE-SW. In tale tratto il Torrente Lavagna presenta un percorso ripido, incassato tra le rocce, con pendenza media di circa 15.5%.

Successivamente prosegue piegando leggermente verso SE fino a Ferriere, da dove l'andamento del suo corso prende decisamente la direzione NW-SE, che mantiene fino alla confluenza, sulla sinistra orografica, con il Torrente Sturla (chiusura del bacino). Scendendo verso valle la pendenza diminuisce oscillando nei vari tratti dal 2% all'8% mentre il torrente descrive ampie anse.

Il reticolo idrografico del bacino è sostanzialmente controllato da lineazioni tettoniche a direzione appenninica ed antiappenninica, grosso modo perpendicolari tra di loro, su cui si sono impostati il Torrente Lavagna ed i suoi principali affluenti. Quindi la distribuzione delle grandi valli antiche è legata, almeno in parte, ad importanti direttrici tettoniche.

Significativa caratteristica del corso d'acqua è la presenza di meandri incassati lungo tutto lo sviluppo del fondovalle principale. Questo fenomeno si spiega con l'abbassamento del livello erosivo di base del fiume, in seguito al quale i meandri tendono ad incassarsi. Nel fondovalle si individuano, in corrispondenza dei lobi di meandro, delle creste che fungono da spartiacque locale. Tali creste conservano nel proprio profilo longitudinale un gradino suborizzontale a testimonianza dell'antico fondovalle pianeggiante.

A partire dall'abitato di Gattorna iniziano, alternate a tratti con sponde rocciose, le zone alluvionali pianeggianti. Nel suo primo tratto, dalle sorgenti alla località Ferriere, il Torrente Lavagna non riceve tributari importanti ad esclusione del Rio di Vallebuona e del

Rio delle Ferriere, ambedue sulla destra orografica. Nel secondo tratto, che rappresenta l'asta principale del torrente, esso riceve sempre sulla destra orografica, il Rio di Lumarzo, il Torrente Litteglia, il Rio delle Bolle, il Rio Pendola, il Fosso di Roncazzi, il Fosso di Camposasco ed altri numerosi corsi d'acqua di minore importanza.

Il bacino del Torrente Lavagna presenta l'insolita caratteristica, per un corso d'acqua ubicato in provincia di Genova, di essere disposto in direzione Est-Ovest e di avere una forma asimmetrica decisamente sbilanciata sul versante sinistro nettamente più ramificato del destro. Gli affluenti principali del Torrente Lavagna sono però tutti situati in sponda orografica sinistra, dove il Torrente Lavagna riceve, da monte verso valle, come principali affluenti il Rio d'Urri, il Torrente Neirone, il Canale di Moconesi, il Torrente Malvaro e il Canale d'Isolona.

Infine, nei pressi di Carasco nel Torrente Lavagna confluisce il Torrente Sturla formando il fiume Entella.

Considerando l'acclività, il territorio risulta ricadere per la maggior parte (oltre il 60%) nelle classi, definite nel relativo Piano di Bacino, con pendenza compresa tra il 35 e il 75%. La porzione di territorio con pendenza compresa tra il 20 e il 35% è poco più del 20%, mentre le aree pianeggianti o terrazzate rappresentano circa il 15% del bacino.

Il bacino idrografico del Torrente Graveglia si sviluppa quasi parallelo alla costa con un andamento O-E fino a Consenti; da qui si diparte in direzione NE la valle laterale di Chiesanuova, percorsa dall'omonimo corso d'acqua. Quindi la Val Graveglia piega a NE verso l'alta valle ricevendo, in corrispondenza del Ponte di Lagoscuro, il contributo delle acque del Rio Novelli e, poco più su, del Rio di Statale e del Torrente Reppia che nasce dal versante meridionale del Monte Zatta ed incide il paesaggio secondo una direzione N-S. Altri tributari del Graveglia sono il Rio Sambuceto, in sponda sinistra, e il Rio di Ne, in sponda destra.

Il bacino idrografico del Torrente Sturla si sviluppa quasi perpendicolare alla costa con un andamento NNE-SSO fino a Borzonasca, da dove assume una direzione circa NNO-SSE, per poi riprendere dopo pochi chilometri l'originaria direzione. La linea dello spartiacque che lo separa dal bacino del T. Aveto e dai bacini della Regione Emilia Romagna passa a Ovest per il M. Bozzale (1081 m.), a Nord per il M. degli Abeti (1539 m.) e a Est per il M. Aiona (1702 m.).

Il Torrente Sturla nasce da un gruppo di sorgenti poste in prossimità del Monte degli Abeti ad una quota di circa 1500 m s.l.m.; esso ha la sua naturale prosecuzione verso Sud nel Fiume Entella, in cui confluiscono anche il Torrente Lavagna (da destra) ed il Torrente Graveglia (da sinistra).

Il corso d'acqua del Torrente Sturla si snoda dapprima verso SW fino all'abitato di Bertigaro; in questo tratto iniziale copre un dislivello considerevole, passando da 1500 m fino ad una quota di 600 m circa. Nel tratto successivo, avente dislivello di circa 300 m, la direzione del torrente diviene N-S; in questo tratto è presente il piccolo invaso artificiale del Lago di Malanotte.

In corrispondenza dell'abitato di Tigliolo il Torrente Sturla riceve il Torrente Oneto e la sua direzione diventa all'incirca NW-SE per un dislivello di circa 150 m; a seguire riceve come affluenti il Torrente Penna, tributario principale che proviene da NE, e i due torrenti Mogliana e Mezzanego in corrispondenza del Comune di Mezzanego. Il Torrente Cicana, in destra idrografica, confluisce in località Costa del Canale; lungo tutto il tratto che va dalla confluenza del Penna sino a quella del Cicana il torrente assume una direzione all'incirca NE-SW.

In corrispondenza dell'abitato di Carasco, nello Sturla confluisce il Torrente Lavagna (proveniente dalla sua destra idrografica) originando il Fiume Entella.

Il sottobacino del Torrente Sturla con i suoi affluenti presenta caratteristiche comuni dal punto di vista morfologico: si riscontrano infatti fondovali assai stretti, talvolta con alvei incassati, con aree pianeggianti limitate; i versanti in genere hanno pendenze comprese tra il 35 e il 75 %, mentre pendenze maggiori si riscontrano alle testate dei torrenti Cicana, Mezzanego e Mogliana dove sovente possono raggiungere il 100 %.

L'Entella, lungo il suo primo tratto (fino alla confluenza del Torrente Graveglia), assume direzione all'incirca Est-Ovest, in corrispondenza di un grande meandro, per poi passare ad una direzione NE-SW che mantiene sino alla foce, compresa fra gli abitati di Chiavari e Lavagna.

L'alveo risulta inciso nelle alluvioni di fondo valle con un andamento sostanzialmente rettilineo con una sezione caratterizzata da una parte centrale più profonda (alveo di magra e di morbida) e da due ampie aree golenali caratterizzate da un elevato grado di urbanizzazione.

Nel bacino si riscontrano pendenze modeste, in gran parte comprese tra 0 e 35%, dovute alla vasta pianura alluvionale (ove è riscontrata una diffusa presenza di insediamenti civili ed industriali) e di versanti di tipo collinare.

2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico, finalizzato alla caratterizzazione idrogeologica

Inquadramento geologico

Torrente Sturla – Fiume Entella

Le valli del Torrente Sturla e del Fiume Entella sono caratterizzate geologicamente dall'appartenenza a due domini denominati rispettivamente Ligure Interno e Ligure Esterno (Liguridi); essi sono separati da un contatto tettonico lungo il quale il primo si accavalla parzialmente al secondo. Il dominio Ligure Interno comprende tre unità tettoniche sovrapposte:

- l' Unità Colli-Tavarone-Serò;
- l' Unità Bracco-Val Graveglia;
- l'Unità Gottero;

di queste tre unità nella zona in esame affiorano principalmente rocce appartenenti all'Unità del Gottero, prevalentemente tale unità affiora lungo la porzione meridionale e di ponente del bacino studiato, fino all'incirca al contatto con il Torrente Sturla. Risulta costituita da una successione scollata, in genere in corrispondenza delle Argille a Palombini e che oltre da queste ultime, è composta dalla Formazione della Val Lavagna (a partire dal Santoniano), che le segue e che passa a sua volta alle Arenarie di Monte Gottero (Campaniano sup. Maastrichtiano) per terminare con le Argilliti di Giaiette (Paleocene), al tetto della successione. Limitatamente ad una porzione ridotta dello spartiacque meridionale del Monte Zatta, che suddivide le valli dei Torrenti Mezzanego e Graveglia, si hanno affioramenti di rocce appartenenti all'Unità Bracco-Val Graveglia. Anche questa Unità risulta scollata dall'originario substrato roccioso a livello del complesso di base delle Argille a Palombini (Santoniano).

Il dominio Ligure – Esterno, che affiora nel settore Nord-Orientale del bacino, all'incirca a Nord - Est del Torrente Sturla e che comprende esclusivamente unità alloctone scollate principalmente lungo i complessi di base, è scomponibile in due zone paleogeografiche di cui la più interna, costituita da una fascia direttamente a contatto con le Liguridi Interne, è quella che affiora nell'area di studio. Essa è costituita da un complesso di base (Complesso di Monte Penna-Casanova-Monte Veri) in parte eteropico di un flysch ad elmintoidi (Flysch di Ottone, Campaniano Maastrichtiano), caratterizzato da un abbondante detritismo, con enormi olistoliti, olistostromi e torbiditi provenienti da altre successioni ofiolitiche (ofioliti e loro copertura sedimentaria); la successione termina con le Marne di Sopralacroce (Paleocene).

Il bacino indagato, risulta essere caratterizzato oltre che dalla presenza di questo substrato, costituito da formazioni sedimentarie con elementi ofiolitici disarticolati dall'originario fondo oceanico, in alcuni casi debolmente metamorfosate, di età Cretacico-Paleocene, anche da potenti coperture detritiche di carattere alluvionale, eluviale, colluviale, di accumulo di frana antica o paleofrana.

Lo studio di dettaglio delle caratteristiche litologiche e strutturali delle numerose formazioni costituenti le Unità tettoniche caratteristiche del bacino oggetto di studio è rimandata alle trattazioni affrontate nell'ambito della redazione del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del Torrente Sturla – Fiume Entella, (Provincia di Genova, 2003); elaborati ai quali si è fatto riferimento per introdurre questo inquadramento geologico generale.

Torrente Graveglia

Al fine di inquadrare geologicamente il bacino idrografico del Torrente Graveglia, occorre richiamare il domino Piemontese – Ligure, cui appartengono sia i calcescisti ofiolitiferi di pertinenza alpina, sia le unità ofiolitifere liguridi di pertinenza appenninica. La serie stratigrafica presente nel bacino del torrente Graveglia può essere sostanzialmente divisa in due parti:

- ofioliti alla base;
- copertura sedimentaria soprastante.

Le ofioliti della Liguria Orientale sono distribuite in due masse principali: la prima è il complesso Bargonasco -Val Graveglia, la seconda è il massiccio del Bracco; quest'ultimo si trova a SE del primo ed è più esterno. Con il termine "complesso Bargonasco – Val Graveglia" si intende l'insieme costituito da Ofioliti - Diaspri-Calcarei a Calpionelle, mentre si considerano a parte gli argilloscisti (intendendo con questi ultimi la porzione stratigraficamente sovrastante ai Calcarei a Calpionelle), anche se ne rappresentano la continuazione stratigrafica. L'insieme degli elementi tettonici del massiccio del Bracco si immerge assialmente al di sotto delle argille a palombini della Val Petronio, mentre il complesso Bargonasco - Val Graveglia risulta essere tettonicamente sovrapposto al massiccio del Bracco.

I complessi ofiolitici della Liguria orientale sono costituiti da un substrato di rocce ultrafemiche (peridotiti) e femiche (gabbri) di origine profonda e da una copertura vulcano-sedimentaria. La maggior parte delle rocce peridotitiche risulta più o meno completamente serpentizzata, le serpentiniti affiorano estesamente entro un'ampia area delimitata ad ovest dall'allineamento costituito dal M.te Carmona, dal M.te Bossea e dal M.te Domenico e ad est dalla linea dello spartiacque che separa il bacino della Val Graveglia dalla Val di Vara. I maggiori affioramenti, per continuità areale e potenza della formazione, si trovano in corrispondenza dei versanti del M.te Comarella e del vicino M.te Bossea, presso il M.te Bocco ed in un'ampia area che dal M.te Coppello arriva fino all'abitato di Reppia.

I complessi gabbri affiorano in modo limitato e talvolta con giacitura filoniana, all'interno delle masse serpentitiche presso la località dell'ex miniera di pirite, sopra l'abitato di Rocca di Roncallo (a quota 570 m.s.l.m.), presso l'abitato di Nascio; un altro importante affioramento di gabbri si può osservare presso la località di Iscioli, lungo la strada che conduce a Sestri Levante.

La copertura vulcano – sedimentaria è invece rappresentata da intercalazioni di brecce sedimentarie composte prevalentemente da elementi di natura ofiolitica, da effusioni basaltiche, da sedimenti fini silicei (Diaspri) e successivi sedimenti calcarei (Calcarei a Calpionelle) che verso l'alto si arricchiscono progressivamente in frazione argillosa di origine detritica (Argille a Palombini). La copertura vulcano-sedimentaria affiora in rapporti

sostanzialmente indisturbati con l'originario substrato ofiolitico; essa affiora estesamente nel settore mediano ed orientale della Val Graveglia, disposta in corpi allungati circa N-S, ed a contatto con i termini ofiolitici, sia sovrastanti che sottostanti; in queste località la successione stratigrafica appare completa e ben conservata. Altrove, invece, appare in affioramenti discontinui, arealmente limitati, interrotti da faglie locali e caratterizzati da una successione stratigrafica incompleta (per quanto riguarda le aree di affioramento dei singoli termini della copertura vulcano-sedimentaria si rimanda all'inquadramento geologico redatto nell'ambito del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del Torrente Graveglia, Provincia di Genova, 2003).

L'inquadramento geologico della Val Graveglia comprende anche una breve descrizione degli Formazione degli scisti della Val Lavagna, definibili genericamente come argilloscisti siltosi, talvolta ardesiaci, con sottili strati di arenarie e marne. Arealmente la Formazione si sviluppa lungo la Val Lavagna, la Valle Sturla, la Val Graveglia e la Val Petronio e interessa anche vaste porzioni del versante litoraneo ad est di Chiavari. La Formazione degli Scisti della Val Lavagna è sostanzialmente costituita da tre membri:

- argilloscisti manganesiferi;
- ardesie (di M.te Verzi);
- scisti "zonati".

Nel bacino del Torrente Graveglia, si rileva la presenza delle sole ardesie e degli "scisti zonati"; il membro delle Ardesie di M.te Verzi affiora estesamente come elemento tettonico indipendente sul lato occidentale e sud-occidentale del bacino della Val Graveglia, nell'area compresa tra la località di S.Oberto, Chiapparola, Tolceto e M.te Valle. Il membro degli scisti zonati costituisce affioramenti particolarmente estesi e continui soprattutto nella parte centrale e nord - orientale dell'area di indagine; in particolare si sviluppano in un'ampia fascia da M.te Lungo a M.te delle Artue fino alla località di Corghetto a sud; altro importante affioramento è quello che si estende dal passo di M.te Camilla al M.te Coppello in una fascia continua ma di spessore eterogeneo da Ovest ad Est.

Nel bacino del Graveglia sono presenti altresì affioramenti delle Arenarie del M.te Gottero (arenarie torbiditiche, quarzoso-feldspatiche), con questo termine si indica la formazione costituita da quelle arenarie ben note e diffuse nella Liguria Orientale, dove costituiscono in particolare i monti Gottero, Zatta e Ramacelo e che nella zona studiata si estendono principalmente fra il M.te Carnella e la costa di Sestri Levante e Riva trigoso, attraverso la Val Graveglia e la Valle Gromolo (Provincia di Genova, 2003).

L'inquadramento geologico si conclude con una breve trattazione della formazione delle argilliti di Giaiette (argilliti con sporadiche intercalazioni arenacee e calcaree), sono raggruppati sotto questa definizione tutti gli scisti argillosi che si trovano sovrapposti alle arenarie del M.Gottero o che vi costituiscono potenti intercalazioni. In questo contesto le argilliti risultano fasciate al tetto ed al letto dalle arenarie del M.te Gottero con cui si trovano in rapporti stratigrafici, anche se parzialmente discordanti. Questa formazione si estende in affioramento dalla località di S.Oberto, a nord, fino alla località di Finocchietto presso M.te Domenico, a sud, ed è osservabile lungo i tagli stradali presso gli abitati di Né, di Consenti e di Frisolino, dove affiora con le sue caratteristiche più tipiche.

Torrente Lavagna

Geologicamente la valle del Torrente Lavagna è impostata nella formazione geologica di Val Lavagna, la quale risulta costituita da alternanze di argilliti scistose grigio-nerastre. Nella parte mediana della valle, in particolare nel versante sinistro, fra le località di Moconesi e San Colombano Certenoli e, nel versante destro fra il passo della

Spinarola, Coreglia e Villa Oneto, è stata distinta la falda delle Ardesie di M.te Verzi, rappresentata da alternanze di marne scure scistose, in banche di alcuni metri, con arenarie ed argilloscisti.

Lo spartiacque sinistro, caratterizzato generalmente da rilievi più alti, presenta in corrispondenza delle cime più elevate (M.te Ramaceto, M.te Caucaso, M.te Carena) affioramenti di arenarie alternate a livelli di argilloscisti, appartenenti alla formazione delle Arenarie di M.te Zatta.

Lo spartiacque destro è invece caratterizzato, alle quote più alte, da affioramenti calcareo-marnosi della formazione dei Calcari di M.te Antola. Completano il quadro geologico gli affioramenti della formazione delle Argille a Palombini nella parte bassa della valle ed un lembo del termine arenaceo della Formazione della Val Lavagna nei pressi del M.te Ramaceto. Per la trattazione di dettaglio delle singole formazioni affioranti nel bacino di studio, si rimanda al Piano di Bacino Stralcio per la difesa idrogeologica, geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica e per la compatibilità delle attività estrattive, Provincia di Genova, 2005; al quale si è fatto peraltro ampiamente riferimento in questo inquadramento geologico generale.

Inquadramento geomorfologico

Anche nell'ambito del bacino idrografico del Fiume Entella, cui fanno capo i tre tributari Lavagna, Sturla Graveglia, l'inquadramento geomorfologico sarà incentrato sull'analisi della presenza e diffusione delle coltri detritiche, quali possibili sedi di falde di versante che perciò possono dare origine in superficie a possibili sorgenti e alla trattazione del fattore acclività, quale componente basilare nell'analisi dei deflussi in superficie.

Torrente Sturla – Fiume Entella

Le coltri di detrito eluviale, colluviale e di frana sono invece distribuite in tutto il territorio della valle, in genere sui medi e bassi versanti. Con il termine di coperture detritiche, si intendono in primo luogo le coltri di alterazione eluvio-colluviali di potenza superiore ai tre metri. L'intensa fratturazione, diffusa nelle varie rocce costituenti i rilievi del bacino, è responsabile di fenomeni di erosione e di crollo che danno origine a estesi e potenti accumuli detritici alle diverse quote dei versanti. Questa configurazione è particolarmente evidente alla testa della valle del Torrente Cicana, lungo le pendici del Monte Ramacelo, nonché nei settori a Nord-Est del Lago di Giacopiane.

Naturalmente la composizione dei depositi eluvio-colluviali è legata a quella dell'ammasso roccioso di origine; vista la prevalenza delle formazioni a carattere flyschoido-torbiditica, la composizione risulta in genere sabbioso-siltosa, con presenza di materiali fini ed abbondanza di scheletro e clasti di natura eterogenea. Le coperture detritiche comprendono inoltre, anche gli accumuli di frane, frane antiche e/o paleofrane. Accumuli di frane antiche o di paleofrane, sono rilevate in tutto l'ambito territoriale di riferimento, sia nella parte alta sia nella parte terminale della valle, sia alle quote basse sia alle quote alte dei versanti. Le dimensioni variano, sia per estensione sia per potenza, da quelle di ridotta entità, come le numerose paleofrane osservate a partire dalla confluenza dello Stura nell'Entella e disseminate quasi ovunque nel bacino dello Sturla, a quelle chilometriche e storicamente riconosciute dei paesi di Cichero, Bertigaro e Campori-Temossi. Come per le coltri eluviali e colluviali, la composizione litologica degli

accumuli di frana, dipende dalla formazione coinvolta nella frana: prevalgono pertanto le componenti sabbiose, data la notevole distribuzione di litotipi a carattere arenaceo.

Dal punto di vista del fattore acclività e da un'analisi della distribuzione spaziale delle classi di acclività si vede come (vedi Figura 2.1) le due classi a maggior distribuzione spaziale sono la quinta e la quarta classe (con pendenze comprese rispettivamente per la quarta classe dal 35 al 50%, per la quinta classe dal 50 al 75%); complessivamente perciò il 61% circa del territorio sotteso dal Fiume Entella e dal sottobacino del Torrente Sturla presenta valori medio – elevati di acclività.

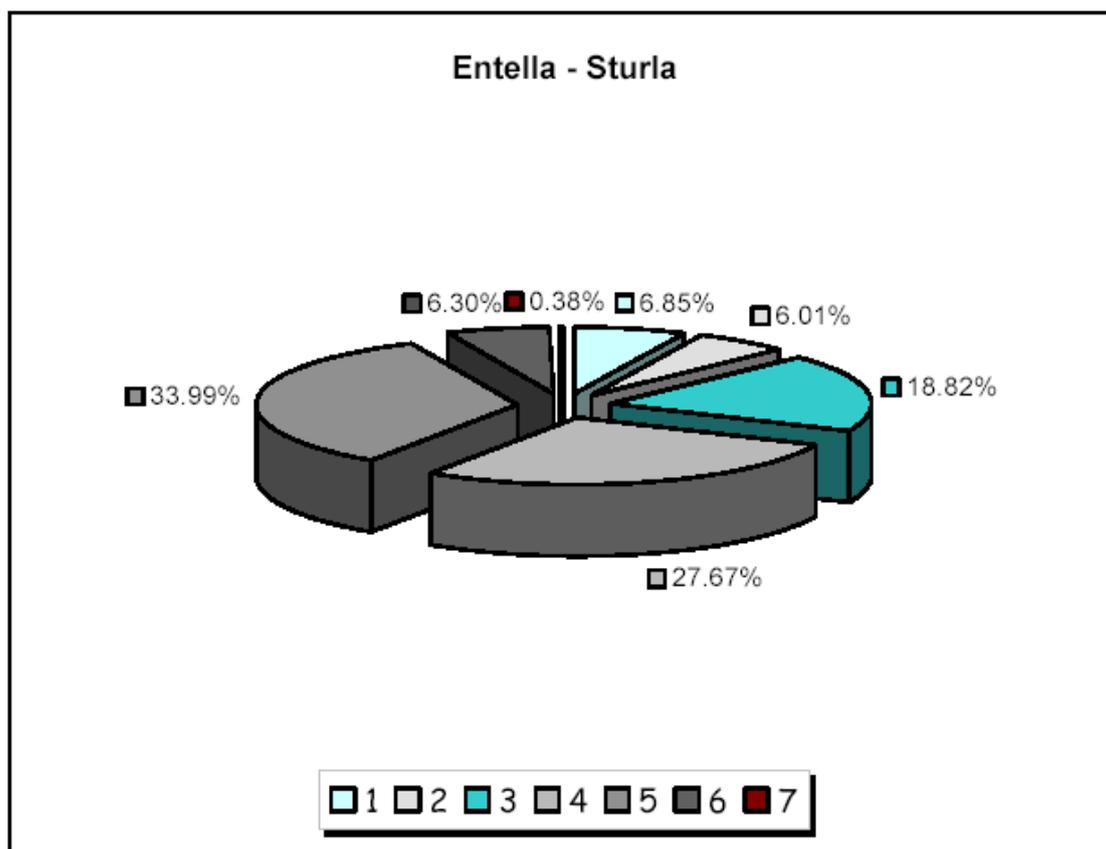


Fig. 2.1 Frequenze delle diverse classi di acclività (Provincia di Genova, 2003).

Torrente Graveglia

Anche per quanto riguarda il bacino idrografico sotteso dal Torrente Graveglia, l'inquadramento geologico-geomorfologico verterà sulla distribuzione e diffusione sul territorio delle coperture detritiche così come su un'analisi generale del fattore acclività. A livello di coperture detritiche all'interno di questo piano di bacino verranno prese in considerazione due tipi di situazione:

- coltri di potenza da 1 a 3 m (coperture detritiche e depositi eluvio-colluviali);
- coltri di potenza superiore ai 3 m (coperture detritiche potenti);

Le coperture detritiche e i depositi eluvio-colluviali di potenza generalmente compresa tra 1 e 3 m si presentano eterogeneamente distribuite alla scala del bacino studiato (come si può evincere dall'esame della carta geomorfologica alla quale si rimanda, prodotta nell'ambito degli studi che hanno portato alla redazione del Piano di Bacino

Stralcio sul Rischio Idrogeologico, Provincia di Genova, 2003); molte volte tuttavia costituendo la classe di coperture meno potenti in assoluto, nell'ambito della distinzione effettuata, presentano dei passaggi gradualmente e risultano molto spesso digitate ai cosiddetti cappellacci di alterazione del substrato roccioso, tanto da renderne difficile e confuso il loro confine. Talvolta questa tipologia di coltri si rinviene a margine di coperture più potenti; questo fatto risulta imputabile alla dinamicità dei versanti ed a fasi successive di riequilibrio nell'ambito dei movimenti franosi.

Nell'ambito di questo bacino le coltri da 1 a 3 m sono state rilevate prevalentemente su substrati di natura argillitica; vista la natura del substrato d'origine esse pur mantenendo uno scheletro medio-grossolano, presentano talvolta una frazione argillosa fine significativamente elaborata.

Passando ad esaminare le coltri di potenza superiore a 3m (si rimanda per l'ubicazione delle stesse alla lettura della carta geomorfologica prodotta nell'ambito del Piano Stralcio sul Rischio Idrogeologico del Torrente Graveglia, Provincia di Genova, 2003) si nota nel territorio del bacino suddetto la presenza di vaste aree così classificabili. All'interno di tale categoria di coltri, ossia le coltri medio-potenti, si è potuta osservare la prevalenza di granulometrie grossolane, che passano talvolta a coltri contenenti trovanti anche ciclopici.

Dal punto di vista del fattore acclività, si può evincere che: circa il 62% del territorio (vedi Fig. 2.1 seguente) risulta rappresentato dalle classi 4 e 5 con pendenze rispettivamente comprese tra il 35% ed il 50% ed il 50% e 75% e che la classe 5 risulta quella in assoluto più frequente sul bacino; in conclusione pertanto il 62% del bacino risulta caratterizzato da valori di acclività medio – elevati.

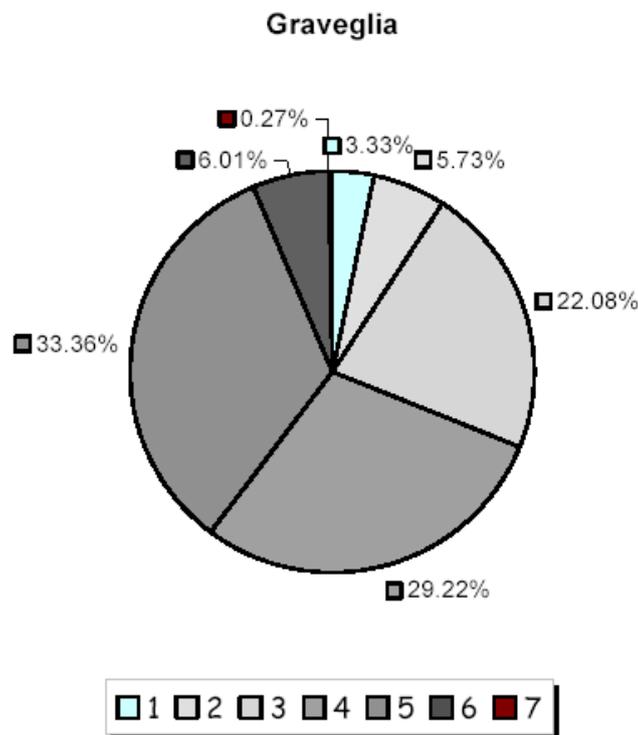


Fig 2.1 Frequenza delle diverse classi di acclività (Provincia di Genova, 2003)

Torrente Lavagna

Nel caso del bacino idrografico del Torrente Lavagna, le coltri di detrito eluviale, colluviale e di frana risultano distribuite in tutto il territorio che costituisce il bacino suddetto. Una diffusione così accentuata di estese zone di detrito è da imputare, oltre che all'acclività, al carattere litologico e strutturale delle formazioni sedimentarie del bacino, interessate da un'intensa laminazione e fratturazione.

Con il termine di coperture detritiche si intendono in primo luogo le coltri di alterazione eluvio-colluviali di potenza superiore ai 3 m (per la localizzazione delle coperture si rimanda alla Carta Geolitologica in scala 1:10000, prodotta nell'ambito del Piano di Bacino Stralcio per la difesa Idrogeologica, Geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica e per la compatibilità delle attività estrattive redatto da Provincia di Genova, 2005). L'intensa fratturazione, caratterizzante il litotipo calcareo marnoso che costituisce i rilievi dello spartiacque del bacino, è la causa di fenomeni di erosione e crollo che danno a loro volta origine ad estesi e potenti accumuli detritici alle diverse quote dei versanti.

Questa configurazione è particolarmente osservabile nell'alta valle del Torrente Malvaro, lungo le pendici del Monte Caucaso e del Monte Ramaceto, nonché lungo la falda del Monte Croce dei Fo, in prossimità della testata del bacino.

All'interno della classe coperture detritiche rientrano anche gli accumuli di antiche paleofrane. Anche il territorio che fa capo alla Val Lavagna, come quello di altre valli della Liguria, risulta infatti caratterizzato dalla presenza di accumuli di frana antica o di paleofrana localizzabili sia nella parte alta che nella parte terminale della valle, sia alle quote alte che alle quote basse dei versanti. Le dimensioni di tali corpi franosi, variano sia per estensione che per potenza, passando da quelle di ridotta entità come le paleofrane di Coreglia e Ferriere a quelle chilometriche e storicamente riconosciute dei paesi di Ognio e Neirone (Provincia di Genova, 2005).

Analizzando il bacino dal punto di vista del fattore acclività e prendendo come riferimento l'istogramma seguente si nota come le classi di acclività più diffuse risultino essere le classi 4 e 5 con pendenze comprese rispettivamente tra 35-50% e 50-75%; quindi oltre la metà del bacino risulta caratterizzato da valori di pendenza medio - elevati.

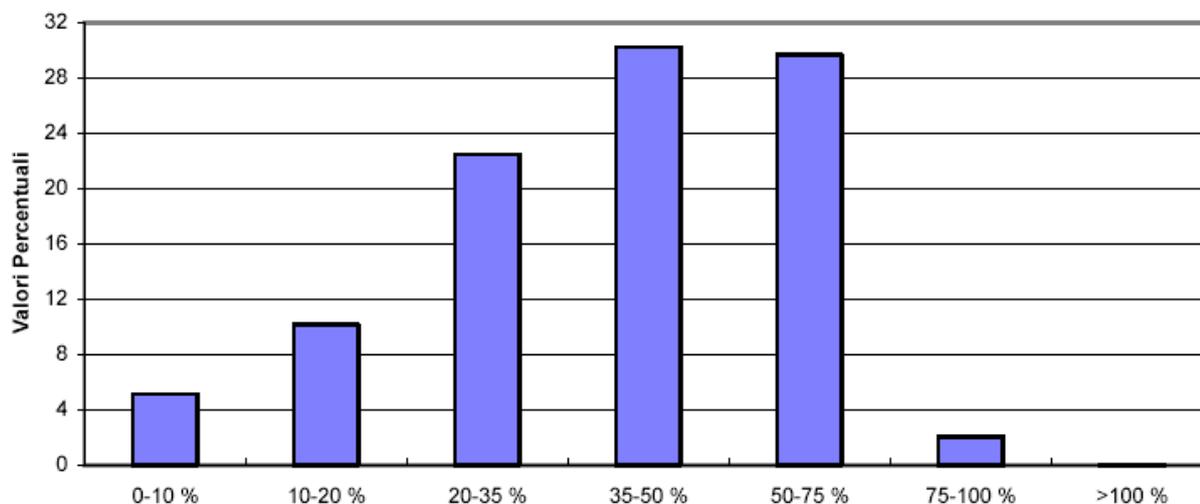


Fig. 2.1 Classi di acclività (Provincia di Genova, 2005).

Inquadramento idrogeologico

Torrente Sturla – Fiume Entella

Sulla base dei dati desunti dalla Carta Geolilitologica, dalla bibliografia e dai rilievi eseguiti i terreni all'interno del bacino sono stati suddivisi nelle seguenti quattro classi (Provincia di Genova, 2003):

- permeabili per porosità;
- permeabili per fessurazione, fratturazione;
- semipermeabili per fratturazione;
- impermeabili.

Fra le zone permeabili per porosità di particolare interesse ai fini del presente piano di bacino, rientrano le coltri detritiche colluviali di una certa importanza e anche i grandi accumuli di frana, in quest'ultimo caso infatti il materiale detritico presenta buone caratteristiche di permeabilità per porosità, grazie alla elevata eterogeneità dei clasti. Queste situazioni risultano particolarmente importanti a livello di bilancio idrico poiché costituiscono dei serbatoi idrici significativi che possono dar luogo in superficie a sorgenti o zone di emergenza idrica; generalmente le stesse si manifestano al contatto tra materiale detritico e roccia in posto.

Nelle zone di permeabilità per fratturazione e fessurazione vengono inserite: le arenarie appartenenti alla Formazione di Monte Gottero, i litotipi prevalentemente arenacei della Formazione di Casanova, le brecce, le serpentiniti ed i diabasi appartenenti anch'essi alla Formazione di Casanova. Infine vi sono anche ricompresi i limitati affioramenti di diaspri e basalti appartenenti all'Unità Bracco-Val Graveglia.

Appartengono alla categoria dei litotipi Semipermeabili per Fratturazione le argille a Palombini del Lago di Giacopiane, il membro delle Ardesie di Monte Verzi (formazione della Val Lavagna) e le marne di Sopralacroce.

Rientrano infine nella classe delle litologie impermeabili: gli argilloscisti della Formazione della Val Lavagna e le argilliti di Gaiette (Provincia di Genova, 2003).

Torrente Graveglia

All'interno del bacino, idrogeologicamente, le formazioni presenti sono classificate secondo la seguente distinzione:

- formazioni permeabili per porosità;
- formazioni permeabili per fessurazione, fratturazione e carsismo;
- formazioni semipermeabili;
- formazioni impermeabili;

In questo inquadramento si fa sempre riferimento alla carta idrogeologica prodotta per il Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del Torrente Graveglia, redatto dalla Provincia di Genova nel 2003.

Relativamente alle formazioni permeabili per porosità tra quelle che risultano significative ai fini del presente piano di bacino, rientrano in questa categoria tutti gli accumuli di materiali sciolti scarsamente cementati, quali le coperture detritiche di potenza da 1 a 3 m e quelle con potenza maggiore di tre metri.

Nella classe delle formazioni permeabili per fratturazione, fessurazione e carsismo sono state invece riunite tutte quelle formazioni massive o stratificate che posseggono già a partire dal momento della loro formazione una permeabilità per fessurazione, oppure che divengono invece permeabili per fratturazione in momenti successivi alla loro messa in posto (quindi una permeabilità per fratturazione secondaria); rientrano in questa categoria anche quelle litologie preminentemente calcaree, che sottoposte alla azione chimica delle

acque meteoriche diventano sede di importanti processi carsici (permeabilità per carsismo). Rientrano in tale categoria i Calcari a Calpionelle, le arenarie del M.te Gottero, i Diaspri di M.te Alpe, i differenti tipi di brecce ofiolitiche (Brecce di M.te Capra, Brecce Indifferenziate), le Oficalciti, i Gabbri, le Serpentiniti, i Diabasi e i Basalti (massivi o a pillows).

La classe delle formazioni semipermeabili comprende quelle litologie caratterizzate dalla alternanza di litotipi permeabili ed impermeabili in strati di spessore da decimetrico a metrico, in cui è però preponderante la componente impermeabile; rientrano in questa categoria le ardesie del Membro di M.te Verzi e le Argille a Palombini.

Infine nell'ambito del bacino sono state individuate come formazioni impermeabili, gli Argilloscisti della Val Lavagna e le Argilliti di Giaiette.

Torrente Lavagna

Per quanto riguarda la permeabilità, i terreni all'interno del bacino sono stati suddivisi in quattro classi sulla base dei dati desunti dalla Carta Geolitologica e dalla bibliografia (Provincia di Genova, 2005):

- permeabili per porosità;
- permeabili per fessurazione, fratturazione o carsismo;
- semipermeabili per fratturazione;
- impermeabili.

Rientrano nella categoria delle zone permeabili per porosità tutte quelle occupate dalle coltri detritiche di una certa importanza e altresì i grandi accumuli di frana, nelle quali il materiale detritico presenta in genere buone caratteristiche di permeabilità soprattutto per porosità, grazie alla elevata eterogeneità dei clasti, le stesse zone sono peraltro spesso sede di serbatoi idrici.

Vengono invece inserite nella classe delle litologie permeabili per fratturazione i calcari marnosi della formazione di Monte Antola, le arenarie appartenenti alla formazione di Monte Zatta, i litotipi prevalentemente arenacei della formazione di Val Lavagna ed i terreni calcareo marnosi della formazione di Ronco. Nella classe delle litologie semipermeabili per fratturazione vi rientrano le argille a Palombini del lago di Giacopiane ed il membro delle Ardesie di Monte Verzi (formazione della Val Lavagna). Rientrano invece nella classe delle litologie completamente impermeabili gli argilloscisti della Formazione della Val Lavagna.

2.3 Inquadramento climatico

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA)

Nel seguito vengono riportati i dati di temperatura e precipitazione disponibili.

LOCALITA' DI MISURA: Chiavari (OPC) - bacino: Entella

TEMPERATURE:

Media primavera 2000	11.5 oC
Media primavera 2001	14.4 oC
Media primavera 2002	14 oC
Media estate 2000	- dato mancante -
Media estate 2001	22.5 oC
Media estate 2002	23.7 oC
Media autunno 2000	18.2 oC
Media autunno 2001	15.8 oC
Media autunno 2002	16.5 oC
Media inverno 2000	10.3 oC
Media inverno 2001	9.1 oC
Media inverno 2002	8.1 oC

LOCALITA' DI MISURA: Carasco - bacino: Lavagna

TEMPERATURE:

Media primavera 2000	8.3 oC
Media primavera 2001	9.2 oC
Media primavera 2002	13.9 oC
Media estate 2000	- dato mancante -
Media estate 2001	21 oC
Media estate 2002	22.1 oC
Media autunno 2000	14.5 oC
Media autunno 2001	14.8 oC
Media autunno 2002	15.2 oC
Media inverno 2000	6.9 oC
Media inverno 2001	7.8 oC
Media inverno 2002	7.7 oC

LOCALITA' DI MISURA: Chiavari (SIDR) - bacino: Entella

PRECIPITAZIONI:

Media storica della Precipitazione Cumulata Annua	1110.9 mm
Cardinalità delle misure	13483
Massima Cumulata Giornaliera	219 mm (15/10/1953)

LOCALITA' DI MISURA: Piana di Soglio - bacino: Lavagna

PRECIPITAZIONI:

Media storica della Precipitazione Cumulata Annua	1572.3 mm
Cardinalità delle misure	13263
Massima Cumulata Giornaliera	241 mm (1/09/1960)

Il Piano di Bacino (PdB)

Di seguito allora si presenta quanto riportato nel PdB, premettendo che queste considerazioni verranno valutate per lo più da un punto di vista qualitativo, data la loro diversità rispetto all'inquadramento del PTA e a quello ottenibile con HydroCo.

In particolare si sottolinea che l'ampio bacino dell'Entella è oggetto di studio di due diversi piani, ovvero Il Piano di Bacino (L. 183/89) del torrente Lavagna e Il Piano di Bacino D.L. 180/98 relativo all'Ambito 16.

Il Piano di Bacino (L. 183/89) del torrente Lavagna

Il clima nella valle del Lavagna, pur influenzato dalla presenza della catena appenninica e dall'orientamento parallelo alla linea di costa, risulta comunque di tipo temperato caldo o sublitoraneo, protetto dal clima più continentale delle regioni confinanti a Nord e beneficamente influenzato dalla funzione termoregolatrice del mare. La temperatura media annua è compresa tra i 12°C dell'alto bacino e i circa 14°C nella regione prossima alla confluenza nel fiume Entella.

La particolare conformazione geografica del bacino determina una diversa esposizione alle perturbazioni meteorologiche che normalmente investono il litorale ligure; ciò, associato alla presenza in una fascia di territorio così ristretta da un'orografia marcata a ridosso della costa, determina le principali caratteristiche spazio-temporali del regime pluviometrico. L'ampia variabilità spaziale delle precipitazioni, comprese tra i circa 1500 mm annui a ridosso dello spartiacque meridionale delle zone occidentali e i 2000 mm della zona appenninica, risulta caratterizzata sostanzialmente da un unico tipo pluviometrico, quello sublitoraneo, che determina l'andamento stagionale delle piogge. La distribuzione degli afflussi meteorici nell'arco dell'anno presenta, in pratica, due massimi, uno primaverile ed uno autunnale, e due minimi, uno estivo ed uno invernale. Le perturbazioni autunnali, in particolare, dovute alla formazione di aree depressionarie sul Mar Ligure e, più in generale, sull'Alto Tirreno, sono responsabili delle piogge più intense e degli eventi critici per molti dei corsi d'acqua della regione.

Tali caratteristiche emergono dall'analisi delle osservazioni termometriche e pluviometriche rilevate nelle stazioni dislocate sul territorio del levante genovese, fino alla provincia della Spezia. In particolare, per l'intero periodo per il quale sono stati reperiti i dati e per ciascuna stazione, termometrica o pluviometrica, sono stati elaborati i valori di temperatura e precipitazione a scala mensile, identificando gli andamenti caratteristici su base mensile e su base annua.

Per quanto riguarda le stazioni, tenendo in considerazione la migliore distribuzione spaziale di quelle ancora attive e la numerosità del campione in periodi omogenei, è possibile in teoria definire il quadro ottimale delle stazioni termometriche e pluviometriche utili ai fini dell'analisi. Ne consegue che le stazioni considerate attendibili ai fini dello studio in questione sono quelle elencate nelle tabelle seguenti.

STAZIONE	PROV.	COMUNE	BACINO	LAT. N	LG. E	QUOTA m.s.m.
Genova U.	GE	Genova	tra Polcevera e Bisagno	4934738	1513270	21
Genova S.I.	GE	Genova	Bisagno (Canate)	4931042	1515926	2
Colonia A.	GE	Uscio	tra Bisagno e Entella	4925528	1527868	600
S.Margherita L.	GE	S.Margherita L.	tra Bisagno e Entella	4931094	1530493	3
Chiavari	GE	Chiavari	tra Bisagno e Entella	4925477	1510638	5
Neirone	GE	Neirone	Entella (Neirone)	4916212	1504017	332
Tigliolo	GE	Borzonasca	Entella (Sturla)	4918076	1513304	293
Giacopiane	GE	Borzonasca	Entella (Sturla)	4910677	1515976	1016
San Michele	GE	Borzonasca	Entella (Penna)	4908829	1517309	170
Cichero	GE	S. Colombano C.	Entella (Cicagna)	4907004	1525289	480
Statale	GE	Nè	Entella (Graveglia)	4916218	1509326	570
Levanto	SP	Levanto	tra Entella e Magra	4918069	1509323	2
La Spezia	SP	La Spezia	tra Entella e Magra	4918071	1510650	5
Varese L.	SP	Varese L.	Magra (Vara)	4919927	1513300	347
Tavarone	SP	Maissana	Magra (Torza)	4923633	1514618	603
S. Margherita	SP	Sesta Godano	Magra (Vara)	4921796	1519927	200
Mattarana	SP	Carrodano	Magra (Vara)	4916250	1522599	590
Calice al C.	SP	Calice al C.	Magra (Vara)	4912568	1527924	402

Caratteristiche e ubicazione delle stazioni di rilevamento della temperatura considerate nell'analisi climatologica

STAZIONE	PROV.	COMUNE	BACINO	LAT. N	LG. E	QUOTA
Bavastrelli	GE	Torriglia	Trebbia (Brugneto)	4934738	1513270	960
Diga d. Brugneto	GE	Torriglia	Trebbia (Brugneto)	4931042	1515926	812
Cabanne	GE	Rezzoaglio	Trebbia (Aveto)	4925528	1527868	812
Rezzoaglio	GE	Rezzoaglio	Trebbia (Aveto)	4931094	1530493	715
Scoffera	GE	Torriglia	Bisagno	4925477	1510638	678
S. Ilario	GE	Genova	tra Bisagno e Entella	4916212	1504017	210
Colonia A.	GE	Uscio	tra Bisagno e Entella	4918076	1513304	600
S.Pietro di N.	GE	Rapallo	tra Bisagno e Entella	4910677	1515976	13
S.Margherita L.	GE	S.Margherita L.	tra Bisagno e Entella	4908829	1517309	3
Chiavari	GE	Chiavari	tra Bisagno e Entella	4907004	1525289	5
Cornua	GE	Lumarzo	Entella (Lavagna)	4916218	1509326	622
Pannesi	GE	Lumarzo	Entella (Lavagna)	4918069	1509323	535
Mad.d.Bosco	GE	Lumarzo	Entella (Lavagna)	4918071	1510650	376
Ognio	GE	Neirone	Entella (Lavagna)	4919927	1513300	400
Neirone	GE	Neirone	Entella (Neirone)	4923633	1514618	332
Favale d. M.	GE	Favale d. M.	Entella (Malvaro)	4921796	1519927	380
Piana di S.	GE	Orero	Entella (Lavagna)	4916250	1522599	75
S. Martino d. Monte	GE	Carasco	Entella (Lavagna)	4912568	1527924	309
Tigliolo	GE	Borzonasca	Entella (Sturla)	4921831	1529210	293
Giacopiane	GE	Borzonasca	Entella (Sturla)	4923695	1531853	1016
S.Michele	GE	Borzonasca	Entella (Penna)	4919992	1531871	170
Cichero	GE	S. Colombano C.	Entella (Cicagna)	4918112	1525246	480
Statale	GE	Ne'	Entella (Graveglia)	4910764	1537230	570
Chiesanuova G.	GE	Ne'	Entella (Graveglia)	4910729	1530588	110
Panexi	GE	S. Salvatore	Entella	4910717	1527931	25
Castiglione Chiav.	GE	Castiglione Chiav.	tra Entella e Magra	4901531	1541274	300
Montale di L.	SP	Levanto	tra Entella e Magra	4892330	1549326	149
Levanto	SP	Levanto	tra Entella e Magra	4890479	1549339	2
Portovenere	SP	Portovenere	tra Entella e Magra	4879511	1565440	20
La Spezia	SP	La Spezia	tra Entella e Magra	4883213	1565404	5

Caratteristiche e ubicazione delle stazioni di rilevamento della precipitazione considerate nell'analisi climatologica

Di tali stazioni nelle tabelle seguenti si riportano i valori medi mensili e annuali (temperature medie e piogge cumulate).

STAZIONE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Genova U.	8.6	8.7	11.3	13.7	17.1	20.8	24.0	23.9	21.4	17.6	12.5	10.1	15.8
Genova S.I.	7.0	8.5	10.7	12.6	16.3	19.2	22.5	20.8	19.0	16.4	12.1	8.1	14.2
Colonia A.	5.4	5.5	7.7	10.0	13.7	17.9	20.6	20.5	18.0	14.6	9.7	7.2	12.6
S.Margherita L.	3.9	5.6	7.5	9.5	14.7	18.9	20.9	20.2	16.7	13.3	7.9	5.0	11.4
Chiavari	8.5	8.9	11.1	13.4	16.9	20.5	23.6	23.2	20.5	16.8	11.3	9.8	15.4
Neirone	6.3	6.3	8.6	11.1	14.6	18.8	20.5	21.0	18.6	14.7	9.7	7.2	12.9
Tigliolo	6.9	7.4	9.5	11.9	15.1	18.9	21.4	20.7	17.8	14.3	10.1	8.0	13.6
Giacopiane	3.4	3.7	5.6	7.8	11.7	15.7	19.1	18.7	16.1	12.5	7.1	4.7	10.4
San Michele	6.0	7.5	9.2	11.8	15.3	18.4	20.8	20.7	17.8	15.0	10.2	7.2	13.3
Cichero	5.9	6.2	8.4	11.4	15.4	19.5	22.3	21.6	18.8	14.8	10.0	7.2	13.3
Statale	5.9	6.4	8.3	10.7	15.3	19.4	22.5	22.5	19.4	15.2	9.3	7.3	13.5
Levanto	8.3	8.7	10.6	13.2	16.6	20.5	23.1	23.3	20.6	17.2	12.7	10.0	15.4
La Spezia	8.4	8.6	10.9	13.5	17.4	21.1	24.1	24.0	21.2	17.7	12.1	9.7	15.6
Varese L.	3.4	3.8	6.1	8.9	13.0	16.5	19.8	19.3	16.4	12.7	7.4	4.4	10.9
Tavarone	4.6	5.0	7.4	9.8	14.2	17.8	21.0	20.6	17.9	14.0	8.6	6.2	12.3
S. Margherita	4.5	3.6	6.3	10.6	15.1	18.9	22.4	20.9	17.3	12.9	7.7	5.0	12.0
Mattarana	4.9	6.4	8.0	9.6	14.0	17.9	20.1	20.0	16.2	13.3	8.5	6.2	11.9
Calice al C.	7.0	6.7	9.6	12.0	15.7	19.4	22.6	22.8	19.5	15.7	10.3	8.0	14.0

valori medi mensili e medio annuale della temperatura (°C) per le stazioni considerate nell'analisi climatologica

STAZIONE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
Bavastrelli	279.1	187.9	200.8	149.1	150.9	87.7	62.6	149.5	135.6	365.7	196.5	190.0	2155.3
Diga d. Brugneto	206.0	141.9	181.2	166.2	121.7	116.7	52.5	93.6	123.2	245.1	165.8	185.7	1799.6
Cabanne	250.6	159.0	212.7	171.8	157.6	106.3	69.7	116.3	147.3	313.8	193.0	195.6	2084.1
Rezzoaglio	197.0	141.3	206.0	177.0	173.7	137.0	98.7	39.3	120.0	157.7	177.0	176.3	1801.0
Scoffera	157.8	147.1	159.5	171.2	147.0	97.0	64.4	107.0	140.0	219.7	236.6	195.7	1862.4
S. Ilario	144.4	105.1	113.1	95.5	90.8	59.8	35.9	61.4	109.1	166.0	169.3	136.3	1289.6
Colonia A.	195.5	159.2	190.9	161.0	136.6	92.6	56.3	97.8	128.5	226.5	242.1	200.9	1888.0
S.Pietro di N.	145.8	127.9	123.5	100.6	85.6	62.4	49.2	76.9	129.3	197.4	188.7	144.6	1414.7
S.Margherita L.	145.0	130.9	120.4	105.1	82.3	67.1	41.1	87.3	118.7	183.4	195.9	155.8	1432.8
Chiavari	109.8	98.2	96.3	83.0	70.9	58.0	37.3	60.9	98.5	156.0	138.5	122.4	1121.2
Cornua	210.7	175.2	318.1	107.2	105.5	70.5	36.5	90.3	109.7	116.5	182.3	119.5	1648.7
Pannesi	264.6	157.6	129.9	138.9	143.4	85.2	58.3	119.6	100.8	163.3	187.9	181.5	1730.8
Mad.d.Bosco	249.1	198.5	139.7	132.4	134.6	85.0	47.6	119.2	153.2	156.8	223.8	143.3	1717.5
Ognio	222.4	189.5	192.1	188.3	135.3	98.1	69.2	109.1	153.3	257.8	294.4	214.2	2123.7
Neirone	192.6	165.0	165.8	154.7	125.1	95.3	63.9	99.4	140.2	229.0	238.2	175.2	1875.4
Favale d. M.	160.5	126.6	131.1	126.5	119.8	84.0	74.6	99.5	136.5	219.3	227.4	164.7	1699.8
Piana di S.	164.8	142.7	151.9	129.4	104.3	78.8	57.2	90.5	133.1	202.8	206.1	195.4	1719.7
S. Martino d. M.te	131.6	115.2	113.7	107.4	84.6	65.6	50.0	81.8	118.6	178.4	157.7	135.0	1348.0
Tigliolo	182.1	166.2	171.5	148.3	127.4	94.0	69.2	94.8	167.3	221.9	232.3	201.9	1870.8
Giacopiane	174.1	158.4	166.7	162.2	148.1	105.2	88.0	114.8	172.4	246.2	249.5	194.4	1980.0
S.Michele	150.3	131.8	133.0	122.0	103.2	78.7	67.6	91.9	113.7	183.7	179.3	227.1	1585.5
Cichero	225.3	176.0	175.7	137.1	132.2	102.1	78.8	121.9	173.3	232.4	203.5	173.1	1931.4
Statale	229.4	219.5	202.8	179.1	132.7	91.9	83.7	105.9	158.1	234.2	269.5	240.5	2199.4
Chiesanuova G.	152.3	135.9	137.5	120.8	101.9	69.0	59.4	90.4	146.1	196.7	191.1	167.7	1569.0
Panexi	110.5	107.0	102.0	91.0	80.4	58.6	41.6	60.9	87.4	140.0	134.4	121.0	1134.7
Castiglione Chiav.	138.6	127.7	115.1	99.0	80.7	57.2	36.9	78.5	111.8	153.7	163.0	135.7	1314.7
Montale di L.	125.9	118.0	112.1	100.3	77.5	58.3	30.3	56.8	103.3	159.4	135.7	135.0	1212.5
Levanto	103.8	93.9	90.0	84.9	66.2	49.0	28.5	63.7	88.2	147.2	120.3	118.7	1054.3
Portovenere	85.0	88.9	79.5	71.0	58.0	45.1	27.5	41.9	76.0	94.7	120.7	105.4	898.2
La Spezia	121.2	111.8	93.0	83.2	63.7	44.0	25.9	46.5	82.0	137.7	133.6	135.3	1091.8

valori medi mensili e medio annuale della precipitazione (mm) per le stazioni considerate nell'analisi climatologica

Tali osservazioni termometriche e pluviometriche puntuali sono state elaborate ai fini dell'individuazione di una distribuzione spaziale delle temperature e delle precipitazioni (campi di temperatura e di precipitazione) in grado di identificare in modo sintetico un quadro climatico di riferimento.

Il Piano di Bacino D.L. 180/98 - Ambito 16

Il Piano di Bacino relativo al torrente Sturla e al fiume Entella descrive un clima, seppur influenzato dalla presenza della catena appenninica e dal prevalente orientamento ortogonale alla linea di costa, comunque di tipo temperato caldo o sublitoraneo. La temperatura media annua risulta così compresa tra i 12°C dell'alto bacino e i circa 14°C nella regione prossima allo sbocco del Torrente Sturla nel Fiume Entella.

La distribuzione degli afflussi meteorici nell'arco dell'anno presenta cioè due massimi, uno primaverile ed uno autunnale, e due minimi, uno estivo ed uno invernale. Le perturbazioni autunnali, in particolare, determinate dalla formazione di aree depressionarie sul Mar Ligure e, più in generale, sull'Alto Tirreno, sono in generale responsabili delle piogge più intense e degli eventi critici per molti dei corsi d'acqua della regione.

I valori di precipitazione e di temperatura disponibili sono quelli misurati nelle stazioni di monitoraggio precedentemente citate riguardo la valle del Lavagna; anche in questo caso tali osservazioni puntuali sono state elaborate ai fini dell'individuazione di una distribuzione spaziale delle temperature e delle precipitazioni (campi di temperatura e di precipitazione) in grado di identificare in modo sintetico un quadro climatico di riferimento.

Il Modello di Bilancio Idrico (HydroCo)

Di seguito invece si presenta l'inquadramento climatico ottenuto utilizzando le elaborazioni del modello Hydro-Co; questo fornisce le temperature e le piogge medie mensili calcolate nei punti del bacino in cui viene interrogato.

All'interno del bacino dell'Entella sono presenti diverse stazioni di monitoraggio per quanto riguarda le rilevazioni di pioggia e di temperatura. Al fine delle elaborazioni il modello si serve sia dei dati rilevati dalle stazioni interne al bacino che da quelle esterne ma situate in prossimità di questo.

Nell'ambito dell'inquadramento climatico si è scelto di non utilizzare direttamente i dati originali registrati (che verranno invece riportati all'interno del capitolo 4), ma si è utilizzato il modello interrogandolo in alcuni punti ritenuti significativi dislocati sul territorio.

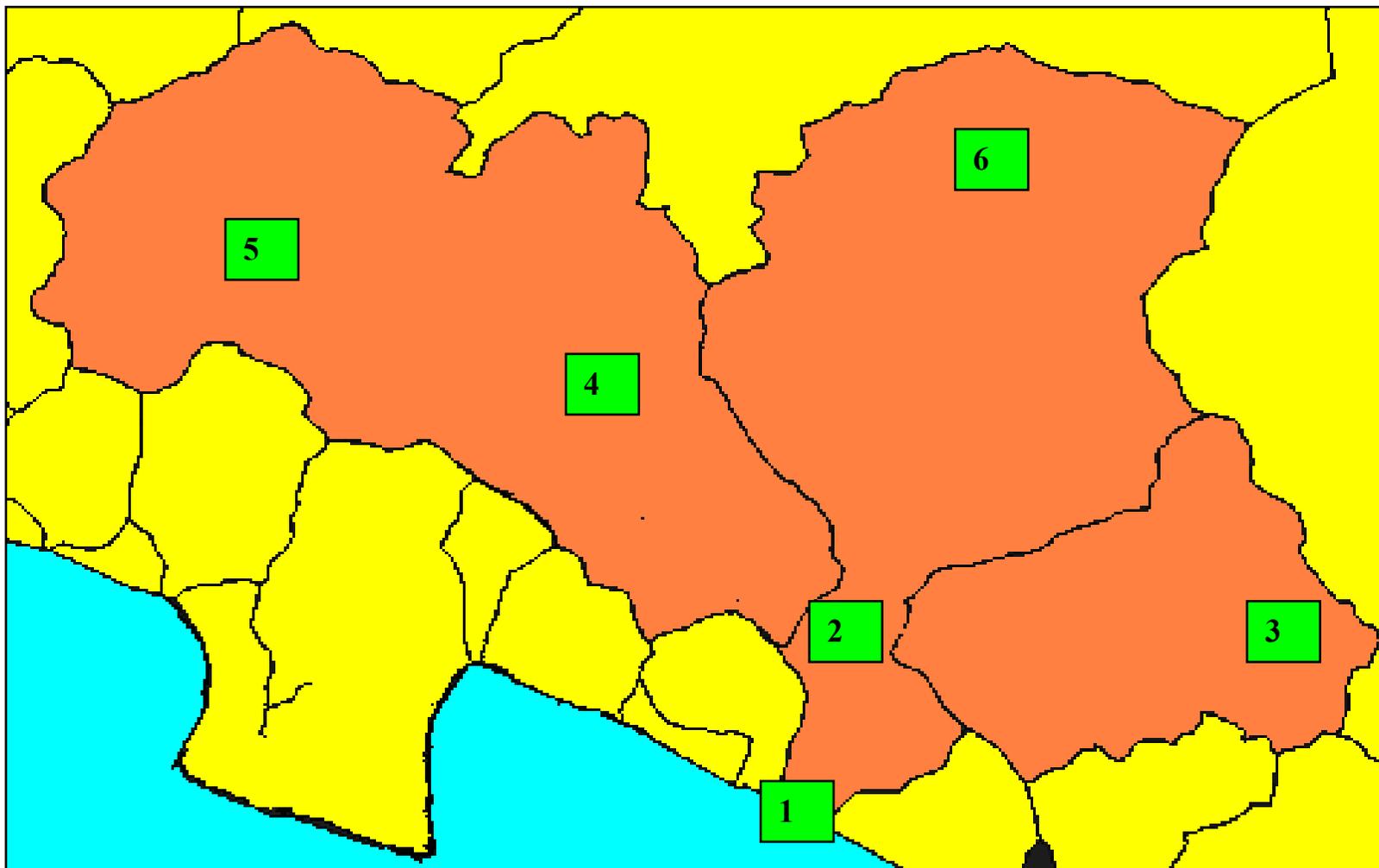
In particolare si sono presi in considerazione sei luoghi dislocati sul bacino, scelti arbitrariamente ma posizionati in modo da potersi considerare descrittivi dell'eterogeneità del territorio in esame.

Queste località sono state numerate (da 1 a 6, partendo dalla foce e procedendo verso monte) e sono elencate nella seguente tabella.

Di seguito è anche riportata una rappresentazione grafica della posizione dei luoghi sul bacino.

LOCALITA'	
1	zona foce
2	Carasco
3	Statale (bacino Gravegia)
4	Orero (bacino Lavagna)
5	Ognio (bacino Lavagna)
6	Giacopiane (bacino Sturla)

Punti rappresentativi del bacino -tabella-



Punti rappresentativi del bacino –rappresentazione sul territorio-

Le stime di temperatura e di afflusso assegnate a questi punti dal modello provengono dalle elaborazioni dei dati registrati dalle stazioni di rilevamento situate nel loro intorno; oltre alla rete di monitoraggio presente nel bacino vengono quindi presi in considerazione anche i valori registrati nelle stazioni (termometriche e/o pluviometriche) situate esternamente allo stesso, ma nell'intorno di esso.

In definitiva quindi le stazioni (e i rispettivi dati disponibili) interne e limitrofe al bacino del Bisagno sono:

- Stazione di Colonia Arnaldi: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1986
monitoraggio temperature negli anni: 1976-1986
- Stazione di Panesi: monitoraggio afflussi negli anni: 1970 - 1978
- Stazione di Madonna del Bosco: monitoraggio afflussi negli anni: 1968 - 1976
- Stazione di Ognio: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1979
- Stazione di Neirone: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1981
monitoraggio temperature negli anni: 1976-1983
- Stazione di Favale di Malvaro: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1981
- Stazione di Piana di Soglio: monitoraggio afflussi negli anni: 1951 - 1988
- Stazione di S. Martino del Monte: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1989
- Stazione di Tigliolo: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1989
monitoraggio temperature anni: 1976-1988
- Stazione di Giacobiane: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1989
monitoraggio temperature negli anni: 1976-1989
- Stazione di S. Michele: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1989
- Stazione di Chichero: monitoraggio afflussi negli anni: 1964-1987
- Stazione di Statale: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1989
- Stazione di Chiesanuova Garibaldi: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1989
- Stazione di Panesi: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1986
monitoraggio temperature negli anni: 1976, 1978, 1985, 1986

Di queste si parlerà maggiormente in dettaglio nei paragrafi 4.1.1.1. e 4.1.2.1.

2.3.1 Analisi delle temperature

In generale i bacini liguri appartenenti al versante Tirrenico godono di un clima temperato caldo o sublitoraneo, protetto dal clima più continentale delle regioni confinanti a nord. Questo è dovuto alla marcata orografia, comune all'intero territorio regionale, costituita da rilievi (alpini nella parte occidentale, appenninici nel resto della regione) siti molto vicini alla costa; inoltre la posizione interamente affacciata sul mare consente di beneficiare degli effetti termoregolatori di questo.

Ne consegue che in generale le temperature si mantengono su valori mediamente alti, in particolare presentando un valore medio annuo solitamente vicino ai 14 °C. Ovviamente queste considerazioni sono da intendersi come puramente indicative; è naturale immaginare che la costa presenti valori indubbiamente più alti rispetto a quelli riscontrabili sulle alture site nell'interno della regione.

In particolare, considerando i bacini idrografici appartenenti al versante tirrenico, e tra questi quindi l'Entella, si ritrova un andamento delle temperature che descrive una diminuzione progressiva dalla foce fino alle zone dell'entroterra (località numero 4 - 5 - 6).

Di seguito vengono raccolte in tabella le elaborazioni fornite dal modello, in termini di temperature medie mensili, relativamente ai punti in cui lo si è interrogato.

	Temperature Medie [°C]							
località	1	2	3	4	5	6	min (6)	max (1)
gen	7.9	6.6	5.7	5.9	5.9	3.5	3.5	7.9
feb	8.4	7.2	6.2	6.3	6	3.8	3.8	8.4
mar	10.6	9.3	8.2	8.4	8.3	5.7	5.7	10.6
apr	12.9	11.7	10.6	11.1	10.7	7.9	7.9	12.9
mag	16.5	15.6	15.1	15	14.3	11.8	11.8	16.5
giu	20.2	19.4	19.1	19	18.5	15.8	15.8	20.2
lug	23.2	22.2	22.2	21.7	2.6	19.2	19.2	23.2
ago	22.8	21.8	22.1	21.2	20.8	18.8	18.8	22.8
set	20	19	19.1	18.4	18.3	16.2	16.2	20
ott	16.4	15.3	15	14.7	14.6	12.6	12.6	16.4
nov	10.9	10.1	9.2	9.8	9.7	7.2	7.2	10.9
dic	9.2	7.9	7.1	7.1	7.1	4.8	4.8	9.2

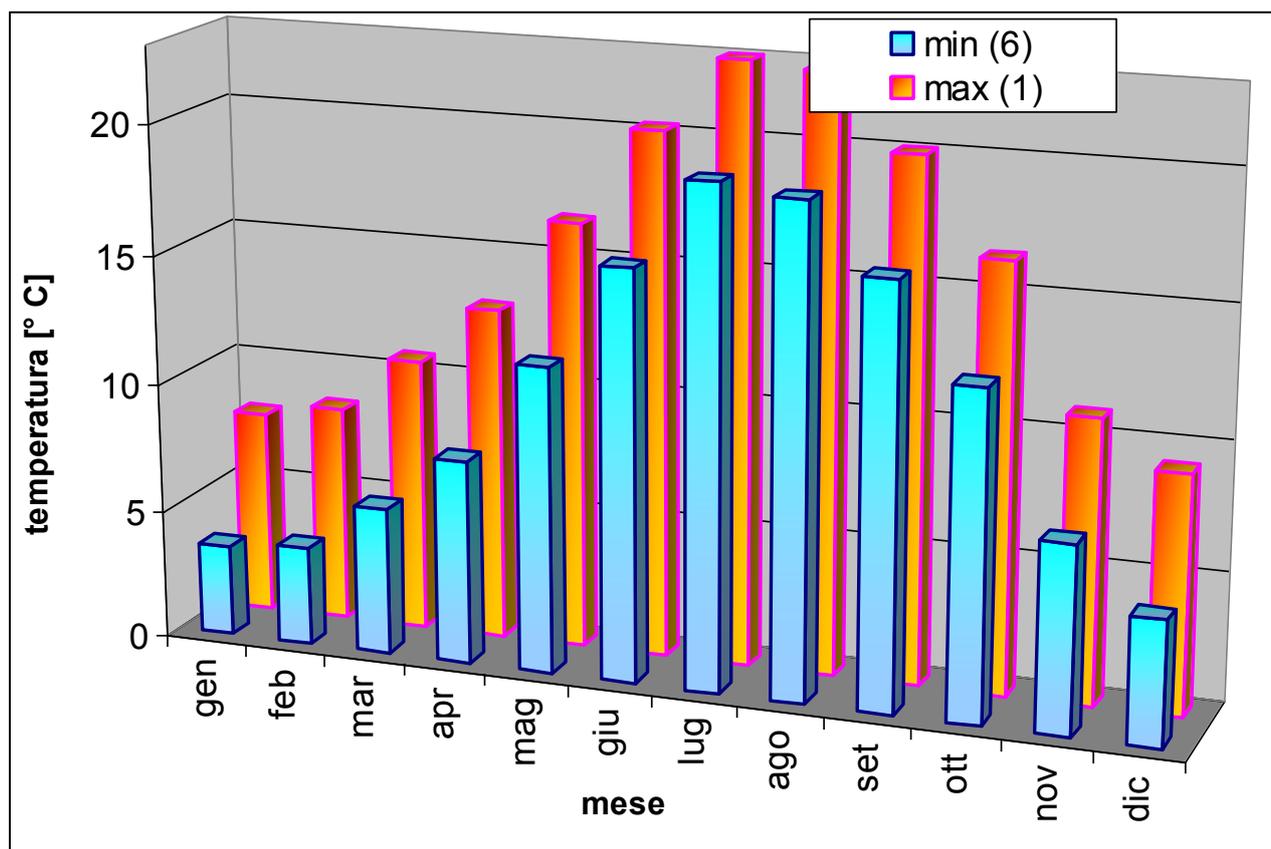
Temperature medie mensili "calcolate" dal modello Hydro-Co in alcuni luoghi del bacino.

Sulla base di tali dati si possono effettuare le seguenti considerazioni.

L'andamento della temperatura presenta un minimo assoluto invernale in corrispondenza del mese di gennaio; in seguito la temperatura aumenta regolarmente fino al raggiungimento del valore massimo estivo (localizzato durante il mese di luglio), per poi presentare un andamento decrescente regolare fino al successivo gennaio.

Per ogni mese si è riportato il valore massimo e quello minimo nelle ultime due colonne della tabella; come facilmente intuibile, tali valori sono rispettivamente riconducibili alla zona di foce (località 1) e a una delle località situate nell'entroterra (località 6 – Giacopiane).

L'andamento della temperatura nel bacino è rappresentato graficamente di seguito a mezzo di istogrammi che riportano i valori massimi e minimi citati.



Temperature medie mensili – valori massimi (località 1) e minimi (località 6).

Osservando il grafico si nota una differenza non troppo minima tra i due andamenti, soprattutto rispetto agli altri bacini indagati in cui solitamente i due andamenti differivano di circa 1 °C.

In media qui le temperature massime medie, ovvero quelle relative alla località di foce, differiscono da quelle relative alla località di Giacopiane (ovvero le minime) di circa 4 gradi centigradi; in particolare la differenza varia tra 3.7 °C (differenza minima, localizzata in novembre) e 5 °C (differenza massima, a aprile).

In assoluto, sottolineando ancora come i dati siano da intendersi come grandezze medie mensili, il valore minimo è assegnato alla località Giacopiane durante il mese di gennaio (ovviamente) ed è quantificabile in 3.5 °C; analogamente, per quanto riguarda il valore massimo, si segnalano i 23.2 °C assegnati alla località di foce - porto di Genova - per il mese di luglio.

È evidente come questi valori (poco più di 23 °C per quanto riguarda il valore massimo estivo, e circa 3 °C per quello minimo invernale) risentano non poco dell'appianamento, dovuto alle operazioni di "media", di cui si è parlato in precedenza.

2.3.2 Analisi degli afflussi

I bacini liguri presentano una diversa esposizione alle perturbazioni meteorologiche, ancora a causa della particolare orografia del territorio, caratterizzato dalla presenza di rilievi appenninici e alpini nelle immediate vicinanze della costa. Ciò comporta un'ampia variabilità spaziale del regime pluviometrico, che spazia tra i circa 800 mm annui medi che si registrano nelle zone più occidentali della regione fino ai circa 2000 mm annui medi relativi alla porzione di levante.

Ciò nonostante l'intero territorio è considerato caratterizzato da un unico regime pluviometrico, ovvero quello sublitoraneo, che determina una distribuzione degli afflussi meteorici nell'anno caratterizzata da due massimi, uno primaverile e uno autunnale, e da due minimi, uno estivo e uno invernale.

Le perturbazioni autunnali, in particolare, determinate dalla formazione di aree depressionarie sul mar Ligure e, più in generale, sull'alto Tirreno, sono in generale responsabili delle piogge più intense e degli eventi critici per molti corsi d'acqua.

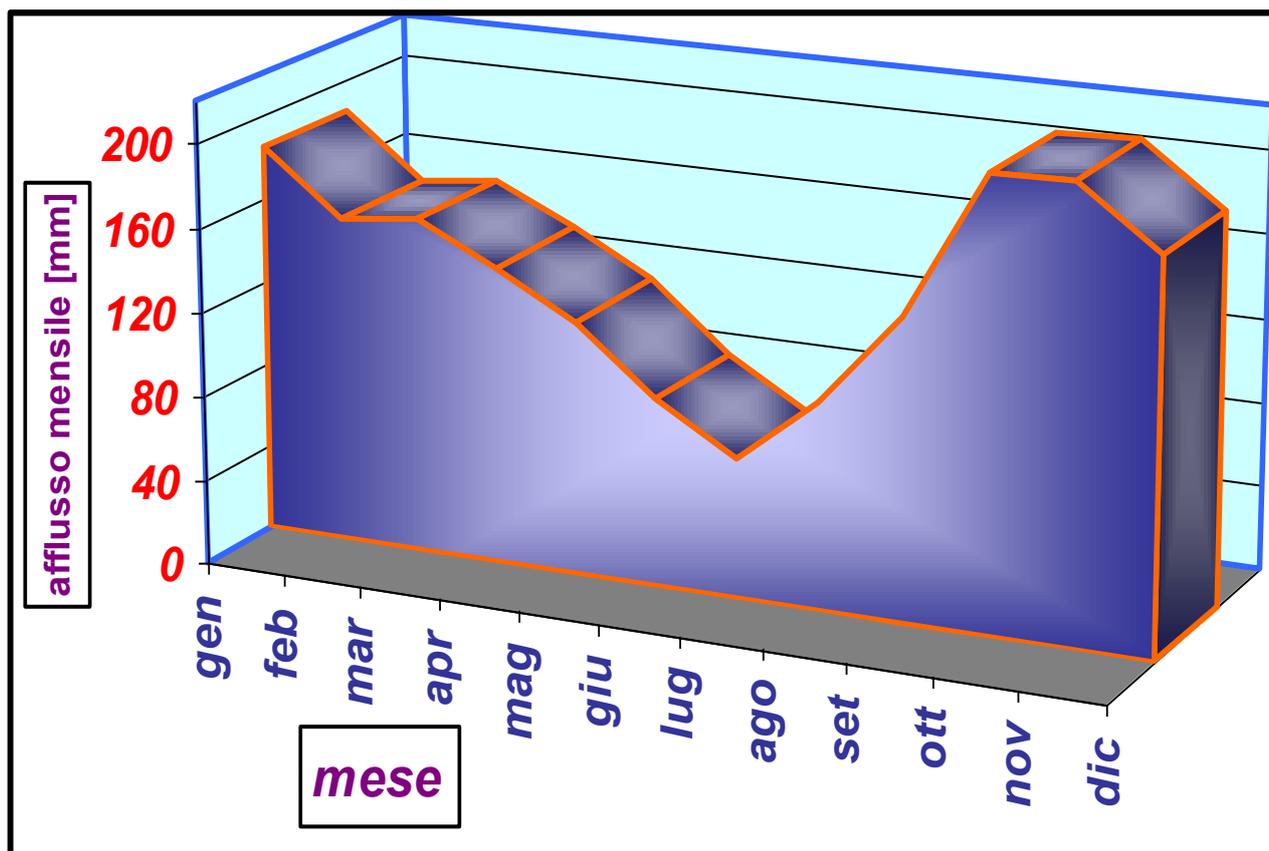
In particolare, considerando il bacino idrografico dell'Entella, si ritrova un afflusso piovoso medio di circa 1700 mm/anno.

Questo risulta dalle interrogazioni effettuate sul modello HydroCo. Esso fornisce sia un valore medio di precipitazione relativo all'intero bacino (in questo caso 1763.5 mm/anno), sia un valore puntuale se richiesto in un luogo specifico; in particolare allora si sono considerati i valori assegnati nelle località analogamente interrogate nel caso delle temperature.

Le elaborazioni fornite sono abbastanza variabili e comprese tra i 1150 mm/anno e i 2000 mm/anno.

Da queste si evince anche che il regime pluviometrico del bacino, in accordo con quello comune all'intera regione, è di tipo sublitoraneo.

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica dell'andamento medio mensile delle precipitazioni nel bacino, ottenuta visualizzando i risultati di HydroCo, che verranno presentati nel dettaglio all'interno del paragrafo 4.1.1.3.



Afflusso medio mensile

L'andamento medio è caratterizzato da due "picchi" estremi (un massimo assoluto autunnale localizzato nel mese di novembre e un minimo assoluto estivo proprio del mese di luglio), in una sequenza che presenta anche un altro aumento delle precipitazioni all'inizio della stagione primaverile (attribuibile al mese di marzo) e parallelamente un secondo decremento che si concretizza nel minimo relativo durante il mese di febbraio.

2.3.3 Considerazioni

La maggior disponibilità di elaborazioni ottenibili ha indotto a dare maggior rilevanza alle considerazioni derivate dalle elaborazioni del modello Hydro-Co piuttosto che a quelle riportate nel PTA.

Inoltre tali elaborazioni, sebbene siano sicuramente caratterizzate da un alto grado di approssimazione, rappresentano comunque un tentativo di descrivere la variabilità del clima nelle varie zone del bacino; viceversa i dati riportati dal PTA sono quelli registrati da un'unica stazione di misura.

Ciononostante si è comunque ritenuto interessante mettere a confronto quanto ottenuto nei due modi.

Per quanto riguarda l'analisi degli afflussi, non è possibile operare considerazioni riguardo i valori medi mensili calcolati con Hydro-Co o riguardo il massimo di precipitazione cumulata giornaliera riportato dal PTA, in quanto non esistono i rispettivi termini di paragone.

Invece emerge immediatamente come esista un altro dato, fornito da entrambe le fonti, in cui esiste una certa differenza di valutazione.

Si tratta della Media storica della Precipitazione Cumulata Annua.

Questa è stimata nel PTA in 1572.3 mm per la valle del Lavagna e 1110.9 mm per il bacino dell'Entella, mentre il modello di bilancio fornisce per l'intero territorio un valore medio pari a 1763.5 mm, ovvero sicuramente maggiore.

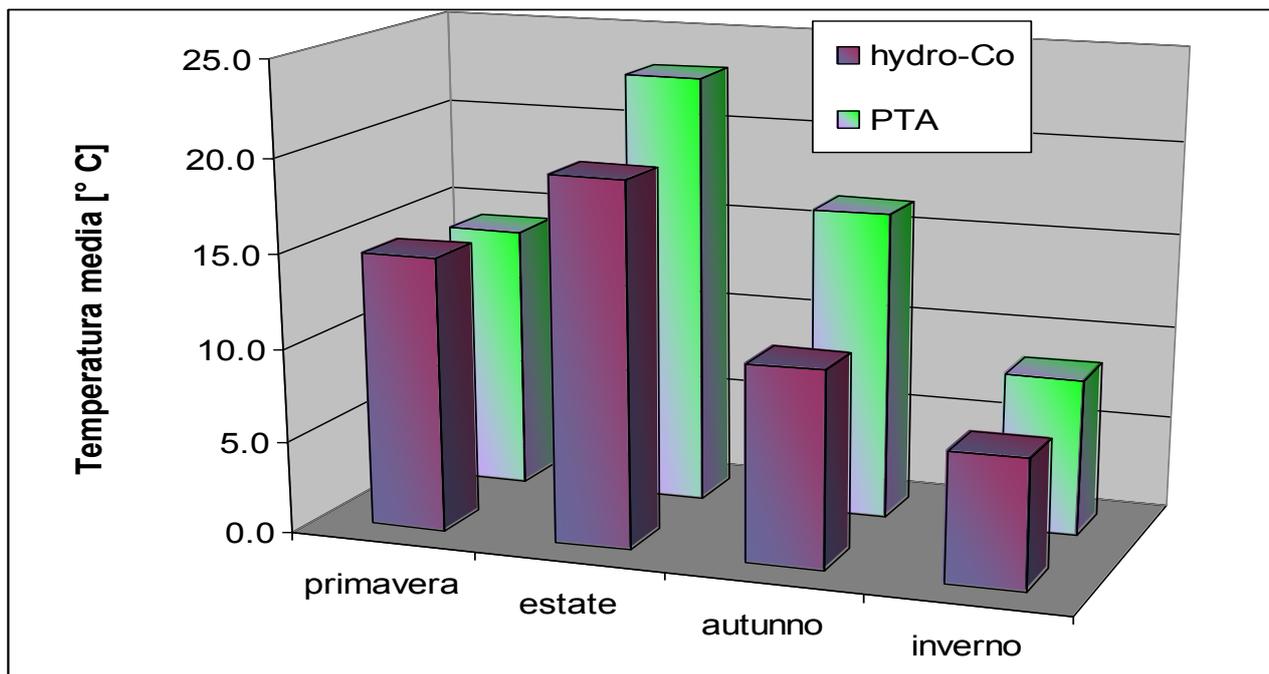
Si può comunque sottolineare come, interrogato in vari punti, il modello abbia fornito un range di valori piuttosto ampio (tra i 1000 e i 2000 mm/anno), in accordo con quanto riportato nel PTA.

Alla luce di tali considerazioni si è comunque portati a attribuire una rilevanza maggiore alle elaborazioni fornite dal modello HydroCo, in quanto derivate da un database che si fonda su circa trenta anni di osservazioni relative a numerose stazioni.

Per quanto riguarda l'analisi delle temperature invece è possibile effettuare un confronto più diretto. Si riportano nella seguente tabella le medie stagionali ottenute con i due metodi, come termine di paragone tra le due fonti.

	Temperatura da PTA [°C]	Temperatura da Hydro-Co [°C]
primavera	14.2	14.7
estate	23.1	19.4
autunno	16.5	10.5
inverno	8.43	6.9

Le differenze tra le due fonti sono ben evidenziate nel grafico seguente.



Temperature medie stagionali – valutazioni PTA e modello Hydro-Co.

Si nota anche in questo caso una differenza non troppo sostanziale tra i valori ottenibili dalle due fonti. Le temperature derivate dal modello Hydro-Co sono in genere minori di quelle fornite dal PTA, con valutazioni che si discostano di 6 °C in autunno e di pochi gradi negli altri mesi.

A completamento della spiegazione circa le eventuali differenze presenti, si sottolinea l'aspetto relativo al fatto che il PTA, per quanto riguarda le temperature, considera pochi dati (solamente quelli relativi al periodo 2000-2003), col rischio quindi di imbattersi in anni particolarmente freddi (o caldi) e considerarli come rappresentativi dell'andamento medio.

Come già espresso in merito agli afflussi, si può affermare allora che le due fonti forniscono risultati simili, ma alla luce di tutte le considerazioni si è comunque portati a attribuire una rilevanza maggiore alle elaborazioni fornite dal modello HydroCo, in quanto derivate da un database che si fonda su diverse circa trenta anni di osservazioni relative a numerose stazioni.

24 Uso suolo

Il territorio del bacino dei Torrenti Sturla e Lavagna e del Fiume Entella risulta prevalentemente boscato (73,4%); al secondo posto abbiamo la copertura arbustiva (9,1%), cui segue il seminativo (8,6%) ed al quarto posto si trova la vegetazione erbacea (3,3%).

La destinazione urbana ed infrastrutturale occupa solo un 2% del territorio in analisi.

In Val Graveglia si osserva la presenza storica di attività mineraria evidenziata dall'esistenza di miniere di manganese un tempo economicamente rilevanti ed oggi praticamente inattive e con alcune cave a cielo aperto soprattutto sulla sponda destra del T.Graveglia.

Gli insediamenti industriali e commerciali sono concentrati in prevalenza nel Comune di Carasco. La destinazione urbana, che comprende il tessuto urbano continuo e quello discontinuo, vede la maggiore concentrazione nella piana alluvionale del fiume Entella, da località Rivarola di Carasco fino alla foce ed interessa tre Comuni: Lavagna, Cogorno e Chiavari.

L'attività agricola nel fondovalle del sottobacino del T. Lavagna è caratterizzata dalla presenza di coltivi con prevalenza di vigneti in particolare in prossimità dei centri abitati, vi sono inoltre alcune aziende florovivaistiche e coltivazioni orticole; i terrazzamenti ad olivo sono prevalenti sui pendii esposti a Sud. Nella piana a valle di Carasco si rileva la presenza di coltivazioni intensive, dove si producono ortaggi, basilico, ma anche vasi fioriti (gerani, margherite, ciclamini), orchidee, e piante ornamentali, da esterno e da giardino.

Tra le destinazioni agricole troviamo colture agricole eterogenee, specialmente nelle zone interne, zone a prato ed a colture foraggere ubicate prevalentemente, indicatrici di allevamenti e di produzioni zootecniche. Tra le colture legnose è prevalente la coltura del nocciolo.

Le zone boscate ricoprono quindi la maggior parte del territorio del bacino, con una vegetazione formata in prevalenza da boschi misti a latifoglie, faggete e conifere, localizzate soprattutto alle quote più elevate.

Nell'area del sottobacino del T.Lavagna la vegetazione arborea è costituita nella parte alta da castagneti, querceti a roverella e boschi misti a carpino e orniello. Vi sono inoltre nella parte bassa formazioni a leccio e alcuni popolamenti di conifere termofile a prevalenza di pino marittimo.

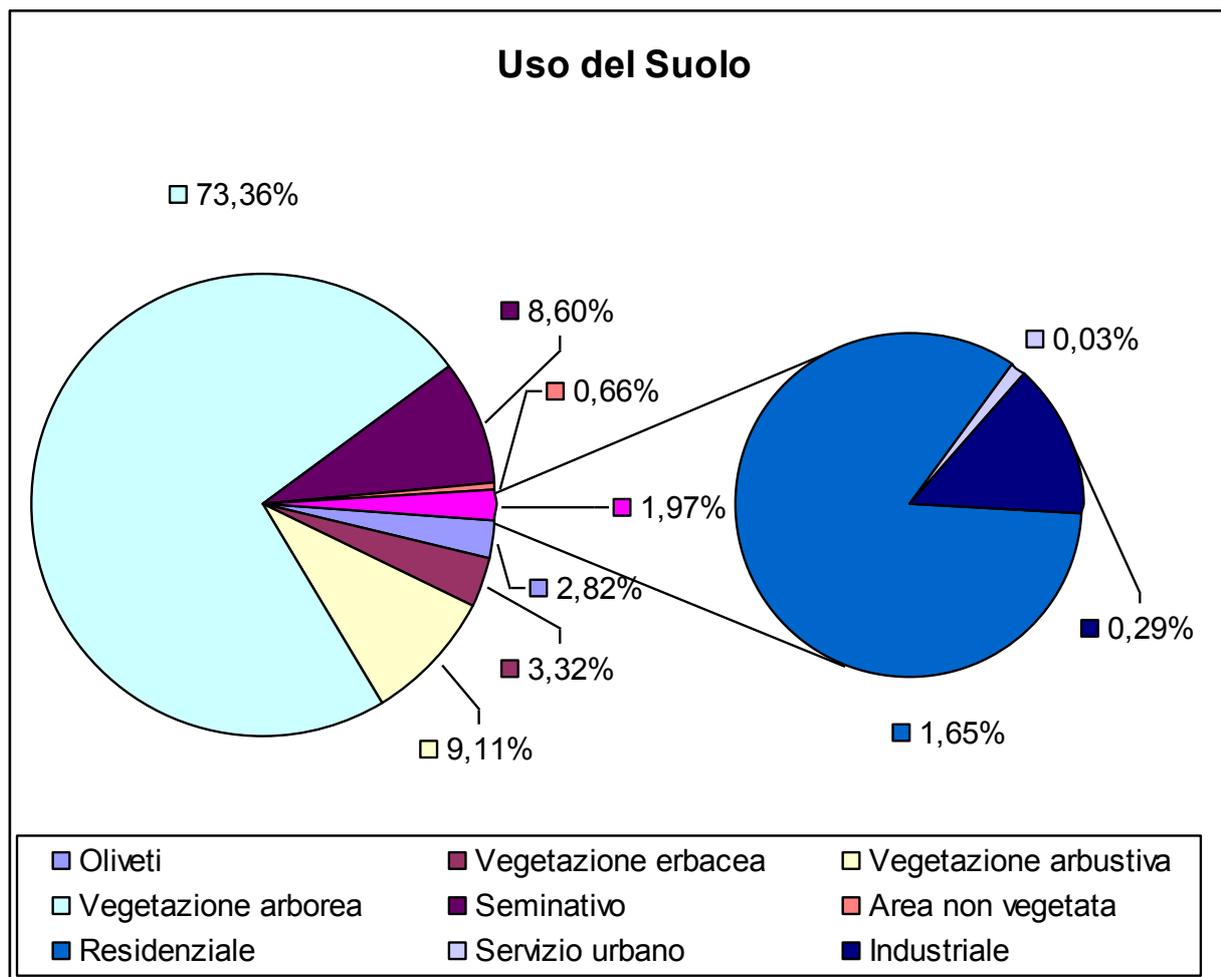
Le formazioni arbustive ed erbacee risultano diffuse sui crinali, ampie zone prative sono presenti nella zona del Monte Ramaceto. La macchia mediterranea risulta presente nella fascia subcostiera fino ad una altitudine di 300 m; nelle valli interne a quote superiori viene sostituita da arbusteto mesofilo.

Nell'area del sottobacino del T.Sturla la vegetazione nella parte sommatiale presenta caratteristiche montane, nei versanti più riparati si nota invece la presenza di specie tipiche dell'ambiente mediterraneo. Tra le formazioni boschive il ceduo di castagno risulta essere la tipologia vegetazionale dominante. Da evidenziare la presenza di faggeta sul versante Nord del M.Ramaceto che si prolunga ininterrotta fino al valico della Forcella e sul versante dell'Aveto. La faggeta è anche presente sul versante Nord del M.Zatta. Nella parte bassa del bacino compaiono querceti a roverella e leccio.

Nel sottobacino del T.Graveglia a causa di fattori ecologici ed antropici si denota una notevole eterogeneità dell'assetto vegetazionale. L'area è prevalentemente interessata da formazioni arboree con castagni, boschi misti a carpino e orniello, querceti a roverella e faggete sui versanti più freschi. Le formazioni a leccio sono abbondanti nella parte inferiore della valle. Le formazioni erbacee risultano presenti sulle aree di crinale. Vi sono inoltre interessanti popolamenti dal punto di vista floristico con specie serpentinicole e serpentinofite, vi sono ad esempio alcuni popolamenti puri di *Buxus sempervirens*.

Nella tabella seguente si schematizza l'uso del suolo del bacino in questione, riportando sia le classi individuate dal Piano di Tutela delle Acque (PTA) che quelle corrispondenti utilizzate dal modello di bilancio idrico HydroCo impiegato nel presente lavoro. Queste ultime sono poi anche rappresentate graficamente successivamente alla tabella.

CATEGORIE PTA	% PTA	CATEGORIE HYDROCO	% HIDROCO		
Oliveto coltivato	2,49	Oliveti	2,82		
Oliveto abbandonato	0,33				
Prateria	3,32	Vegetazione erbacea	3,32		
Vegetazione arbustiva	9,11	Vegetazione arbustiva	9,11		
Ceduo semplice misto	20,76	Vegetazione arborea	73,36		
Ceduo semplice puro di altre latifoglie	0,02				
Ceduo semplice puro di castagno	36,67				
Ceduo semplice puro di faggio	2,61				
Fustaia di altre latifoglie	0,13				
Fustaia di altre resinose	0,56				
Fustaia di altri pini	0,8				
Fustaia di pino marittimo	0,12				
Fustaia mista di resinose	0,41				
Fustaia mista di resinose e latifoglie	11,28				
Altri coltivi	8,6			Seminativo	8,6
Ambito di formazione fluviale	0,66			Area non vegetata	0,66
Aree insediate diffuse	0,35	Residenziale	1,65		
Aree insediate sature	1,3				
Aree sportive e ricreativo-turistiche	0,03	Servizio urbano	0,03		
Aree industriali e/o commerciali	0,22	Industriale	0,29		
Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	0,04				
Aree portuali	0,03				



Uso del suolo

2.5 Aree protette relazionate alle risorse idriche

Il bacino dell'Entella – Lavagna – Sturla risulta interessato per una buona porzione del territorio (circa il 28%) dal sistema delle aree protette, soprattutto nelle porzioni più montane dello stesso.

Nella seguente tabella sono riportate le aree protette ricadenti nel territorio con relativa percentuale.

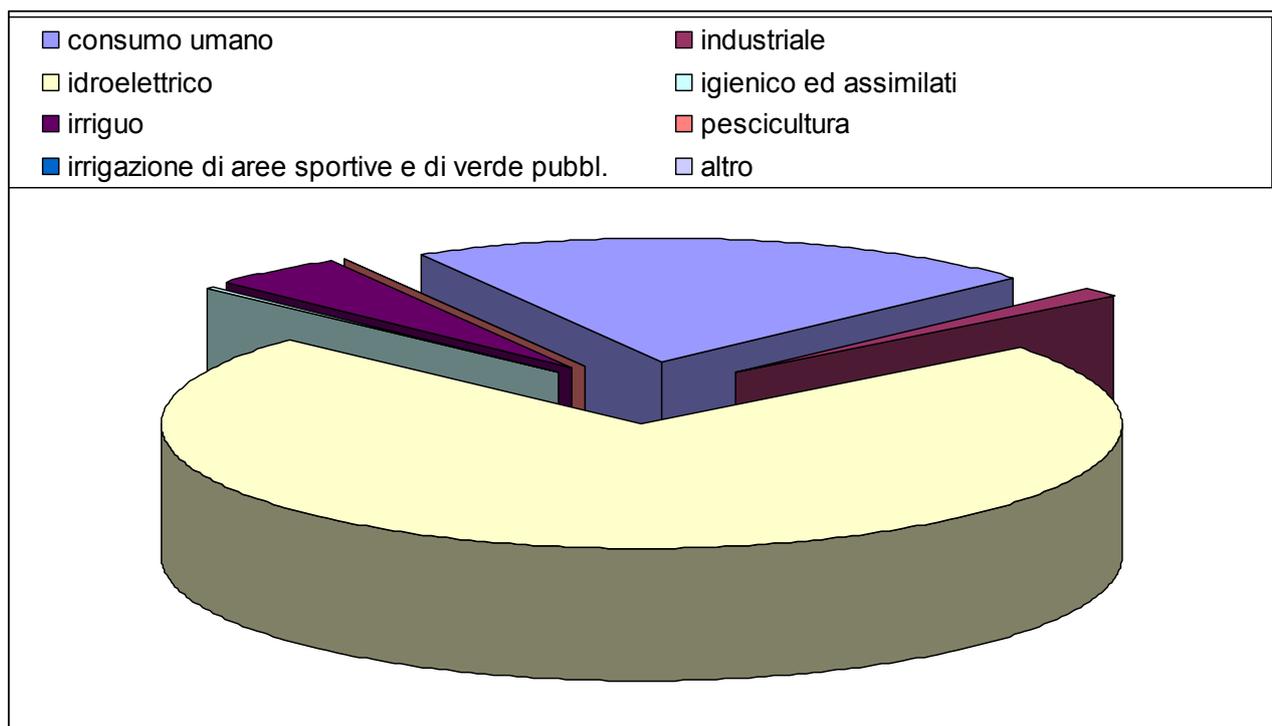
TIPOLOGIA DI AREA PROTETTA	DENOMINAZIONE	CODICE	% TERRITORIO
PSIC	RIO TUIA MONTALLEGRO	IT1332622	0,00192
	PARCO DELL'AVETO	IT1331104	6,41
	M. ZATTA P.so DEL BOCCO P.so CHIAPPARINO M. BOSSEA	IT1331909	3,68
	M. VERRUGA - M. ZENONE - ROCCAGRANDE - M. PU	IT1342806	1,75
	M. RAMACETO	IT1331810	4,82
	M. CAUCASO	IT1331811	0,60
	FOCE E MEDIO CORSO DEL FIUME ENTELLA	IT1332717	0,21
AREE PROTETTE	AVETO		10,53
	PORTOFINO		0,004

2.6 Principali attività antropiche correlate allo sfruttamento delle risorse idriche

Lo sfruttamento delle risorse idriche nel bacino in questione è caratterizzato dagli usi, associati alle quantità concesse, riportati nella seguente tabella:

PORTATE [l/s]									
USO:	Consumo umano	industriale	idroelettrico	Igienico e assimilati	irriguo	pescicoltura	irrigazione aree sportive e verde pubbl.	altro	Tot.
Derivazioni	46.28	6.68	2775.64	0.00	114.56	0.00	0.00	0.25	2943
Pozzi	744.21	40.02	0.00	2.29	5.98	0.00	0.00	0.00	793
Sorgenti	31.77	2.37	0.00	2.19	50.34	0.00	0.00	0.00	87
Totale	822.26	49.07	2775.64	4.48	170.88	0.00	0.00	0.25	3823

Di seguito tali valori sono rappresentati graficamente; si evince che il bacino dell'Entella è caratterizzato da una prevalenza della destinazione d'uso "idroelettrico" rispetto agli altri utilizzi. Sono a tal scopo presenti numerose prese da acqua fluente caratterizzate da portate molto rilevanti, anche se è bene sottolineare che all'uso idroelettrico corrisponde una totale restituzione della quantità prelevata a valle del punto di presa.

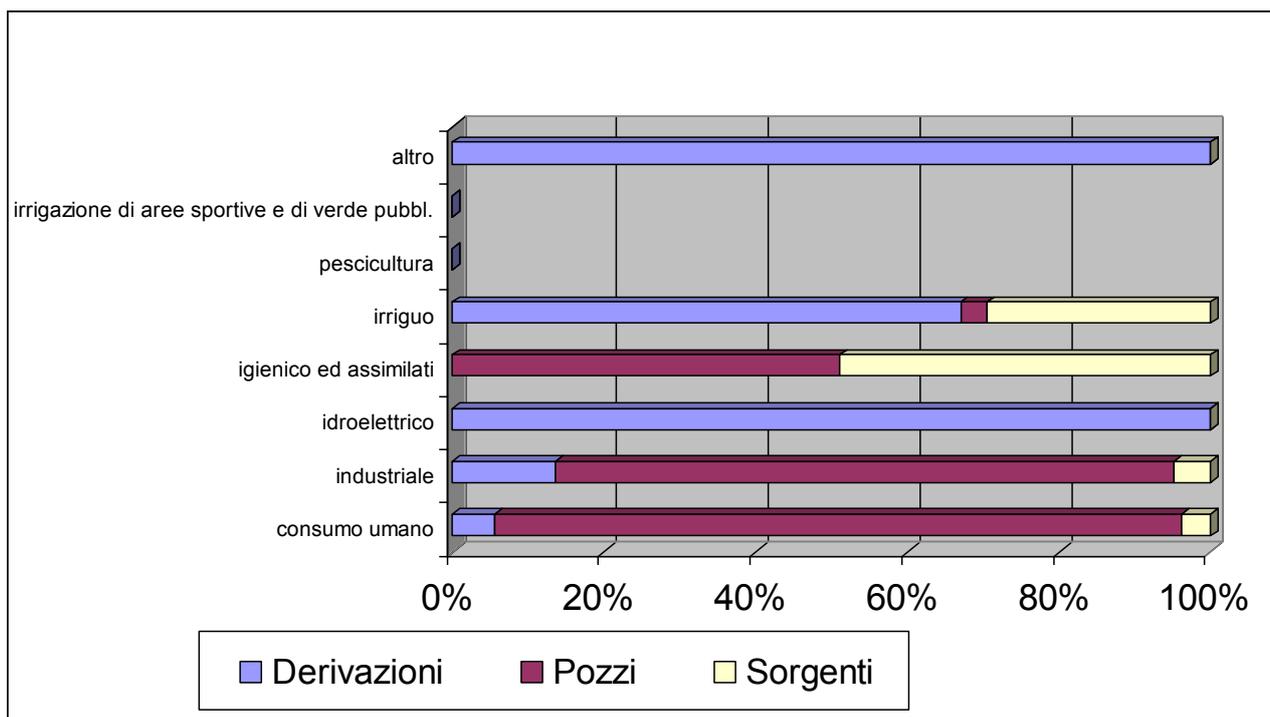


Portate concesionate totali: classificazione per tipologia d'uso

La seconda destinazione d'uso, in termini di portate concesse, è quella per consumo umano, legata alla presenza di numerosi pozzi. Questi sono predominanti anche per quanto riguarda l'uso igienico e il consumo umano, mentre le derivazioni coprono buona parte del fabbisogno irriguo (oltre alla produzione di energia idroelettrica) e infine le sorgenti contribuiscono agli usi irriguo e igienico.

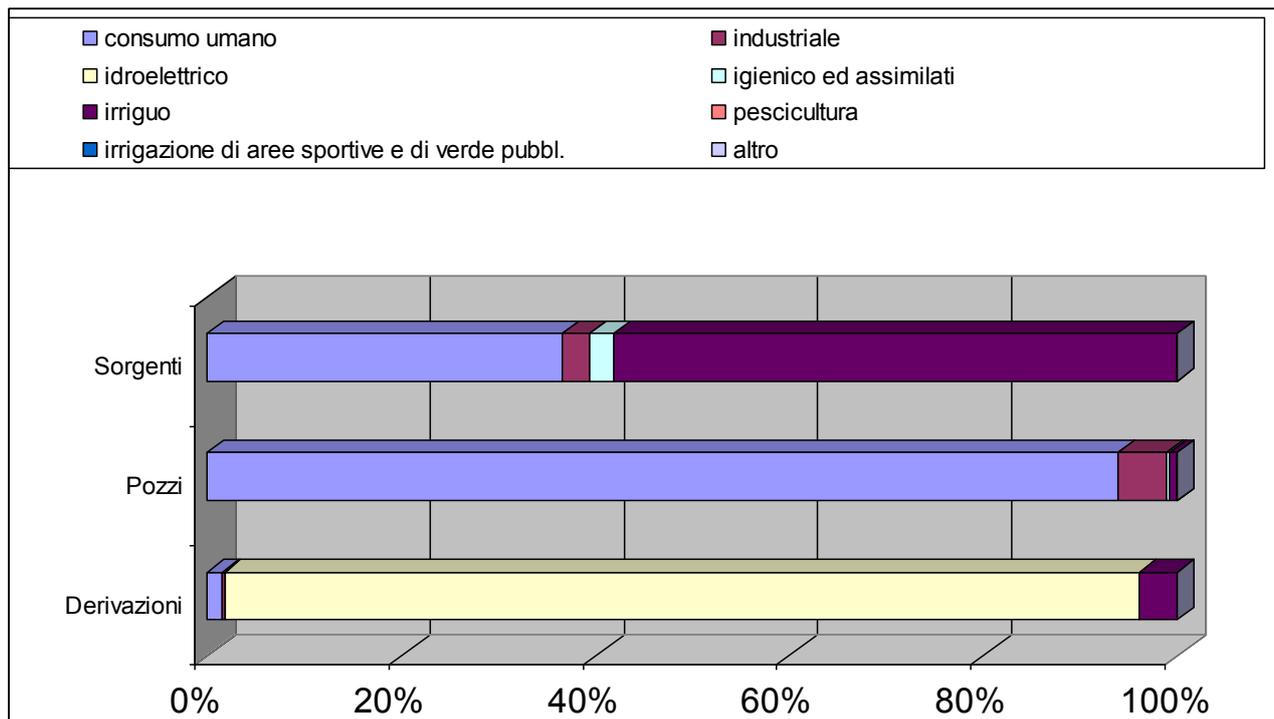
Sono trascurabili le portate destinate ai rimanenti usi, e in particolare si osserva che anche in un bacino così esteso non risultano quantità destinate ad alcuni usi specifici quali ad esempio la piscicoltura e l'irrigazione di aree sportive e di verde pubblico.

Nel grafico seguente è rappresentata per ogni tipologia d'uso la fonte idrica utilizzata.



Fonti idriche captate per ogni tipologia d'uso

Viceversa, esaminando le portate concesse nella loro totalità per tipologia di fonte idrica, si denota la prevalenza del consumo umano, prioritario utilizzo della risorsa derivata da pozzi ma presente anche come uso delle derivazioni e delle sorgenti concessionate. In particolare queste ultime sono per lo più dedicate all'uso irriguo; nel grafico seguente si riporta tale rappresentazione.



Tipologie d'uso per fonte idrica captata

3. GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO Entella AG004

La ricostruzione dell'architettura interna del prisma alluvionale del Torrente Entella e dei suoi confini spaziali è iniziata da una fase di raccolta del materiale bibliografico esistente su questo argomento, per poi proseguire attraverso la modellizzazione spaziale del "sistema idrogeologico" acquifero attraverso l'utilizzo del modulo Terrain Analyst del software GIS MGE.

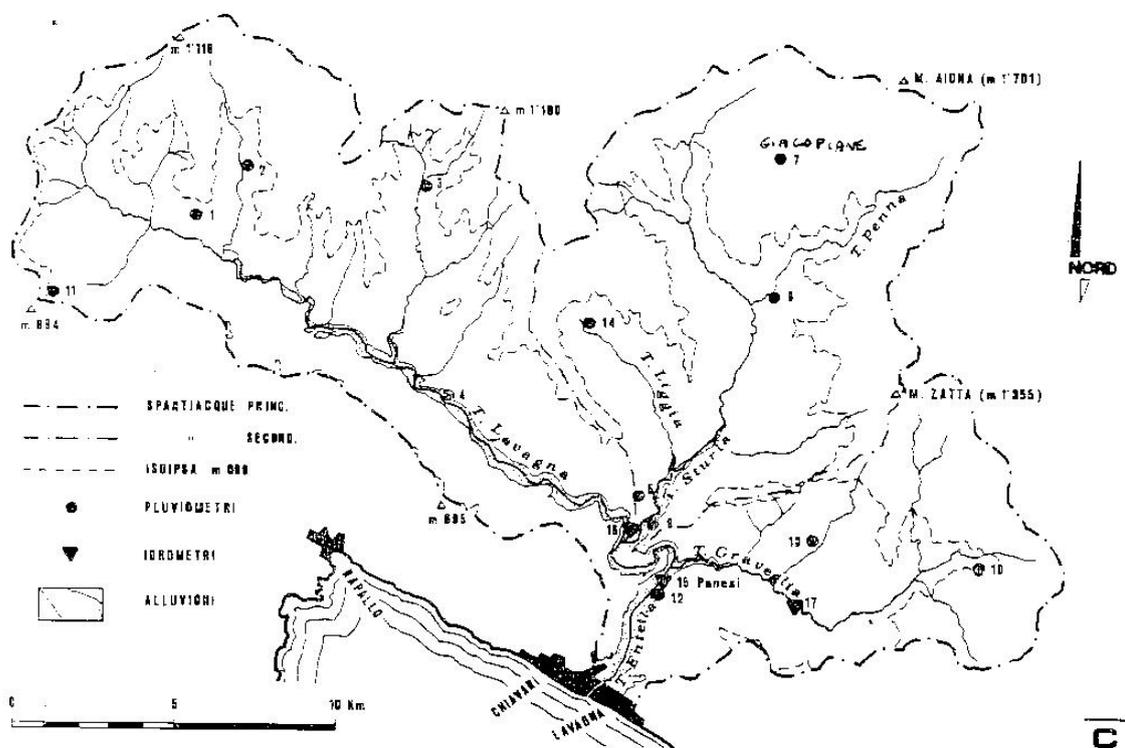


Fig 3.1 Inquadramento del bacino studiato (Cortemiglia et al., 1975)

Lo studio del prisma alluvionale del Torrente Entella viene affrontato nel lavoro di Cortemiglia et al., 1975 dal punto di vista dell'indagine geoelettrica. E' stata infatti condotta nell'ambito di questo lavoro una campagna di prospezioni geoelettriche che si è concretizzata in numerose sezioni geoelettriche interpretative e nella carta delle resistività le quali a loro volta sono state tarate sulla base di alcuni pozzi esistenti (Cortemiglia et al., 1975).

La realizzazione e delle sezioni e della carta delle resistività succitate ha consentito (Cortemiglia et al., 1975) in primo luogo, di dimensionare e caratterizzare fisicamente gli acquiferi più importanti e la morfologia del subalveo, in secondo luogo di stabilire la

posizione degli stessi acquiferi rispetto alla superficie topografica della piana alluvionale. Questo ultimo aspetto risulta di fondamentale importanza ai fini della comprensione dei fenomeni di interazione tra le falde più superficiali e gli eventuali inquinanti provenienti dalle aree maggiormente urbanizzate.

Attraverso questo studio inoltre si è tentato di riconoscere (Cortemiglia et al., 1975), verso la foce, la presenza della falda di acqua salmastra e l'eventuale avanzamento della stessa verso monte.

La taratura dell'indagine geofisica, sia per quanto riguarda la profondità, che per quanto riguarda la litologia, è stata effettuata sia mediante sondaggi meccanici realizzati lungo il tracciato dell'autostrada Genova-Sestri L., in corrispondenza dell'attraversamento dell'Entella, sia utilizzando colonnine stratigrafiche di alcuni pozzi distribuiti lungo il basso corso del fiume (Cortemiglia et al., 1975).

La campagna di prospezioni geofisiche ha previsto la realizzazione di 40 sezioni attraverso la piana alluvionale del Torrente Entella distanti 200-250 m l'una dall'altra; lungo ciascuna sezione i S.E. sono stati disposti con interasse di 50 m, sono stati eseguiti un totale di 215 sondaggi elettrici. Inoltre gli stendimenti sono stati orientati in direzione dell'asse vallivo, questo al fine di contenere gli effetti laterali dovuti alla maggior disomogeneità dei depositi in senso trasversale all'asta torrentizia stessa ed in modo tale da evitare che un elettrodo potesse trovarsi più vicino al substrato rispetto all'altro (Cortemiglia et al., 1975).

L'interpretazione dei grafici è avvenuta (Cortemiglia et al., 1975) con i metodi usuali; dall'elaborazione dei dati dei grafici sono state ottenute le elettrostratigrafie dei sondaggi elettrici e una carta della resistività (vedere Fig 3.2 - 3.3) per lunghezza di AB/2 uguale a 20 m per zone dove il substrato non superava la profondità di 15-20 m e AB/2 uguale a 40 m per la restante parte di alveo. La carta della resistività è stata utilizzata per visualizzare l'andamento del paleoalveo e le principali variazioni granulometriche passando dalla zona a monte a quella a valle.

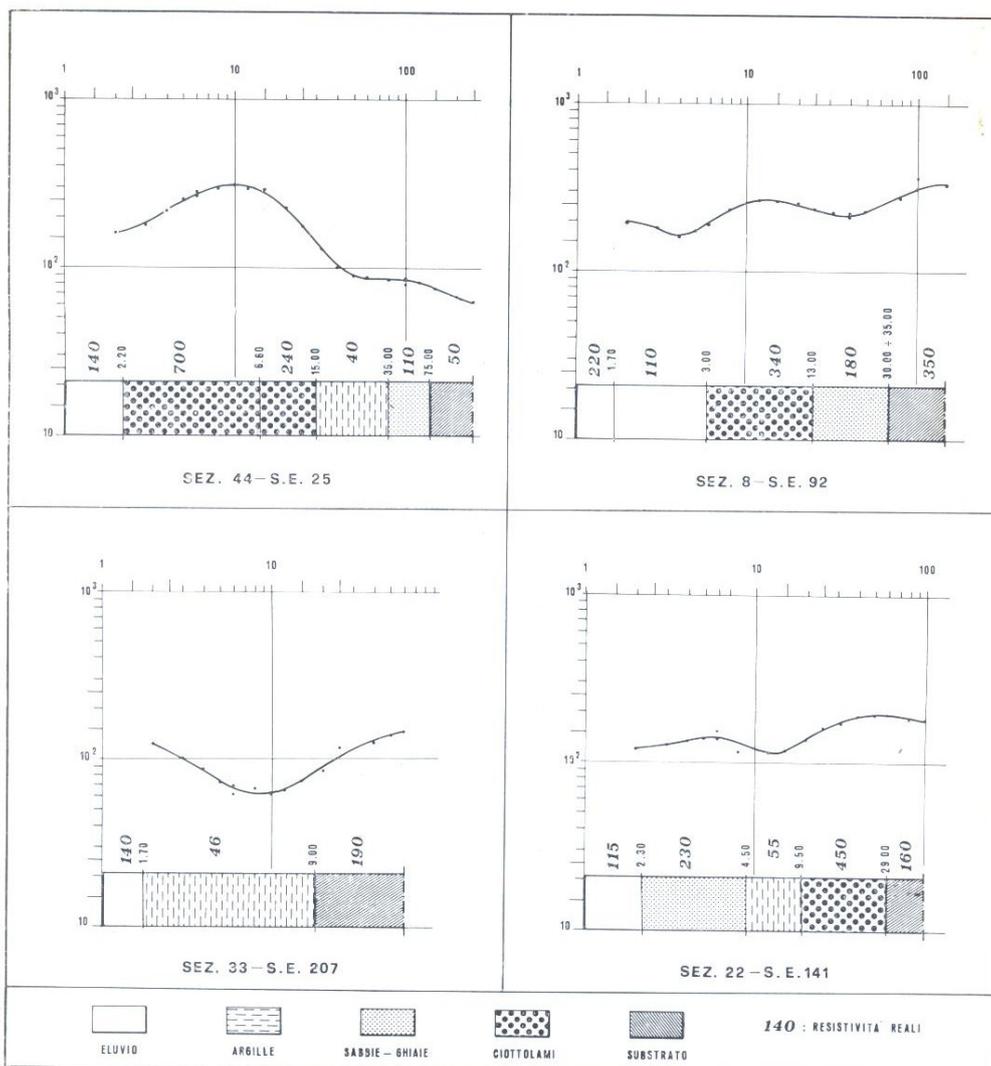


Fig 3.2 Sondaggi elettrici verticali significativi con relative colonnine elettrostratigrafiche interpretative (Cortemiglia et al., 1975).

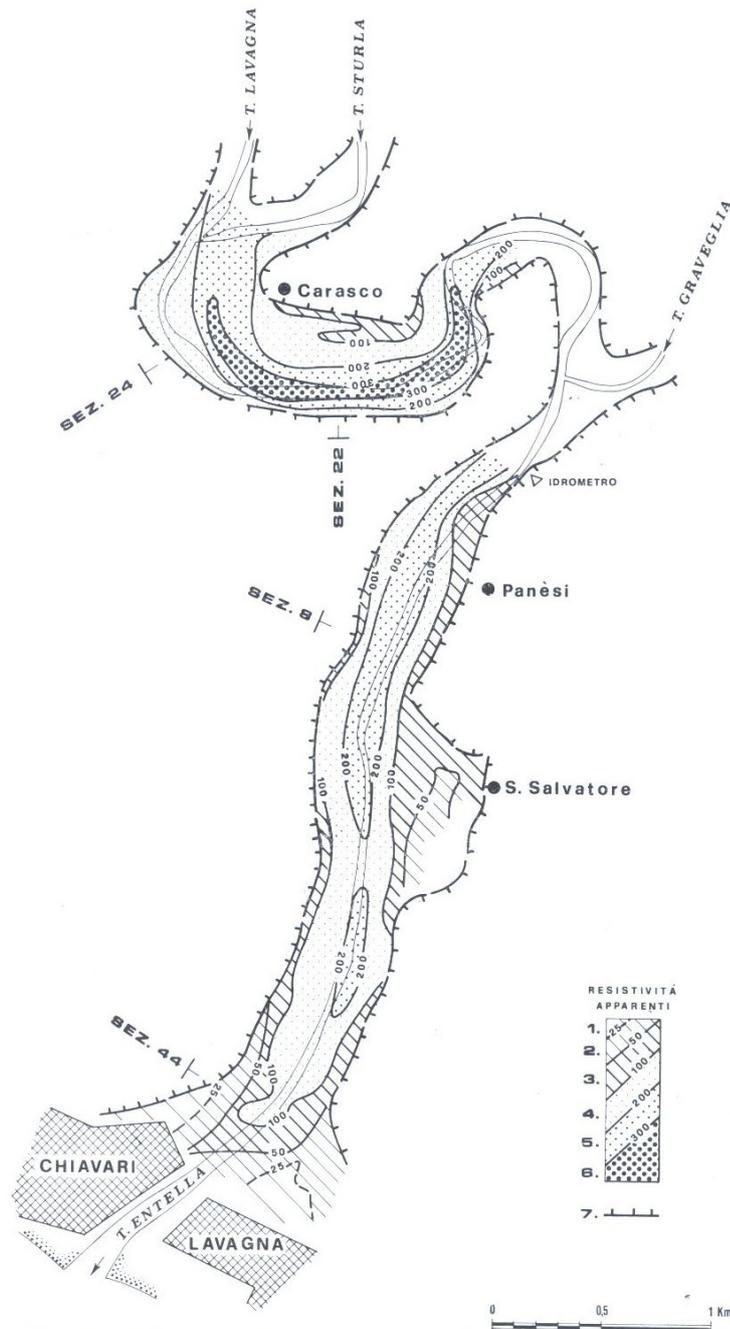


Fig 3.3 Carta delle resistività delle piane più importanti del T. Entella con delimitazione della pianura (linea a denti) e indicazione delle sezioni 44, 8, 22 e 24 citate nel testo e nelle Figg. seguenti. Nella scala delle resistività apparenti, i rigati si riferiscono a complessi prevalentemente argillosi, mentre i puntinati si riferiscono a complessi prevalentemente ghiaioso – ciottolosi. E' evidentissima la diminuzione globale della granulometria da monte a valle, nonché la bassa resistività della piana laterale di S. Salvatore e della piana di Chiavari – Lavagna, colmate da materiali fini. Si può infine osservare, dall'andamento delle isoeresistive, che l'alveo attuale coincide in linea di massima con l'alveo profondo (Cortemiglia et al., 1975).

Attraverso l'operazione di taratura effettuata sulla base di litostratigrafia conosciute è stata ricostruita (Cortemiglia et al., 1975) una scala delle resistività, questa scala è organizzata in 5 classi, ognuna delle quali copre un determinato range di valori, in particolar modo:

1. variabile: terreno agrario aerato, limi superficiali argillificati, terreni rimaneggiati dall'uomo, terreno vegetale;
2. 250÷800 ohm.m: ghiaie grossolane imbibite, ma non sempre sature, normalmente appartenenti alle ultime fasi di alluvionamento. Dove possibile è stata operata la distinzione fra ghiaie a scarsa matrice sabbiosa (250÷400 ohm.m) e ghiaie grossolane pulite (400÷800 ohm.m)
3. 100÷240 ohm.m: ghiaia e ghiaietto saturi, con sabbia che si può presentare in matrice e/o in livelli esclusivi;
4. 15÷90 ohm.m: limi e argille, limi sabbiosi, sabbie più o meno grossolane fino a ghiaietto con molta sabbia. Ove possibile è stata operata la distinzione fra: limi sabbiosi, sabbie con matrice argillosa, sabbie fini sature (15÷40 ohm.m); sabbie, sabbie acquifere con orizzonti di ghiaie (45 ÷ 90 ohm.m).
5. variabile: substrato in argilloscisti della Val Fontanabuona, con resistività variabile a seconda della litologia.

Naturalmente il livello di approfondimento al quale arriva l'indagine geoelettrica, soprattutto per ciò che concerne la distinzione di strutture sedimentarie a più piccola scala, dipende in prima battuta dalla lunghezza degli stendimenti utilizzati, pertanto all'interno degli acquiferi tipo "2", "3", "4" della scala sovrastante possono esistere livelli lenticolari o interdigitazioni caratterizzati da resistività maggiore o minore non distinguibili dall'indagine geoelettrica. Tuttavia, nell'ambito dello studio effettuato il riconoscimento di tali strutture minori sembra influisca poco sulle caratteristiche complessive degli acquiferi, non inficiando perciò l'attendibilità dei risultati ottenuti (Cortemiglia et al., 1975).

Litostratigrafia delle alluvioni

Le 40 sezioni ottenute, che coprono l'area compresa tra Aveggio in Val Fontanabuona (a quota 45 s.l.m.), fino alle spalle di Chiavari-Lavagna, hanno fornito indicazioni molto interessanti sia in relazione all'andamento del paleoalveo, sia in relazione alla granulometria dei depositi alluvionali.

Dal punto di vista della posizione del paleoalveo la geoelettrica evidenzia un andamento di quest'ultimo che rispecchia all'incirca l'andamento dell'alveo attuale, escludendo alcune piccole variazioni scarsamente significative soprattutto verso la foce (vedi Fig 3.3). Dal punto di vista della granulometria delle alluvioni, le indagini hanno evidenziato una forte variabilità delle stesse in senso longitudinale, eterogeneità la cui causa può essere individuata sia negli apporti differenziali legati agli affluenti maggiori (T. Sturla e T. Graveglia), sia in episodi sedimentari strettamente legati alla paleogeografia (Cortemiglia et al., 1975).

In particolar modo la geoelettrica mette in evidenza i seguenti aspetti (Cortemiglia et al., 1975):

- la matrice dominante dei depositi alluvionali a partire da monte fino ad una distanza dalla foce di circa 2-2,5 km risulta costituita integralmente da sedimenti che rientrano nelle classi 2 e 3 di resistività della succitata scala, che risultano sovrapposti (vedi Fig 3.4 sez.8) senza l'interposizione continua di livelli argillosi;

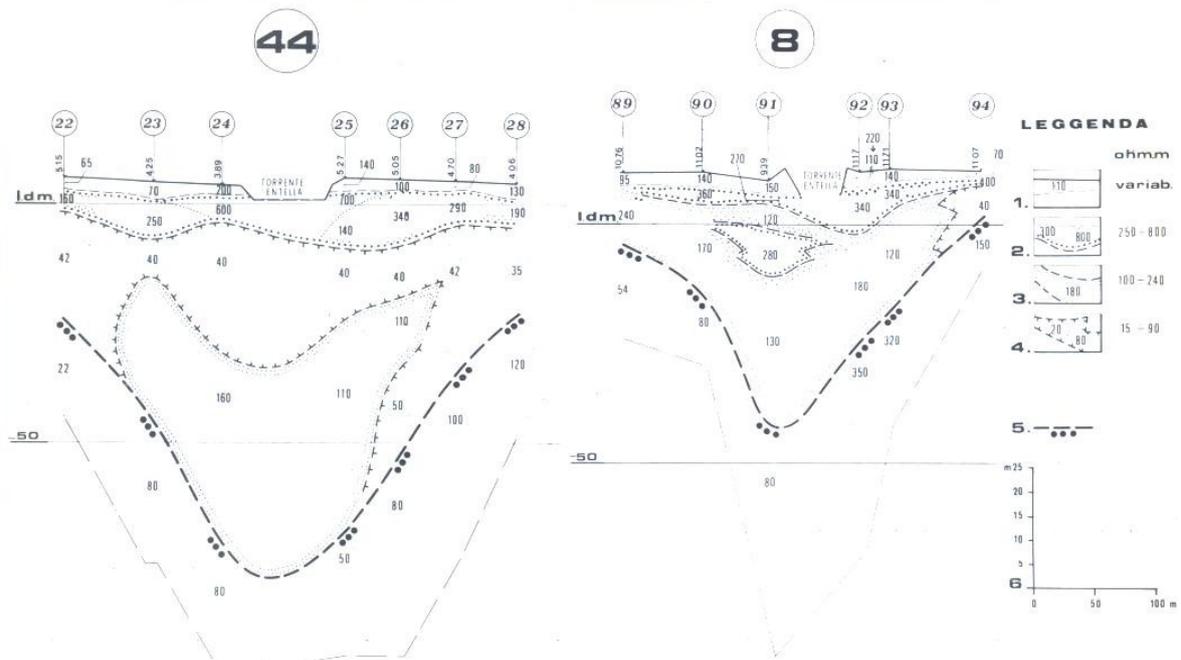


Fig 3.4 Sezioni geofisiche interpretative attraverso l'Entella, con vista da valle, rispettivamente a km 1 e 3,5 dalla foce; è evidentissimo nella Sez. 44 l'orizzonte argilloso limoso fra il complesso profondo "3" e le ghiaie e i ciottolami superficiali "2", mentre nella sezione 8, posta due km a monte, tale orizzonte non compare ancora; si veda per l'ubicazione delle sezioni la Fig 3.3 (Cortemiglia et al., 1975).

Leggenda sezioni: 1, terreno agrario aerato; 2, ghiaie grossolane imbibite pulite ($400 \div 800 \text{ ohm.m}$) o a scarsa matrice sabbiosa ($250 \div 400 \text{ ohm.m}$); 3, ghiaia e ghiaietto saturi, con sabbia che si può presentare in matrice e/o livelli esclusivi ($100 \div 240 \text{ ohm.m}$); 4, limi e argille, limi sbbiosi, sabbie ($15 \div 40 \text{ ohm.m}$) e sabbie con ghiaia ($45 \div 90 \text{ ohm.m}$); 5, tetto del substrato a resistività variabile ($60 \div 90 \text{ ohm.m}$ prevalente, tipico di formazioni argillitiche e argilloscistose); 6, scala differenziata delle altezze e delle lunghezze (Cortemiglia et al., 1975).

- a partire da una distanza all'incirca di 2,5 km dalla foce si registra la presenza di un orizzonte intermedio, prevalentemente argilloso e limoso-sabbioso, che rientra nella classe di resistività 4 e che risulta interposto fra le ghiaie recenti ed attuali (sedimenti che rientrano nella classe di resistività 2) e le alluvioni più antiche di fondo (sedimenti che rientrano nella classe di resistività 3) vedi Fig 8 sez. 44, questo dà luogo a condizioni di artesianesimo per i pozzi che raggiungano profondità superiori ai 20-30 m (Cortemiglia et al., 1975).

Sembrirebbe perciò in questo caso confermata dalle indagini geofisiche condotte, la presenza (Sanguineti, 1949) nel sub-alveo del Torrente Entella, di due falde acquifere separate, almeno a livello locale, da livelli argillosi che comportandosi da acquiclude, garantiscono la potabilità delle acque della falda sottostante.

Si nota inoltre che le alluvioni sono prevalentemente sabbiose nel T. Lavagna, si registrano infatti valori di resistività intorno ai 50-90 ohm.m (vedi Fig 3.5 sez. 33) mentre le granulometria aumenta in corrispondenza delle zone di apporto dei T.

Sturla e Graveglia, le alluvioni infatti diventano marcatamente grossolane e si registrano valori di resistività intorno ai 400 – 600 ohm.m (vedi Fig 3.5, sez. 24);

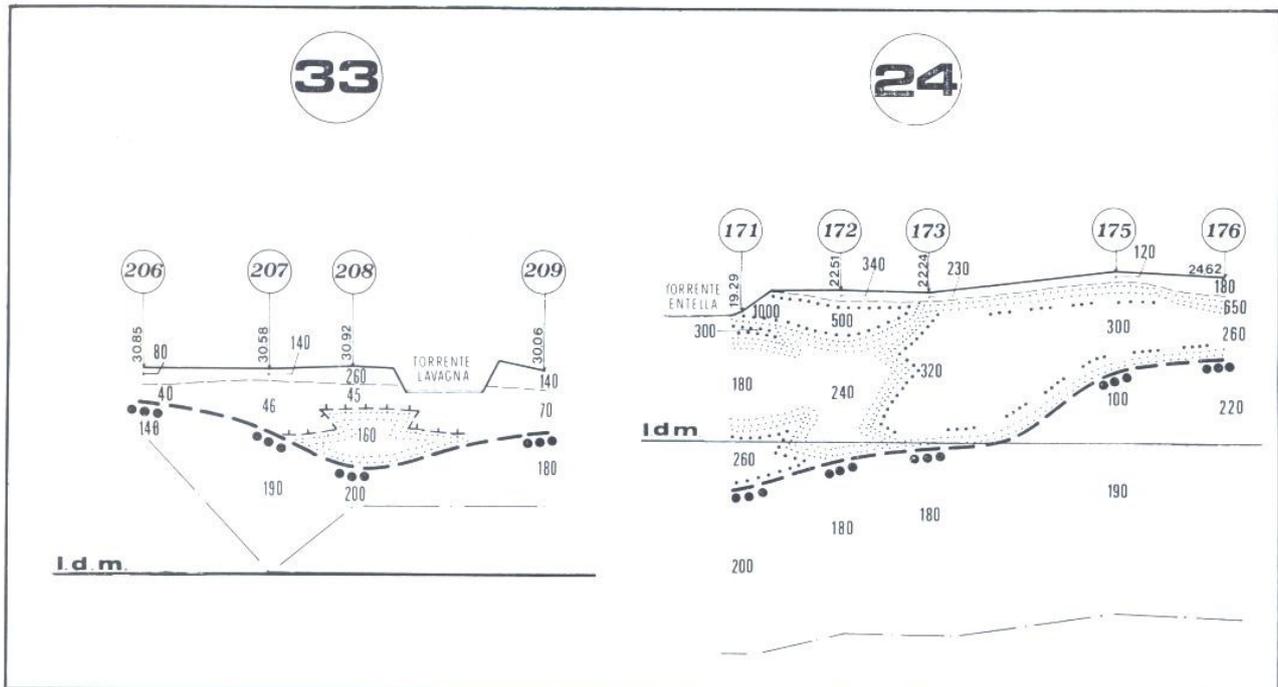


Fig 3.5 Sezioni geofisiche interpretative attraverso il T.Lavagna (sez. 33) e il T. Entella in prossimità della confluenza del T.Sturla (sez. 24). La sezione 33 mostra la bassa resistività delle alluvioni del T.Lavagna, che corre pressochè interamente su formazioni argillitiche, la sezione 24 mostra viceversa come le alluvioni divengano improvvisamente grossolane (resistività di 200 ÷ 300 ohm.m e oltre) allorché nel collettore si immette lo Sturla, che attraversa formazioni arenacee, ofioliti ecc (Cortemiglia et al., 1975).

- nella piana alluvionale intermedia di Carasco, dove il corso d'acqua principale compie una vasta ansa nella quale l'alveo attuale è tutto spostato in sponda destra, si riconosce nettamente (Cortemiglia et al., 1975) una diminuzione della granulometria in senso centripeto per tutta la potenza delle alluvioni, in accordo con il decrescere della velocità di trasporto verso la parte interna dell'ansa (vedi Fig 3.6 sez. 22);

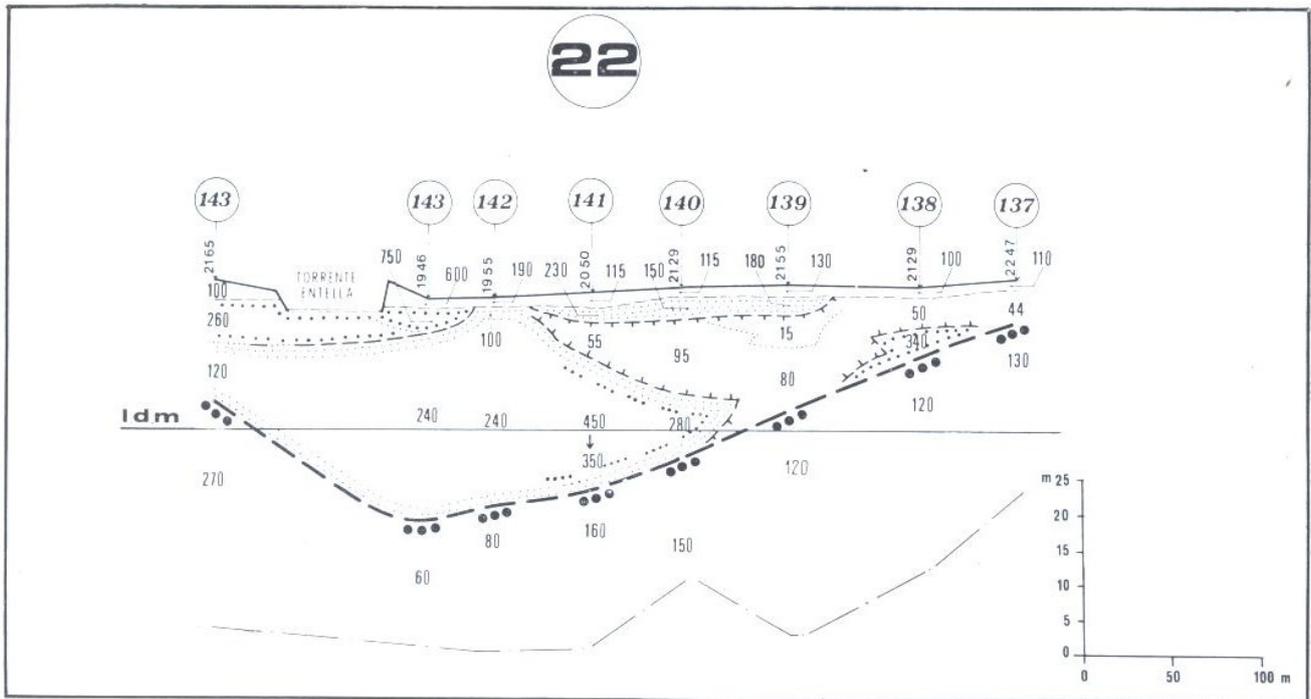


Fig 3.6 Sezione geofisica interpretativa attraverso il T. Entella nella piana di Carasco (vedi Fig 3.3 con l'ubicazione delle sezioni); si osserva l'aumento della granulometria in senso centrifugo, da destra a sinistra, verso l'esterno della grande ansa del torrente (Cortemiglia et al., 1975).

- da ultimo è stato rilevato a circa 500 m dalla foce, ad una profondità di 45-50 m (Cortemiglia et al., 1975), nella zona occidentale della piana, dove è molto spinto il livello di pompaggio da parte dell'acquedotto di Chiavari, un notevole grado di salinità dell'acqua ospitata nell'acquifero di fondo; la geoelettrica rileva infatti valori di resistività molto bassi, addirittura abnormi per alluvioni di quel tipo. Al contrario se si esaminano i valori di resistività registrati sulla stessa trasversale, ma sulla sponda orografica sinistra del torrente, in corrispondenza dell'abitato di Lavagna, dove infatti non esistono pozzi profondi in attività, non vengono registrati gli stessi bassi valori (Cortemiglia et al., 1975).

Uno studio sistematico delle caratteristiche e della struttura geologico-stratigrafica della piana alluvionale del Torrente Entella è stata condotta da A. De Stefanis A., e De Stefanis P., 2003 nell'ambito dello "Studio idraulico di dettaglio del tratto terminale del Torrente Entella stesso".

La ricostruzione bidimensionale del materasso alluvionale del Torrente Entella è stata schematizzata nella realizzazione di 9 sezioni geologiche (la cui localizzazione è visibile nella Fig 3.7):

- le sezioni n° 1,2,3,4,5,6,7,8, tracciate trasversalmente rispetto all'asta torrentizia dell' Entella, dalla foce giungono ad indagare i depositi alluvionali fino all'altezza di Marasco, mettendone in evidenza le variazioni laterali sia dal punto di vista stratigrafico che granulometrico;

- la sezione n° 9 tracciata longitudinalmente all'asta torrentizia analizza l'architettura interna del corpo alluvionale mediante un'interpolazione dei dati delle sezioni trasversali n° 8-7-6-5-4-3.

Ai fini di poter giungere ad una ricostruzione stratigrafica mediante le sezioni succitate è stata effettuata (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003) una ricerca di dati di carattere geologico stratigrafico presso i principali enti e soggetti competenti. Particolarmente utile si è rivelata a tale scopo la campagna di prospezioni geoelettriche condotta sull'intera piana dell' Entella e che si è sviluppata in 215 sondaggi elettrici verticali articolati in 39 sezioni significative tracciate trasversalmente all'asse torrentizio effettuati nell'ambito del succitato studio di Cortemiglia et al., 1975.

La legenda delle sezioni succitate è stata impostata (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003) in modo tale da giungere ad una caratterizzazione dei depositi alluvionali che focalizzasse lo schema generale della circolazione idrica sotterranea e le aree particolarmente critiche dal punto di vista geologico-tecnico. A tale scopo sono state individuati all'interno della legenda stessa degli "accorpamenti litologici", riconducibili a veri e propri complessi di serie idrogeologiche. In tale ottica sono state distinte sei voci di legenda ovvero:

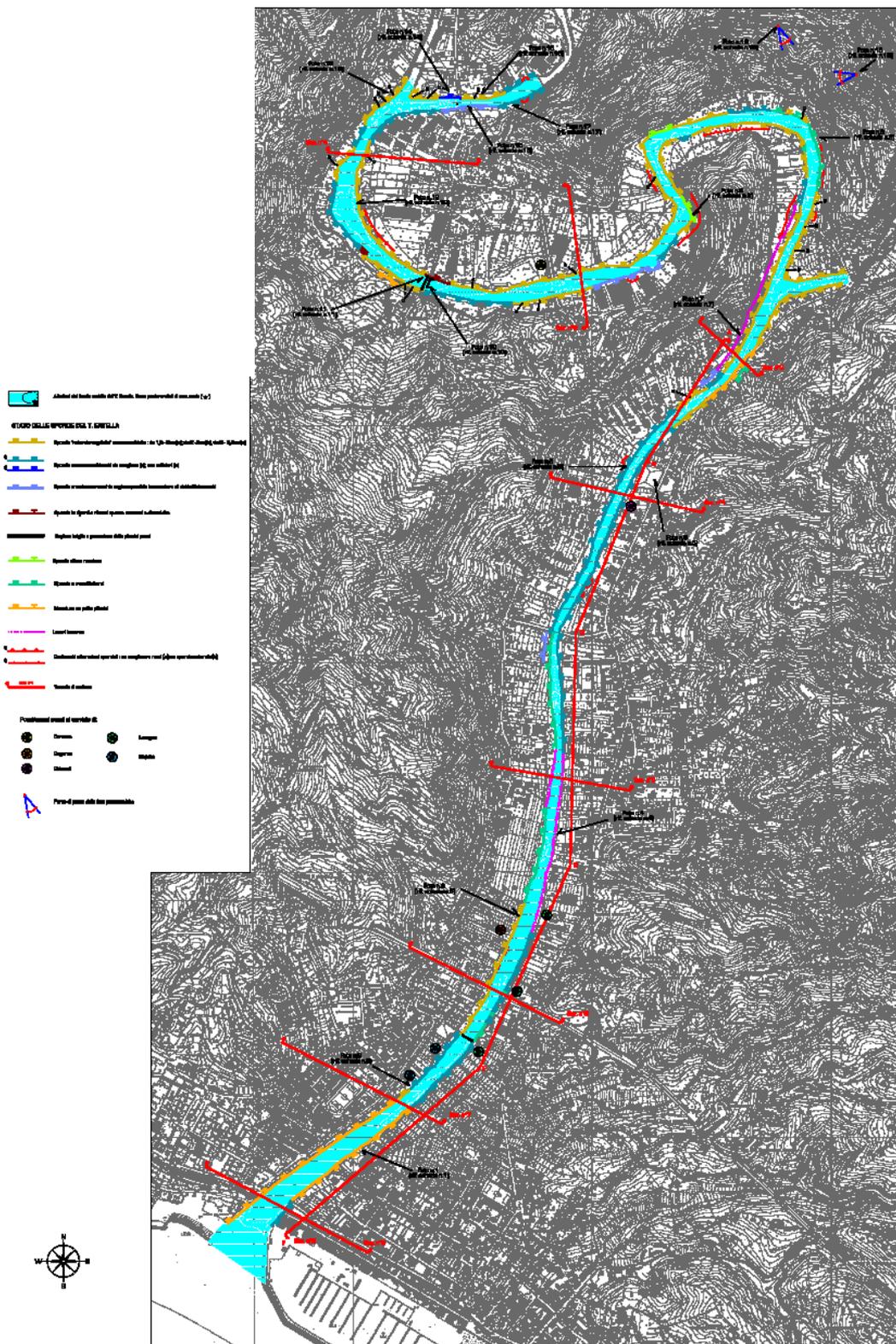


Fig 3.7 Ubicazione delle sezioni geologico stratigrafiche eseguite nell'ambito dello Studio idraulico di dettaglio del torrente Entella nei Comuni di Carasco, Cogorno, Chiavari e Lavagna (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003).

- il substrato roccioso indifferenziato, che è stato ricostruito in gran parte sulla base delle sezioni geoelettriche realizzate nell'ambito dello studio di Cortemiglia et al., 1975 succitato, le quali risultano sufficientemente tarate mediante almeno 6 sondaggi meccanici spinti per alcuni metri in roccia;
- limi ed argille, limi sabbiosi passanti a sabbia debolmente limosa fino a sabbia, il cui riconoscimento mediante il contrasto di resistività effettuato in Cortemiglia et al., 1975 è soggetto ad un certo margine di errore anche se modesto, soprattutto per quanto riguarda la potenza di tali livelli;
- ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa, spesso ricchi di lenti e sottili livelli francamente sabbiosi e/o limosi ed argillosi, che rappresenta il termine più diffuso e che risulta particolarmente eterogeneo;
- ghiaie e ghiaie grossolane, che si presentano spesso pulite, ma che talvolta possono presentare un ridotto contenuto in sabbia;
- coltre superficiale da sabbioso-limosa a limoso-argillosa, con diffuso ghiaietto e rari ciottoli, nella parte marginale della piana alluvionale la coltre risulta costituita da materiale eluvio-colluviale di pendio misto a materiale alluvionale;
- riporti e coperture superficiali di natura decisamente eterogenea (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003).

Successivamente all'individuazione di questi complessi di serie idrogeologiche sono stati individuati i limiti fra gli stessi, i quali sono stati divisi in tre categorie a seconda del loro grado di attendibilità, quindi in:

1. limiti effettivamente ricostruiti sulla base di stratigrafie note derivanti da sondaggi meccanici e quindi caratterizzati da un altro grado di attendibilità, individuati in legenda con un tratto continuo;
2. limiti dedotti da contrasti di resistività, caratterizzati pertanto da un discreto grado di attendibilità, individuati in legenda mediante un tratto punto;
3. limiti esclusivamente derivanti da interpretazione e pertanto caratterizzati da un grado di attendibilità ridotta, individuati in legenda con il tratteggio (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003).

Dalle sezioni elaborate, la configurazione del prisma alluvionale che può essere dedotta passa attraverso le seguenti considerazioni (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003):

- nella zona individuata dal grande meandro di Carasco, il substrato è rappresentato verosimilmente dalla formazione ardesiaca, i depositi alluvionali hanno una potenza variabile tra i 15 e i 25 m (vedi sezioni geologiche n° 1 e 2 riportate in Fig. 3.8 e 3.9), granulometricamente sono costituite da ghiaie e sabbie sul lato esterno del meandro, che sfumano talvolta in ghiaioni, soprattutto nella zona centrale in prossimità dei primi dieci metri dalla superficie; la parte interna del meandro è invece caratterizzata da una facies prevalentemente limosa e sabbiosa con vere e proprie sacche di argilla plastica;

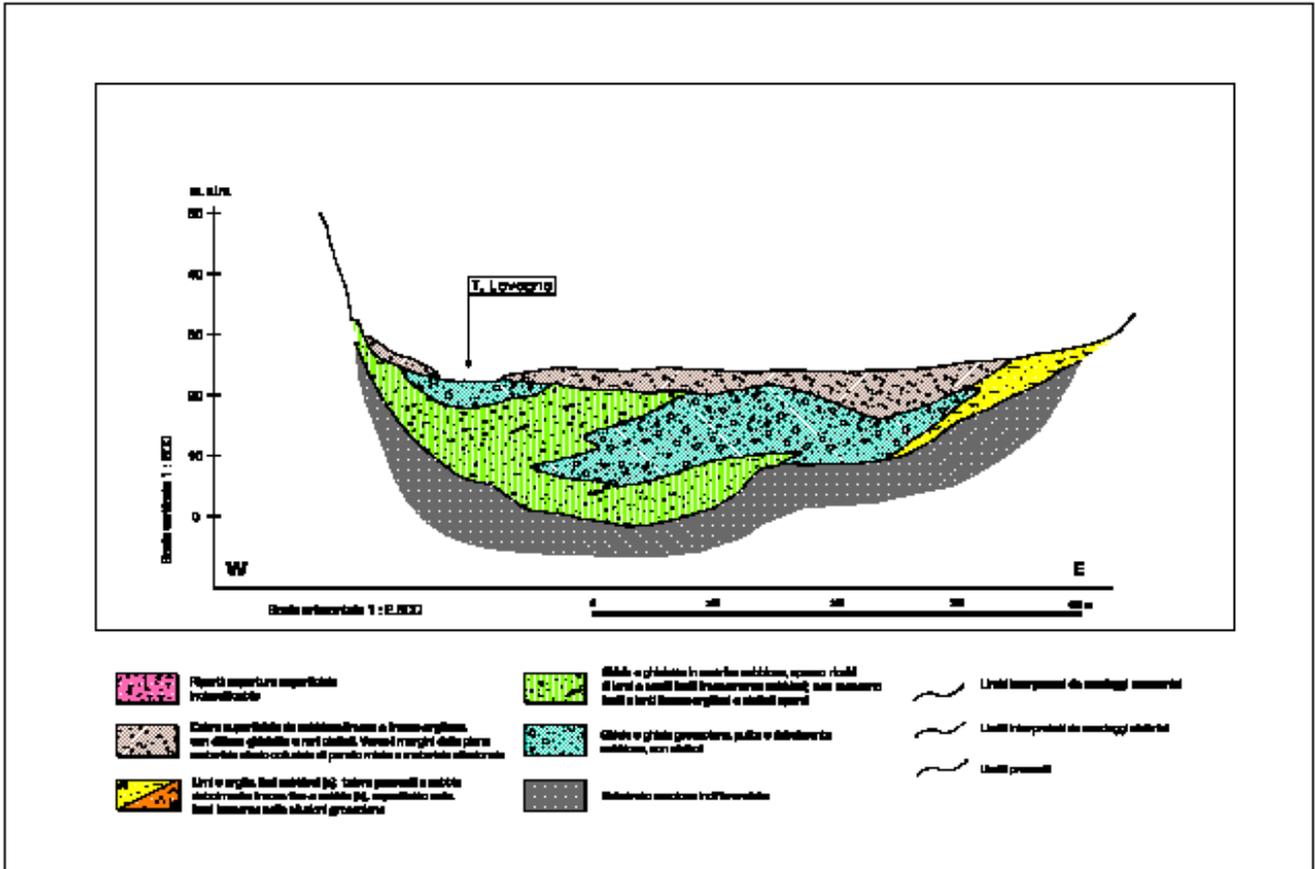


Fig 3.8 Sezione geologica n°1 (De Stefanis A., De Stefanis P.,2003).

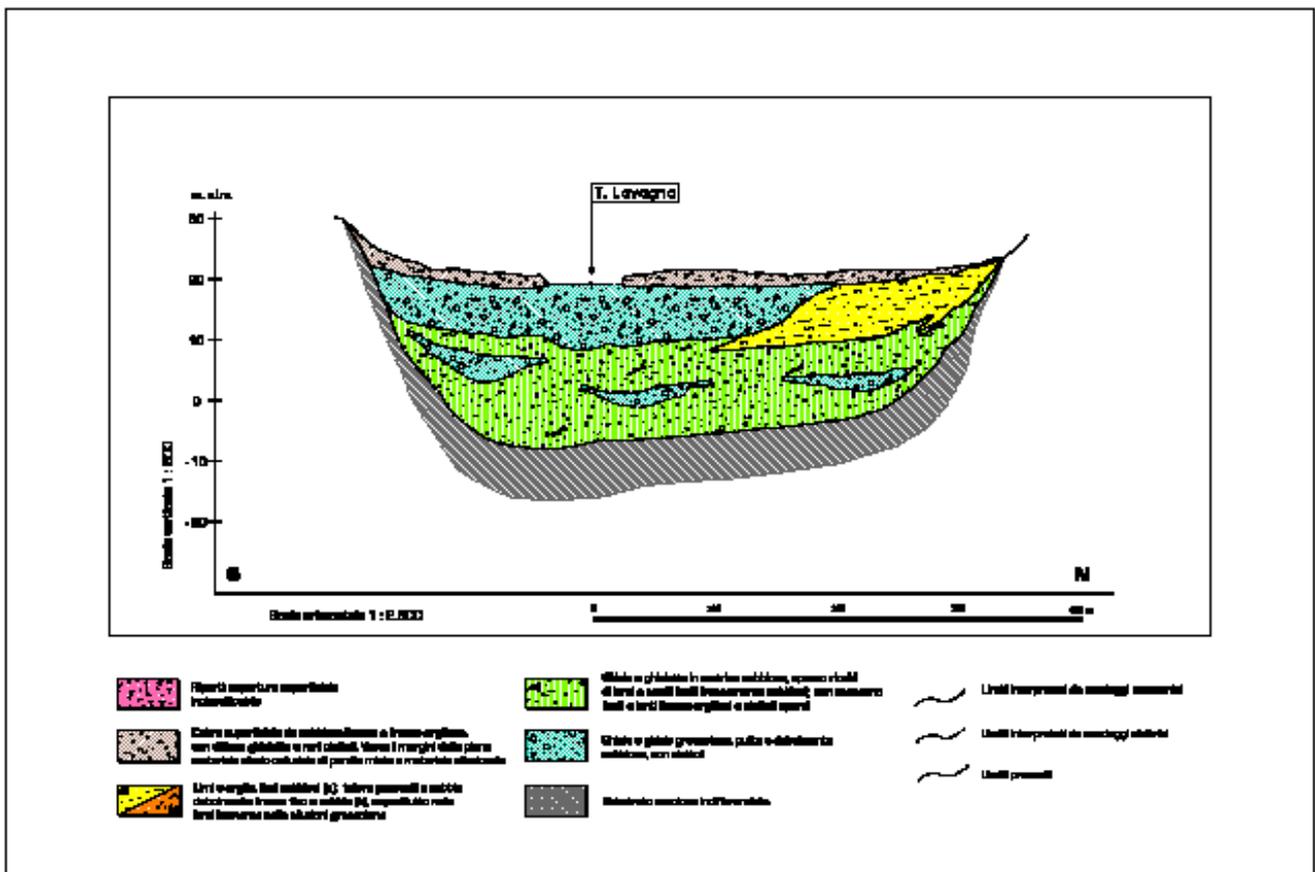


Fig 3.9 Sezione geologica n° 2 (De Stefanis A., De Stefanis P.,2003).

- dai dati della geoelettrica di Cortemiglia et al., 1975, emerge una diminuzione di resistività da monte a valle, che indica una conseguente diminuzione della granulometria media, diminuzione che a sua volta porta ad ipotizzare (De Stefanis A., De Stefanis P.,2003) la presenza di una conoide allo sbocco delle due valli tributarie del Lavagna e dello Sturla;
- all'altezza della cosiddetta strettoia di San Quirico, non avendo a disposizione alcun dato diretto, si è potuto esclusivamente ipotizzare (De Stefanis A., De Stefanis P.,2003) la presenza di materiale alluvionale di natura grossolana;
- immediatamente a valle della confluenza del Graveglia nel Lavagna si entra nel dominio di pertinenza dell'Entella vero e proprio; all'inizio la valle è ancora molto stretta (vedi sezione geologica n°3 riportata in Fig. 3.10), il substrato è caratterizzato dalla facies ardesiaca, almeno fino all'altezza della località di Panesi, dove avviene il passaggio alla facies argillitica ed il conseguente ampliamento della distanza fra i fianchi vallivi, che risultano essere anche meno acclivi;

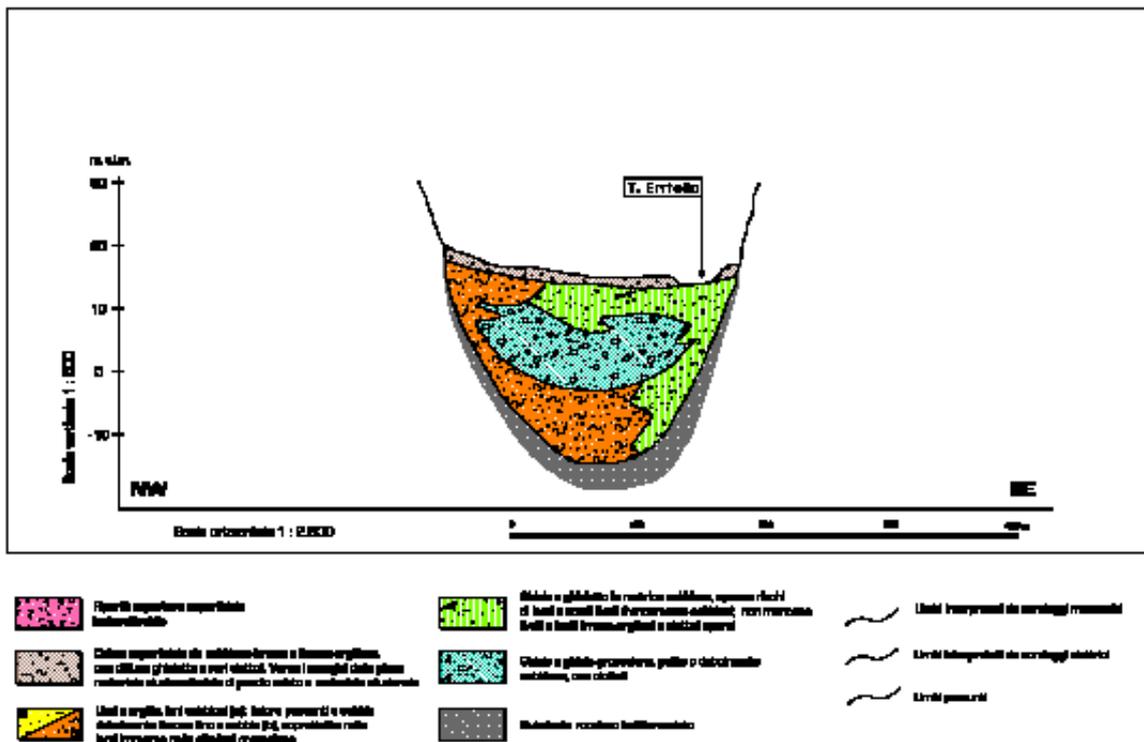
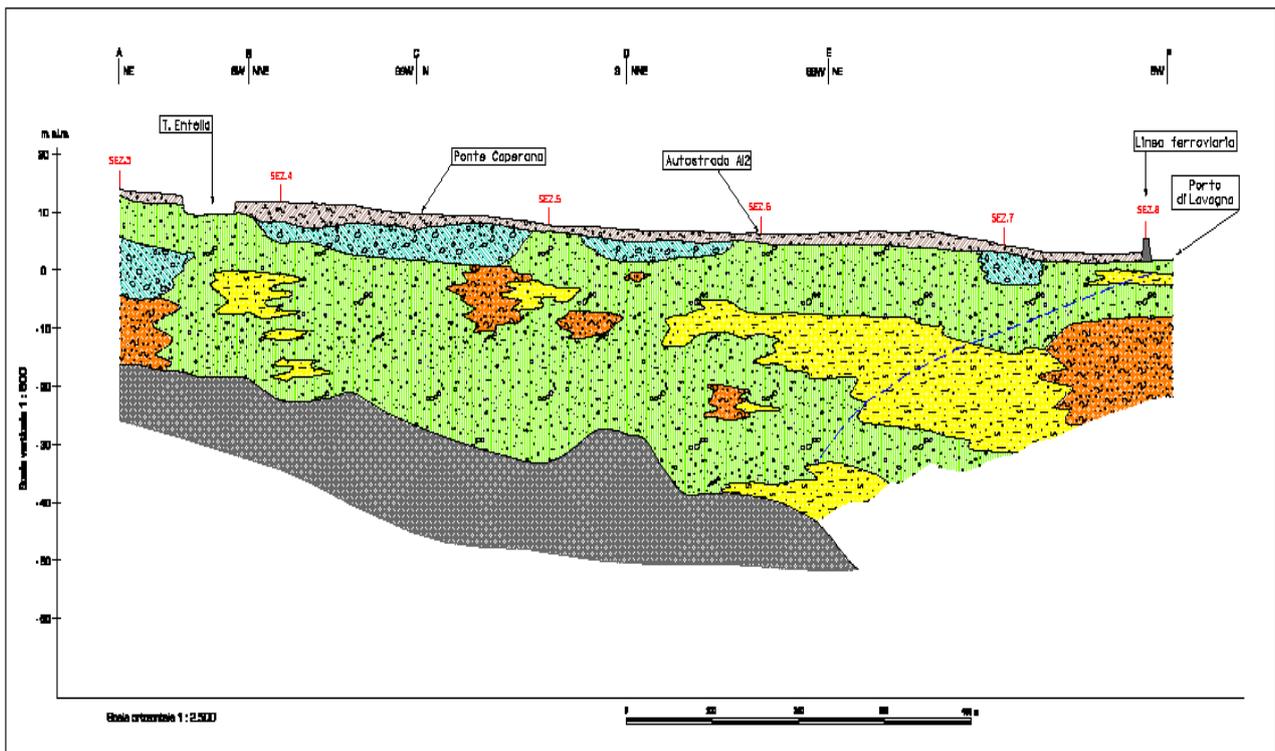


Fig 3.10 Sezione geologica n° 3 (De Stefanis A., De Stefanis P.,2003).

- le alluvioni dell'Entella sono pressochè esclusivamente ghiaiose e ghiaioso-sabbiose, presentano localmente delle sacche limose ubicate soprattutto verso le zone periferiche del bacino e massime in sponda sinistra;
- dall'analisi della sezione stratigrafica n°9 (riportata in Fig. 3.11) si nota che il substrato roccioso gradualmente si approfondisce, come ci si aspetta in situazioni di questo tipo, ossia avvicinandosi alla zona di foce, ad esclusione di deboli e locali risalite dello stesso (ad es., nella zona compresa tra la sezione geologica n° 5, vedi Fig. 3.16 e la sezione geologica n°6, vedi Fig.

3.18). All'altezza del viadotto autostradale, il substrato si trova localizzato a profondità massime di oltre 50 m dal p.c. e i potenti depositi alluvionali, pur essendo ancora costituiti da una prevalente matrice granulometrica di natura ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa, sono interessati dalle prime interdigitazioni di limi ed argille anche di probabile origine marina (De Stefanis A., De Stefanis P.,2003). Questo livello cresce progressivamente di potenza, dando origine a partire dalla zona a valle della sezione trasversale n°6 ad un potente orizzonte costituito da limi e argille e limi sabbiosi che dà luogo ad un vero e proprio sistema bifalda;

- infine (vedi sezione geologica n°9 riportata in Fig. 3.11), non si conosce l'esatta profondità del substrato roccioso in corrispondenza del tratto terminale della piana alluvionale dell'Entella, questo a causa della mancanza di sondaggi meccanici spinti a profondità tale da raggiungere il substrato nella zona che si trova a valle del Ponte della Maddalena (vedi Fig 3.7) idealmente se si continuasse la linea che individua il tetto del substrato, a valle dell'autostrada, si dovrebbero prevedere profondità superiori ai 60 m (De Stefanis A., De Stefanis P.,2003).



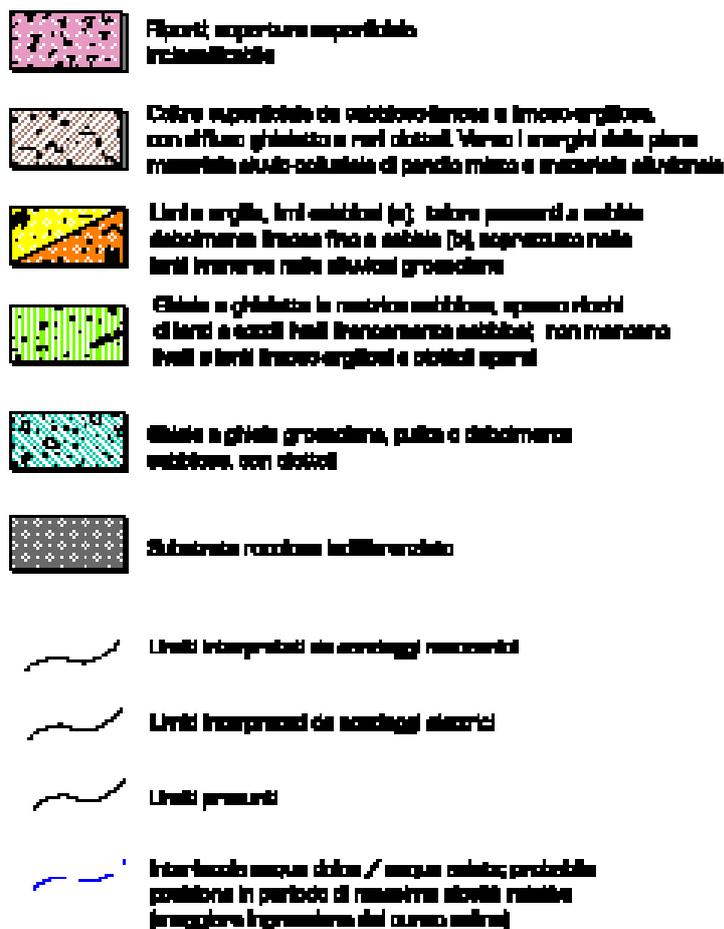


Fig. 3.11 Sezione stratigrafica n° 9 (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003).

Un ulteriore approfondimento soprattutto sulle conoscenze idrogeologiche dei depositi alluvionali che interessano la parte terminale del corso del Fiume Entella, si è realizzata mediante il lavoro di tesi “Caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica della Piana del T. Entella”(Cavicchi, 2004) e dalla comparazione dei dati in esso contenuti con le risultanze dei lavori precedentemente illustrati.

Significativa risulta essere la ricostruzione dell’andamento del substrato al di sotto dei depositi alluvionali e la loro potenza. Ai fini di arrivare ad una caratterizzazione di questo tipo è stata svolta un’attività di censimento dei cantieri geognostici e dei pozzi presenti sull’area di studio. A questa base dati consistente appunto nelle stratigrafie ottenute dalle indagini geognostiche, è stato però applicato un filtro andando ad individuare e selezionare solamente quelle che arrivavano ad intercettare il substrato roccioso (Cavicchi, 2004).

Il risultato di questo lavoro ha prodotto due carte fondamentali ai fini di un inquadramento spaziale dei depositi alluvionali del T. Entella e delle formazioni rocciose che li contengono:

- la carta delle isolinee del substrato roccioso
- la carta delle isopache dei depositi alluvionali.

Il procedimento che ha portato alla realizzazione delle stesse carte è consistito nell'inserimento dei dati relativi alle quote assolute e a quelle riferite al p.c. del substrato roccioso, all'interno del codice SURFER8 della Golden Software.

Al fine di caratterizzare in maniera più precisa l'andamento del substrato roccioso al di sotto delle porzioni periferiche della piana alluvionale, sono state inserite delle quote interpretate nella zona di raccordo tra l'ambito di piana e l'ambito di versante, queste quote sono state dedotte da attente osservazioni morfologiche di superficie, che hanno permesso di valutare in questa zona, una quota media del substrato roccioso a qualche metro di profondità dal piano campagna.

Graficamente questo procedimento si è risolto con la realizzazione delle due carte succitate, che visualizzano la morfologia del substrato roccioso.

Da un'analisi congiunta delle due carte si possono trarre le seguenti conclusioni:

- il tetto del substrato roccioso infatti procedendo da monte verso valle disegna una serie di avvallamenti, separati da zone di risalita dello stesso, secondo una morfologia "a gobbe" in cui, la profondità massima di tali avvallamenti si raggiunge approssimativamente al di sotto dell'asta torrentizia (tranne che nella zona terminale della foce), mentre a mano a mano che dal centro della piana alluvionale ci si avvicina ai bordi del comparto di pianura il substrato risale progressivamente come ci si aspetterebbe;
- la presenza di queste risalite del substrato roccioso, al di sotto della parte apicale mediana del corso del T. Entella, è tuttavia imputabile all'esiguo numero di dati introdotti nell'elaborazione, esiguo in rapporto all'estensione dell'area presa in considerazione e al tipo di metodologia di calcolo utilizzata (ossia il metodo geostatistico di KRIGING attraverso il quale vengono generate delle griglie interpolate); a causa di ciò la ricostruzione in tre dimensioni del substrato in questa porzione dell'area di studio potrebbe risultare in parte falsata;

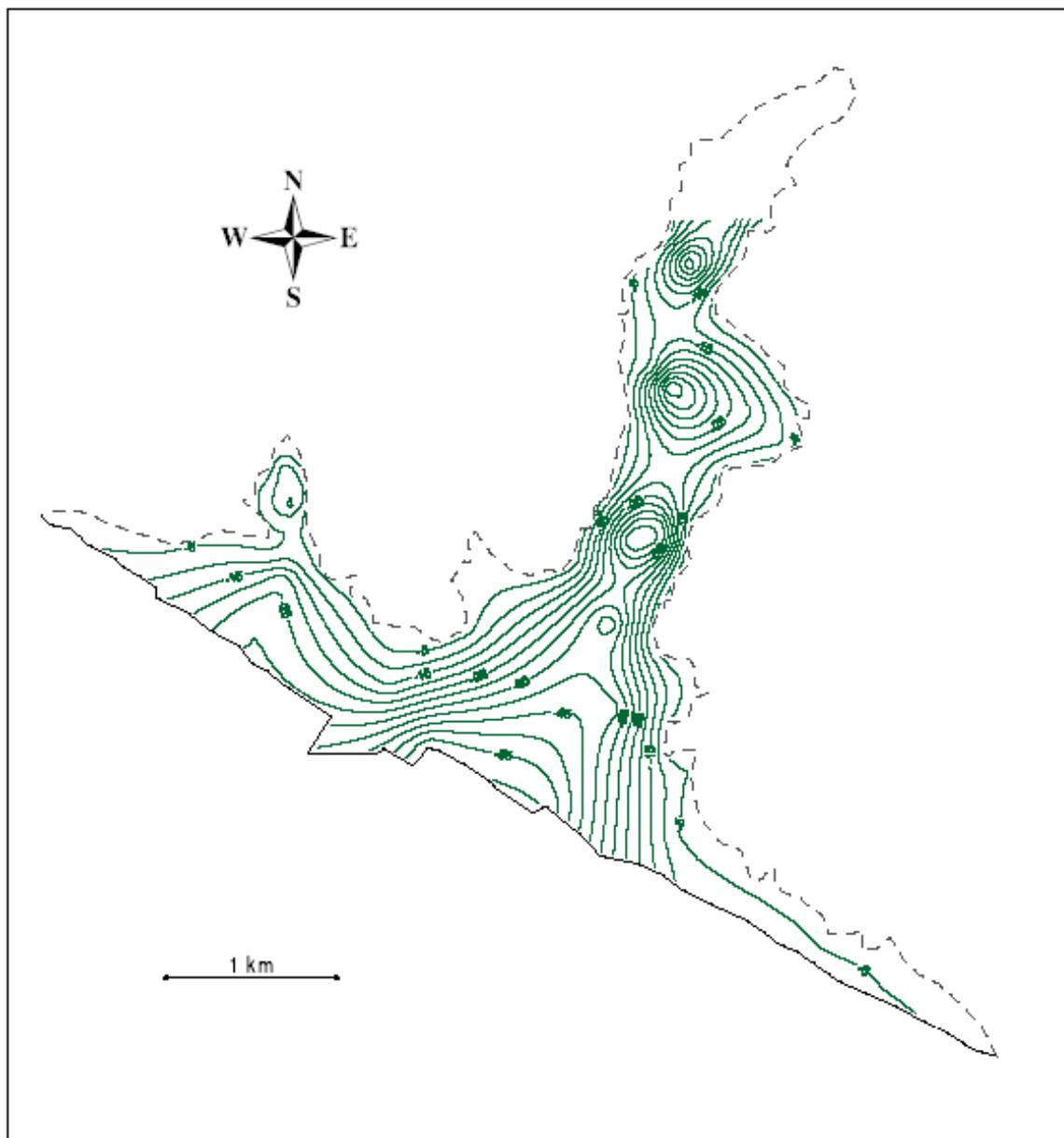


Fig 3.12 Carta delle isolinee del substrato roccioso, le quote sono assolute m.s.l.m.
(Cavicchi L., 2004)

- è chiaro che seguendo tale schema i depositi alluvionali raggiungono la massima potenza in corrispondenza degli avvallamenti disegnati dal substrato, mentre decrescono di potenza in corrispondenza delle zone di “gobba” e verso i bordi della piana;
- risulta inoltre, come già in parte anticipato, una non perfetta coincidenza tra l’asse di drenaggio attuale e la massima potenza deposizionale, nella zona di foce, da questo si può concludere che, in passato, la parte terminale dell’asta dell’Entella risultasse spostata di un centinaio di metri verso Lavagna e che successivamente abbia subito una deviazione verso Chiavari, prima di assumere l’assetto attuale.

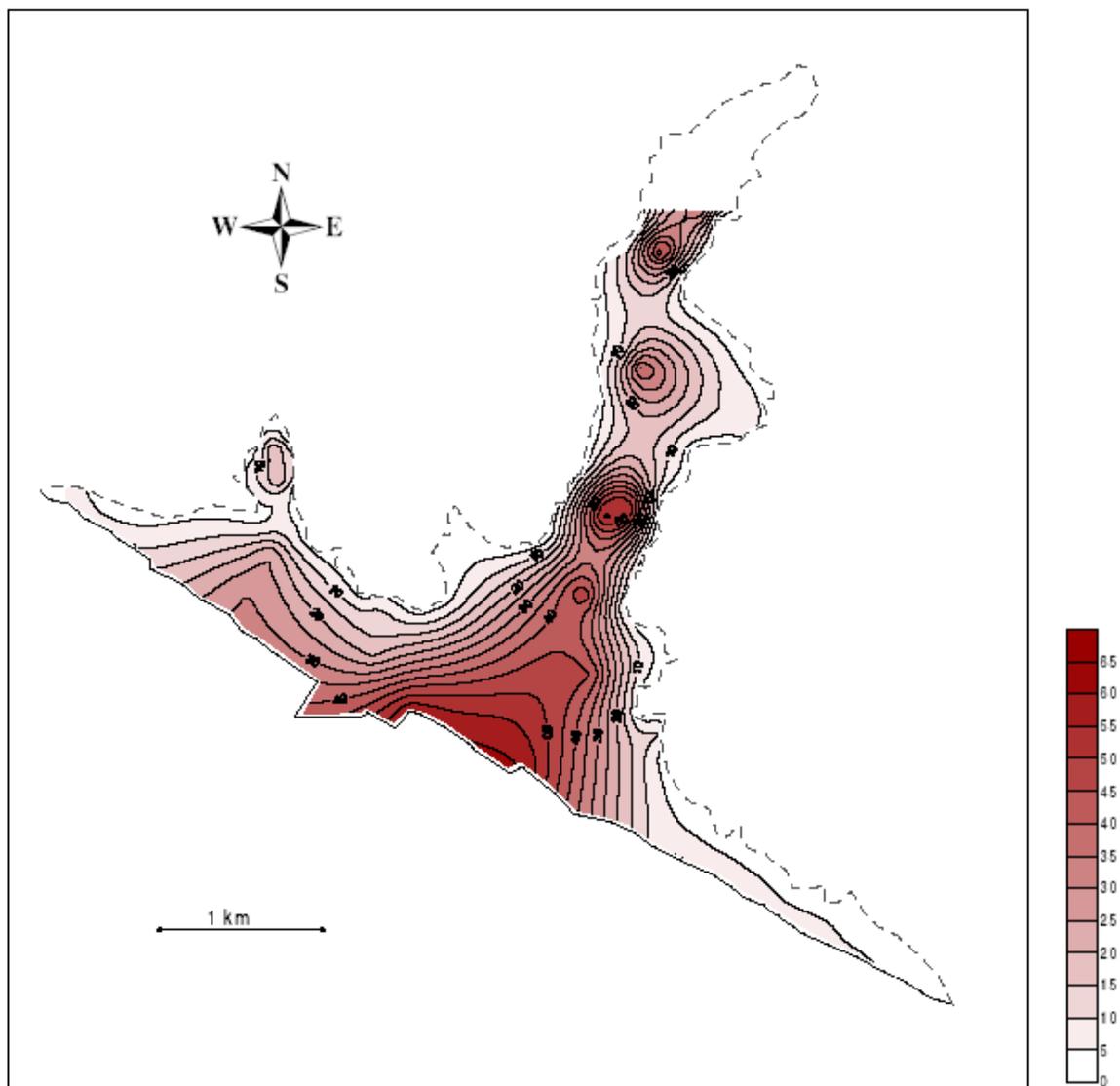


Fig 3.13 Carta delle isopache dei depositi alluvionali, quote in m. (Cavicchi L., 2004)

Da questi due elaborati si evince che il substrato roccioso si approfondisce in maniera graduale ma significativa, passando dai -25 -35 m rispetto al piano campagna. della zona apicale – mediana fino a raggiungere i -45 -55 m della zona terminale della foce. Questo dato risulta confermato anche da studi condotti in zona (Cortemiglia, 1989) dai quali si deriva che il materasso alluvionale costituente la piana dell'Entella, raggiunge mediamente la potenza di 50 m in prossimità della foce, in corrispondenza dell'asta principale del corso d'acqua, che rappresenta la zona di massima potenza deposizionale (Cortemiglia, 1989).

Ricostruzione della configurazione interna dei depositi alluvionali e della morfologia del substrato mediante confronto fra le sezioni geologiche elaborate nell'ambito dello "Studio Idraulico di dettaglio del tratto terminale del Torrente Entella" (De Stefanis a., De Stefanis P., 2003) e le sezioni geologiche elaborate nell'ambito della tesi di laurea "Caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica della Piana del T. Entella"(Cavicchi L., 2004)

Attraverso l'analisi delle sezioni elaborate nell'ambito dello "Studio Idraulico di dettaglio del tratto terminale del Torrente Entella (progetto Enel – Hydro) e della tesi di laurea "Caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica della Piana del T. Entella" (Cavicchi L., 2004), prendendo in considerazione in particolar modo quelle tarate su sondaggi meccanici, si può avere partendo da monte verso valle uno schema dell'andamento del substrato al di sotto dei depositi alluvionali (si veda per la corografia delle sezioni la figura 3.14).

La prima sezione che indaga i depositi alluvionali del Torrente Entella poco più a valle della confluenza del torrente Graveglia nel Lavagna, è la sezione geologica n°3, De Stefanis, 2003, trasversale all'asse del torrente, elaborata nell'ambito del progetto Enel – Hydro. In questo caso i limiti che ricostruiscono la configurazione stratigrafica interna del prisma alluvionale e quelli che segnano il passaggio al substrato si basano su indagini geoelettriche e andrebbero comunque tarati mediante sondaggi meccanici, sulla base tuttavia di tali indagini si rileva una profondità massima raggiunta dal substrato al di sotto dei depositi alluvionali che si attesta sui -30 m dal piano campagna (vedi sezione geologica n° 3 De Stefanis, già riportata nel testo).

Proseguendo verso valle all'incirca all' altezza della località Panesi, abbiamo l'opportunità di analizzare i dati provenienti da due sezioni geologiche tracciate all'incirca ad una cinquantina di metri l'una dall'altra: la sezione n° 4, De Stefanis, 2003 (vedi Fig. 3.14) e la sezione n°1, Cavicchi L., 2004 (vedi Fig. 3.15).

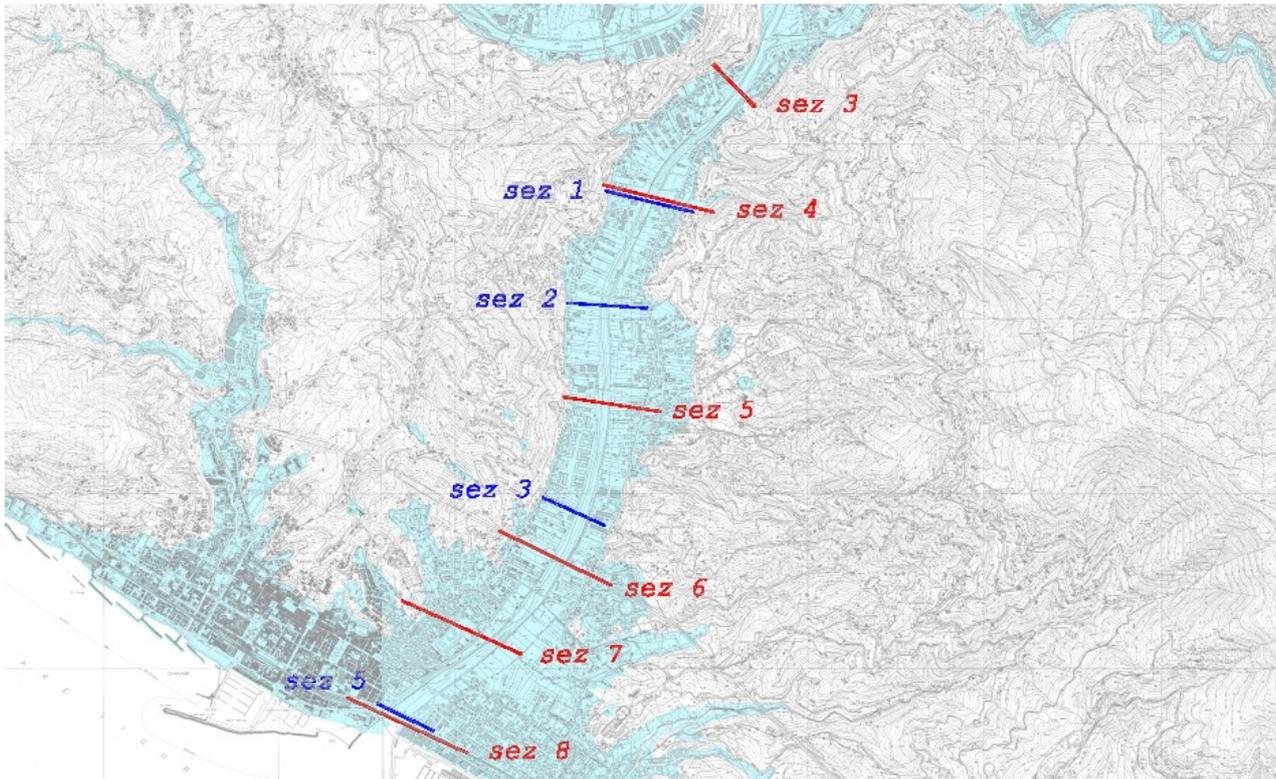


Fig. 3.14 Corografia delle sezioni utilizzate ai fini della ricostruzione stratigrafico – strutturale del prisma alluvionale al di sotto della piana del Torrente Entella. Le sezioni riportate in colore rosso derivano dallo studio Enel – Hydro (De Stefanis A; De Stefanis P; 2003), le sezioni riportate in colore blu derivano dalla tesi di laurea “Caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica della Piana del T. Entella” (Cavicchi L., 2004).

Si nota una sostanziale congruenza a livello stratigrafico riscontrata nelle due sezioni: la matrice granulometrica dominante all'interno dei depositi alluvionali in entrambi i casi è costituita da ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa, che costituiscono un potente livello. Al di sopra di questo sono presenti in entrambi i casi due livelli granulometricamente comparabili: un primo livello più superficiale tendenzialmente limoso – argilloso (descritto nella sezione n°4, come coltre superficiale da sabbioso – limosa a limosa argillosa e nella sezione n°1 come livello francamente argilloso); un altro livello immediatamente sottostante costituito da ghiaia sabbiosa (descritto come ghiaia e ghiaia grossolana pulita o debolmente sabbiosa nella sezione n°4 e come ghiaia con sabbia argillosa nella sezione n°1).

In questa zona la profondità massima d'imposta del substrato roccioso viene individuata: nella sezione n°4 all'incirca a – 40 m dal p.c. mediante indagini geoelettriche, che andrebbero pertanto tarate attraverso sondaggi meccanici; a circa – 30 m dal p.c. nella sezione n°1, in questo caso la profondità del substrato è individuata mediante la stratigrafia del Pozzo Panesi (sicuramente sarebbero necessarie un maggior numero di indagini puntuali che raggiungono il substrato per validare il dato). Da un confronto fra le due sezioni, anche se i dati a disposizione sono limitati e andrebbero supportati da ulteriori indagini, si può ipotizzare una risalita graduale del substrato, muovendosi verso la foce.

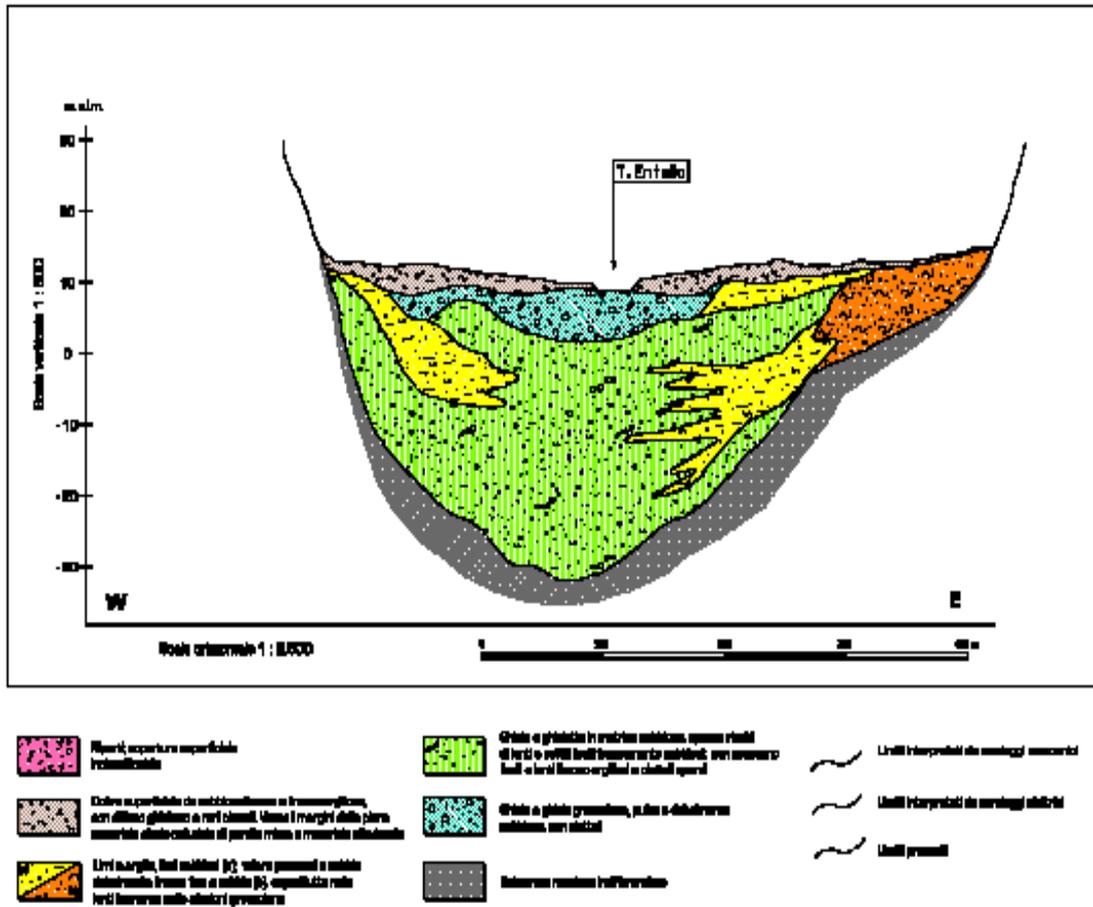


Fig 3.14 Sezione geologica n° 4 De Stefanis., 2003

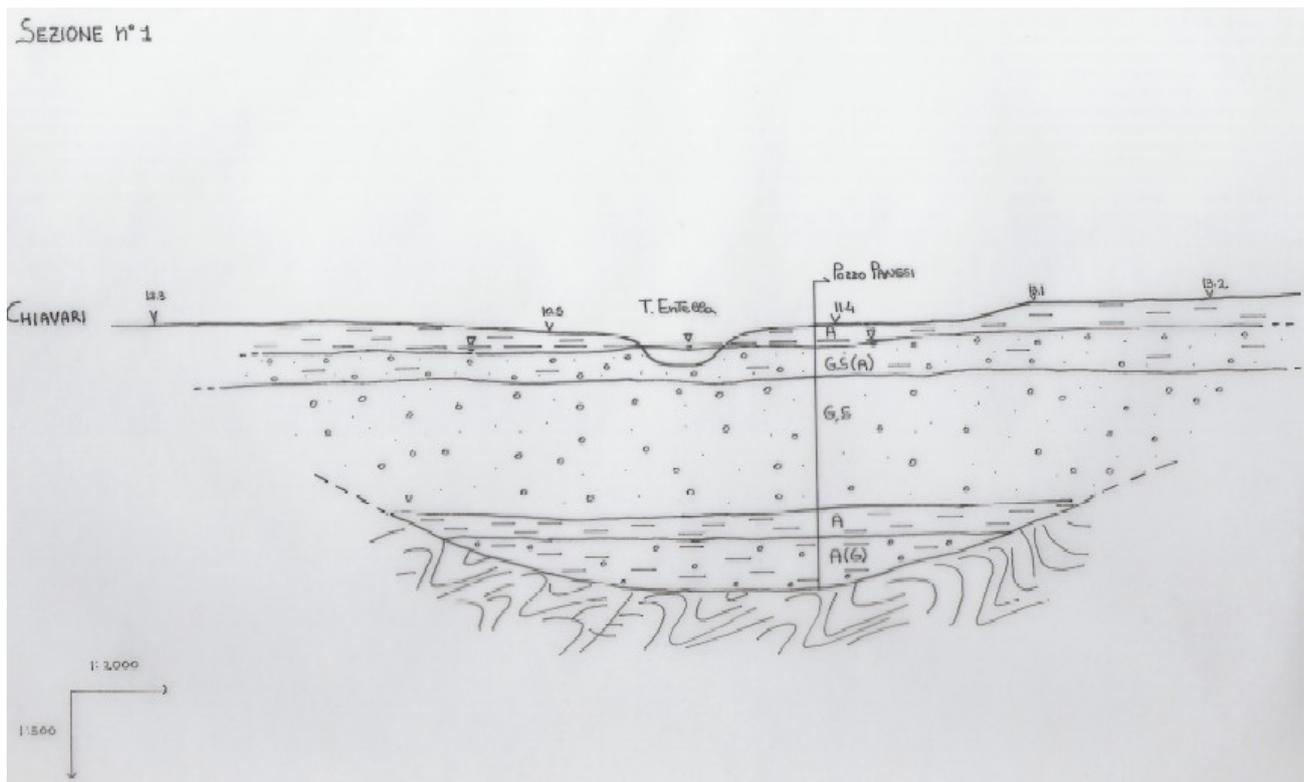


Fig 3.15 Sezione geologica n° 1; in realtà la restituzione grafica, per quanto riguarda le profondità non è perfettamente fedele alla scala, la profondità di imposta del substrato roccioso riportata nel testo è perciò stata derivata dalle colonnine stratigrafiche dei sondaggi e dei pozzi (Cavicchi, 2004)

La zona immediatamente a valle, compresa all'incirca tra loc. Caperana e loc. San Martino, è stata indagata mediante due sezioni: la n°2, Cavicchi 2004 e la n°5, De Stefanis 2003 (distanti fra di loro circa 500 m). In questo caso, si nota sempre una certa somiglianza a livello di struttura interna dei depositi alluvionali. Si nota infatti la presenza di un livello superficiale sostanzialmente limoso – argilloso (descritto come passante da sabbioso-limoso a limoso-argilloso nella sezione n°5 e come limo argilloso nella sezione n°2), seguito da un potente livello ghiaioso (descritto come ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa nella sezione n°5, come ghiaia nella sezione n°2), che costituisce la matrice granulometrica dominante dei depositi alluvionali, all'interno del quale si ritrovano intercalazioni di livelli limosi e argillosi. In questo caso la profondità massima di imposta del substrato non è rilevabile con certezza: in un caso, nella sezione n°2 poiché i sondaggi non si spingono sufficientemente in profondità (quindi l'andamento del substrato si basa su limiti presunti), nell'altro, poiché il contatto alluvioni-substrato è indagato, mediante la geoelettrica, ma solamente fino ad una certa profondità.

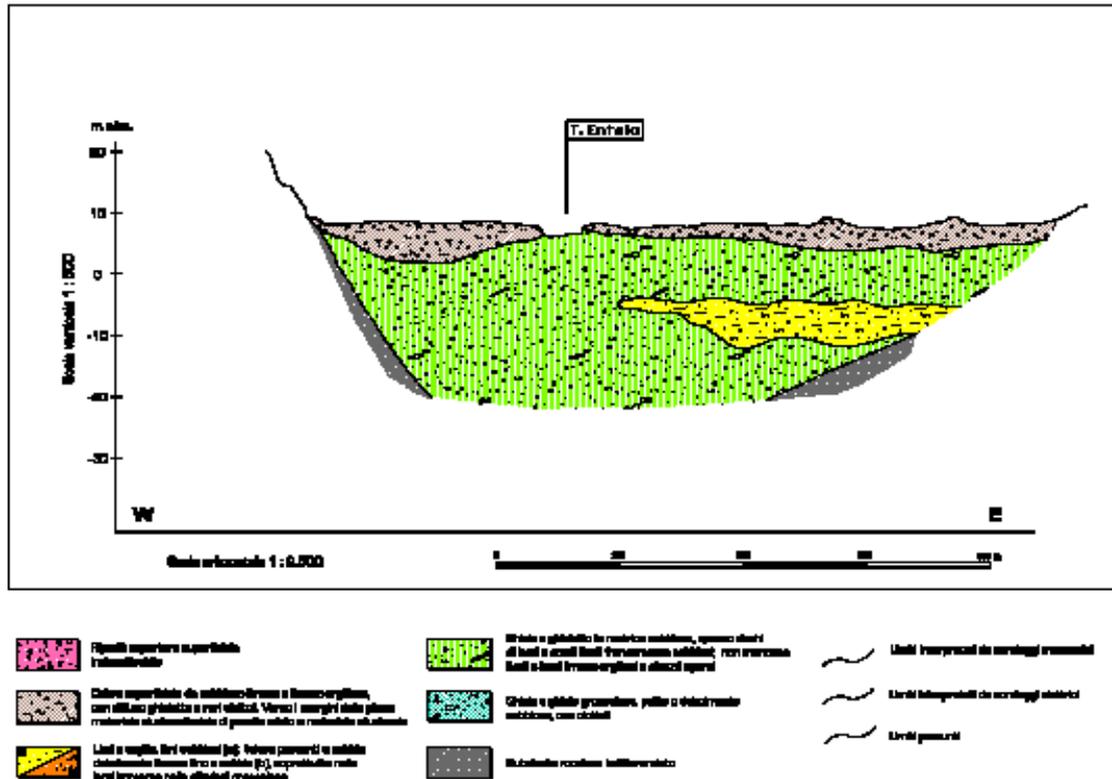


Fig 3.16 Sezione geologica n° 5 (De Stefanis., 2003)

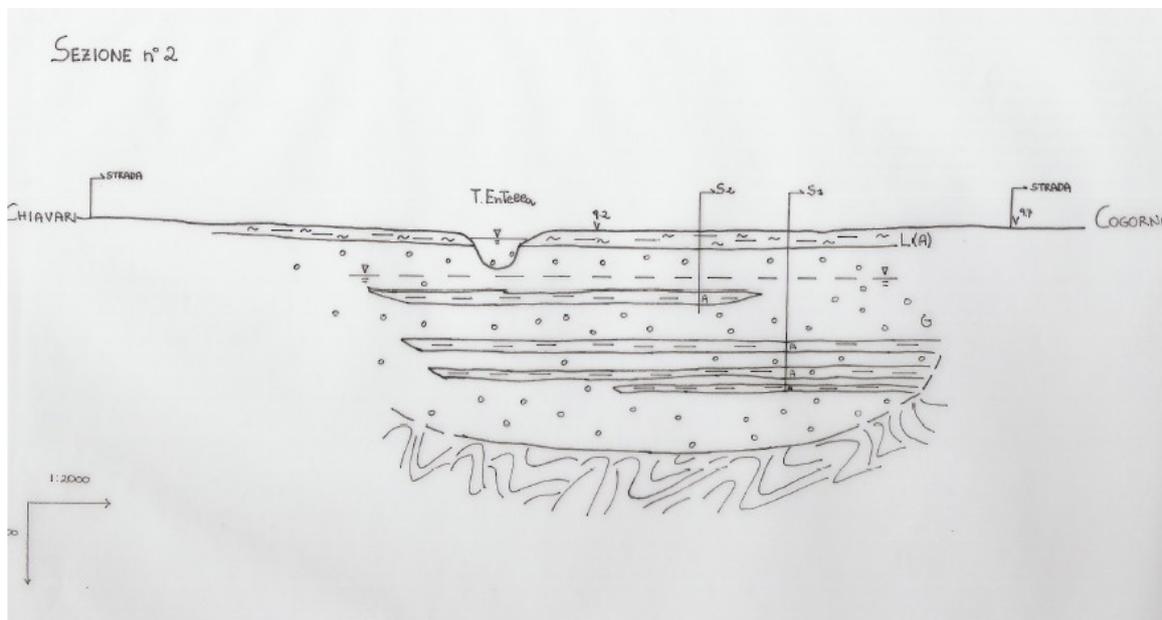


Fig 3.17 Sezione geologica n° 2 (Cavicchi., 2004)

Risulta particolarmente indagata la zona nelle immediate vicinanze del viadotto autostradale che attraversa l'Entella, sono state infatti realizzate tre sezioni in questa zona, sempre trasversalmente al Torrente Entella: la n°3, Cavicchi, 2004, situata all'incirca all'altezza di loc. Moggia, una seconda sezione, la n°6, De Stefanis, 2003, all'altezza dello stesso viadotto autostradale, la terza la n°4, Cavicchi, 2004, situata tra il viadotto autostradale ed il Ponte Maddalena.

Particolarmente significative ai fini del presente lavoro (poiché in entrambe si individua la profondità di imposta del substrato) risultano le sezioni n°3 e n°6, distanti fra di loro circa 350 m. In entrambe le sezioni, innanzitutto emerge ancora una volta una certa somiglianza nell'architettura interna del prisma alluvionale, la cui matrice granulometrica dominante risulta essere costituita ancora una volta frazioni più grossolane (ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa nella sezione n°6, ghiaia e sabbia prima e ghiaia dopo nella sezione n°3) che costituiscono il livello più importante. Ancora una volta in entrambe le sezioni questo livello principale risulta sormontato da un sottile livello descritto come: da sabbioso limoso a limoso argilloso, nella sezione n°6, e francamente argilloso nella sezione n°3. La massima profondità di imposta del substrato risulta essere di -65m circa nella sezione n°6 (tarata mediante sondaggi) e

di - 50 m circa nella sezione n°3 (tarata mediante la stratigrafia del Pozzo Marino). Da un confronto fra le due sezioni pertanto emerge un substrato in graduale approfondimento verso la zona di foce.

Anche se la granulometria dominante all'interno dei sedimenti è costituita dalle frazioni più grossolane, si rileva, in entrambe le sezioni una presenza importante di lenti ed intercazioni limoso-argillose. Confrontando queste sezioni con la sezione n°9 riportata in Fig. 3.11 che le intercetta perpendicolarmente, si comprende come tali intercalazioni costituiscano la parte apicale di un potente livello costituito da materiali prevalentemente impermeabili (limi ed argille, limi sabbiosi) che era già stato evidenziato da Cortemiglia et al., 1975 nell'ambito della campagna di indagini geoelettriche condotta sulla Piana dell'Entella.

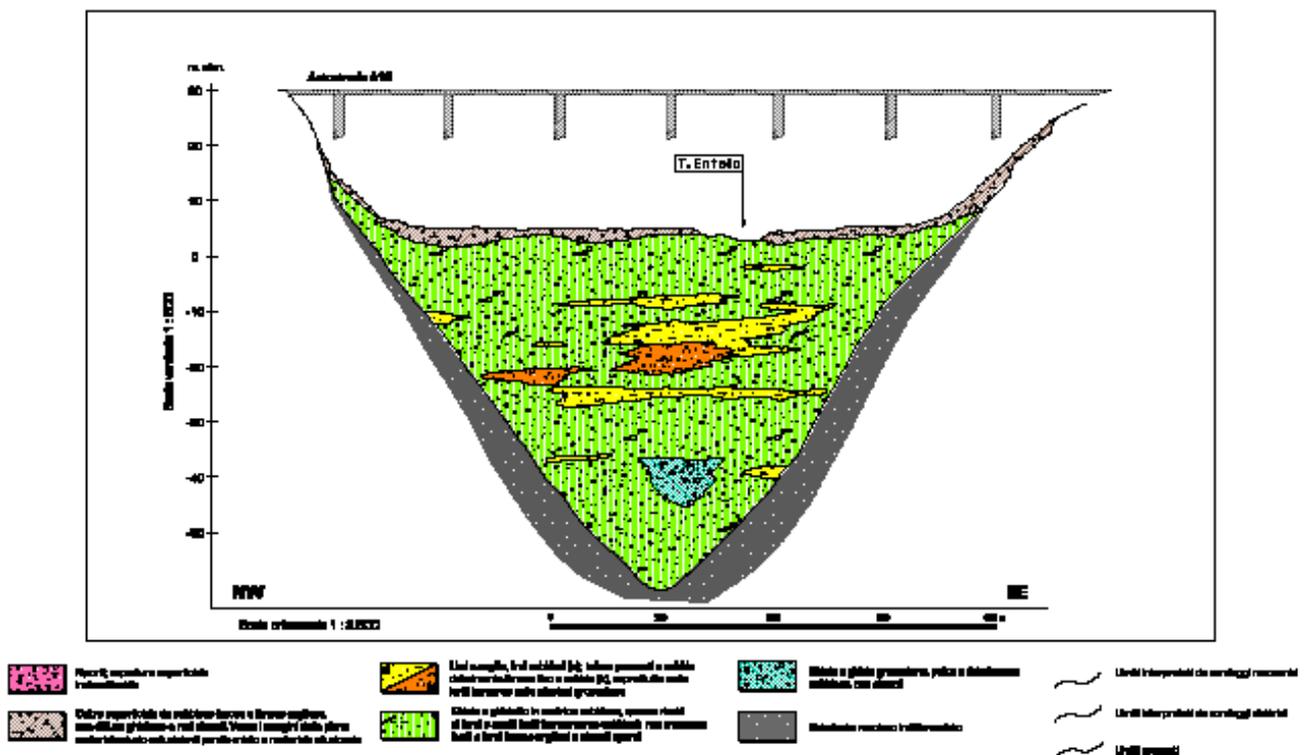


Fig. 3.18 Sezione geologica n°6 (De Stefanis., 2003)

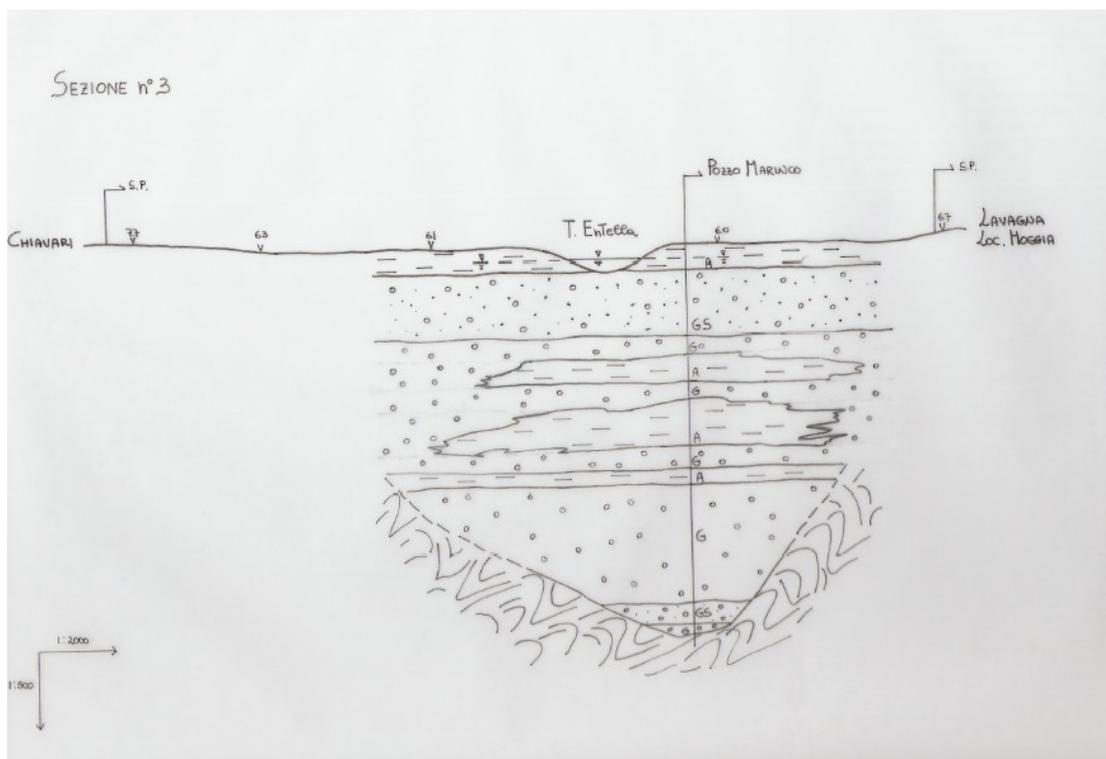


Fig 3.19 Sezione geologica ° 3 (Cavicchi, 2004)

La presenza di questo potente livello limoso-argilloso è ulteriormente confermata dalla geoelettrica nella sezione n°7, riportata in Fig. 3.20 tracciata all'incirca all'altezza di località Ribasso nel Comune di Chiavari, sempre trasversalmente all'asta del Torrente Entella. In questa sezione si nota come il livello in questione attraversa le alluvioni dell'Entella da sponda a sponda e risulta particolarmente potente al di sotto del centro abitato di Lavagna.

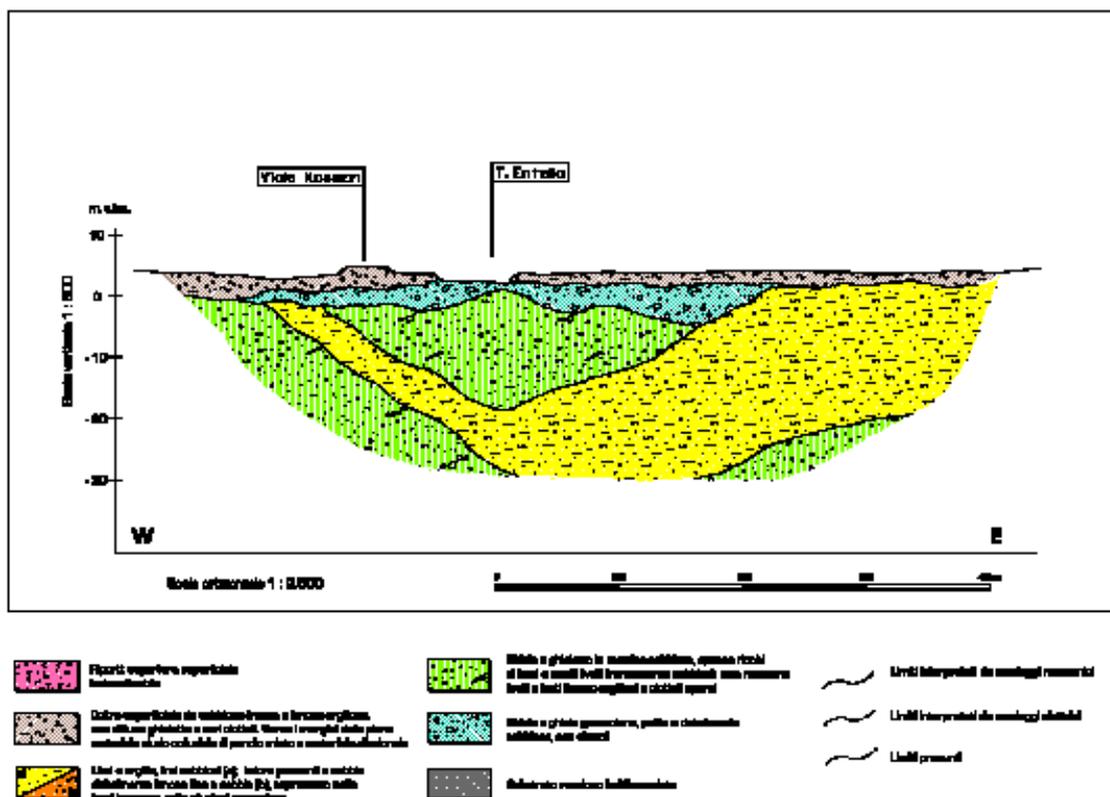


Fig 3.20 Sezione geologica n° 7 (De stefanis., 2003)

Mettendo a confronto infine le sezioni n° 8 e la n°5, Cavicchi 2004, tracciate ad una distanza di circa 30 m l'una dall'altra, si rileva nella sezione n°8 la presenza, immediatamente al di sotto di un livello superficiale costituito da riporti, di un orizzonte di ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa, che viene evidenziato anche nella sezione n°5, Cavicchi, 2004 dalla stratigrafia del sondaggio S23; in questo caso la potenza del livello risulta leggermente inferiore; al di sotto di questo orizzonte compare nella sezione n°8 un orizzonte di sabbia debolmente limosa fino a sabbia di cui non viene fornita la potenza probabilmente poiché i sondaggi si sono fermati prima, lo stesso livello (probabilmente) viene messo in evidenza anche nella sezione n°5, Cavicchi, 2004, in questo caso raggiunge la potenza di circa 6m e poi si ha un passaggio nuovamente a ghiaia. Non si raggiunge in questo punto, mediante sondaggi meccanici la profondità di imposta del substrato roccioso, anche se è presumibile (si rimanda a tal proposito alle carte delle isobate del substrato o delle isopache dei depositi alluvionali riportate in Fig. 3.12 – 3.13) un ulteriore approfondimento dello stesso.

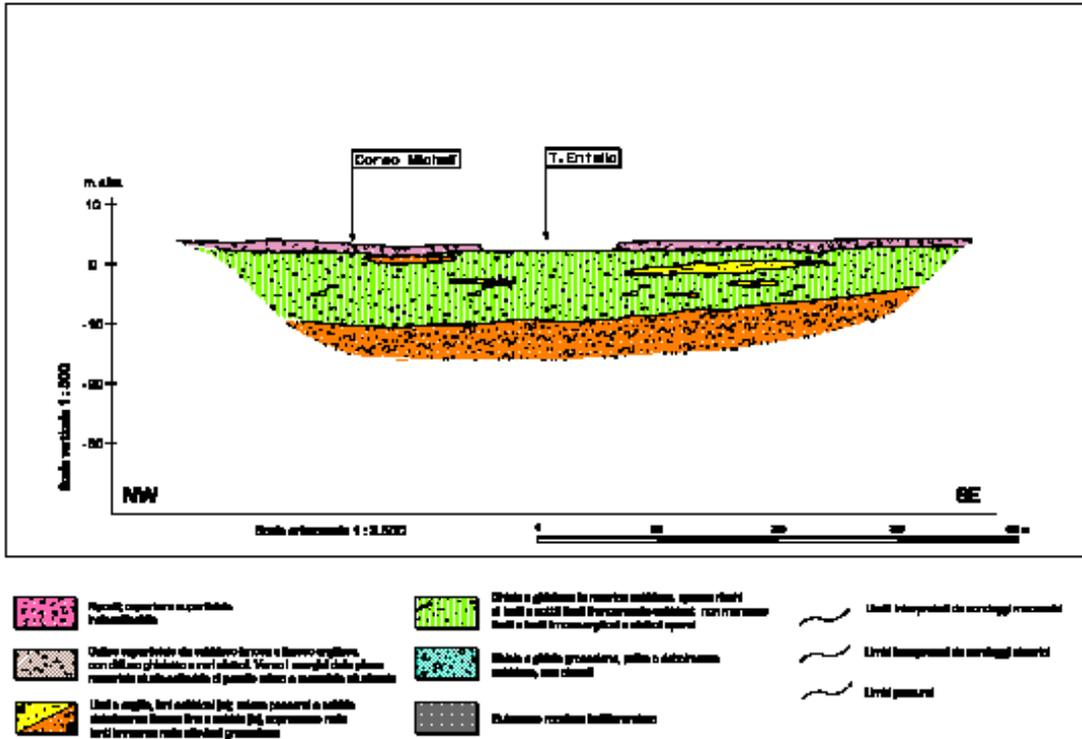


Fig 3.21 Sezione geologica n°8 (De Stefanis., 2003)

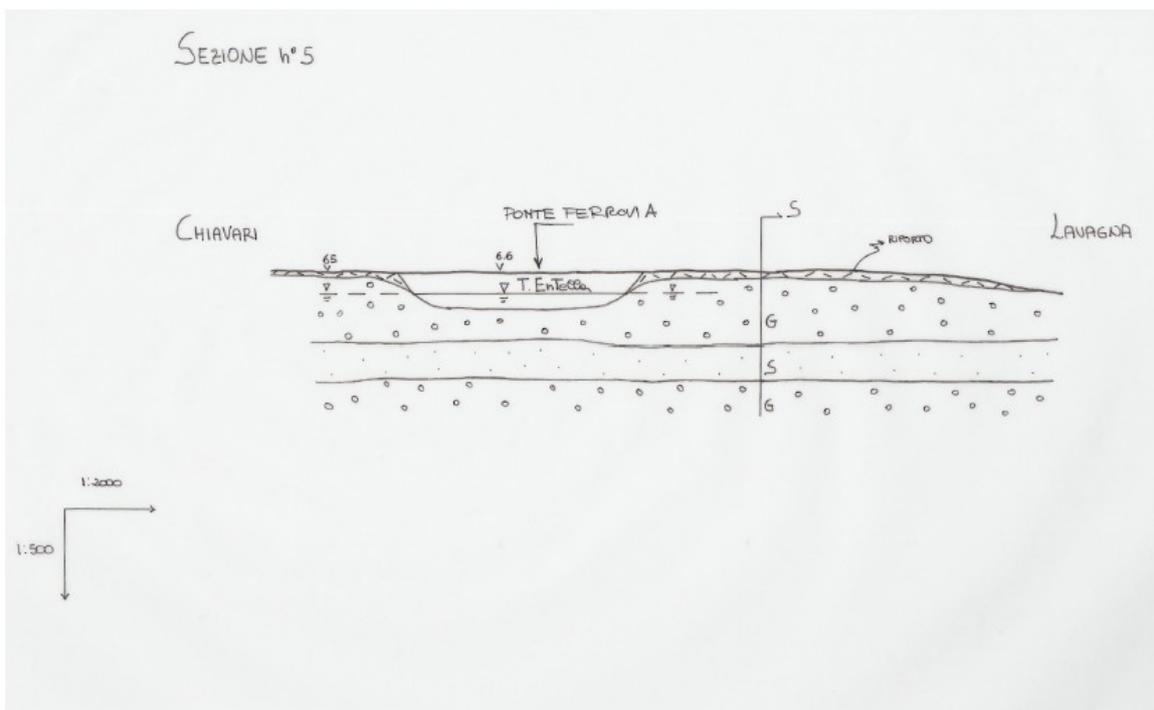


Fig 3.22 Sezione geologica n° 5 (Cavicchi., 2004)

Idrogeologia del bacino e dell'acquifero alluvionale del Fiume Entella

Le stratigrafie dei pozzi e dei sondaggi geognostici utilizzate ai fini della modellizzazione del prisma alluvionale del Fiume Entella identificano come litotipi costituenti il letto dei depositi alluvionali quasi esclusivamente litotipi argillitico - argilloscistosi appartenenti alla Formazione della Val Lavagna, pertanto il substrato roccioso essendo caratterizzato da formazioni impermeabili o limitatamente permeabili si comporterà presumibilmente nei confronti dell'acquifero alluvionale come un acquiclude al limite acquitardo.

Sia la litologia che le caratteristiche tettonico-strutturali dei terreni del bacino dell' Entella hanno fatto pensare che non vi sia coincidenza fra lo spartiacque topografico e quello sotterraneo e che inoltre, il bacino in questione riceva significativi apporti idrici da zone esterne allo stesso (Cortemiglia et al., 1975).

Analizzando il bacino dell'Entella dal punto di vista della presenza ed estensione degli acquiferi e delle relative falde si deve partire prima di tutto dall'acquifero alluvionale del Torrente Entella, che risulta il più significativo.

Arealmente questo acquifero presenta un'estensione piuttosto limitata pari a 9,1 km², nonostante questo rappresenta la maggior fonte di approvvigionamento idrico per i centri urbani che insistono sulla piana alluvionale dell' Entella stesso.

Dal punto di vista dello sfruttamento della falda ospitata in questo acquifero, la stessa è sede di un intenso sfruttamento, che riguarda pozzi ad uso irriguo ed in maggior misura ad uso potabile ed industriale, che riforniscono le utenze di Chiavari, Lavagna e Rapallo.

Questo acquifero alluvionale si imposta principalmente nel sub-alveo dei Torrenti Lavagna ed Entella ed in secondo ordine nelle valli dei T. Sturla e Graveglia. La potenza delle alluvioni aumenta gradualmente avvicinandosi alla zona di foce e complessivamente il loro volume è stato stimato in $73 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Regione Liguria, 1979). Il bacino dell' Entella risulta caratterizzato dalla presenza di altri acquiferi, in particolar modo un acquifero argillitico - argilloscistoso, uno arenaceo e due acquiferi ofiolitici (Regione Liguria, 1979).

L'acquifero argillitico – argilloscistoso si sviluppa nella porzione occidentale del bacino, (nella zona di M. Cionci, M. Lavagetto, M. Bargaglino) e raggiunge un'estensione di circa 40 km², la circolazione idrica all'interno di tale acquifero si sviluppa nelle formazioni arenacee, conglomeratiche e calcarenitiche intercalate a livelli argillitici (Regione Liguria, 1979).

L'acquifero arenaceo (permeabile per fessurazione) si sviluppa per circa 10 Km² nella parte Nord-Occidentale del bacino (M. Borghigiano, M. Carpena, M. Caucaso e M. Cavallo); gli acquiferi ofiolitici (permeabili per fessurazione) presenti nel bacino del T. Entella sono due: uno situato nella porzione Nord/Nord-Orientale del bacino, all'incirca a SudOvest del lago di Giacobiane e l'altro nella parte Sud-Orientale del bacino (M. Bianco, M. Biscia e M. Porcile in Val Graveglia), sono costituiti da piccoli serbatoi che si sono impostati nelle zone fessurate ed alterate (Regione Liguria, 1979).

Studio del volume saturo dell'acquifero alluvionale del Torrente Entella

Nell'ambito del lavoro di tesi "*Caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica della Piana del Torrente Entella*" (Cavicchi L., 2004) è stato effettuato

lo studio del volume saturo totale e delle portate defluenti, attraverso n° 7 sezioni tracciate ortogonalmente al corso d'acqua

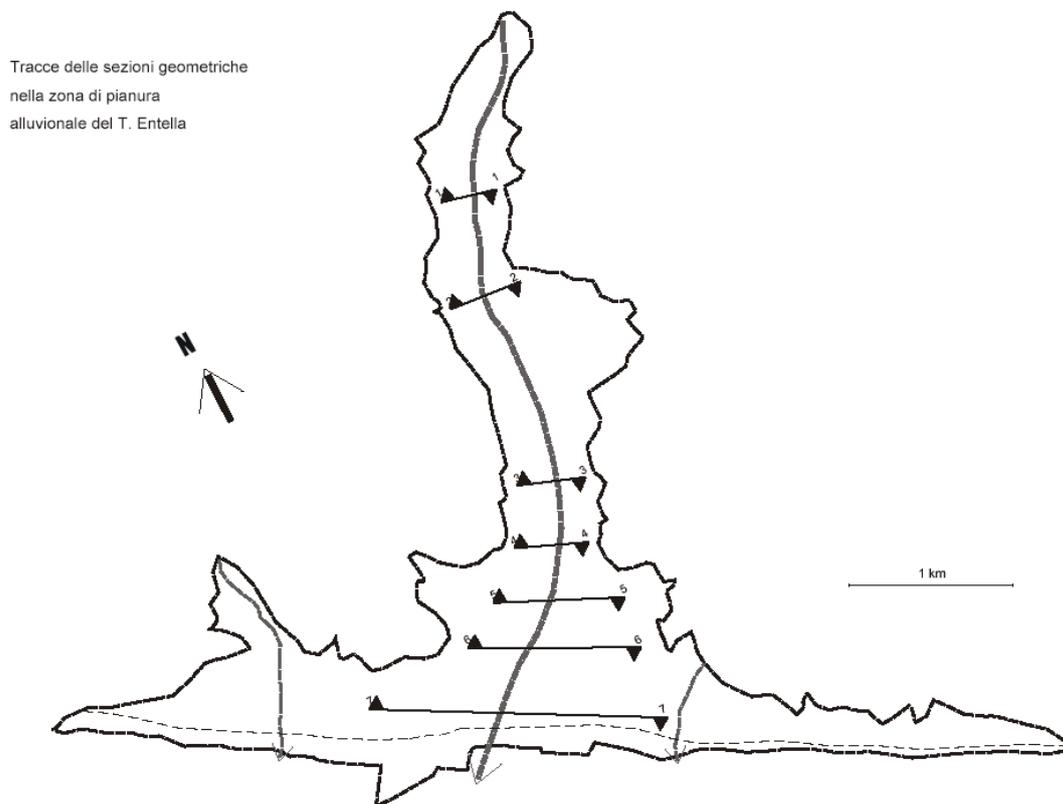


Fig 3.24 Traccia delle sezioni geometriche utilizzate per il calcolo del volume saturo del prisma alluvionale (Cavicchi L., 2004)

Il procedimento seguito per arrivare alla determinazione del volume saturo totale si articola secondo queste due fasi successive ma funzionalmente collegate (Cavicchi L., 2004):

- definizione delle tracce di sezione sulla base delle informazioni ricavate dalle indagini geognostiche eseguite nei cantieri censiti (ad esempio, quota di imposta del substrato roccioso) ed impostazione delle sezioni in modo tale da coprire l'intero sviluppo del Torrente Entella;
- valutazione attraverso il calcolo dell'area di ciascuna sezione, mediante due metodologie grafiche (metodo del triangolo e metodo del quadrato), del volume saturo totale dell'Entella.

Metodo del triangolo

Con questo metodo si approssima la sezione ad un triangolo e se ne calcola l'area; conoscendo la soggiacenza della falda per via diretta (da indagini geognostiche o da prove geotecniche in sito) o per via indiretta (livello idrico del T.Entella) è stata calcolata l'area insatura di ciascuna sezione, approssimandola ad un rettangolo. Il passo successivo, una volta ottenute l'area totale e quella insatura della sezione, è stato quello di ottenere l'area satura per differenza tra le due (Cavicchi L., 2004).

Metodo del quadrato

In questo caso si approssima l'area totale della sezione ad un quadrato e la si determina in questa maniera: si conteggiano i vertici dei quadrati della carta millimetrata di lato 0,5 cm, che ricadono all'interno della sezione e si moltiplica il numero ottenuto per il valore dell'area del quadrato in scala. A questo punto si procede come nel metodo precedente ossia dall'area totale si sottrae l'area insatura della sezione (ancora una volta approssimata ad un rettangolo) e si ottiene l'area satura della sezione.

A questo punto si è poi proceduto (Cavicchi, 2004) a valutare il volume saturo parziale compreso fra le differenti coppie di sezioni moltiplicando la media aritmetica delle rispettive aree sature (delle sezioni prese in considerazione di volta in volta) per la distanza fra le sezioni stesse; procedendo analogamente per tutte le sezioni si sono ottenuti i differenti volumi saturi parziali, sommando infine tutti i termini parziali si è ricavato il volume saturo totale del T.Entella.

La stessa metodologia per il calcolo del volume saturo parziale è stata applicata ad entrambi i sistemi grafici utilizzati ottenendo valori dello stesso volume saturo parziale differenti, che si riflettono di conseguenza sul valore del volume saturo totale. In particolar modo il volume saturo totale ottenuto utilizzando le aree sature ricavate con il sistema grafico del triangolo è risultato inferiore al volume saturo totale ricavato utilizzando le aree sature calcolate mediante il metodo del quadrato (Cavicchi L., 2004). Lo scarto tra i due valori risulta comunque accettabile in considerazione del fatto che si sono utilizzati metodi statistici e quindi approssimativi anche se i dati ottenuti sono comunque significativi poiché definiscono l'ordine di grandezza del valore cercato (Cavicchi L., 2004).

Calcolo del volume totale saturo della pianura alluvionale del T. Entella:

Sezione n ° 1

Pozzo Panesi

a) Metodo del triangolo

b	h	A	A Ins.Rett.	A satura 1
(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
595	40	11900	2975	8925

b) Metodo dei punti

A	A ins.	A satura 1
(m ²)	(m ²)	(m ²)
15625	2975	12650

Sezione n ° 2

a) Metodo del triangolo

b	h	A	A Ins.Rett.	A satura 2
(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
565	40	11300	3390	7910

b) Metodo dei punti

A	A ins.	A satura 2
(m ²)	(m ²)	(m ²)
20000	3390	16610

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 1 e la sezione 2, calcolato con il metodo del triangolo

$$V 1 a = ((A \text{ sat.1 } a + A \text{ sat. 2 } a) / 2) * d = 5555550 \text{ m}^3$$

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 1 e la sezione 2, calcolato con il metodo dei punti

$$V 1 b = ((A \text{ sat.1 } b + A \text{ sat. 2 } b) / 2) * d = 9655800 \text{ m}^3$$

Sezione n ° 3

Pozzo Marinco

a) Metodo del triangolo

b	h	A	A Ins.Rett.	A satura 3
450	505	11362.5	2250	9112.5

b) Metodo dei punti

A	A ins.	A satura 3
(m ²)	(m ²)	(m ²)
15000	2250	12750

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 2 e la sezione 3, calcolato con il metodo del triangolo

$$V 2 a = ((A \text{ sat.2 } a + A \text{ sat. 3 } a) / 2) * d = 9660268,75 \text{ m}^3$$

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 2 e la sezione 3, calcolato con il metodo dei punti

$$V 2 b = ((A \text{ sat.2 b} + A \text{ sat. 3 b}) / 2) * d = 16661800 \text{ m}^3$$

Sezione n ° 4

a) Metodo del triangolo

b	h	A	A Ins.Rett.	A satura 4
(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
705	50	17625	3525	14100

b) Metodo dei punti

A	A ins.	A satura 4
(m ²)	(m ²)	(m ²)
33750	3525	30225

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 3 e la sezione 4, calcolato con il metodo del triangolo

$$V 3 a = ((A \text{ sat.3 a} + A \text{ sat. 4 a}) / 2) * d = 4816593,75 \text{ m}^3$$

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 3 e la sezione 4, calcolato con il metodo dei punti

$$V 3 b = ((A \text{ sat.3 b} + A \text{ sat. 4 b}) / 2) * d = 8917312,5 \text{ m}^3$$

Sezione n ° 5

a) Metodo del triangolo

b	h	A	A Ins.Rett.	A satura 5
(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
1200	80	48000	30000	18000

b) Metodo dei punti

A	A ins.	A satura 5
(m ²)	(m ²)	(m ²)
63750	30000	33750

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 4 e la sezione 5, calcolato con il metodo del triangolo

$$V 4 a = ((A \text{ sat.3 a} + A \text{ sat. 4 a}) / 2) * d = 6018750 \text{ m}^3$$

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 4 e la sezione 5, calcolato con il metodo dei punti

$$V 4 b = ((A \text{ sat. 3 b} + A \text{ sat. 4 b}) / 2) * d = 11995312 \text{ m}^3$$

Sezione n ° 6

a) Metodo del triangolo

b	h	A	A Ins.Rett.	A satura 6
(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
1425	80	57000	14250	42750

b) Metodo dei punti

A (m2)	A ins. (m2)	A satura 6 (m2)
98750	14250	84500

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 5 e la sezione 6, calcolato con il metodo del triangolo

$$V_{5a} = ((A_{sat.5a} + A_{sat.6a}) / 2) * d = 9568125 \text{ m}^3$$

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 5 e la sezione 6, calcolato con il metodo dei punti

$$V_{5b} = ((A_{sat.5b} + A_{sat.6b}) / 2) * d = 18624375 \text{ m}^3$$

Sezione n ° 7

a) Metodo del triangolo

b (m)	h (m)	A (m2)	A Ins.Rett. (m2)	A satura 7 (m2)
1550	75	58125	7750	50375

b) Metodo dei punti

A (m2)	A ins. (m2)	A satura 7 (m2)
44375	7750	36625

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 6 e la sezione 7, calcolato con il metodo del triangolo

$$V_{6a} = ((A_{sat.6a} + A_{sat.7a}) / 2) * d = 21418750 \text{ m}^3$$

Volume saturo parziale compreso tra la sezione 6 e la sezione 7, calcolato con il metodo dei punti

$$V_{6b} = ((A_{sat.6b} + A_{sat.7b}) / 2) * d = 27858750 \text{ m}^3$$

Volume saturo totale calcolato con il metodo del triangolo

$$V_{tot.a} = V_{1a} + V_{2a} + V_{3a} + V_{4a} + V_{5a} + V_{6a} = 57038036 \text{ m}^3$$

Volume saturo totale calcolato con il metodo dei punti

$$V_{tot.b} = V_{1b} + V_{2b} + V_{3b} + V_{4b} + V_{5b} + V_{6b} = 93713349,5 \text{ m}^3$$

Fig 3.25 Metodologie di calcolo per il volume saturo del prisma alluvionale del T.Entella (Cavicchi, 2004).

Previsioni sul grado di sfruttamento della falda di sub – alveo del T. Entella (Cavicchi, 2004)

Al fine di poter valutare la portata nell'unità di tempo della falda è stata applicata la legge di Darcy in corrispondenza delle stesse sezioni utilizzate per il calcolo del volume saturo (vedi Fig. 3.26):

$Q = A \times k \times i$ dove:

A = sezione perpendicolare alla direzione di flusso che corrisponde all' area satura, determinata precedentemente con il sistema grafico del triangolo;

k = coefficiente di permeabilità, stimato in base al fuso granulometrico caratteristico del terreno;

i = gradiente idraulico.

Non avendo reperito le prove di pompaggio dei pozzi funzionanti e visto il range piuttosto ampio del coefficiente di permeabilità (da 10^{-3} a 10^{-6} cm/s), che è stato attribuito alla matrice granulometrica costituita da sabbia-ghiaia con percentuale di frazioni fini, è stato scelto di procedere con una stima del campo valori di k (max e min), in modo tale da fissare la portata massima e minima per ciascuna sezione. Si è visto inoltre che il valore reale di Q è compreso in quest' intervallo e nel caso delle sezioni n°1, n°3 e n°5 (vedi Fig. 3.24), tracciate in corrispondenza dei pozzi trivellati ad uso idrogeologico, è stato possibile comparare il campo valore teorico così ricavato con il valore reale di emungimento.

Sulla base del margine ricavato tra il valore supposto reale e il valore massimo ipotizzato (anche se questo margine potrebbe essere considerato come una misura dell'inevitabile approssimazione che si fa applicando tali modellizzazioni), si possono ipotizzare scenari di sfruttamento della falda idrica differenti da quelli attuali, in particolar modo la quantità d'acqua attualmente erogabile nell'unità di tempo, potrebbe essere incrementata sensibilmente, qualora le richieste lo rendessero necessario, tutto questo senza il rischio di incorrere in una condizione di sfruttamento e di depressione della falda non sostenibile (Cavicchi L., 2004).

Applicazione della Legge di Darcy alle sezioni tracciate in zona di piana

A saturata = Area sezione (approssimata ad un triangolo) - Area insatura

K = Coefficiente di permeabilità

i = Rapporto tra la differenza di quota di due punti e la loro distanza, calcolata secondo la retta di massima pendenza

Q = Portata defluente attraverso la sezione nell'unità di tempo, calcolata con la legge di Darcy

Qemunta = Portata defluente attraverso la sezione nell'unità di tempo, fornita dai gestori dei pozzi

		A saturata (m ²)	Kmin (m/s)	Kmax (m/s)	i	Qemunta (l/s)	Qmin (l/s)	Qmax (l/s)	i (%)
Pozzo Panesi	Sezione n ° 1	8925	5.0E-04	5.0E-03	0.00548	40	24.5	244.5	0.548
	Sezione n ° 2	7910	5.0E-04	5.0E-03	0.0059		23.3	233.3	0.59
Pozzo Marince	Sezione n ° 3	9112.5	5.0E-04	5.0E-03	0.00489	80	22.3	222.8	0.489
	Sezione n ° 4	14100	5.0E-05	5.0E-04	0.00823		5.8	58.0	0.823
Pozzo n° 3 (ex-Italgas)	Sezione n ° 5	18000	5.0E-04	5.0E-03	0.00243	circa 40	21.9	218.7	0.243
	Sezione n ° 6	42750	5.0E-05	5.0E-04	0.00188		4.0	40.2	0.188
	Sezione n ° 7	50375	5.0E-06	5.0E-05	0.004		1.0	10.1	0.4

Fig. 3.26 Applicazione della Legge di Darcy alle sezioni tracciate in zona di piana (Cavicchi L., 2004)

Modellizzazione 3D della volumetria del prisma alluvionale

Come indicato in apertura di capitolo, è stata effettuata una modellizzazione del volume dei depositi alluvionali relativa al tratto fluviale compreso tra la foce e la località San Lazzaro.

Le elaborazioni condotte, come già indicato nel fascicolo relativo alla Parte Generale, hanno portato a stimare il volume dell'acquifero alluvionale, con le limitazioni connesse alla procedura effettuata, in $95 \times 10^6 \text{ m}^3$.

A tale proposito le informazioni relative all'acquifero sono state riportate anche nella Carta dell'acquifero alluvionale in cui sono visualizzate le indagini geognostiche utilizzate ai fini della ricostruzione della superficie del substrato.

Sostenibilità dello sfruttamento degli acquiferi sotterranei significativi - Entella AG004

La sostenibilità dello sfruttamento degli acquiferi alluvionali rappresenta uno dei nodi cruciali nell'ambito della problematica pianificazione della gestione delle risorse idriche. I mutamenti climatici attuali che investono il nostro pianeta, si manifestano a livello regionale con una tendenza alla tropicalizzazione del clima che si va sempre più caratterizzando per inverni talvolta miti e comunque generalmente poveri di precipitazioni (soprattutto nevose, le più importanti a livello di ricarica delle falde) ed estati caratterizzate da temperature medie tendenzialmente elevate per le nostre latitudini.

Il connubio fra andamento climatico sfavorevole e aumento della domanda d'acqua per gli usi più comuni (irriguo, umano, industriale, ecc.) porta sempre più spesso a crisi idriche, soprattutto in concomitanza con la stagione estiva.

Alla luce di tali considerazioni di carattere generale si intuisce come i serbatoi idrici costituiti dagli acquiferi alluvionali giochino un ruolo di primo piano nell'economia della gestione delle risorse idriche di una provincia come quella di Genova, in primo luogo per la loro posizione, ossia in corrispondenza dei centri urbani maggiormente sviluppati, in secondo luogo poiché costituiscono le più importanti riserve naturali d'acqua dolce attualmente conosciute e sfruttate.

Il bacino del Fiume Entella, in particolare è caratterizzato da un acquifero di subalveo di primaria importanza per i comuni di Chiavari e Lavagna. Analizzando la banca dati delle derivazioni complessivamente considerate nell'ambito del presente Piano di Bacino sul Bilancio Idrico si evince come il prelievo da pozzi (ciò che direttamente interessa la falda di subalveo), in tale bacino costituisce la seconda voce di prelievo. Il grafico di Fig. 3.27 e la Tab. 3.28 indicano infatti che la voce derivazioni con il 77,0% dei prelievi è quella che incide maggiormente, seguita dai pozzi con il 20,7% e infine dalle sorgenti con il 2,3%.

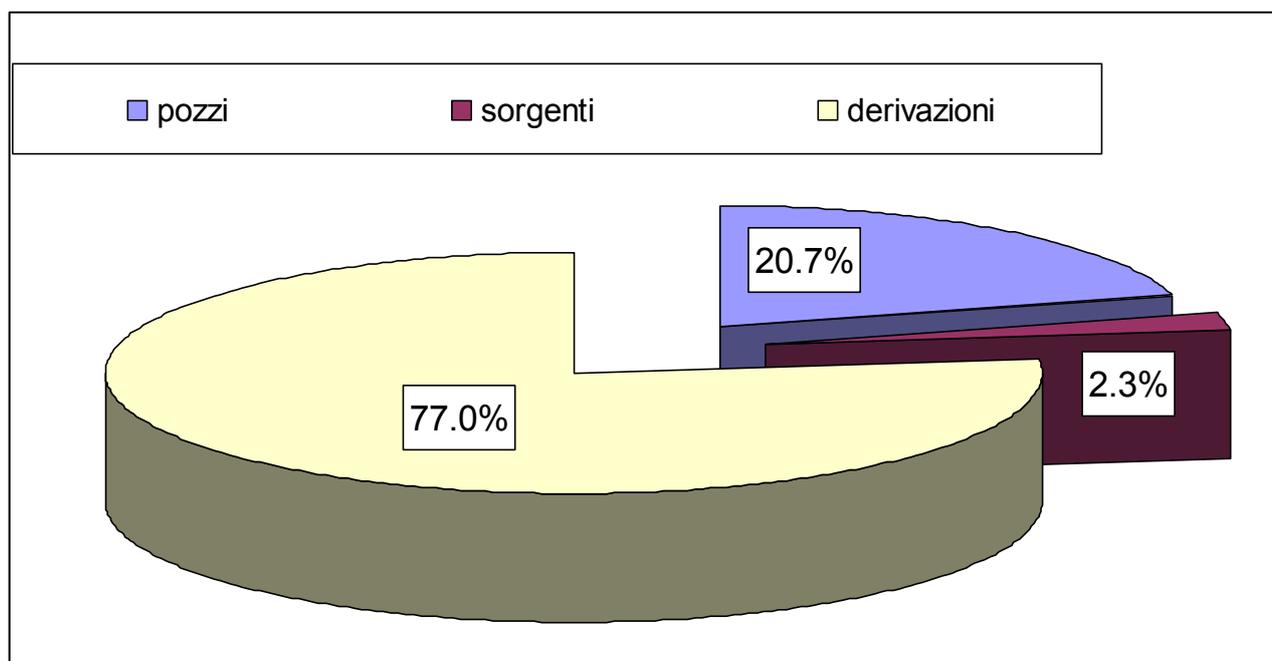


Fig. 3.27 - Grafico che mostra la distribuzione tipologica del prelievo nel bacino del Fiume Entella. Si osserva come la maggior parte dell'utilizzo d'acqua provenga dalle derivazioni.

	portata [l/s]	portata %
pozzi	792.5	20.7
sorgenti	87.5	2.3
derivazioni	2943.41	77.0
totale	3823.41	100.0

Tab. 3.28 - Distribuzione tipologica del prelievo nel bacino del Fiume Entella.

Questo dato tuttavia non ci permette di escludere l'ipotesi di uno sfruttamento comunque intensivo ai danni della falda di subalveo del Fiume Entella. In realtà occorre evidenziare come la portata al secondo complessivamente derivata esclusivamente dai pozzi che ricadono come ubicazione all'interno del limite dell'acquifero alluvionale ammonti a 773,78 l/s.

Appare utile caratterizzare dimensionalmente, richiamando la trattazione affrontata in questo capitolo, l'acquifero di subalveo del Fiume Entella.

Le indagini geoelettriche (tarate sulla base di sondaggi meccanici e pozzi) eseguite nell'ambito di una campagna di prospezioni che ha interessato l'area compresa tra Aveggio in Val Fontanabuona fino alle spalle di Chiavari e Lavagna e le relative sezioni interpretative, hanno ricostruito per i depositi alluvionali del Fiume Entella s.l. la seguente configurazione stratigrafica: da monte fino a 2-2,5 km dalla foce sedimenti alluvionali a matrice dominante costruita dalle frazioni granulometriche grossolane, ossia ghiaia grossolana pulita o a scarsa matrice sabbiosa e ghiaia e ghiaietto con sabbia in matrice e/o in livelli esclusivi; da 2,5 km fino alla foce si registra la presenza di un orizzonte intermedio (interposto alla matrice ghiaiosa sempre dominante) prevalentemente argilloso e limoso-sabbioso, che da luogo a condizioni di artesianesimo per i pozzi più profondi (che raggiungono i 20-30 metri). Si configura pertanto per l'Entella un acquifero a due falde, separate almeno a livello locale, da livelli argillosi, che comportandosi da acquiclude dovrebbero preservare la potabilità delle acque della falda sottostante. Tale ricostruzione trova conferma nelle sezioni stratigrafiche ricostruite in lavori successivi (De Stefanis 2003; Cavicchi 2004) in cui sostanzialmente dal punto di vista stratigrafico si ribadisce la situazione prima descritta. La cosa importante ai fini di una futura eventuale pianificazione dello sfruttamento della risorsa idrica sotterranea, è la presenza continua, praticamente a partire dall'altezza del viadotto autostradale che attraversa l'Entella fino alla zona di foce di questo orizzonte intermedio impermeabile nelle alluvioni ghiaiose, che origina una falda freatica superiore ed una falda artesianica in profondità. I depositi alluvionali registrano potenze comprese tra i 15-25 metri all'altezza del grande meandro di Carasco, si approfondiscono gradualmente (pur presentando locali risalite del substrato, vedi sezioni stratigrafiche riportate) fino a raggiungere i 50 m ed oltre all'altezza dell'autostrada per poi presumibilmente approfondirsi ulteriormente fino alla foce. In quest'ultimo tratto si può esclusivamente supporre l'andamento del substrato a causa della mancanza di sondaggi meccanici che si spingano a tali profondità.

Il volume complessivo dei depositi alluvionali, stimato nell'ambito di alcuni lavori ammonta a circa: $73 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Regione Liguria, 1979), $57 \times 10^6 \text{ m}^3$ e $93 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Cavicchi 2004, rispettivamente con il metodo del triangolo e con il metodo dei punti). Il volume calcolato nel presente lavoro ammonta a $95 \times 10^6 \text{ m}^3$. Le discrepanze riscontrate in generale possono essere imputabili alle differenti metodologie di calcolo utilizzate per stimare il volume. In generale comunque tali differenze danno un'idea della complessità del calcolo e dell'imprecisione connessa alla stima.

La portata complessivamente emunta mediante pozzi raggiunge il valore di 773,78 l/s (circa $24 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$). Quest'ultimo valore tuttavia deve essere preso esclusivamente come una stima grossolana, in quanto rappresenta la portata massima "concessa" che

sicuramente non corrisponde durante tutto il corso dell'anno alla portata effettivamente prelevata. Non si hanno stime sul quantitativo idrico immagazzinato nelle alluvioni, tuttavia si ha testimonianza grazie a varie campagne di monitoraggio delle acque di falda di un sicuro condizionamento da parte della falda salmastra, delle acque della falda di sub-alveo. L'insalinamento è stato così marcato da aver portato, in concomitanza con altre cause, all'abbandono del pozzo della Maddalena; l'ingressione del cuneo salino è stata registrata anche dai pozzi dell'acquedotto di Rapallo (ex Tirrenia Gas, oggi Società Acque Potabili del gruppo Italgas) i quali pur attingendo da un livello acquifero più superficiale, risentono nel periodo di massimo emungimento dell'ingressione del cuneo salino.

Affrontando il tema dello sfruttamento sostenibile delle risorse idriche sotterranee, si intuisce come la trattazione dello stesso non possa prescindere dalla quantificazione della cosiddetta ricarica degli acquiferi (nel nostro caso un acquifero alluvionale), ossia in generale il processo di ripristino della riserva d'acqua in una falda, che può essere parzialmente esaurita, ed allo stesso tempo da una valutazione del tempo in cui si esplica tale processo. Tale calcolo pertanto è indispensabile per poter dire se la quantità succitata prelevata, rappresenta uno sfruttamento sostenibile a fronte dei quantitativi idrici immagazzinati.

In generale la quantificazione di tale parametro non può a sua volta, prescindere dall'elaborazione del cosiddetto bilancio idrogeologico globale, che tiene conto non solo degli afflussi e deflussi naturali, ma anche dell'interscambio con corpi idrici superficiali e sotterranei, delle ricariche artificiali (irrigazione, urbanizzazione, re - infiltrazione) e dei prelievi relativi (Civita, 2005).

Attualmente non si è in possesso della mole di dati e delle tecnologie software necessarie ai fini dell'elaborazione di un bilancio idrogeologico. In tale paragrafo perciò viene inserita una stima elaborata sui dati a disposizione e si formulano delle proposte mirate ad impostare un monitoraggio efficace e continuo nel tempo dei fattori chiave, ai fini di evidenziare eventuali situazioni di criticità conseguenti ad uno sfruttamento insostenibile dello stesso. In particolare, risulterà importante, nel tempo, rilevare l'andamento del livello della falda ed effettuare analisi su campioni prelevati, in particolare sulla presenza di sali disciolti (nella zona prossima alla linea di costa laddove si possono verificare risalite del cuneo salino) e di sostanze inquinanti in generale.

La banca dati alla quale si fa riferimento per programmare un monitoraggio nel tempo del livello di falda e del campionamento delle acque, in questo caso, potrebbe essere quella costituita dai pozzi derivati dal database di "Hydro.co" e dai pozzi e sondaggi utilizzati per realizzare la modellizzazione dell'acquifero alluvionale del Fiume Entella.

Analizzando la densità dei punti ipoteticamente utilizzabili ai fini del monitoraggio si rileva una distribuzione abbastanza omogenea e sufficiente degli stessi a partire dalla zona di foce fino alla confluenza del Graveglia nel Lavagna; risultano invece scarse se non addirittura prive di punti per il monitoraggio i tratti terminali delle aste fluviali del Lavagna (compresa la zona del meandro di Carasco), dello Sturla e del Graveglia; in questo caso occorrerà integrare mediante altri punti. A tal fine si potrebbe fare un incrocio con conseguente verifica sul terreno dei sondaggi geognostici derivanti dalle banche dati utilizzate per la modellizzazione dei depositi alluvionali (Stratigrafie dei bacini idrografici liguri – AMGA; Caratterizzazione stratigrafica, geotecnica ed idrogeologica della Piana del

T. Entella-Cavicchi, 2004). Per il calcolo del volume occupato dall'acquifero, in questo lavoro specifico, infatti, sono stati selezionati esclusivamente sondaggi e pozzi che arrivassero al substrato ma, ai fini del monitoraggio, possono essere utilizzati anche tutti gli altri sondaggi che si arrestano nell'ambito delle alluvioni.

Naturalmente per quanto riguarda i sondaggi occorre una preventiva scelta sul terreno al fine di verificare quanti di questi sondaggi siano utilizzabili e quanti, fra gli utilizzabili, siano attrezzati a piezometri, ciò per valutare se esista la necessità di installarne di ulteriori.

La scelta dei punti di monitoraggio non dovrà essere casuale ma finalizzata ad ottenere una copertura omogenea dell'area occupata dai depositi alluvionali; sulla base, infatti, del numero di sondaggi e di pozzi realmente utilizzabili a tale scopo si potrebbe arrivare ad una vera e propria discretizzazione a maglie dell'area occupata dagli stessi depositi che consenta, da un lato di rappresentare nella maniera più esaustiva possibile l'andamento della superficie della falda e dall'altro di ottenere un campionamento delle acque di falda il più capillare possibile, soprattutto nelle vicinanze di possibili sorgenti inquinanti ed in prossimità della linea di costa, per monitorare un eventuale risalita del cuneo salino.

Una volta terminata la fase di verifica sul terreno, di incrocio e di selezione dei punti di monitoraggio realmente utilizzabili, si potrà impostare la larghezza della maglia che consentirà la discretizzazione dell'area di studio.

Si ritiene comunque che la frequenza della distribuzione spaziale dei punti di misura non dovrebbe essere inferiore a 1 punto ogni 500 metri lungo la direzione dell'asta principale del torrente, mentre il numero di punti nella direzione perpendicolare all'asse fluviale dovrà essere tarato di volta in volta sulla base della larghezza della piana alluvionale stessa; anche in caso di larghezze minime si dovranno avere sempre e comunque almeno due punti di misura, uno a sinistra e uno a destra rispetto all'asse stesso.

Il monitoraggio consisterà in un rilievo dei livelli della falda nei vari punti selezionati, seguito da un'elaborazione dei dati stessi al fine di ottenere il valore della quota media rispetto al livello medio marino; a questo punto sarà possibile realizzare una carta rappresentativa del livello della falda e quindi della sua situazione al momento del monitoraggio.

Naturalmente sia per quanto riguarda la misurazione del livello di falda che per quanto riguarda il prelievo di campioni si dovrà pensare ad un monitoraggio programmato con cadenza regolare (ad esempio mensile) e protratto negli anni. Per quanto riguarda l'andamento del livello di falda, lo scopo di tale monitoraggio sarà di mettere in evidenza sia fluttuazioni complessive del livello di falda legate alla stagionalità, sia eventuali variazioni localizzate in particolari punti dell'acquifero che potrebbero a loro volta essere legate a condizioni critiche di sovrasfruttamento dello stesso.

Attraverso un confronto successivo fra le varie carte piezometriche ricostruite a cadenza mensile, si potranno mettere in evidenza eventuali anomalie dei livelli della falda. Un'analisi protratta nel tempo sul chimismo delle acque di falda avrà come scopo il controllo della qualità delle stesse, garantendone la fruibilità a seconda dei differenti usi per i quali viene captata e nel contempo, in presenza di fonti inquinanti, si potrà arrivare

ad individuarne la sorgente attraverso una ricostruzione dell'andamento del cosiddetto pennacchio inquinante.

4. BILANCIO IDRICO

4.1 Bilancio Idrologico (generalita')

4.1.1 Afflussi

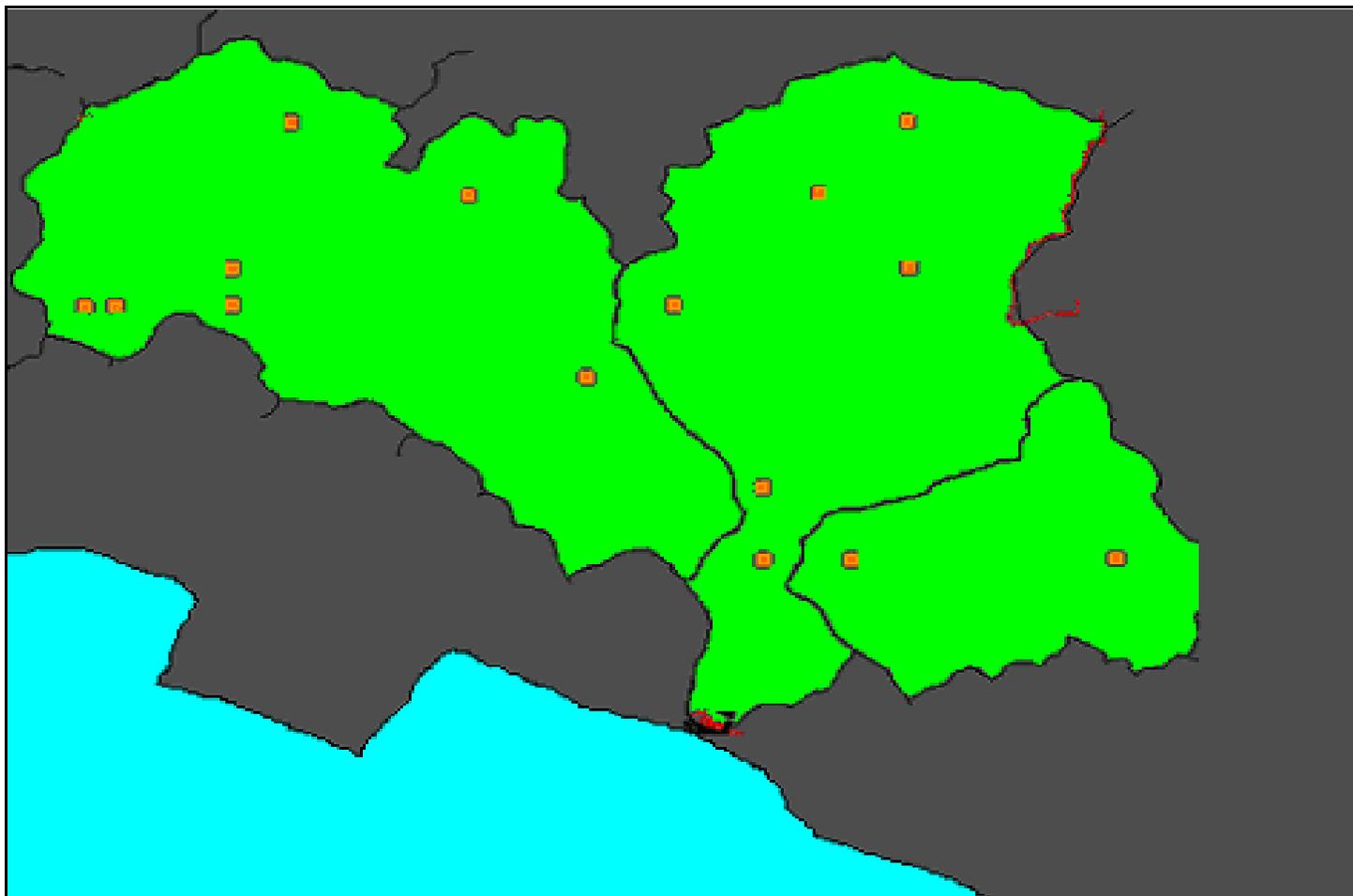
4.1.1.1 Dati pluviometrici strumentali

All'interno del bacino dell'Entella sono presenti diverse stazioni di monitoraggio per quanto riguarda le rilevazioni di pioggia; di queste nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche, quali: il codice dell' Ufficio Idrografico della stazione, il codice interno di Hydro-Co, il numero della stazione, la quota altimetrica, il bacino idrografico di appartenenza e l'anno di inizio e di fine delle osservazioni pluviometriche.

Di seguito è riportata una rappresentazione grafica della posizione delle stazioni sul territorio.

NOME STAZIONE	CODICE	NUM STAZIONE	COD IDROGRAFICO	QUOTA	BACINO	PLUV INIZIO	PLUV FINE	PLUVREG INIZIO	PLUV
COLONIA ARNALDI	118	2117	770	600	FRA BISAGNO E ENTELLA	0	0	1933	
PANESI	125	2124	820	535	ENTELLA (LAVAGNA)	0	0	1970	
MADONNA DEL BOSCO	126	2125	830	376	ENTELLA (LAVAGNA)	0	0	1967	
OGNIO	127	2126	840	400	ENTELLA (LAVAGNA)	1926	1954	1955	
NEIRONE	128	2127	850	532	ENTELLA (NEIRONE)	1928	1946	1947	
FAVALE DI MALVARO	129	2128	860	380	ENTELLA (MALVARO)	1928	0	1970	
PIANA DI SOGLIO	130	2129	870	75	ENTELLA (LAVAGNA)	0	0	1936	
SAN MARTINO DEL MONTE	131	2130	880	309	ENTELLA (LAVAGNA)	1919	1962	1963	
TIGLIOLO	132	2131	890	293	ENTELLA (STURLA)	0	0	1924	
GIACOPIANE	133	2132	900	1016	ENTELLA (STURLA)	0	0	1924	
SAN MICHELE	135	2134	910	170	ENTELLA (PENNA)	0	0	1924	
CICHERO	138	2137	920	480	ENTELLA (CICANA)	0	0	1963	
STATALE	139	2138	940	570	ENTELLA (GRAVEGLIA)	0	0	1934	
CHIESANUOVA GARIBALDI	140	2139	960	110	ENTELLA (GRAVEGLIA)	1919	0	0	
PANESI	141	2140	970	25	ENTELLA	0	0	1933	

Stazioni pluviometriche interne al bacino



Stazioni pluviometriche di riferimento –rappresentazione sul territorio-

In particolare per ciascuna stazione nel database si dispone delle seguenti misurazioni:

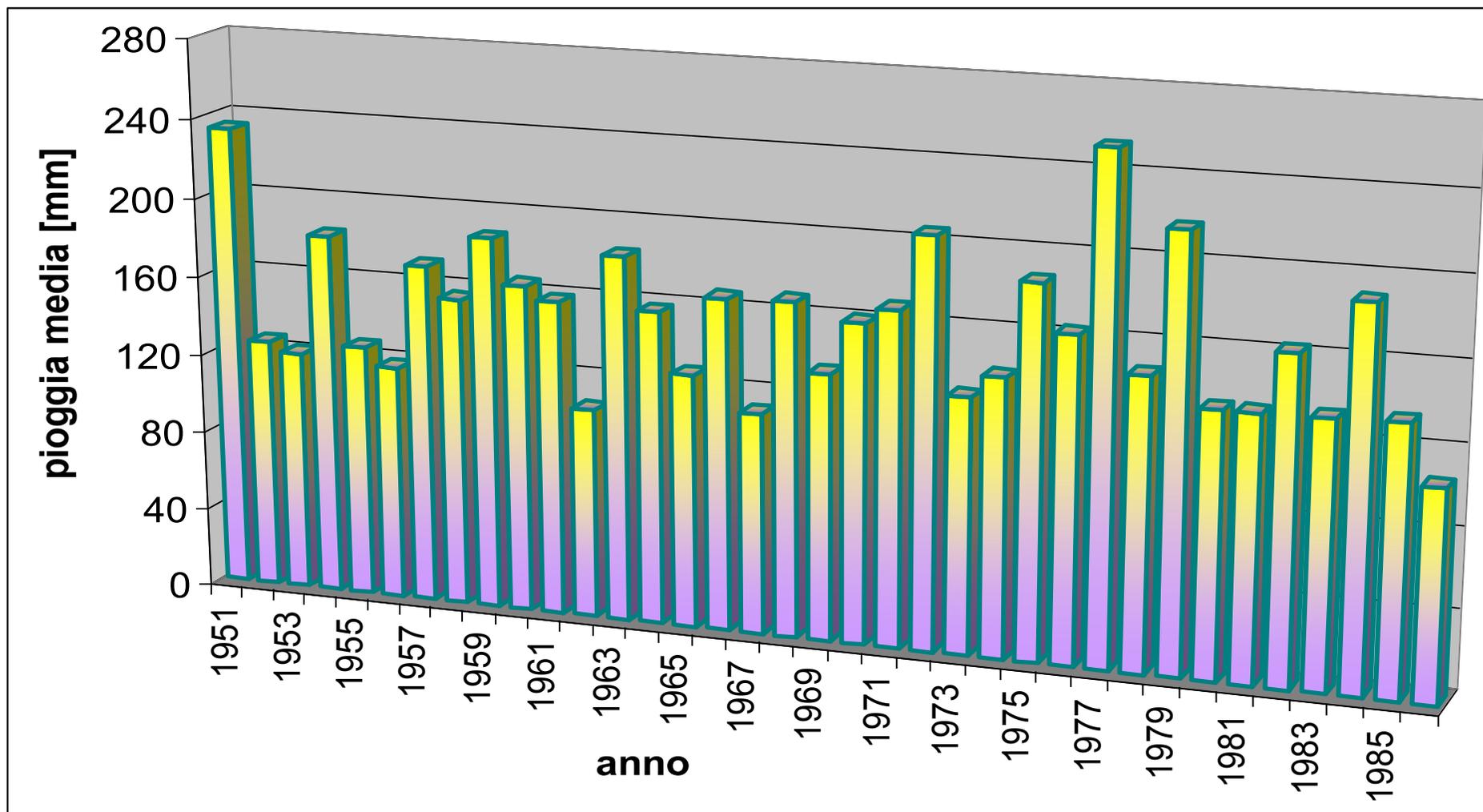
- Stazione di Colonia Arnaldi: monitoraggio afflussi negli anni: 1951-1986
- Stazione di Panesi: monitoraggio afflussi negli anni:1970 - 1978
- Stazione di Madonna del Bosco: monitoraggio afflussi negli anni:1968 - 1976
- Stazione di Ognio: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1979
- Stazione di Neirone: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1981
- Stazione di Favale di Malvaro: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1981
- Stazione di Piana di Soglio: monitoraggio afflussi negli anni:1951 -1988
- Stazione di S. Martino del Monte: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1989
- Stazione di Tigliolo: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1989
- Stazione di Giacopiane: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1989
- Stazione di S. Michele: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1989
- Stazione di Chichero: monitoraggio afflussi negli anni:1964-1987
- Stazione di Statale: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1989
- Stazione di Chiesanuova Garibaldi: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1989
- Stazione di Panesi: monitoraggio afflussi negli anni:1951-1986

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. Nei grafici seguenti sono rappresentati gli afflussi cumulati annuali.

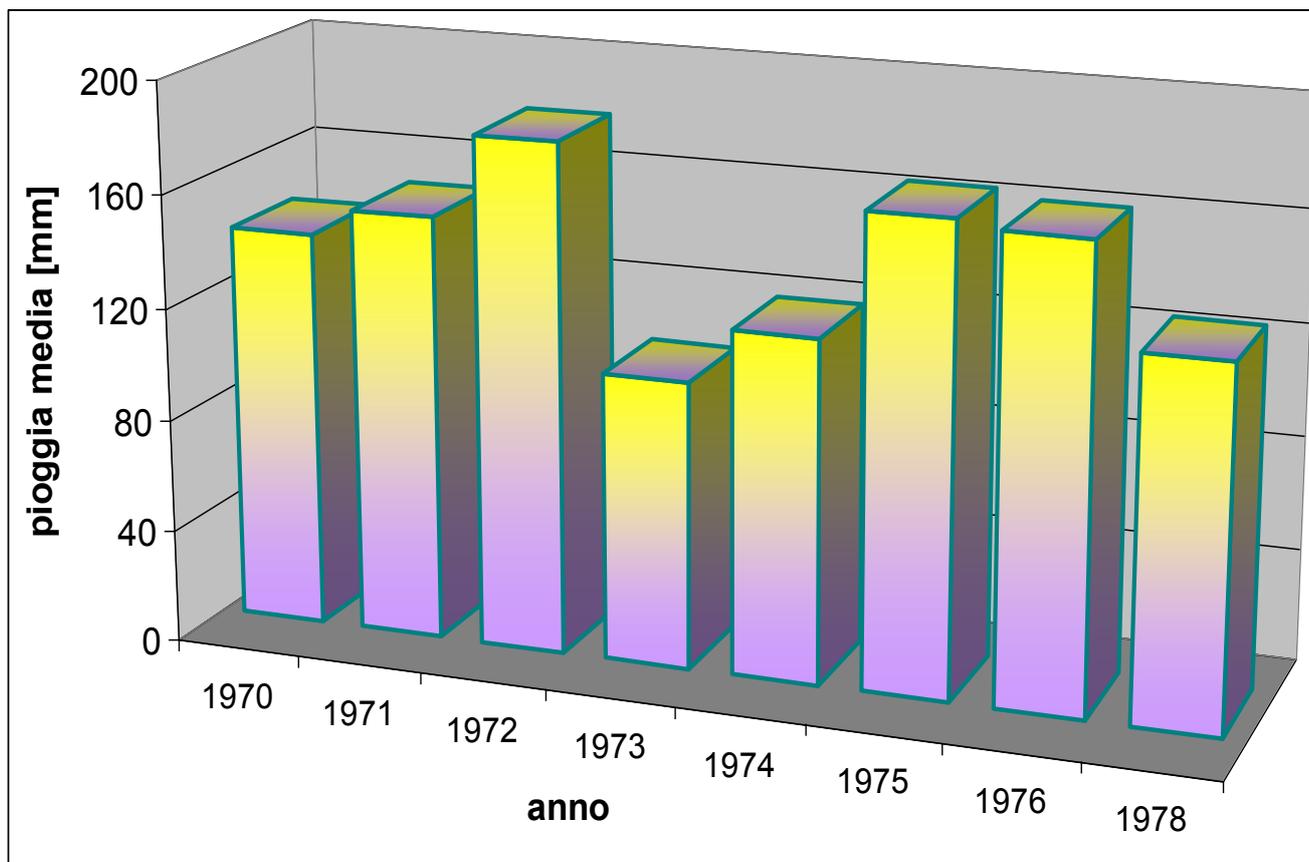
Stazione di Colonia Arnaldi:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	388	371.6	327.4	92.6	259.8	57.2	23	35.4	147.8	157.8	824.2	114	233.2
1952	38.8	49	76.8	141	157.4	24.2	147.2	75.8	201	300.6	160.6	141.4	126.2
1953	34.4	17.6	6.6	84	56.2	110.2	64.6	59	236.2	491.4	41	253.8	121.3
1954	55.2	125.4	241.6	146.2	377.4	121.2	36.6	234.2	31	222.6	362.4	238.6	182.7
1955	250.4	203	105.4	0	60	113	67	38.2	88.2	110	193	299.6	127.3
1956	214.4	30.2	333.2	328	53.6	98.4	44	2	104.6	68.2	112.8	30.4	118.3
1957	97.6	203.2	62.8	250.8	203.2	139.6	45	41.8	31.8	205.2	422.6	351.4	171.3
1958	42.2	194	121.2	219.6	40.8	129.6	43.4	86.6	55.4	278.6	196.6	461.2	155.8
1959	143.4	13.4	166.2	410.6	145.2	64.8	39.6	88.6	75	401	311.6	394.6	187.8
1960	151.4	161.8	167.6	26.4	34	70.6	181.4	90.2	206.8	374.8	278.8	242	165.5
1961	163.8	27.2	33.8	178.6	32.8	74.6	23.8	45.6	154	437.4	504.3	230.6	158.9
1962	98.4	72	207.6	252.2	69.8	45.4	17.6	2.2	38.6	182	231.6	51.2	105.7
1963	222	134.5	246.8	195.2	44.4	180.2	12.2	211	227	118.4	460.6	158.2	184.2
1964	83.6	369.2	341.2	213.4	63	129	78	9.8	60.2	324.2	70.6	151.6	157.8
1965	188.2	19.6	253.8	22.2	56.6	77.8	41.8	71.8	471	118.2	126.8	86.8	127.9
1966	105.4	240.8	21	412.5	36.6	60.8	53.4	104	88.6	481.8	310.8	88.2	167.0
1967	60.2	76.4	107.4	103.6	92.2	67	55.6	99.4	115.8	38.4	454.2	66.4	111.4
1968	12.6	650.8	83.6	150.8	145	81.4	16.8	143.8	211.2	117.8	271	134.4	168.3
1969	300.4	193.4	263.8	171.4	109.4	40.8	55.6	40.4	210.8	0	166.4	55.4	134.0
1970	699.4	36.4	210.8	83	122	65.6	20	172.8	3.2	41.8	336.2	133.8	160.4
1971	342.6	180.6	316.8	238.8	238.6	211.8	18.6	17.2	104.2	52.4	204.2	93.2	168.3
1972	299.6	355.4	247.4	147	93.2	184	47.2	61	235.6	313.2	201.4	282	205.6
1973	157.4	61.2	13.8	163.6	33.2	162.8	57.6	109.9	185.8	251	76.4	269.4	128.5
1974	205.8	320.2	88.4	224	161	98.4	27.2	14.2	151.8	64.4	251.2	69.6	139.7
1975	368.2	258.6	271.6	85.6	233	73.8	10.8	181.4	131	107.6	359	159	186.6
1976	54.2	47.8	70.8	91.2	91.2	8	106.4	228	152.8	593.8	304	211.4	163.3
1977	699.4	338.4	267.4	204.8	298.6	21.6	157.8	342.4	83.2	249.2	55.2	317.8	253.0
1978	337.7	251.6	137.2	159	186.8	118.6	107.4	39	9.8	44.2	22.8	344	146.5
1979	385.8	166.4	519.4	186.8	10.6	59	17.8	82.2	247.4	555	105.4	267.6	217.0
1980	127.8	30.6	273.2	28.8	151	215.4	35	130.6	22	305.4	202.6	72.6	132.9
1981	15.4	17.8	223.8	88.6	169.8	63.4	146.2	59	121.8	300.6	22	363.6	132.7
1982	81.6	70	150.6	53.8	257.7	28	60.4	115	146.4	419.8	377.8	194.8	163.0
1983	24	95	303	171	222.2	75.4	34.2	85.8	56	84.4	27	422.4	133.4
1984	134.2	72.6	195.4	122	399.8	130	0	344.4	141.4	273	271.8	190	189.6
1985	285	80.2	348	93.8	210	125.4	0.2	25	31.6	25	205	182.4	134.3
1986	169.8	196.6	66.2	256.8	1.6	6.4	132.8	34.3	45.5	46.2	194.4	109.5	105.0
media	195.5	159.2	190.9	161.0	136.6	92.6	56.3	97.8	128.5	226.5	242.1	200.9	157.3



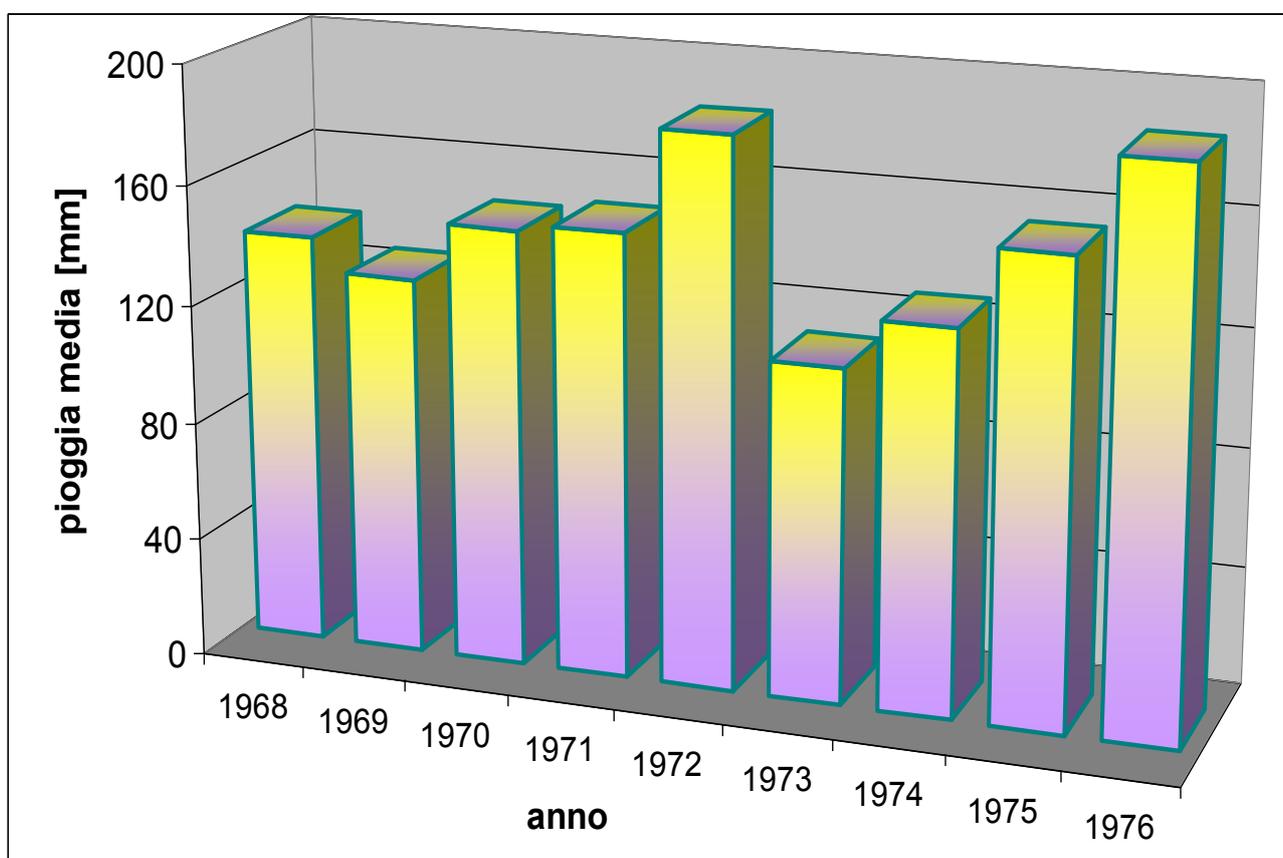
Stazione di Panesi:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1970	508.6	26.8	146.4	89.6	105.4	48.2	30.2	185.6	5.6	146.4	251.7	151.4	141.3
1971	376.8	161.4	206	195.4	284.3	118.5	7.8	16.6	71.4	56.2	163	156.8	151.2
1972	331.4	294.3	222.7	225	124.6	99.8	39.9	33	131.4	255.9	135.4	280	181.1
1973	142.4	42	11	141.8	29.6	167.6	84.4	94.6	122.3	179.8	18.2	189	101.9
1974	121.1	249.8	80.2	158	104.6	103	24.8	15.6	147	101.2	213.2	141	121.6
1975	323.8	199.2	198.6	88.4	216.2	76	16.6	244.2	100.6	98.4	291.8	139.4	166.1
1976	22.4	75.9	45.8	53.1	104	4.4	84.7	312.4	221.6	420.9	409	206.5	163.4
1978	290.2	211	128.6	159.8	178.5	63.9	177.9	54.8	6.1	47.4	20.6	187.6	127.2
media	264.6	157.6	129.9	138.9	143.4	85.2	58.3	119.6	100.8	163.3	187.9	181.5	144.2



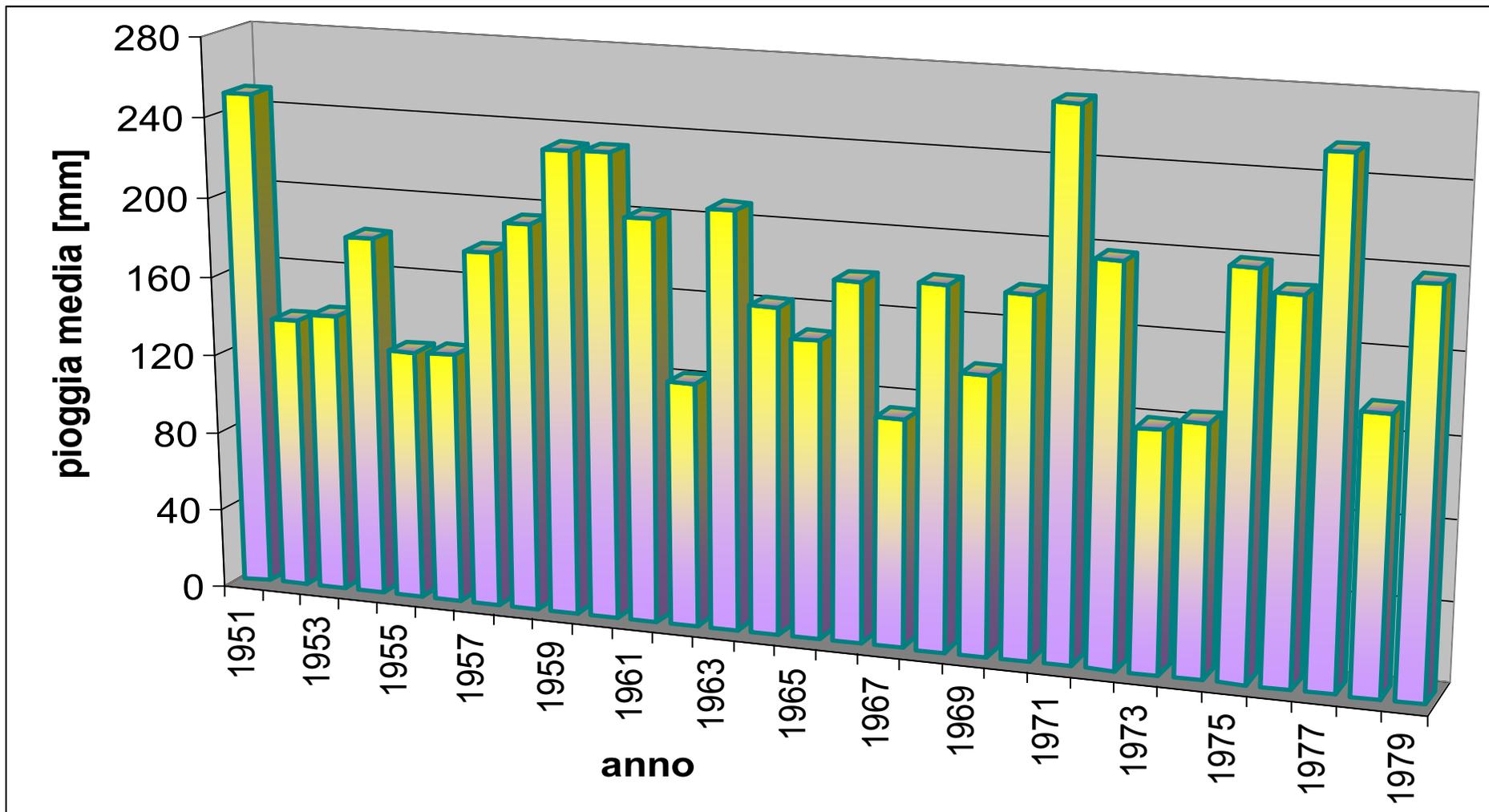
Stazione di Madonna del Bosco:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1968	10.2	464.4	84.2	111.4	124.8	69.6	18.2	184.4	135.4	99.4	257.6	108.8	139.0
1969	284.8	143.8	224.8	151.2	99.2	43.2	73.4	75.8	255	0.6	150.6	30	127.7
1970	523.3	28.6	148.8	81.2	118.4	52	29	158.6	28.6	151.8	295.4	152.2	147.3
1971	310	158.4	248.4	228.8	256.8	126.6	16.3	10.8	88.1	68.2	150.6	134.8	149.8
1972	233	337.9	216.4	195.3	141.5	99.8	41.4	49.4	197.2	308.9	133.2	259.6	184.5
1973	135.8	44.4	14.4	141	28	197.6	95.8	77.8	126.8	206.8	53.4	226	112.3
1974	187	296.2	81.6	155.6	111.2	100.4	24.8	15.2	134	87.8	245	109.2	129.0
1975	308.6	237.8	204	71.2	223.2	73.2	12.4	204.2	107.4	81.1	225.6	115.8	155.4
1976	nd	74.9	35.1	55.6	108.1	2.4	116.9	297	306.6	406.2	502.6	153.7	187.2
media	249.1	198.5	139.7	132.4	134.6	85.0	47.6	119.2	153.2	156.8	223.8	143.3	148.0



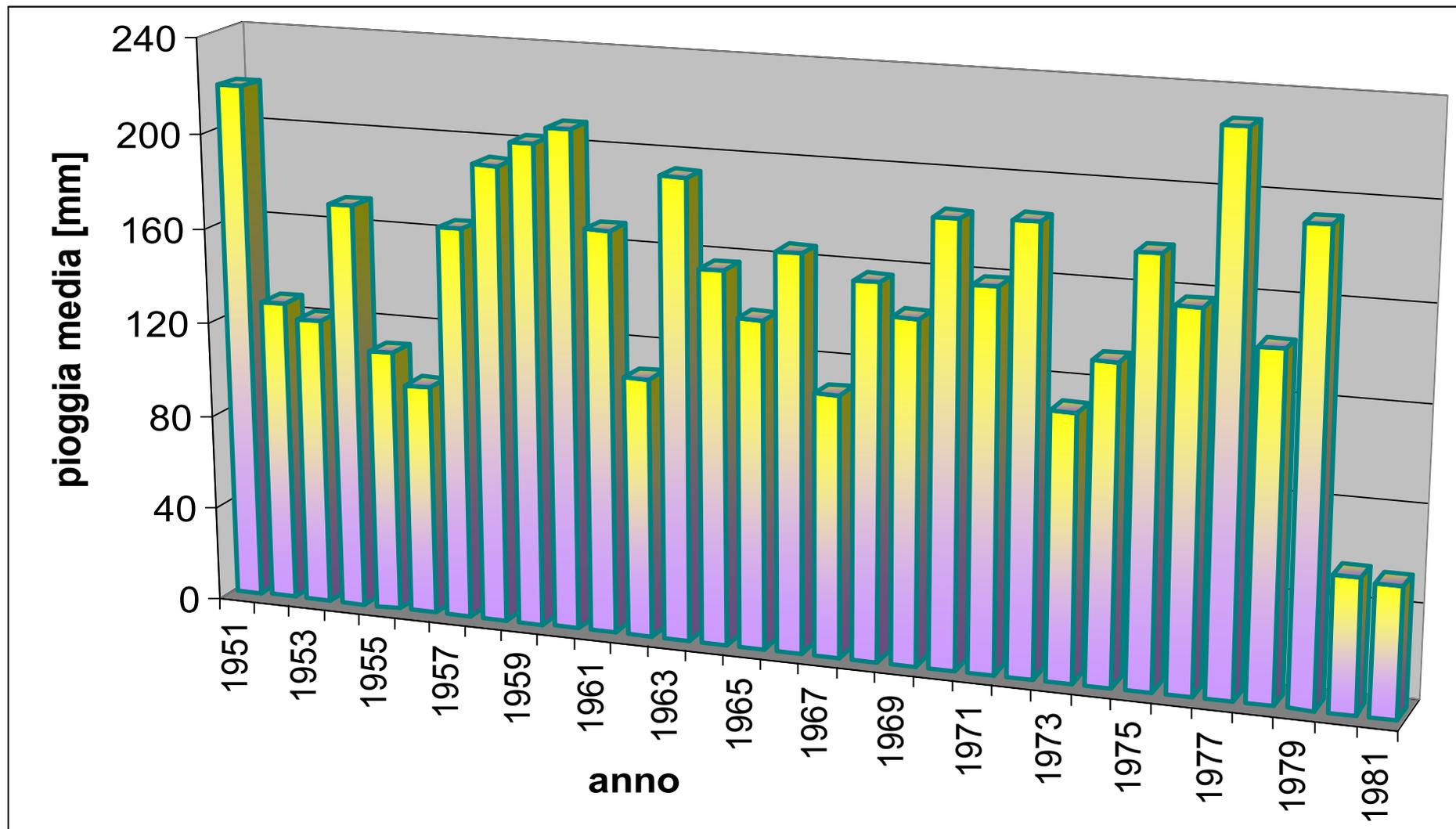
Stazione di Ognio:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	406	439	297	82	326	38	37	48	147	160	875	143	249.8
1952	28	49	90	160	159	24	206	74	195	351	161	147	137.0
1953	13	34	0	87.7	64	138.3	37.8	77	501.3	522.2	45	170.8	140.9
1954	23.2	103.3	257.9	134.9	368.3	86	30.5	324.5	27.3	199.7	398	227.4	181.8
1955	272.3	248.7	108.6	7	63	92	44.4	59.8	51.6	139	170.8	253	125.9
1956	231.4	32	324.4	318	56.8	119.2	77.4	4.6	127	70.3	124.6	34	126.6
1957	99.8	229.4	61.8	272	252.6	111	42.6	23.6	15.2	162	464.2	417	179.3
1958	51.4	208.6	142.6	295.4	88	145.8	65.8	94	74.6	407.6	185.8	580.4	195.0
1959	134.6	15.2	169.2	351.2	179	73.8	69.2	75.8	124.6	535.6	488.4	573	232.5
1960	208	253.4	241.2	25.8	44	108.2	189.6	87.8	302	546	392.6	397	233.0
1961	287	52.4	55.8	253.8	57.8	201.8	55.2	41.8	134.2	382	629.6	271.2	201.9
1962	137.8	69.6	248.4	283	89	69	35	1.8	45.4	152.8	275.4	61	122.4
1963	245.8	151.2	304.4	206.2	43.8	144	49.2	177.6	316.2	80.8	598.4	190	209.0
1964	89	345.6	268.8	219.6	64.6	109.4	130	37.2	74.4	356.8	119.4	145.8	163.4
1965	190.2	12.2	274.2	25	41.8	78.6	36.8	79.4	511.8	179.4	272.6	86.4	149.0
1966	102.2	276.6	15.6	343.4	44.6	70.2	73	71.6	126.6	582.8	310.2	133.4	179.2
1967	70.4	107.4	113	119.4	127	68.1	55.5	122.5	113.8	22.8	375.2	70.4	113.8
1968	10.8	670.4	92.8	148	141	99	66.8	201.2	222.2	129.8	257	130.6	180.8
1969	318	166.2	259.8	145.4	106	63.2	100	51.2	156.6	0.4	246.6	53.6	138.9
1970	539.4	36.2	178	103.8	132	49.4	29.4	172	2	250.8	468.4	188.6	179.2
1971	693	313	511.8	547.6	355	226.4	25.8	16.8	76	63.8	243.6	169.8	270.2
1972	294.2	395.3	230.8	208.2	156.6	178.4	17	23.4	226.4	245.6	153.4	251.4	198.4
1973	132.4	50.8	40.6	152.4	23.8	149	56.6	139.8	110.2	273.2	54	255.4	119.9
1974	159.4	317.6	79	160	114.6	75.4	21.4	21.8	158.6	75.6	236	78.6	124.8
1975	339.6	308.8	308	126.2	217.2	79.2	19.2	244.4	149.4	95.2	348	161.6	199.7
1976	29.4	71.2	55.6	99.8	74.2	15.2	79	313.4	347.8	670.4	362	147.8	188.8
1977	568.8	191.8	296.4	177	356.6	48.8	245	441.6	64.8	265.6	132	280.6	255.8
1978	409.8	185.4	59	169.5	167	123	98	47.8	3	31	24	325.5	136.9
1979	365	161	486	239	10	60	13	90	40	525	126	267	198.5
media	222.4	189.5	192.1	188.3	135.3	98.1	69.2	109.1	153.3	257.8	294.4	214.2	177.0



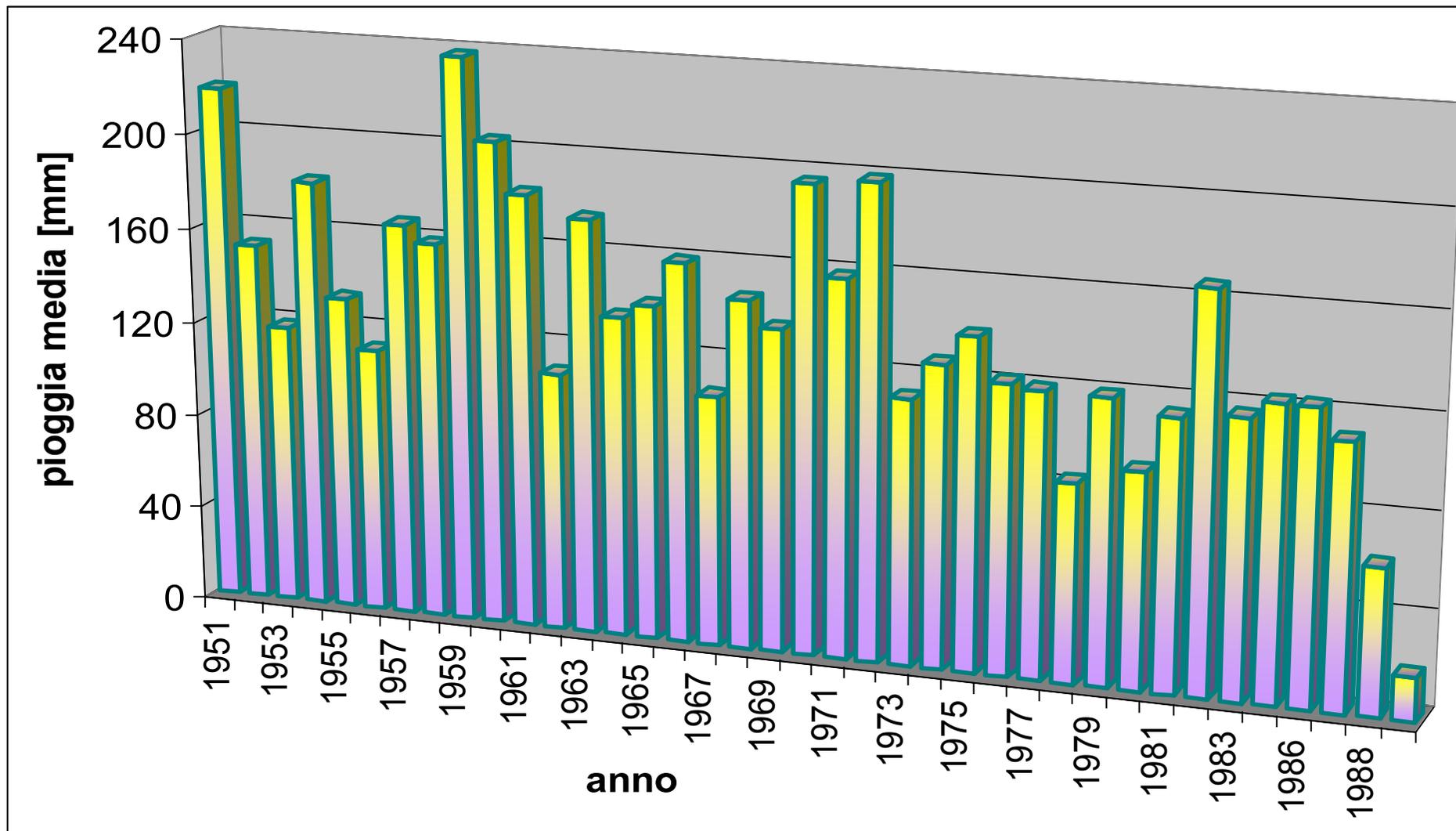
Stazione di Neirone:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	382.8	374.8	283.6	100.6	279	51	38.6	46.2	142	136.2	649	135.4	218.3
1952	37	48.6	75.4	123.6	142.8	26.8	162	96.4	214.6	309.4	157.8	139.2	127.8
1953	24	16.4	4.8	82.2	56.6	122.2	49.6	52.8	369.8	454.2	35	193.8	121.8
1954	35.8	98	284	102.6	378	101.8	36	291.2	30.4	208.2	276.4	216.4	171.6
1955	236.6	234.4	104.2	7.6	49.2	87.2	61.4	71	55.4	114.2	131	176.2	110.7
1956	188	15	204.8	264.2	50.4	96.8	55.6	4	106.4	63.4	95.8	26	97.5
1957	97	194.2	66	211.8	237.4	129	34.4	24.8	11.8	173.4	448.6	356	165.4
1958	42.8	221.8	106.2	310.2	103.4	190.6	75.2	108	76.8	413.6	160.2	501.6	192.5
1959	145.8	14.6	170.8	288.6	164.6	76	54.8	64.6	90.4	471	423.2	469.4	202.8
1960	159.8	198	221	30.8	36.6	98	192.6	90.6	300.4	504.6	328.6	353.6	209.6
1961	244.4	36	45.2	219.2	68.2	160.2	46.2	35.6	97.2	342.2	512.8	224.4	169.3
1962	99.2	44.6	236.4	260.4	81	85	37.4	2.6	40	141.4	240	43.6	109.3
1963	208.6	132.8	238.4	162.8	64.8	130.2	40	210	330.4	74.2	567.9	159.2	193.3
1964	88	311.8	331.4	181	90.8	79.8	138.2	18.4	47.8	368.8	104.2	122	156.9
1965	188.2	10	238.6	24	55.6	68	28.4	79.4	501.4	130.2	230.6	98.6	137.8
1966	81.4	260.8	19.2	380.6	42.4	89.2	71.2	107.6	104	441.6	280.6	115.8	166.2
1967	58.6	100.4	97	114.2	112.2	81.2	59.4	122.4	117.2	22.8	368.4	63	109.7
1968	10.8	571.6	84.8	142.6	127.6	91.4	56.6	188.2	214.6	117.8	182.8	94.2	156.9
1969	279.2	150.2	237.6	139.4	96.2	67.2	95.2	65.8	335.6	0.6	211.4	43	143.5
1970	634	34	196.8	107	145.6	42.8	23.4	192	9.2	258.4	395.8	177.8	184.7
1971	350.4	169	297.4	233.6	273.4	166.2	21.4	22.2	36.6	42	218	80.6	159.2
1972	200.8	283.8	223.8	209.8	154.8	189	13.2	29.8	268.2	266.8	158.4	233	186.0
1973	135	45.2	49.4	140.8	23.8	103.8	58.6	116	101.2	250.2	49.6	262.2	111.3
1974	158.2	291.4	79	177.4	134.2	80.4	19.4	20.4	179.2	82.2	292	80	132.8
1975	329.8	275.8	297	151.2	194.2	61	10.6	258.8	86	73.5	269	118.2	177.1
1976	14.6	87	41.6	89.6	51.2	24	49.2	232	307.2	529.6	301.8	159.2	157.3
1977	616	341.4	278.8	133.4	317.6	46.6	217.2	198.4	57	256.4	71.4	204.2	228.2
1978	378.5	223	87	168	170	192	88	51	0	37	24	307.5	143.8
1979	354	164.5	468.5	233	10	56	11	84	37	516	123.5	260	193.1
1980	nd	nd	49.2	0	52.2	112.2	1.2	51	16	194	75.8	8.2	56.0
1981	0.2	0	20.4	5.4	113.4	49.4	136.4	147.2	63.8	105.2	0.4	8.6	54.2
media	192.7	165.0	165.8	154.7	125.1	95.3	63.9	99.4	140.2	229.0	238.2	175.2	153.0



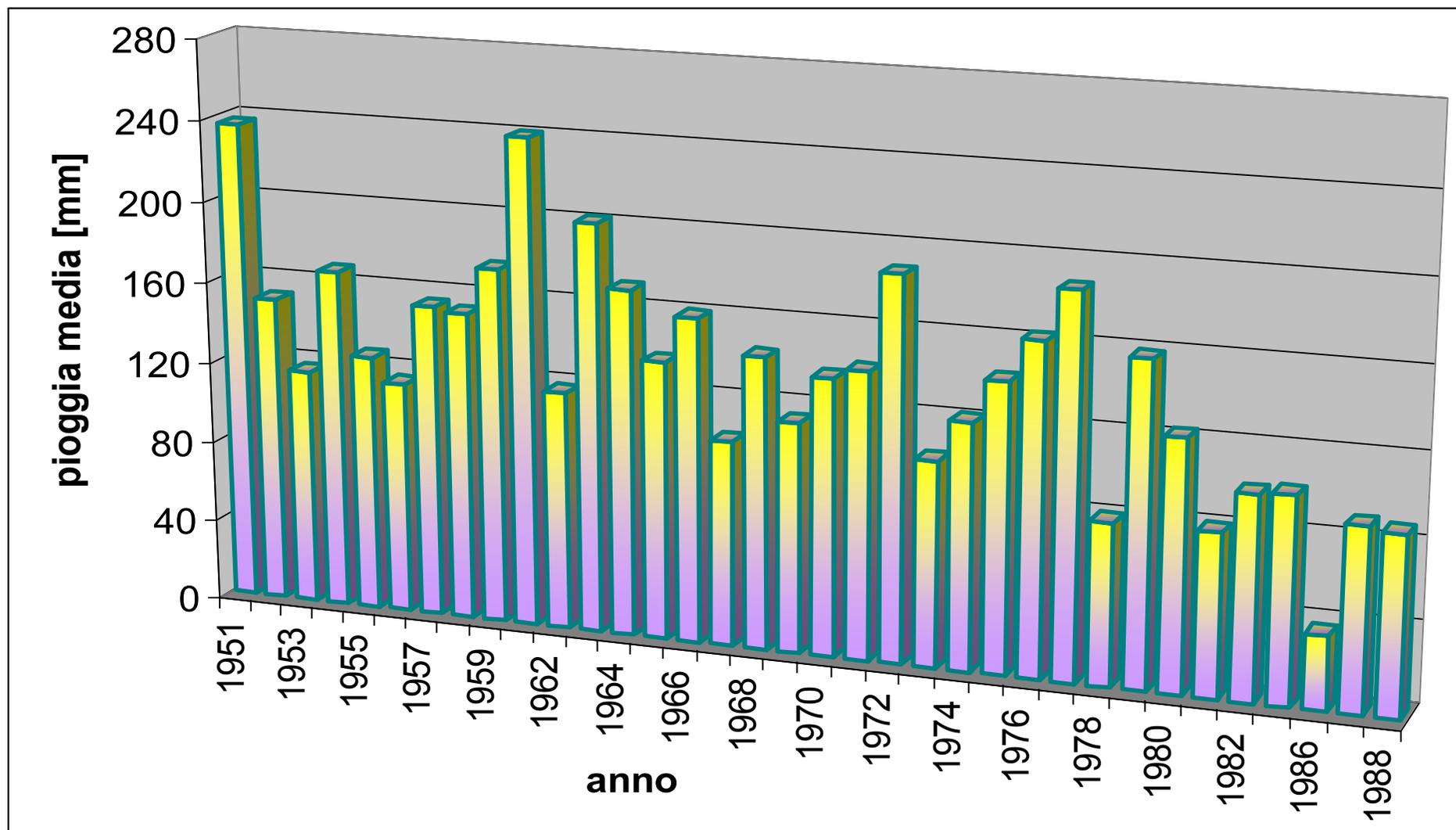
Stazione di Favale di Malvaro:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	400	406.3	245.9	112.3	261.8	59.6	64.7	66.2	142.7	100.8	654.1	103	218.1
1952	35.6	38.3	136.4	136	157	25.5	180.9	136.4	264.8	414.3	150.4	153.2	152.4
1953	23.4	20.3	0	107.5	32.8	98.6	59.5	67.4	311.1	481.5	24.8	192.7	118.3
1954	58.9	114.4	200.5	136.2	301	80.6	20.8	327.4	61	244.9	367.8	258.1	181.0
1955	213.8	236.5	125.4	0	78	120.2	93	93.7	152.4	107	130.1	242.4	132.7
1956	200.9	18.3	258.6	296.6	96	32.2	98	18.7	119	91.8	94.2	19.9	112.0
1957	116.7	238.9	67.8	273.9	192.6	79.4	164	28	8.7	91.7	353.6	379.5	166.2
1958	40.3	186.9	101.4	245.1	89.4	108.8	59.2	100.3	98.5	396.8	113.3	367.1	158.9
1959	404.7	7.9	114.1	226.4	159.5	72.5	44.1	154.4	76.1	553.6	482.7	556.2	237.7
1960	158.6	216.9	186.6	62.4	43	54	151.6	155.6	241	493	338	340.3	203.4
1961	261.5	33	64.5	221.9	81	191	49	17	136	421.6	500.5	215.4	182.7
1962	174	69.8	224.3	203	77.8	67	17	13.7	25	117	238	78	108.7
1963	174.9	72	180	156	46	132	100	156	343.5	55	547	129.5	174.3
1964	113	231	284.4	199	64	59	98	41	21	272.3	104.3	130.3	134.8
1965	190.2	6.5	203.3	33.5	51.7	56.1	21.1	69	559.4	140.4	237.4	117	140.5
1966	69.2	194.6	20.4	250.4	38.5	123.4	73.8	93.8	97	529.4	290	132.8	159.4
1967	83	83.9	88.6	90.7	122.7	75.8	51.5	145.4	111.9	30.7	310.4	68.7	105.3
1968	9.8	360.2	53.3	129.9	140.4	75.1	115.3	110.3	240.9	150.2	279.5	91.4	146.4
1969	221.4	158.3	196.4	128.4	93.5	48.7	149.5	35.7	243.4	0	318.6	33.5	135.6
1970	553.4	28.7	163.4	88.6	186.8	53.1	38	181.7	6.5	196.1	688.8	161	195.5
1971	406.2	132.2	215.2	177.4	268	205.4	46.6	8.2	37.6	53.2	268	80.6	158.2
1972	233.2	280.8	219.8	210	178.4	155.8	183	72	245.6	247	119.2	234.6	198.3
1973	132.6	67.8	75.8	133.4	31.8	139	89.2	70	115.8	192.8	58.2	232.6	111.6
1974	157	312	89.4	175	125	104.6	28.6	27	132.6	93.9	193.6	82	126.7
1975	314	165.4	278.2	127.4	128.8	109.8	7.6	73.8	60.6	66	264.8	75.2	139.3
1976	nd	1.2	2.4	136	91.4	1.2	52.8	281.8	195.6	340.4	192.4	39.4	121.3
1977	135.6	196	91	39	138.6	54.2	167.8	244.8	37.4	168	57.2	103	119.4
1978	126	32.4	45	83.2	107.6	97.2	81.2	74.4	4.4	54	39.6	254	83.3
1979	260	19	175.8	145.6	4.8	69.8	18.6	123.6	163.8	347.6	29.2	73	119.2
1980	50	81.2	67.6	5.6	73.2	117.2	29	100.8	18	269.6	202.2	71.6	90.5
1981	0.6	0	41	42.6	151.8	68	141.4	189.6	244.8	265.4	6.2	212	113.6
1982	51.4	63.2	125.6	22.4	152.5	28.2	53.4	78.2	246.4	450.8	410.2	312.2	166.2
1983	39.4	77.4	260	133.2	204.6	108.8	8.4	82.2	36.4	74.6	27.2	340.8	116.1
1984	125.6	66	162.6	110.8	343	85.6	1.8	92.2	213.2	179.8	55.6	39	122.9
1986	251.6	184.6	nd	nd	110.2	84.2	145	94.8	98.1	41.6	127.4	88.4	122.6
1987	92	136	33.8	37.2	29.6	79.8	129.4	107.8	47.6	406.2	137.6	84.8	110.2
1988	58.8	53.4	50.6	4.8	99.8	70.4	0.4	49.6	31	194.6	nd	nd	61.3
1989	0	219.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.3
media	160.5	126.6	131.1	126.5	119.8	84.0	74.6	99.5	136.5	219.3	227.4	164.7	138.5



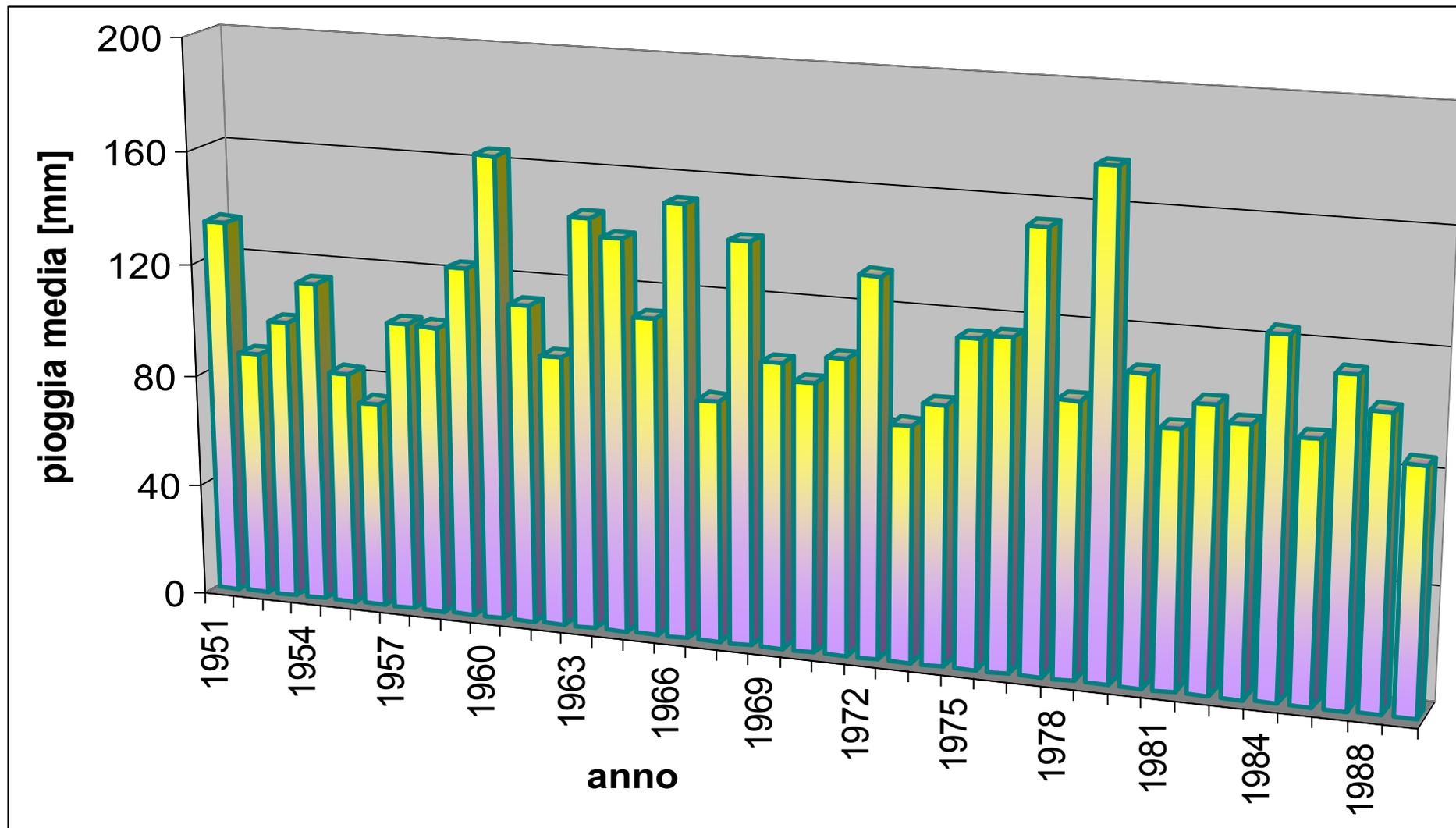
Stazione di Piana di Soglio:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	397	473.4	348.8	113.8	271.8	43.6	26.8	2.2	125	85.2	786.2	165.6	236.6
1952	54.4	79.4	105	113	140.2	19	213.6	124	227.8	332.8	204	204.4	151.5
1953	41.6	22.8	0	73.6	30.2	73.6	118.8	50.4	257.4	490.6	21	213.8	116.2
1954	85.6	95.4	248.8	153.2	335.6	141.2	18.6	218.2	62.4	219	256.2	174.4	167.4
1955	236.8	254.8	120.2	2.8	49.8	86	88.2	45.4	126.6	101.6	163.9	238.8	126.2
1956	243	35.2	278.6	275.2	58.4	90.4	65.6	0	96.2	74.6	105.2	51.2	114.5
1957	59	218	80.4	260.4	185.8	85.4	59.8	78.2	30.4	104.4	307.4	382.4	154.3
1958	60.6	174.4	132.2	227.6	74.8	111.8	56.8	85.8	83.6	260.4	140.6	417	152.1
1959	112.8	8.8	111.6	203	123.6	33.4	50.8	93.2	120.2	452	337	454.6	175.1
1961	118.8	21.4	38.6	151.7	43	103.1	30.7	12.5	143.1	349	343.4	1525	240.1
1962	146.8	68.6	239.2	202.4	58.8	51.6	28.4	0.6	46	179.6	288.4	98.6	117.4
1963	234.4	151.6	328	197	51.8	208.8	20.6	201.8	281	76.8	439.6	222.6	201.2
1964	123	412.2	272.4	213.4	45.2	125.2	114.2	48	55	357.4	106.2	173	170.4
1965	155.2	17.6	304.6	22.4	39.2	46.2	33.8	48	519.4	119	214.2	122.4	136.8
1966	98.4	223.2	18.6	288.4	52.2	32.2	69.4	68.8	115.8	521	313.2	115	159.7
1967	79	122.5	64.8	69.2	68.2	91	79	163.4	115.4	32.8	282.2	44.2	101.0
1968	10.4	603.6	78.8	102.8	120.6	59	42.4	133.4	187.6	48.2	252.2	84.6	143.6
1969	217	98.8	204.4	123.4	74	39.8	78.4	59.2	188.6	2.2	234.6	37	113.1
1970	520.6	35	169.2	56.2	119.8	55	3.4	103	4.6	80.4	322.2	164.6	136.2
1971	338.4	142.2	231	130.4	241.8	162.9	11.8	23.8	124.9	37.8	169.2	76.4	140.9
1972	248.6	256.6	232.2	162.2	92.6	118.6	37.2	97.2	223.4	393.4	173.2	226.8	188.5
1973	147	64.2	29	163.8	25.4	116.4	33.8	38.6	103.2	211.2	80.2	199.8	101.1
1974	173.1	324	75.2	159.2	82	93	25.6	47.8	131	82	203	59	121.2
1975	296.8	51.4	200	97.8	156.6	68.2	43.2	196.6	163.4	62.6	280.6	87.6	142.1
1976	27.8	46.6	51.4	48.8	82	3	81.6	268.8	186.4	597.2	321.6	236	162.6
1977	594.6	326.8	225.2	80.6	238.6	77	132.8	306.2	80.2	97.4	15.2	78.8	187.8
1978	nd	150.4	43.3	93.4	166.7	129.1	73.1	23	3.1	51.9	33.5	108.8	79.7
1979	396.5	82.5	390.9	191.2	7.2	40.8	2.4	68.8	68	435.6	79	138.2	158.4
1980	78.2	121.8	nd	nd	90.6	170.2	58.4	146.4	78.2	218.8	181.8	86.8	123.1
1981	21.6	21	nd	84.8	47.8	11.4	70.8	17.8	106.4	294.7	33.6	171	80.1
1982	52.6	9.2	82.8	47.7	53.6	63.4	57.4	100.2	152	276.2	179.6	121.2	99.7
1984	70.8	23.6	43	25.6	323.9	14.8	0	144	187.4	157.8	102.8	117.6	100.9
1986	9.2	43.6	76.2	102.6	11.2	32.8	12.8	0	16.4	62.8	33.8	34.8	36.4
1987	41.2	148.4	45.4	46	61	112.6	114.4	101.8	115.6	104.2	91.6	94.2	89.7
1988	113.1	66	141.6	117.4	27.4	47.8	47	50.7	nd	126.4	115.9	110.9	87.7
media	164.8	142.7	151.9	129.4	104.3	78.8	57.2	90.5	133.1	202.8	206.1	195.4	137.5



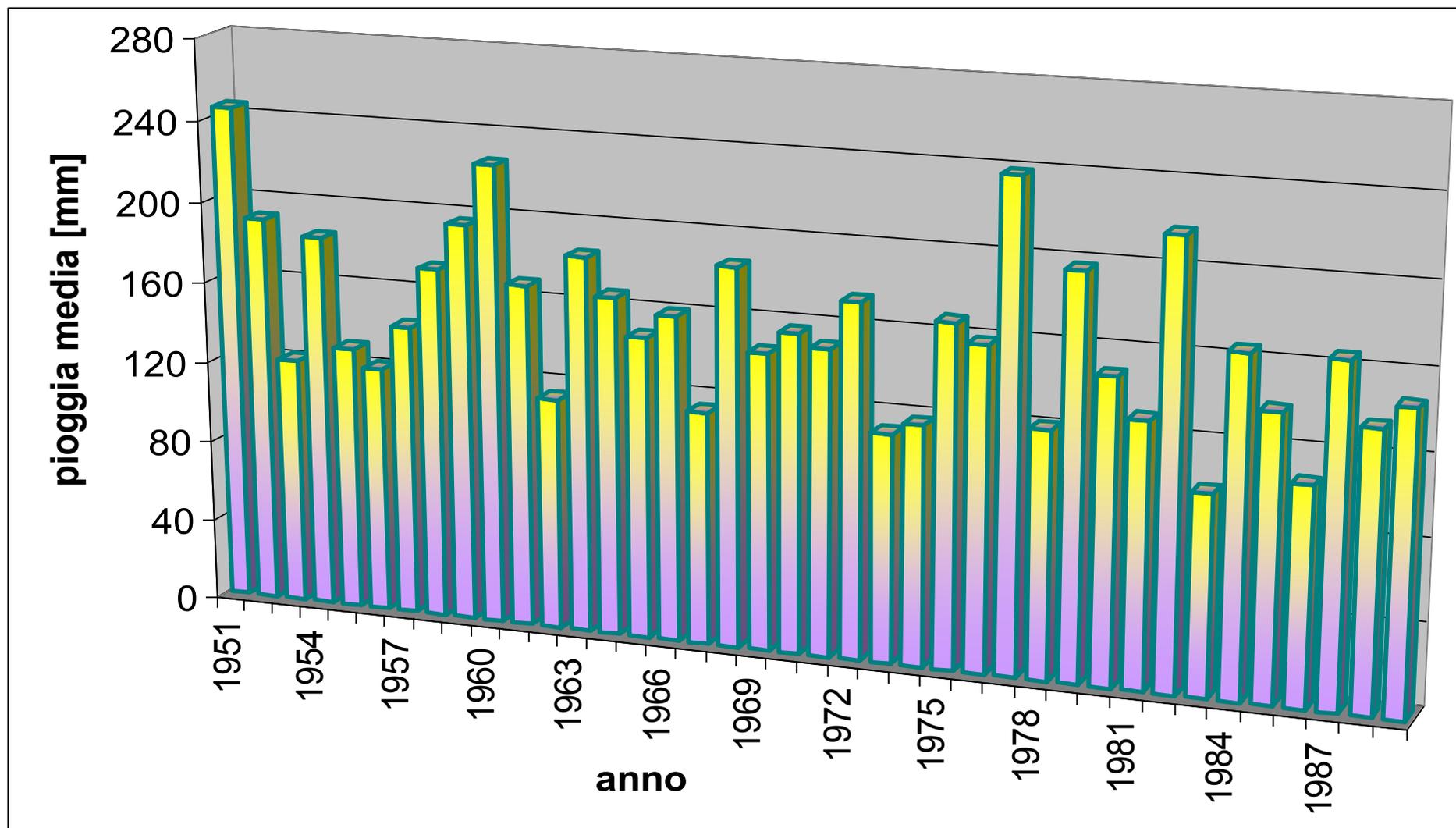
Stazione di S. Martino del Monte:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	170	254	239.9	60.7	187.5	31	7.7	18.5	136.5	73.2	321.1	105	133.8
1952	29	48	38.6	65	63.2	5.6	166.6	158.3	117.8	161.3	94.5	101	87.4
1953	37.5	17.7	2	79.1	39	63.3	81.3	76.9	150.2	425.1	25	199.5	99.7
1954	65.5	73.5	136.8	147.8	199	57.8	41	114	35.3	142.6	238.7	122.5	114.5
1955	122.4	166.3	52.3	0.7	27.8	87	111.7	45	70.4	56.6	118.4	138.5	83.1
1956	135.4	24.9	132.5	165.8	33	83.4	44	0	65.3	38.3	110.5	45.4	73.2
1957	82.2	64	67	170.4	151.1	69.7	31.7	37.9	13.1	61.9	215.3	268	102.7
1958	48.4	96	100.5	137	32.5	77.6	24.9	46	63	204.5	129	270	102.5
1959	75.7	7.7	89.5	115.4	80.7	44.1	20.2	63.9	164.9	200.5	246.2	380.5	124.1
1960	86	170.3	149.9	13.7	25.5	87.2	83.5	123	303	386.8	320.8	220	164.1
1961	162	36	28	225.9	30.8	61.9	23.2	11	144	209	336	87.5	112.9
1962	72.5	87.5	195.1	138.4	69.7	28.9	22.3	0.2	56.4	150.2	208.7	118.2	95.7
1963	170.4	121	202.5	135.5	49.5	157.2	81.6	154.4	248.2	66.8	195.9	159.9	145.2
1964	78.2	240.5	230.5	185.4	36.1	52	103.4	62	93.6	330.8	73.8	179.8	138.8
1965	148	22	216.2	17.8	52	54.2	33.4	59.8	373.6	82.4	151.8	133	112.0
1966	76.4	166	20.6	198	36	61.2	78.6	119	156.2	550.4	278.2	86.8	152.3
1967	82.4	114.8	44.4	76	37.4	66	23	168.4	121.6	19.4	213.4	56.2	85.3
1968	15.4	544.2	65.6	91.4	137.2	62.4	39.8	103.4	60.2	217.2	296	61.8	141.2
1969	236.8	116.8	157.2	94.6	62.6	58.2	58.2	40	206.4	0.2	133.4	42.8	100.6
1970	417	35.2	110.6	35.4	105.6	66.8	6.2	40.8	4.2	9.6	168.2	135.2	94.6
1971	220	103.6	152.2	85.8	145.3	141.8	52.2	54.8	25.8	35	154	76.6	103.9
1972	185.8	206	113	78	53.8	104	23.8	38.2	192.4	281.6	117	201.5	132.9
1973	108.5	52	26.2	141.8	26.6	101.4	68	57.6	161.8	116	21.2	112.8	82.8
1974	141.8	193.2	65	136	51.2	70.2	11.6	31	115.2	64.6	174.6	37	91.0
1975	183	66.4	152.2	47.2	167.4	31.2	22.6	120.8	111.6	93.4	238.6	139.2	114.5
1976	20.8	51.8	55.2	52	64.2	1.6	32.6	227.6	180.8	399.6	176.2	128.2	115.9
1977	398.2	185.8	187.8	55.4	173.8	42.6	61.6	275.6	25.8	247	42.2	150.8	153.9
1978	289.5	155.2	81	114.1	110.9	109.4	44.5	3	4	44.2	35	166.5	96.4
1979	300	161.3	258.9	143.5	4.5	38.2	19	40.4	256.3	569.7	91.4	220.8	175.3
1980	61.8	71	201.1	28.5	80.5	112.8	10	99.5	98.2	334.4	147.5	46.3	107.6
1981	10	17	121.4	77.2	141	63	102.9	42	173	154.4	16	163.6	90.1
1982	94.8	52.4	71.5	25.9	102.4	22.3	77.2	70	nd	nd	329	148.7	99.4
1983	18	68	194	125.5	119.5	51.1	nd	90.4	18	70.8	21.3	254	93.7
1984	81.7	85	85.2	106.5	280.5	80.2	0	190	85.2	154.5	206.7	139	124.5
1986	167.8	168	97	170.4	10.5	34	165	25.7	44	34	85.5	90	91.0
1987	115	154	11	149	59.8	68	2.9	115.4	87	353	149.6	93.1	113.2
1988	265.9	78.8	106	112.7	157	124	17.5	91.5	74	194.9	0	0	101.9
1989	27.2	102.7	62.7	277.2	9	21	56.2	91	150.2	65.5	111.5	49	85.3
media	131.6	115.2	113.7	107.4	84.6	65.6	50.0	81.8	118.6	178.4	157.7	135.0	111.5



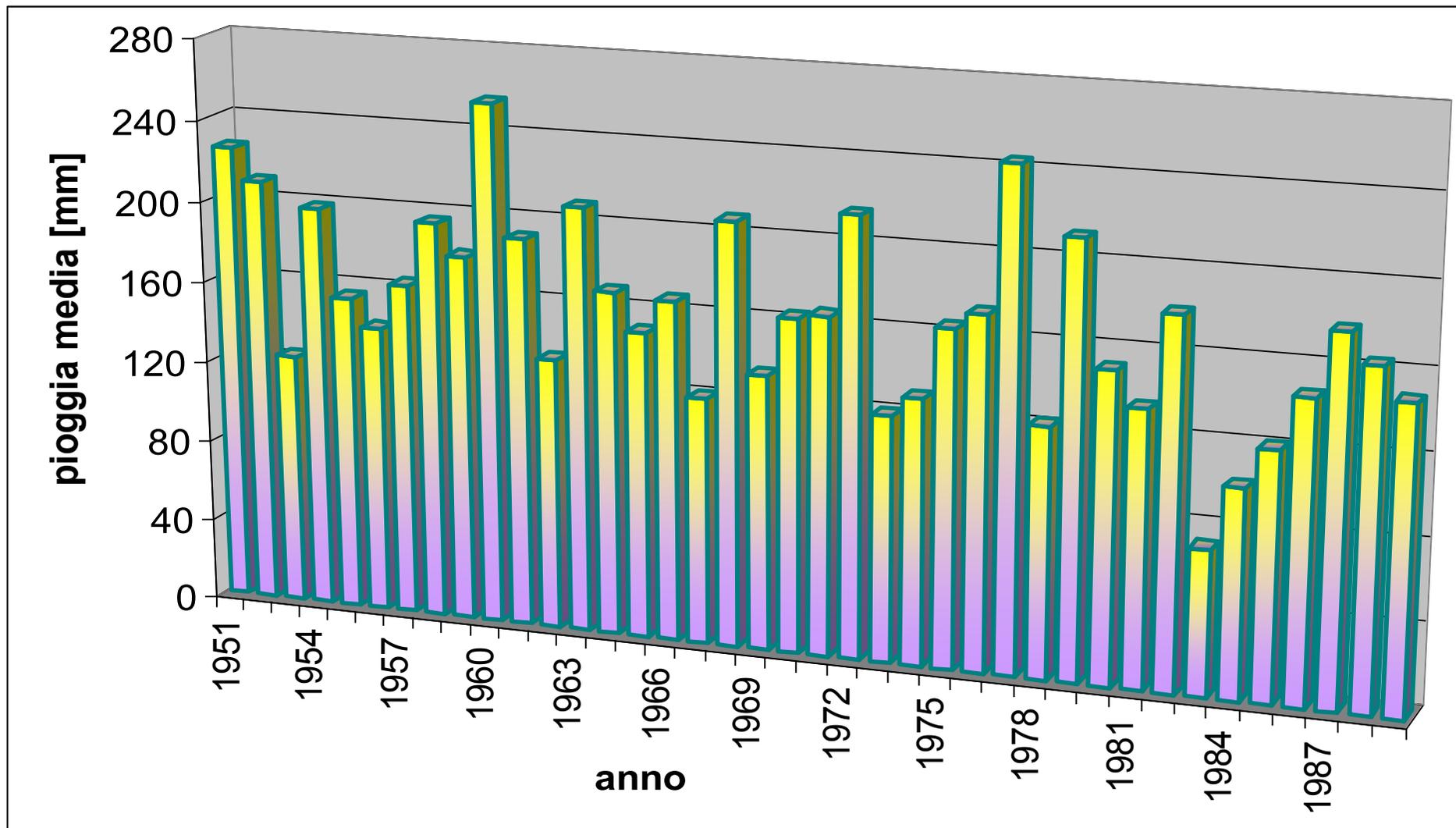
Stazione di Tigliolo:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	349.8	511	405.2	121.8	318.8	56.2	48.4	25.8	200.6	77.2	606.2	218.4	245.0
1952	49.2	100.2	147.2	124.2	161.6	25	173.6	256.6	356.6	491	141.6	264	190.9
1953	35.6	29.2	1.4	131.8	35.2	105.2	94.8	53.2	308	458.2	33.6	174	121.7
1954	82.6	100.8	285.4	168.4	304.2	82.6	56	323.2	84.4	225.8	300.6	194.6	184.1
1955	179.2	312.4	124.6	0.6	79.6	176.6	58.8	68.8	85.2	99.4	157.8	217.2	130.0
1956	188	24.6	233.4	348.6	83.4	84	106.4	7.4	121	108	90	64	121.6
1957	98	230.6	80.6	208.8	186.2	67.8	68.8	34.4	26.4	84.4	265.4	366	143.1
1958	143.2	189.4	98.4	240	141.8	89.6	45.4	102.8	160.2	307.8	110	448.4	173.1
1959	145.4	4.6	134.2	214	145.8	60.4	60	98.8	120.4	404.2	358	603	195.7
1960	160.2	292.6	209	15	38.4	86.8	169.4	154	317	482.4	438.4	346.2	225.8
1961	290.4	53.6	58.6	219	79.8	131.8	37	33.2	98.8	371.6	469.4	180.8	168.7
1962	159.2	97	245.4	196.6	87.8	49.4	26.6	5.4	25	151.2	229.2	95.2	114.0
1963	236.4	163.4	287.8	150	49.4	110	95	172.4	294.8	56	467.2	136	184.9
1964	94	279.2	313.6	179.2	61.2	88.2	210.2	26.4	27.4	393.4	156.8	165.4	166.3
1965	170.8	14.8	285.2	51	55.6	81.8	31.9	84.2	443	95.2	318.8	147.8	148.3
1966	86	205	40.2	228.6	38.6	117.8	68.6	69	93.2	517.2	300.8	153.4	159.9
1967	94.8	108	90.6	98.6	144.8	58	35.4	179.4	74.6	83	297	108.8	114.4
1968	16.6	708.8	78.6	108.4	134.8	75.4	120.6	183.4	226.2	196	303.2	77.2	185.8
1969	320	179.6	200.2	125.2	61	37.2	92.4	54.2	341	0	305	31.4	145.6
1970	511.4	45.8	186.6	97.4	180.6	39.4	33	136.6	3.2	48.2	456.2	141	156.6
1971	353	127.2	262.2	105.4	261.8	207.6	113.2	14.6	33.6	89.6	160.8	76.4	150.5
1972	148.6	196.4	170.8	181.4	45.2	114.2	76	74.4	368.2	266.6	187.8	257.4	173.9
1973	127.8	109.6	54.8	177.2	12.8	117.4	87	56.8	118.8	169.2	100.8	212	112.0
1974	125.6	177.6	60.8	187.4	118.6	100.2	19	15.2	188.8	135.2	189.4	96	117.8
1975	267.6	103.8	237.4	159	176.6	145.4	6.4	122.4	231.6	110.8	278.2	173	167.7
1976	27.2	44.2	45.4	48.8	61.2	2.4	77.4	325.6	230.8	524.2	260.8	253.8	158.5
1977	nd	398	244.4	73.4	nd	238.6							
1978	315.4	175.4	25.8	141.6	106.8	105.2	91.6	70.6	3.2	74.8	17.8	325.4	121.1
1979	508.4	202	537.2	179.6	23.8	74.4	22.2	67.8	212.4	223.6	108.4	203.4	196.9
1980	175	161.8	179.2	24	150.4	188	52.6	107.8	8.2	420.4	235.6	83	148.8
1981	13.4	29.4	148.2	97.2	183	78.8	145	162	257.2	252.2	16.4	170.8	129.5
1982	145.4	62.6	75.8	29.6	157.6	36	35.4	63.6	689.2	487.8	463.4	351.6	216.5
1983	61.8	103.4	99.6	156	157.4	46.6	6	43.6	46.4	46.4	25.6	384.4	98.1
1984	161.2	53.2	155.8	129	403.8	141	5.8	137.8	198.4	204.2	232.6	157.6	165.0
1985	336.4	91	299	81.6	203.6	115.6	3.6	30.2	25.4	19.6	188.4	273.4	139.0
1986	211	182	153.6	235.4	30.4	75.8	70.2	54	43.4	73.8	87	59.6	106.4
1987	136.6	187.8	189	226.8	90.8	239.8	119.6	27.4	106.8	373.2	132.4	157.4	165.6
1988	366.4	177.4	133	91.6	251.8	77	39.8	28.8	56.6	252.2	4.4	146.6	135.5
1989	28	248.6	108.8	431	18.4	85.2	26.8	129.8	130.2	56.4	332.6	158.2	146.2
media	182.1	166.2	171.5	148.3	127.4	94.0	69.2	94.8	167.3	221.9	232.3	201.9	158.0



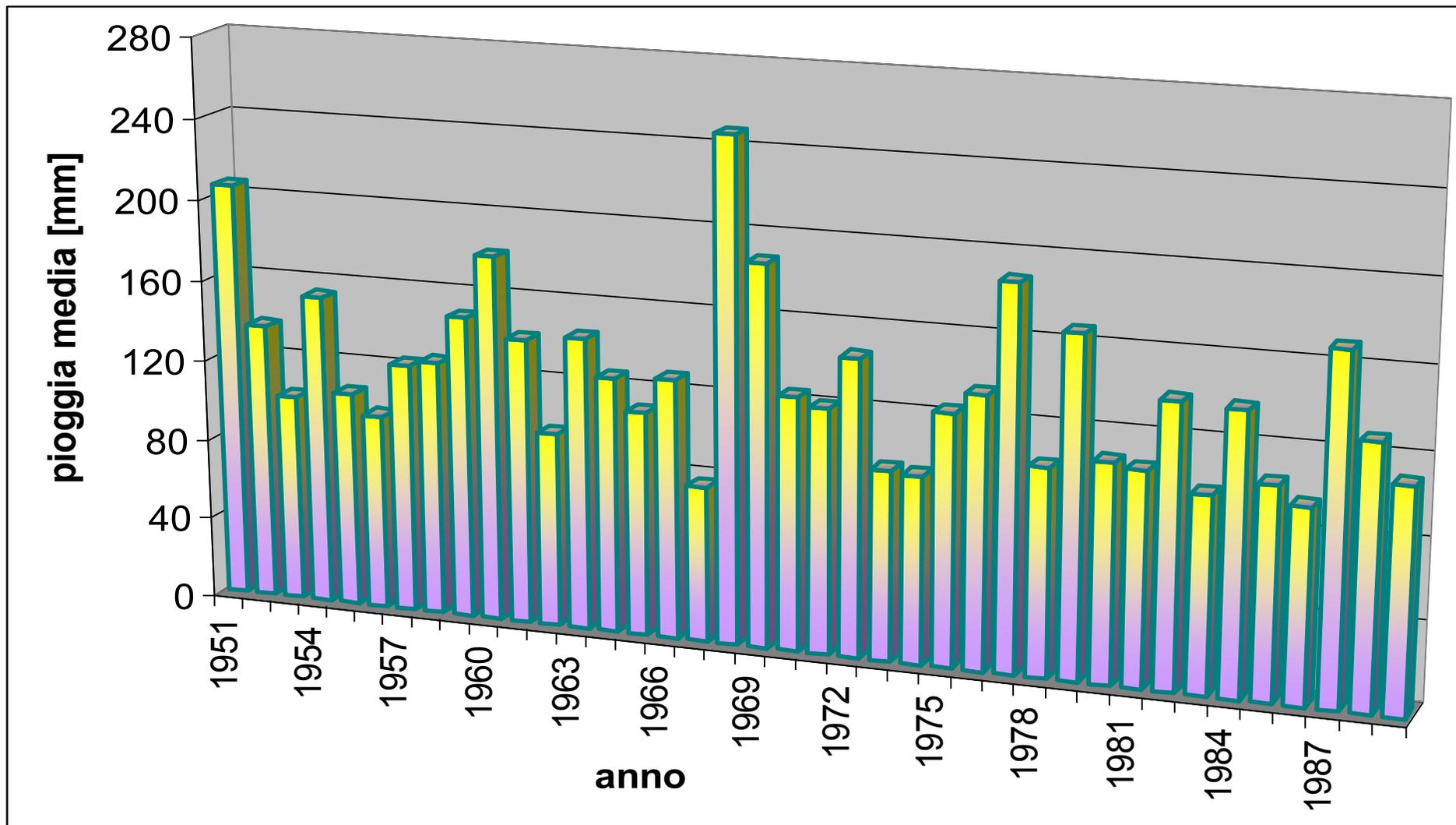
Stazione di Giacopiane:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	294.2	443.8	383	101.6	312.6	40.6	68	32.8	183.2	93	574.2	179	225.5
1952	36.2	77.2	127.2	157.6	190	35	149.8	304.8	416.2	570.2	159.8	292.4	209.7
1953	41	35.6	1.4	136.2	48	127.2	91.4	77.6	279	438.6	43.6	163.6	123.6
1954	75.6	107	294	162.4	324.6	104.6	67.6	320.8	52.6	275.4	338.8	256	198.3
1955	201.2	313.2	149.8	1	114.8	225.8	71.4	103.8	112	128.6	203.6	233.8	154.9
1956	233.2	37.2	248.2	397.4	103.4	85.4	132.4	18	80.8	157	98.2	101.4	141.1
1957	111.6	289.8	82.6	214.4	253.6	101	61.4	39	25	85.8	301.6	398	163.7
1958	165	219.4	111.8	240	155.4	149.2	96.2	106.6	84	359.4	135.6	523.4	195.5
1959	127.8	4.2	77.6	145	72.6	60	77.2	108	132.2	395.2	327	633	180.0
1960	188	344	206.4	57.8	43.6	127.8	185.2	192.2	383.2	531.6	498.4	308	255.5
1961	308.4	54.8	65.2	256.6	88.2	167.4	56.4	17.6	87.6	410.6	527.6	251	191.0
1962	174.2	98.6	326	209	104.6	46.6	38.8	4.2	30.8	159.6	299.6	104.6	133.1
1963	234	138	305.4	191.2	59.6	122.8	110.4	224.8	351	69.4	538.8	153.6	208.3
1964	88	215.4	320	187.4	47	100.8	203.6	84.2	57.4	451.4	155.2	115	168.8
1965	169.8	15.6	262.4	37.4	61.6	107.4	12.8	83.4	489	83.4	305.8	177	150.5
1966	99.4	236.6	39.8	296.1	58.4	46.6	41	41.6	70.6	653.8	317	101	166.8
1967	61.4	50.2	141.4	99	161.8	49.6	20.6	74	82.2	163.6	433	113	120.8
1968	18.8	731	119	152.4	160.8	86.6	37.4	226.2	285	181.4	436.2	53.8	207.4
1969	157	146	213	142.2	79	69.4	114.2	91.2	310.8	0	275	17.6	134.6
1970	453.8	46.6	195.6	113	216.8	39.8	35	169.2	5	76.6	463.8	143.4	163.2
1971	353.4	123	238.4	141.4	281.4	260.2	103	12.6	39	83.6	253.2	97.6	165.6
1972	145.2	214.8	173.4	225.6	209.4	122.6	68.4	74.4	624	254.4	206	258.4	214.7
1973	148.6	105.4	19.8	206	32.4	138	117.4	73.8	124.8	183.4	106.8	190.8	120.6
1974	138.8	175	74.2	157	139.8	102.2	56.6	23.2	197.4	163.8	246.4	88	130.2
1975	221	96	253.2	185.2	184.2	122	8.6	140.2	207	111.4	272	173	164.5
1976	27.6	63	52.4	107.2	74.2	31.6	86.6	329	271	492.6	301.2	237.6	172.8
1977	671.8	349.4	257.2	80	269.2	59.6	387.6	283.2	59.2	230.2	57.8	219.6	243.7
1978	261.8	169	107.4	149.4	167	93.8	90.8	60.8	4.6	57.8	35.4	270	122.3
1979	379.8	149.8	473.8	223.8	45.4	99.2	29.4	160.4	200.2	409	124.8	245.2	211.7
1980	143	110	181	35.4	161.6	164.8	58.6	121.8	45	535.4	195.2	67.8	151.6
1981	11.2	23.2	124.8	83.8	238.6	104.8	130.4	220	305.6	217.6	23	134.4	134.8
1982	137.6	45.6	78.4	11.4	128	45.6	79.8	64.8	506.2	364.6	426	268.8	179.7
1983	38.6	56.6	107.2	85	138.2	39.4	7.4	63.4	40.8	78.6	17.4	182	71.2
1984	31.4	1.2	50.6	25	285	70.2	1.6	116.6	193.2	224	132.6	90.6	101.8
1985	213.2	31.8	80	86.8	237.2	173.6	24.6	33	32	24.2	255.6	260.2	121.0
1986	170.6	196.8	145.8	350.8	37.8	106.8	174.2	128.8	66.6	100.2	166	115.5	146.7
1987	103.2	180	131.4	263.4	117	216.2	231	129	107.4	440	106	112.2	178.1
1988	347.6	257.2	163	178.8	349.2	133.8	52.6	32.4	43.8	274.6	2.1	131	163.8
1989	7.4	227.4	118.6	433.2	23.8	125.6	52.8	88.4	137.6	71.2	372	119.4	148.1
media	174.1	158.4	166.7	162.2	148.1	105.2	88.0	114.8	172.4	246.2	249.5	194.4	165.0



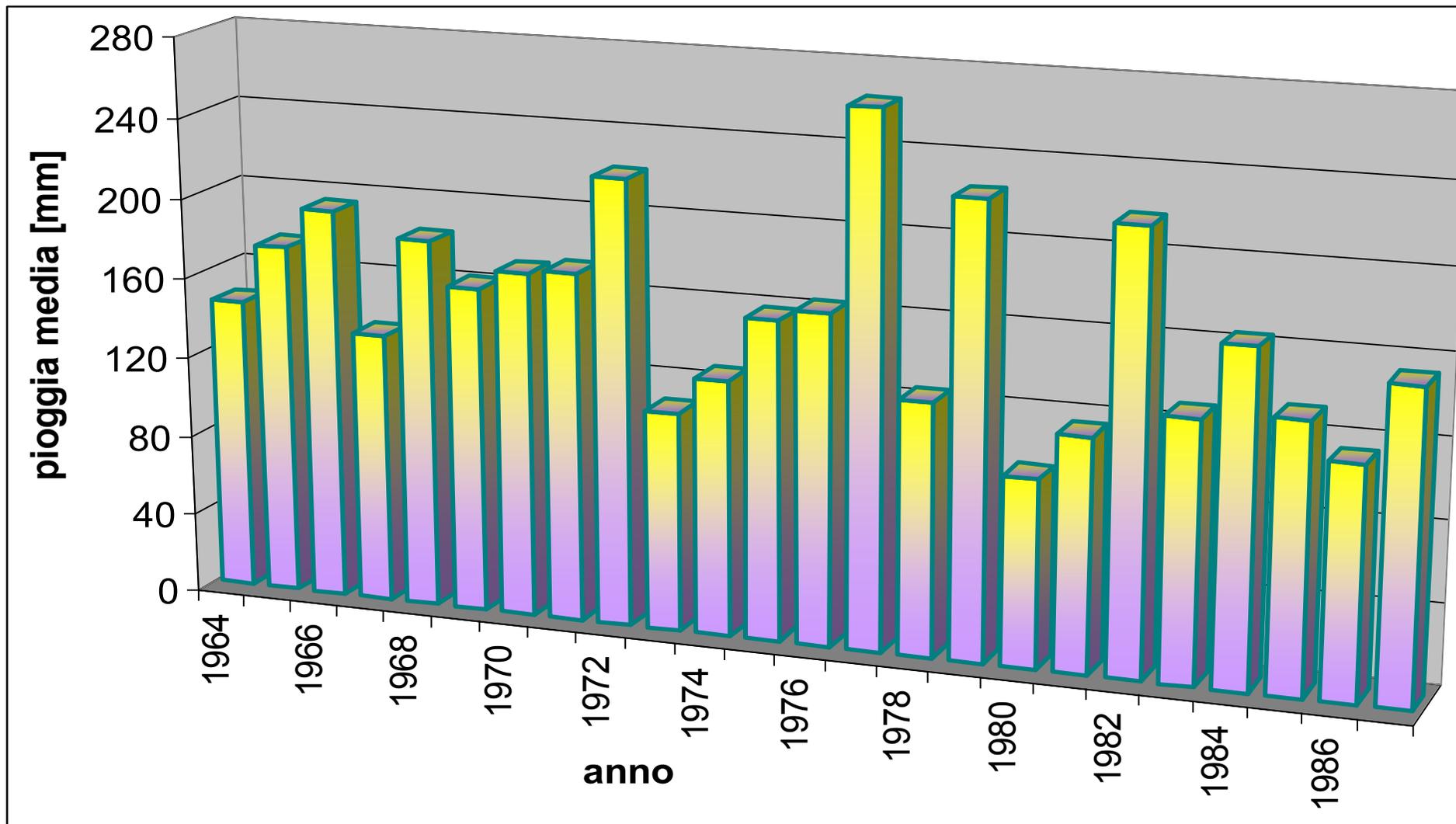
Stazione di S. Michele:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	270.6	408.4	284.4	79.2	269.4	58.2	42.8	27.4	160.6	78.4	625.2	168.2	206.1
1952	31.6	79.2	147.4	99.6	131.8	13.2	162.8	189.6	202.8	251.8	120.6	211	136.8
1953	37.2	20.6	1.2	79.6	35	103.2	78.8	50.4	270.8	383.2	33	137	102.5
1954	70.2	80.8	213	130	249.8	64.8	65.6	269	63.6	166.6	255.4	213.6	153.5
1955	144	247.6	118.6	0	42.8	109.2	65.8	57.4	89.2	75.6	149.4	175.6	106.3
1956	137.8	17.6	212	265.6	88.2	78.4	77.4	4.2	91.2	56.6	84.8	44.6	96.5
1957	84.2	217.4	69.6	167.4	164	60.4	53.8	22.8	20.6	53.2	237.4	330.4	123.4
1958	78.8	130.2	67.2	178.6	79.8	88.6	58.6	66.8	67.8	177.8	100	414.8	125.8
1959	101.8	3.4	93.8	162.8	91	50.4	37.6	61.2	125.2	259.6	300	507	149.5
1960	108	264.4	161.2	19.2	21	61	109.6	98.8	334.8	392	350.4	247.8	180.7
1961	256.8	37.4	35.2	193.8	47.4	92.4	31	31.6	84	330.4	425.6	128.6	141.2
1962	103.4	85.6	207	175.8	59.4	35.4	12.4	0.4	29.4	111.8	245.6	83.6	95.8
1963	182.8	147	245.2	153	46.4	88.6	86.4	132.4	224.8	54.4	269.6	103.6	144.5
1964	61	184.2	192	115	41.4	50.8	194.8	79	42.8	311.2	119	122.4	126.1
1965	129.2	9.2	201.6	28.4	33.8	55	26.2	56.6	371.4	59.4	236.4	120.4	110.6
1966	73.6	141.2	16.2	168.6	28	98	23	83.6	97.4	445.8	257.2	100.2	127.7
1967	60.2	86.8	49.4	62.6	77.6	44.6	14	97.4	58.6	53	253.4	62	76.6
1968	10.8	554.6	60.6	98.6	121.2	45.6	51.6	129.5	60.6	247.6	23.8	1569	247.9
1969	181.2	75	101.8	57.6	64.2	46.4	66.4	241.4	0	194.4	32.6	1192	187.8
1970	411.8	48.2	136.8	75	103.4	42	17.8	97.6	4.8	46	357	158.4	124.9
1971	271.6	120	216.4	87.2	211.6	182	81.4	10.2	19	46	151.8	52.8	120.8
1972	144.2	207.8	165.6	156.6	82.6	98.4	20.6	63.4	234	240.4	159.6	182	146.3
1973	106	75.2	38.2	173.4	16.6	120.8	68.2	34.6	105.8	109.6	106	168	93.5
1974	114.2	182.6	63.2	126	61.6	80.2	21	7.8	147.4	81.4	173.6	46.6	92.1
1975	217.2	90.4	200.2	123.4	147.6	77.8	6.6	101.2	80.2	92.6	209.2	138.6	123.8
1976	1	28.2	41.4	54.8	53.6	7.8	102	270.4	224.8	394.4	248.2	182.4	134.1
1977	507.2	289.6	212.4	54.2	181	111	133.4	297.8	51.4	209.4	45.6	164	188.1
1978	305.8	168.2	74.4	110.6	119.2	76.4	48	27.6	2	44	43.2	207.4	102.2
1979	322.4	144.2	296.4	168.6	19.6	86.4	12.2	67.6	169.2	411.6	99.8	204.8	166.9
1980	117	96.6	144.4	22.8	100.6	120.2	19	85.8	61.4	317.6	139.2	63	107.3
1981	8	25.2	102.2	63	188.6	68.4	115	137.8	258.6	158.2	10.4	126.8	105.2
1982	85.6	44	83.6	21.6	97.6	25.2	191.2	95.4	180.6	291.6	412.8	nd	139.0
1983	nd	nd	nd	156.8	122.4	63.8	5	79.4	23.4	83	16.2	316.6	96.3
1984	132.2	20.8	193.6	118.8	339.2	101	2.2	49	146.4	187.2	192.8	169.8	137.8
1985	266.4	83.2	263.2	75.8	178.6	90.6	3.8	25.2	18.4	16.6	144.8	82.2	104.1
1986	109.4	65	80.4	228	23	83.8	177.2	133.6	34.2	46.8	87	74	95.2
1987	146.6	150.6	55.8	189	124.2	210.6	284.4	136.4	97.8	384.6	136.8	116.8	169.5
1988	300.8	163.6	121.8	147.4	149.2	119.4	35	28.2	78.8	264.2	6.6	125.4	128.4
1989	19.4	213.2	86.8	368	11.8	59	34.6	135.2	100.4	36	131.2	116.6	109.4
media	150.3	131.8	133.0	122.0	103.2	78.7	67.6	91.9	113.7	183.7	179.3	227.1	131.4



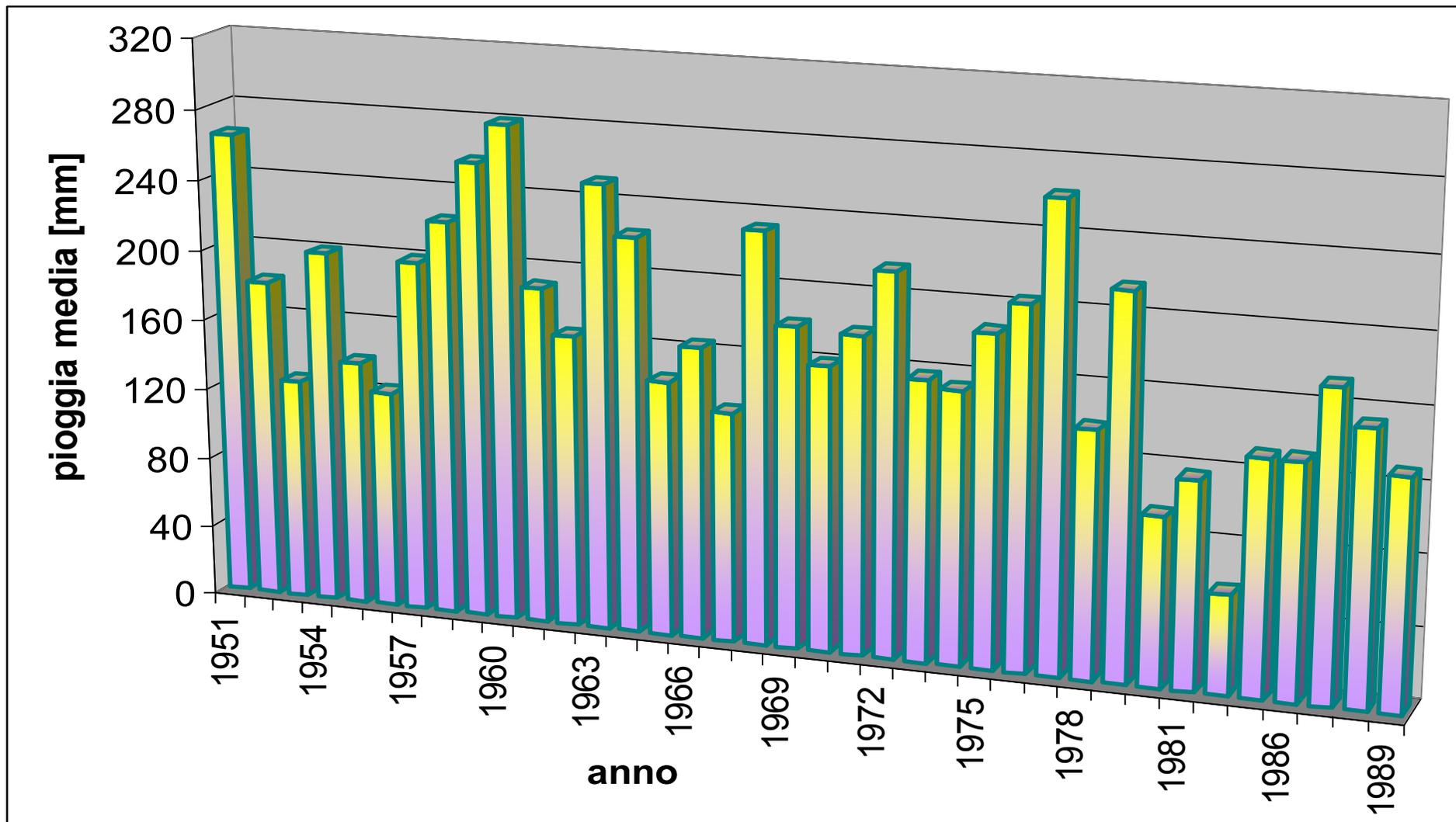
Stazione di Chichero:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1964	118.8	360.4	192	115	41.4	50.8	194.8	79	42.8	311.2	119	122.4	145.6
1965	212.4	22.4	340	45.6	53.4	81.6	62.6	104.8	598.8	128.2	289.4	163	175.2
1966	129.2	249.1	35.4	277.2	71.4	172	96.2	156	123.2	595.6	305.7	132.4	195.3
1967	103.4	137.6	85	99	134	92.6	30	242.8	124.4	76.4	393.2	102.4	135.1
1968	58.8	691.2	103.8	126.2	134.2	69.4	38.6	137.2	243.6	214.8	297.4	94.6	184.2
1969	329.4	198.2	262	162	72	55	109.8	72.8	320.8	0.2	327	39	162.4
1970	604.8	56.4	231.8	81.6	170.4	66.8	20.8	179.2	5.8	36.2	425.4	181.6	171.7
1971	417.8	178.8	200.6	143	341.8	318	82.4	30.4	44.6	26	190.4	112	173.8
1972	258.4	309.8	230	195.6	129.6	152.2	69.6	128.4	328	389.6	203.6	265.5	221.7
1973	148.3	85.8	20.8	225.2	21	178.2	91.6	51.6	130	117.8	73.6	162.8	108.9
1974	156.9	223.2	79.6	158	114.4	100.8	26.6	63.2	192.8	102.1	222.8	86.4	127.2
1975	223.8	59	215	116.8	223.8	87.6	3.8	146.4	232	109	302.2	189.6	159.1
1976	30	81.4	66.8	84.8	92.4	4.8	74	295	250.4	568.6	281	147	164.7
1977	696	403.6	278.4	104.4	241.6	97.2	334.8	270.2	74	315.4	71.6	278.4	263.8
1978	360.8	203.8	81	78.2	176.4	35.8	57.2	72.2	3.2	82.8	45.2	313.4	125.8
1979	432	195.6	491.4	279.2	21	59.2	28.2	114.2	237.6	476.2	121.6	241.2	224.8
1980	157.2	100.8	98.4	3.4	47.6	82	4.2	123.8	42	278.6	104.8	78.2	93.4
1981	12	23.8	150.2	44.4	130.2	91.8	92.6	158.4	153	252.6	24.4	257	115.9
1982	128.2	60.6	127.2	40	180	28.8	108.8	94.8	505	689.6	463.8	186.7	217.8
1983	41.6	79	224	344.8	117.8	55.6	12	83.2	34.4	81.6	26	451	129.3
1984	157.2	65.2	154.4	136.2	344	139.4	1	167.2	276.4	196.2	233	116.4	165.6
1985	325.8	91.4	328.2	89	200.6	124.4	2	34.4	21.6	20.2	151.2	210.2	133.3
1986	185	179.6	139.2	208	39.6	87.8	203.6	59	40	63.6	76.6	96.8	114.9
1987	120	166.4	81.4	133.8	73.6	218	147	60.6	135.4	445.6	134	126	153.5
media	225.3	176.0	175.7	137.1	132.2	102.1	78.8	121.9	173.3	232.4	203.5	173.1	160.9



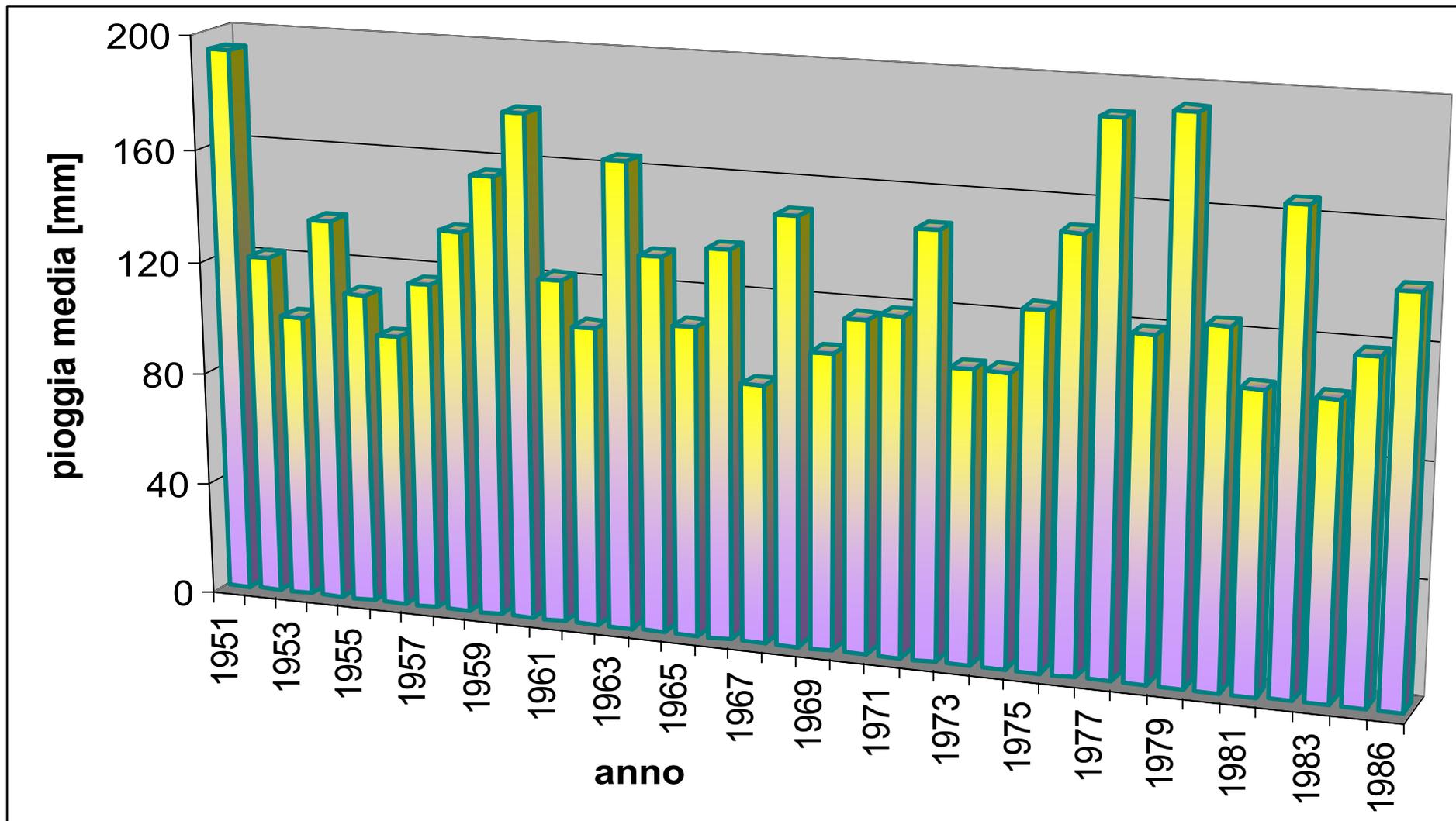
Stazione di Statale:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	477.6	698.2	459.4	108.2	355	56	28.2	37.6	134.8	117.4	520.8	180	264.4
1952	63.4	133.4	131.8	102.6	108.8	31	131	301.2	200.4	488.8	203.4	279.8	181.3
1953	48	24.4	5.8	115	68.4	101.4	172	69.6	232.8	482.6	34	152.4	125.5
1954	70.6	141.4	309.8	277.6	267.2	67.8	70.6	197	37.2	250.4	338.6	377.8	200.5
1955	232.6	279.8	105	0	68.6	117.2	159.4	71.6	178.2	115.4	111.8	233	139.4
1956	125.8	18.4	220	390	65.6	97.2	88.2	4.2	184.4	107.4	122.4	56.4	123.3
1957	288.8	172.6	115	295	251.8	87.4	102.6	49.4	12.4	62.2	412	542.4	199.3
1958	120.4	276	148.2	308.2	149.4	152	73.2	66.6	112	315.8	257.6	703.4	223.6
1959	196.4	8	238.4	228.6	190.2	64.8	15.6	103	215.6	384.4	508.2	941.4	257.9
1960	189.6	363	309.8	47.2	66	114.6	177.4	159.8	383.8	634.4	463.6	452	280.1
1961	323	64	62.8	331.4	83.8	124.8	62	46.4	123.6	186	651.4	225.8	190.4
1962	170.2	107.6	377.6	289.2	119.8	40.6	48.2	0	84.4	210	455.4	79	165.2
1963	322	269.8	377.8	268.2	83.2	166	175.6	206.2	346.6	86	509.4	201.2	251.0
1964	76.2	460	308.6	302.2	70.8	71.2	233.2	129.1	38	588.8	171.6	226	223.0
1965	205	24.8	239.8	58.3	50.7	68.6	19.6	85.6	421.4	80.8	277.4	198	144.2
1966	90	228.4	22.2	186.2	84.6	46.8	61.4	89.6	143.6	609.4	288.8	125.6	164.7
1967	101.6	101.8	73.4	120.6	139	71.8	101	155.4	147	38.2	320.6	189.6	130.0
1968	31.2	780.2	97	125.8	201.6	91.8	113.2	155.6	140.2	224.4	644	179	232.0
1969	425.2	222.2	265.2	190.2	73	81.4	107.8	80.4	414	0	248	64	181.0
1970	572	75.2	246.6	75.2	233.2	72.6	4	105.6	0.2	23	380	142.2	160.8
1971	443.6	238	304.4	154	275.6	179	27.6	27.8	42.6	41.4	311.4	103	179.0
1972	289	395.8	239	190.2	154.6	110	64	53.2	293.8	264.8	183.6	345	215.3
1973	247	98.4	132.8	214.2	43.4	113	106.2	117.2	325.8	205.6	31.8	261.6	158.1
1974	228	308.8	140.4	194	80.8	160	37.6	4.2	159	212.8	245.6	74.6	153.8
1975	228.8	200.8	222.4	151	124.8	104.2	10.4	209.2	141.8	142.6	414.2	287	186.4
1976	60.2	118.6	118	90.6	75.8	2.8	162.4	309.6	318	545	351.4	292	203.7
1977	742.4	393.8	297.6	154.8	250.6	109	71.8	458.4	61.8	285	94.4	219.6	261.6
1978	391.4	162.6	156	144.6	205.2	72.2	55.8	55.2	13.4	22.4	46.2	341.6	138.9
1979	548	226.8	387.4	191.2	32	34.4	32.8	72.2	189.4	437.4	137.6	293.4	215.2
1980	91	22.2	202.6	40	60.8	144.6	22.6	87	65.6	193.4	168.4	42.6	95.1
1981	0.4	nd	106	87.4	203.6	61.8	66.8	51.4	210.2	181	35.8	279.8	116.7
1982	70	79	93	25	74	11	41	nd	nd	nd	nd	nd	56.1
1985	nd	nd	422.4	74.4	232	131.6	4.6	46.2	6.2	30.8	205.4	165.2	131.9
1986	222.2	306.2	168.2	298.2	20.6	68	173.2	28.2	54	60.4	110	72	131.8
1987	142.2	297.2	93.4	186.4	99.8	150.2	181.4	63.8	52.4	512.9	246.4	51.8	173.2
1988	389	192	208.8	184.2	184	176.2	31	22.4	33.2	209.6	20.6	186.6	153.1
1989	35.2	192	98.4	428.6	62.4	48.6	64.2	90.8	172.8	80.4	180.6	91.8	128.8
media	229.4	219.5	202.8	179.1	132.7	91.9	83.7	105.9	158.1	234.2	269.5	240.5	176.7



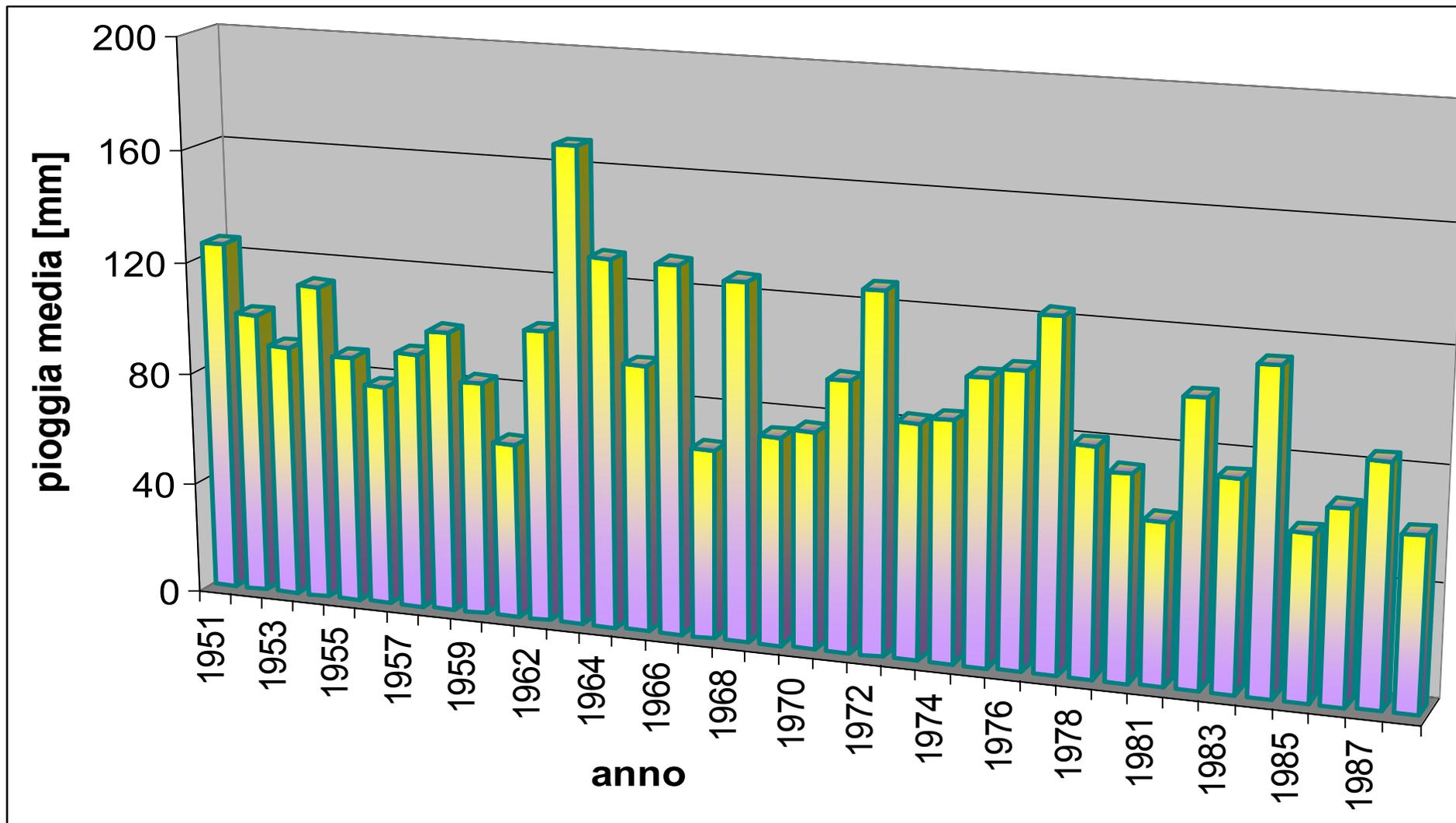
Stazione di Chiesanuova Garibaldi:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	media
1951	273.9	468.2	322.5	78.7	218.8	63.4	49.1	18.5	120.5	96.9	456.1	157.3	193.7
1952	35.3	94.1	49	74.8	94.9	9.5	107.9	202.2	155.2	315.3	134.4	181.6	121.2
1953	40.6	14.1	0	98.7	53.2	64.6	161.8	66.2	144.8	390.5	21.2	153.8	100.8
1954	87.5	91	193.1	159.8	204.1	53.7	40.8	157.2	29.3	170.7	231.2	215.1	136.1
1955	135.9	276.7	77	0	43.7	86.2	181.4	30.4	152.6	78.4	87.3	179.1	110.7
1956	143.1	19.4	189.7	285.7	34.7	78.6	71.9	3.1	104.5	66.8	100.2	64.5	96.9
1957	112	174.1	82.3	132.3	122.7	47.4	31.6	29.2	9.8	57.9	266.7	329.7	116.3
1958	48.1	158.4	92	177.2	75.3	92.4	49.8	58.2	75.1	246.5	119.4	437.6	135.8
1959	122.4	5.2	108.1	165.3	89.5	81.1	2.4	82.2	175.3	264.6	283.2	491.6	155.9
1960	123.7	227.1	168.1	18.4	41.1	77.2	147.3	145.2	318.2	360.2	312.1	202.8	178.5
1961	209.1	39.2	39.8	189.7	51.1	80.4	20.9	24.3	122.2	153.6	395.1	136	121.8
1962	95.3	83	209.6	199.2	69.6	30.2	17.3	0.6	55.7	151.7	279.9	78	105.8
1963	172.1	148.3	242.2	140.4	45.7	130.6	107.6	149.1	343.6	61.5	304.9	127.4	164.5
1964	65.7	202.4	225.9	194.8	46.5	53.8	128	37.8	41.3	321	127.1	149	132.8
1965	151.9	14.7	227.5	18	35.6	47.1	15.9	46.3	344	68.1	183	160.7	109.4
1966	84.4	127.9	24.5	168.4	63.4	40.9	54.8	71.8	94.2	566.9	259.2	87.7	137.0
1967	69.3	121.5	52.2	70.6	56.6	52.8	51.8	130.8	146	20.7	229.9	90.8	91.1
1968	11.4	521	56.4	79.8	126.2	83.5	59.9	148.3	94.1	175.4	370.6	77	150.3
1969	248.6	118.1	182.1	103.2	50.2	34.5	56.5	56.2	220.6	0	133.9	45.9	104.2
1970	447.3	45.6	164.4	44.3	143.3	60.3	4.4	94.4	1.4	13.2	261.5	119.6	116.6
1971	240.6	132.6	174.1	92.8	185.9	173.3	40.5	64	31	41.4	172.6	78	118.9
1972	177.1	199.6	141.4	108.2	81.4	84.7	26.4	67.3	256.5	290.8	133.9	218.3	148.8
1973	125.9	76.7	76.6	161.8	36.9	127.4	79.2	56.6	231.2	92.5	21	150	103.0
1974	129.9	212.5	73.1	114	48.6	122.8	12.1	12.7	201.8	105	148.4	51.8	102.7
1975	201.8	89.2	184.3	70.2	134.1	50	20.4	159.2	88.4	103.2	251.7	144.5	124.8
1976	19.8	52.5	51.2	73.2	60.3	0.8	26.1	430.5	206.2	524.2	202.1	168.1	151.3
1977	486.3	255.6	179	34.9	210.7	51.3	67.6	344.3	111.3	248.7	118.2	170.7	189.9
1978	302	166	94.8	126.1	161.4	nd	nd	37.4	7.9	37.6	49.1	213.3	119.6
1979	387.4	183.7	320.5	169.9	14.1	71.4	7.5	44.8	347.4	416.8	99.6	256.2	193.3
1980	114.6	85.5	199.6	34.2	105.8	148.9	18.8	84.5	105	382.2	137.2	75.5	124.3
1981	7.2	23.2	132	69.2	140.6	53.2	115.8	82.6	229	176.6	15.4	206.6	104.3
1982	84.2	46.3	101.8	39.7	113	28.5	100.4	104.1	nd	501	497	207.2	165.7
1983	43.9	108.8	168	130	154	41	68	52.9	39.1	105.6	1	326	103.2
1984	135	81.8	79	140	nd	81.5	0	70	200.5	222.2	172.9	118.3	118.3
1986	198	91	131	465	352	43	74	0	163	58	110	0	140.4
media	152.3	135.9	137.5	120.8	101.9	69.0	59.4	90.4	146.1	196.7	191.1	167.7	131.1



Stazione di Panesi:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1951	182.8	296	221.8	76.8	192.2	28.2	11	17	107.6	71.4	217.6	85.6	125.7
1952	24.8	38.4	44.8	50.8	51.4	1	165	176.2	148.6	242.4	131.6	136.6	101.0
1953	48.8	16.8	4.4	52	37	56	126.8	44.6	120.7	398.6	19.6	157.8	90.3
1954	40.6	87.6	99.8	156.2	203.4	56.6	45.8	55.2	1.8	158	248.4	202.2	113.0
1955	130	205.8	56	1.4	38.2	73	178	34.2	58.6	41.8	93	152.8	88.6
1956	153.6	23.2	179.8	230	19.4	13.6	41.8	0.4	85	38.4	107	55.4	79.0
1957	89.2	110	56	152.4	154.4	46.4	11.4	27.4	4.2	39.6	121.8	287.8	91.7
1958	44.6	105.8	105	145.4	37.4	62.6	31	46.2	51.4	180.4	110	287.6	100.6
1959	42.6	4	26	67	56	31	24.2	58.8	145.8	141.2	213.2	191	83.4
1961	78.8	27.6	13	80.6	21.6	50	11.8	19	130.8	95.2	148.8	73.2	62.5
1962	69.6	93.8	205.2	152.2	80	32.6	29.4	0.2	48	165.8	269.4	99.8	103.8
1963	164.2	131.2	194.4	145.6	42	227.4	91.2	164.4	348.6	69.2	238.6	216.2	169.4
1964	74	258.6	226.4	195.6	20.2	51.5	93.2	70.4	64.8	294.8	60.8	163.6	131.2
1965	148	20.4	185.4	8.8	31.4	48.6	13.8	44.6	311.6	70.4	139.4	116.6	94.9
1966	62.2	150.8	15.4	146.4	48.6	41.8	48.6	88.2	151.6	517.4	227.2	74	131.0
1967	67.2	135.8	36.8	54.6	28.8	44.8	35.6	68.2	92.4	11.4	184.8	46.6	67.3
1968	7.4	412.2	59.4	64.6	122.2	55.2	26.8	133.6	60.8	184.6	304.8	92.8	127.0
1969	195.8	105	142	69.6	44.1	28.2	23	32.9	134.8	0	72.2	40.2	74.0
1970	186.3	35.6	124.2	24.8	136.4	75.2	2	59	0	8.2	144.6	127.2	77.0
1971	219.8	101.4	144.4	77.6	135.2	119.8	20.6	36.2	31.6	36	165.2	62	95.8
1972	188.6	202	140.6	78.4	61.6	111	21.4	7	166	279.4	98.8	179.8	127.9
1973	100.4	45.6	36.8	133.2	29.6	102.2	57.4	51.2	217.6	98.2	15.2	111	83.2
1974	131.6	195.6	65.2	136.6	51.8	54.6	14	13.2	123.2	59.2	152.4	28.6	85.5
1975	157.2	70.8	138.2	38.4	148.6	44.4	20.8	91.6	83.6	93	202.4	123.3	101.0
1976	25	45	54.6	68.8	57.8	1	9.8	202.2	92.6	385.4	195	116.4	104.5
1977	307.8	159	147	52.2	141.4	45.6	52	222.4	63	141.2	33	123.4	124.0
1978	213.8	138.8	93.6	92.6	112.8	78.6	34.4	4	7	50.2	24.2	122.4	81.0
1980	43.2	20.8	105.1	17	24.2	94.2	5.5	103.2	71.4	247.9	113.6	25.7	72.7
1981	9.8	10.6	96	65.4	116.6	53.8	63.8	7.6	36.2	92	17.2	118.8	57.3
1982	78.4	61.8	68.8	36.8	78.6	20.2	50.8	28.4	33.4	343.8	284.6	120.8	100.5
1983	14	83.2	171.4	122.2	73.2	42.8	2.2	74.8	15.8	59.6	9.4	225.8	74.5
1984	75.6	75.2	85	96.2	201.2	88.8	0	177.8	90.6	149.4	184.4	137	113.4
1985	116.8	40	144.3	15.2	87.8	69.9	0	14.3	11	11.4	89.8	96.6	58.1
1986	174.2	149	71.4	152.4	13.6	37.4	71.4	1.6	15.6	18.9	51.2	56	67.7
1987	92.8	133	18.2	99	115.5	57.8	59.4	9	5.5	212.2	146.4	66.2	84.6
1988	218.2	61	94	117.8	81.6	63.6	4	8	14.2	32.6	2.2	36.8	61.2
media	110.5	107.0	102.0	91.0	80.4	58.6	41.6	60.9	87.4	140.0	134.4	121.0	94.6



4.1.1.2 Anno idrologico di riferimento

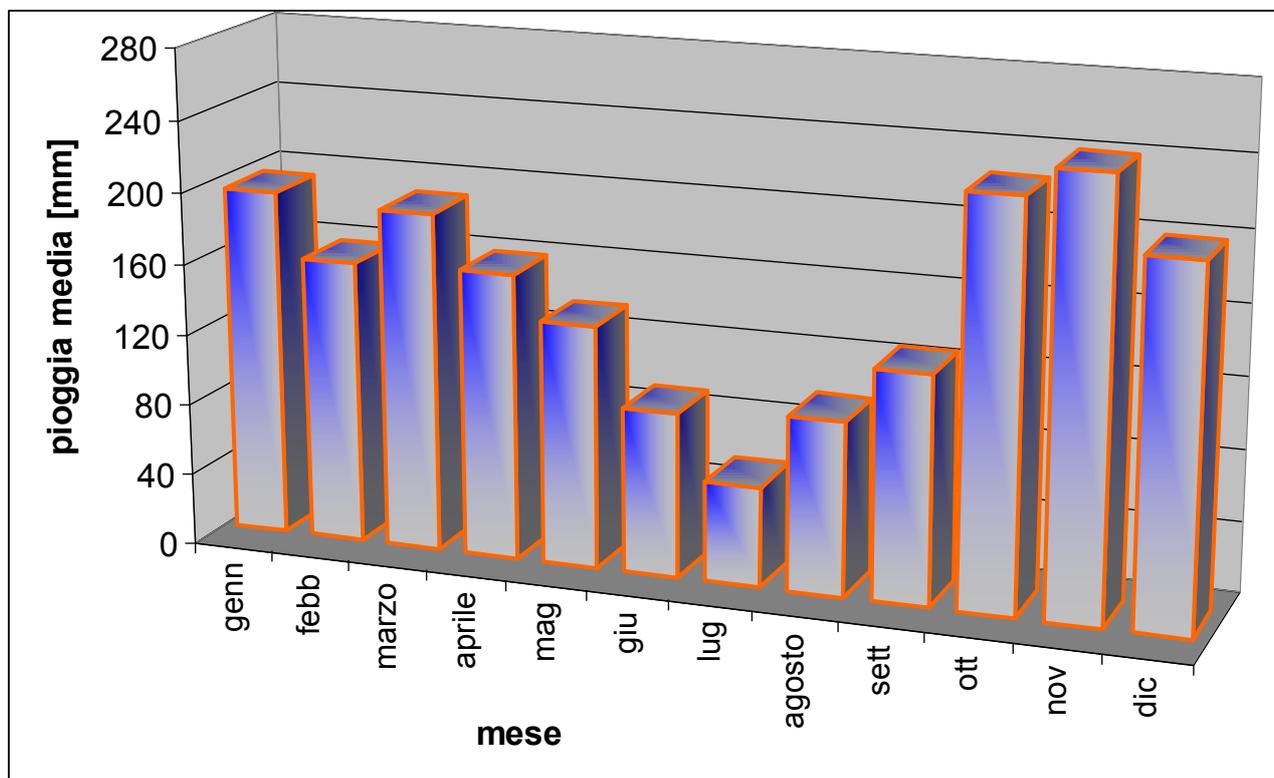
Di seguito, per ciascuna stazione presentata nel paragrafo precedente, si riportano:

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

Stazione di Colonia Arnaldi:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1986
- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	195.5	159.2	190.9	161.0	136.6	92.6	56.3	97.8	128.5	226.5	242.1	200.9

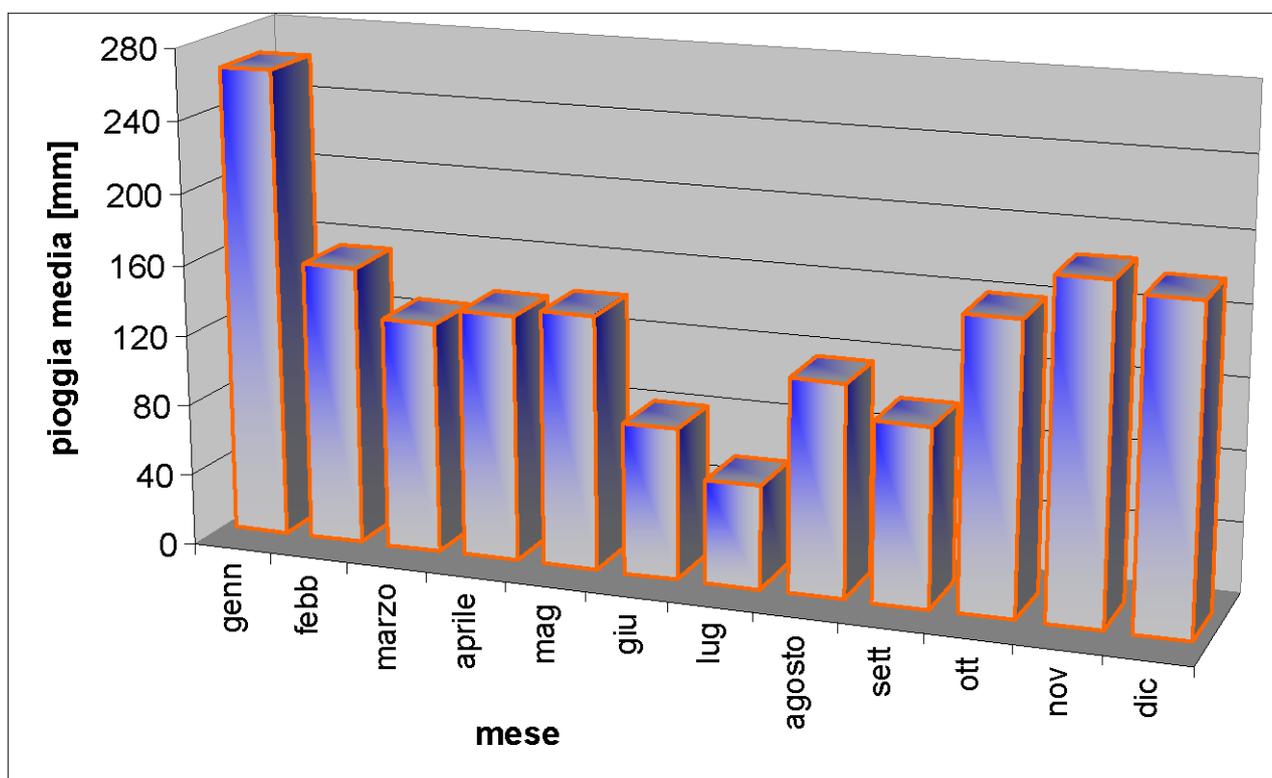


Stazione di Panesi:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1970-1978

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	264.6	157.6	129.9	138.9	143.4	85.2	58.3	119.6	100.8	163.3	187.9	181.5

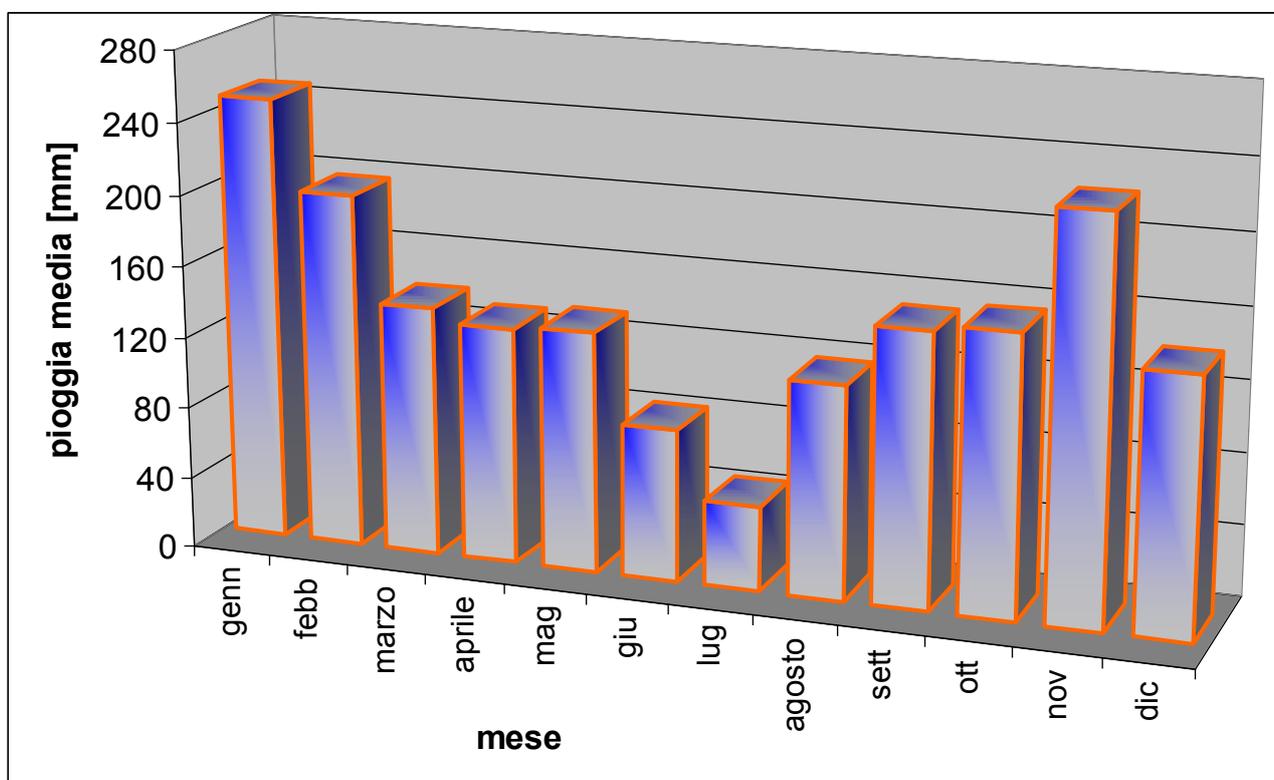


Stazione di Madonna del Bosco:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1968-1976

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	249.1	198.5	139.7	132.4	134.6	85.0	47.6	119.2	153.2	156.8	223.8	143.3

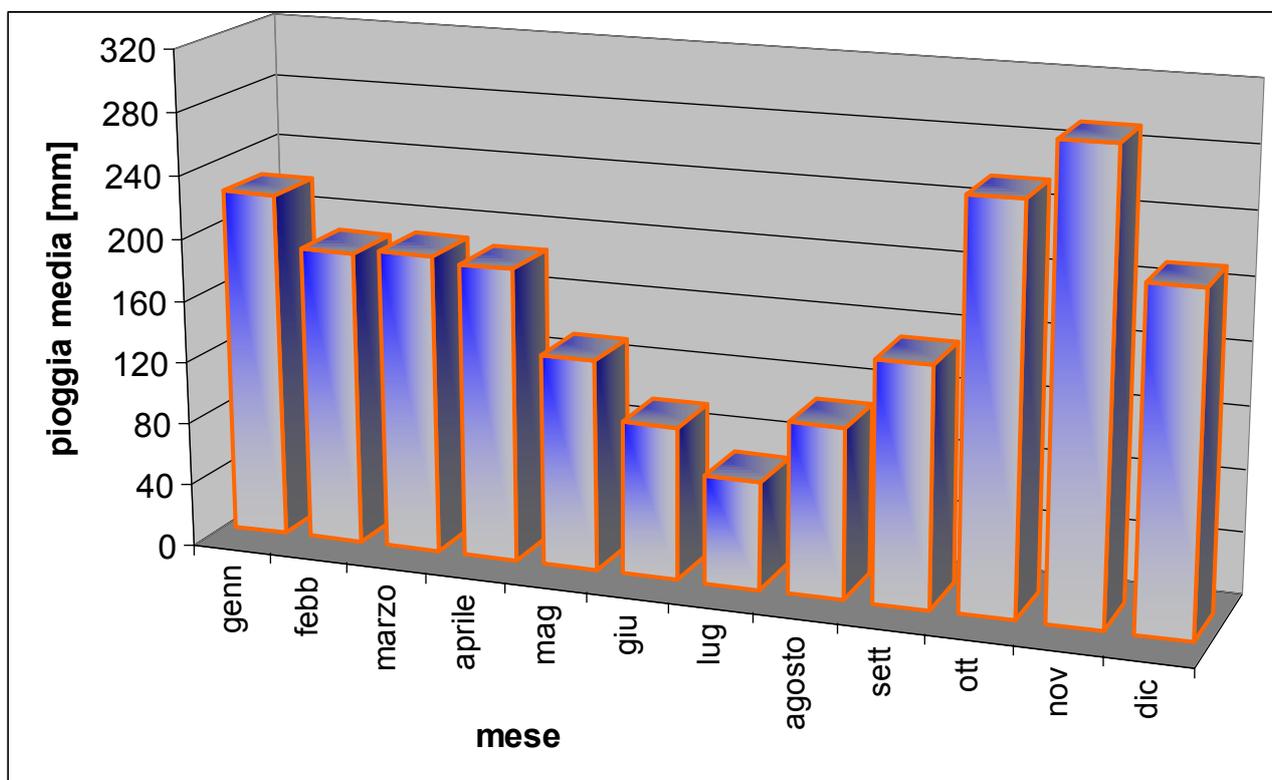


Stazione di Ognio:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1979

- Anno idrologico di riferimento:

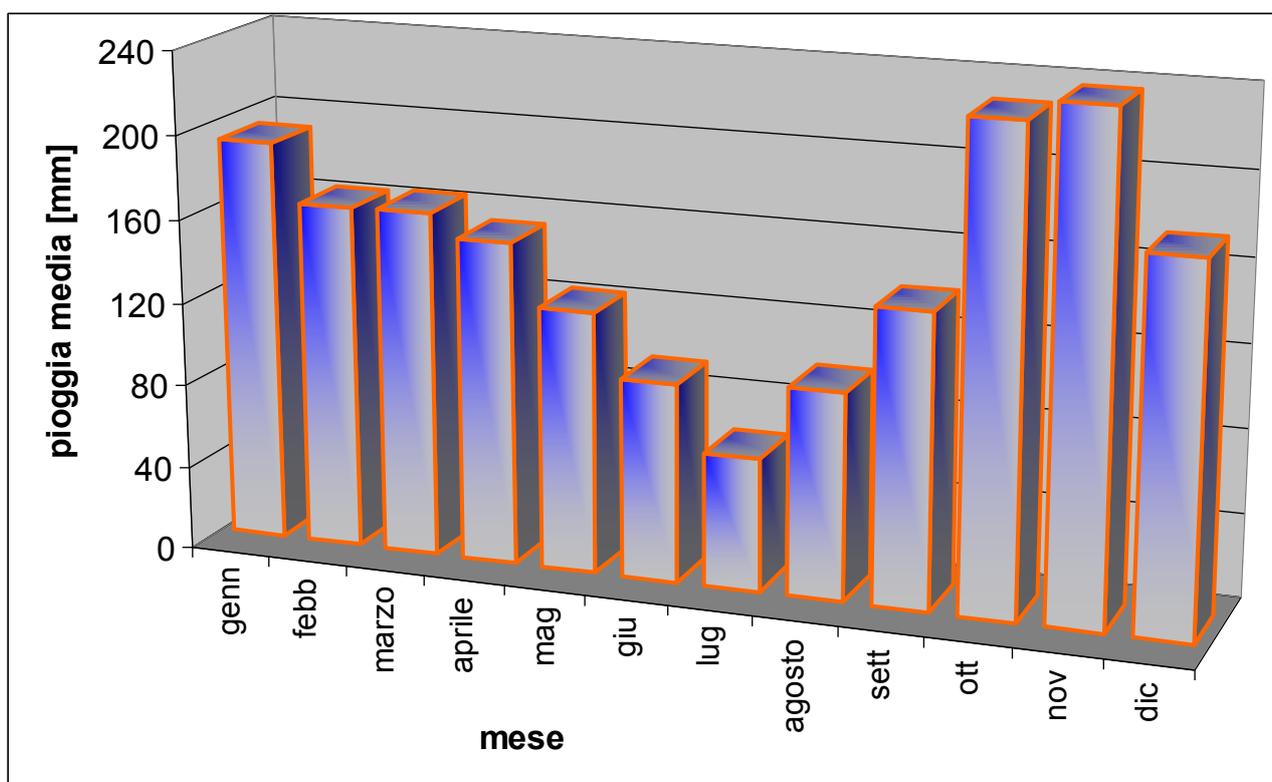
	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	222.4	189.5	192.1	188.3	135.3	98.1	69.2	109.1	153.3	257.8	294.4	214.2



Stazione di Neurone:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1981
- Anno idrologico di riferimento:

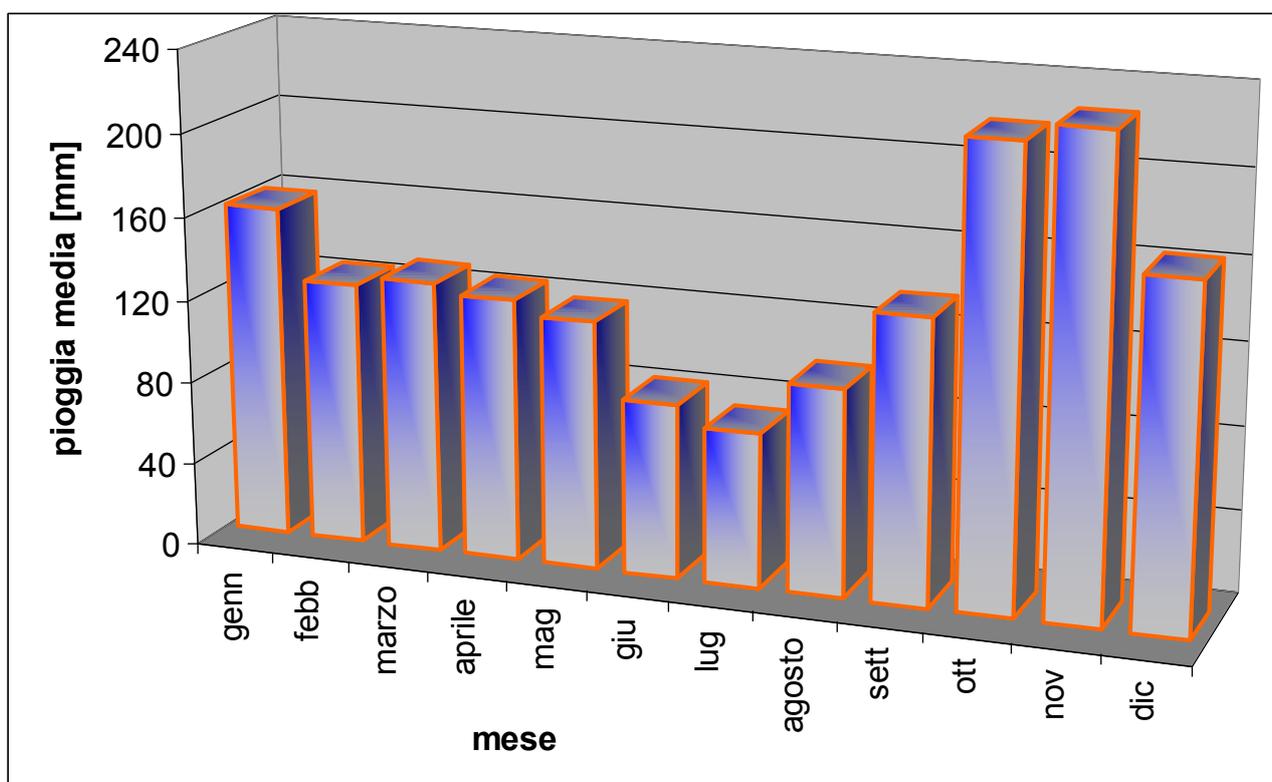
	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	192.7	165.0	165.8	154.7	125.1	95.3	63.9	99.4	140.2	229.0	238.2	175.2



Stazione di Favale di Malvaro:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1981
- Anno idrologico di riferimento:

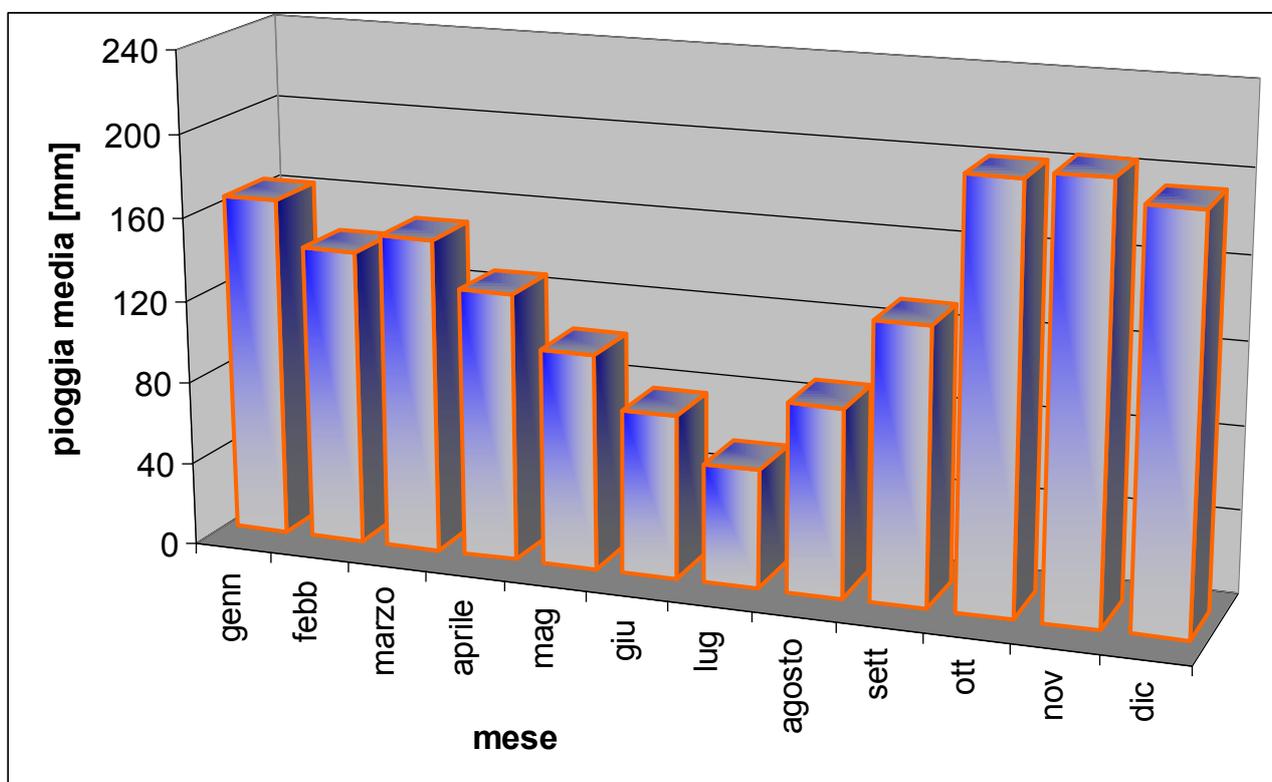
	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	160.5	126.6	131.1	126.5	119.8	84.0	74.6	99.5	136.5	219.3	227.4	164.7



Stazione di Piana di Soglio:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1988
- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	164.8	142.7	151.9	129.4	104.3	78.8	57.2	90.5	133.1	202.8	206.1	195.4

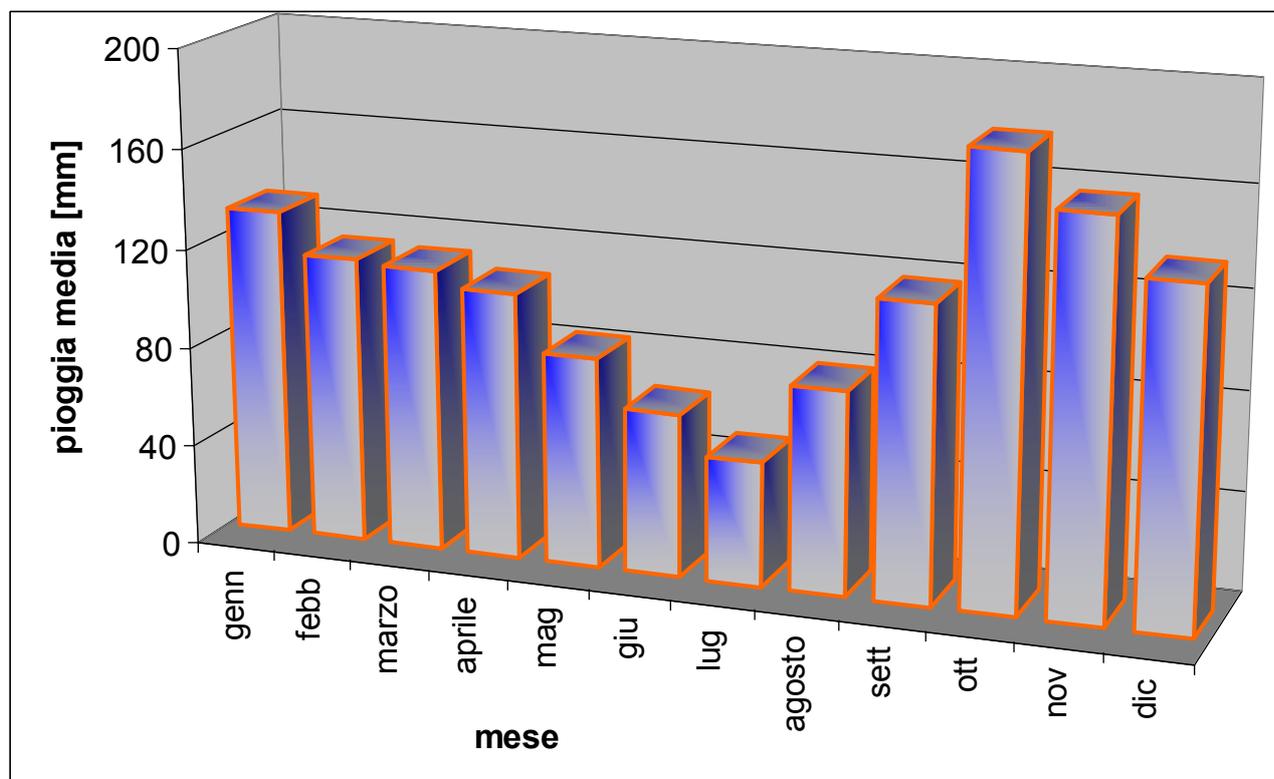


Stazione di S.Martino del Monte:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1989

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	131.6	115.2	113.7	107.4	84.6	65.6	50.0	81.8	118.6	178.4	157.7	135.0

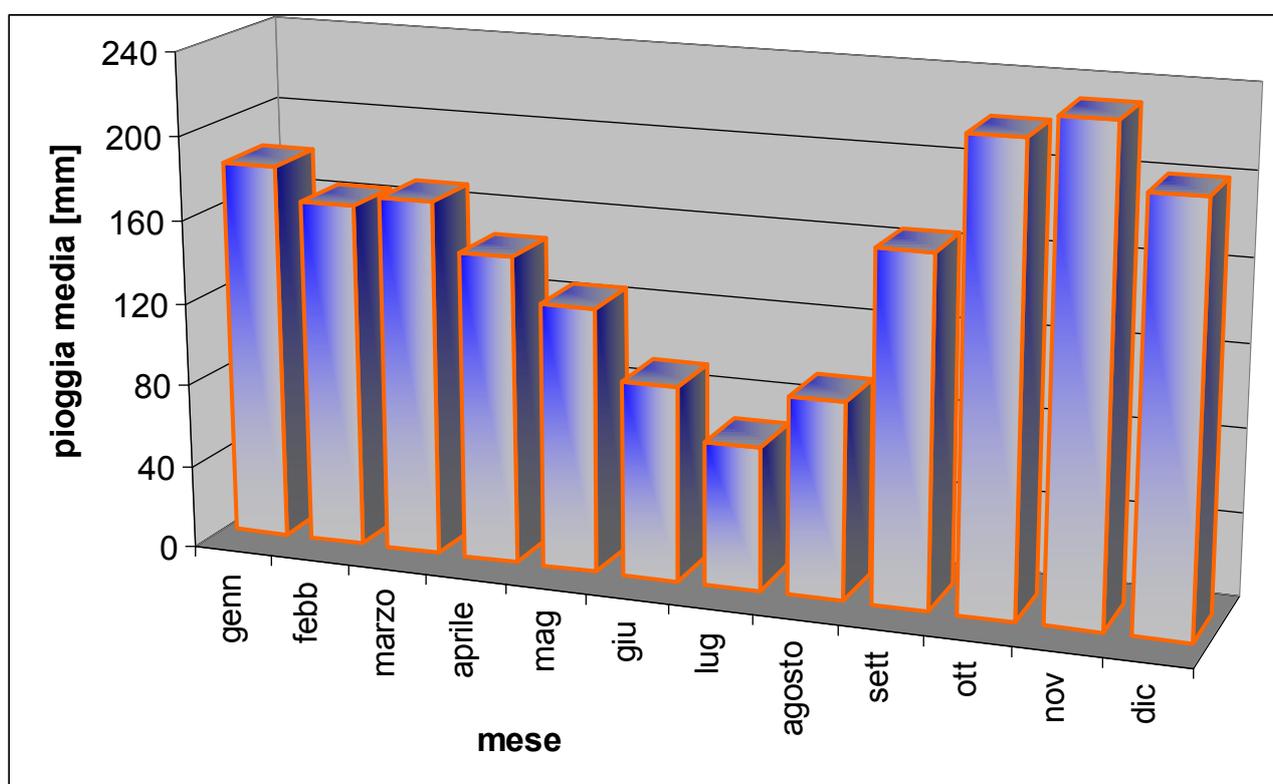


Stazione di Tigliolo:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1989

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	182.1	166.2	171.5	148.3	127.4	94.0	69.2	94.8	167.3	221.9	232.3	201.9

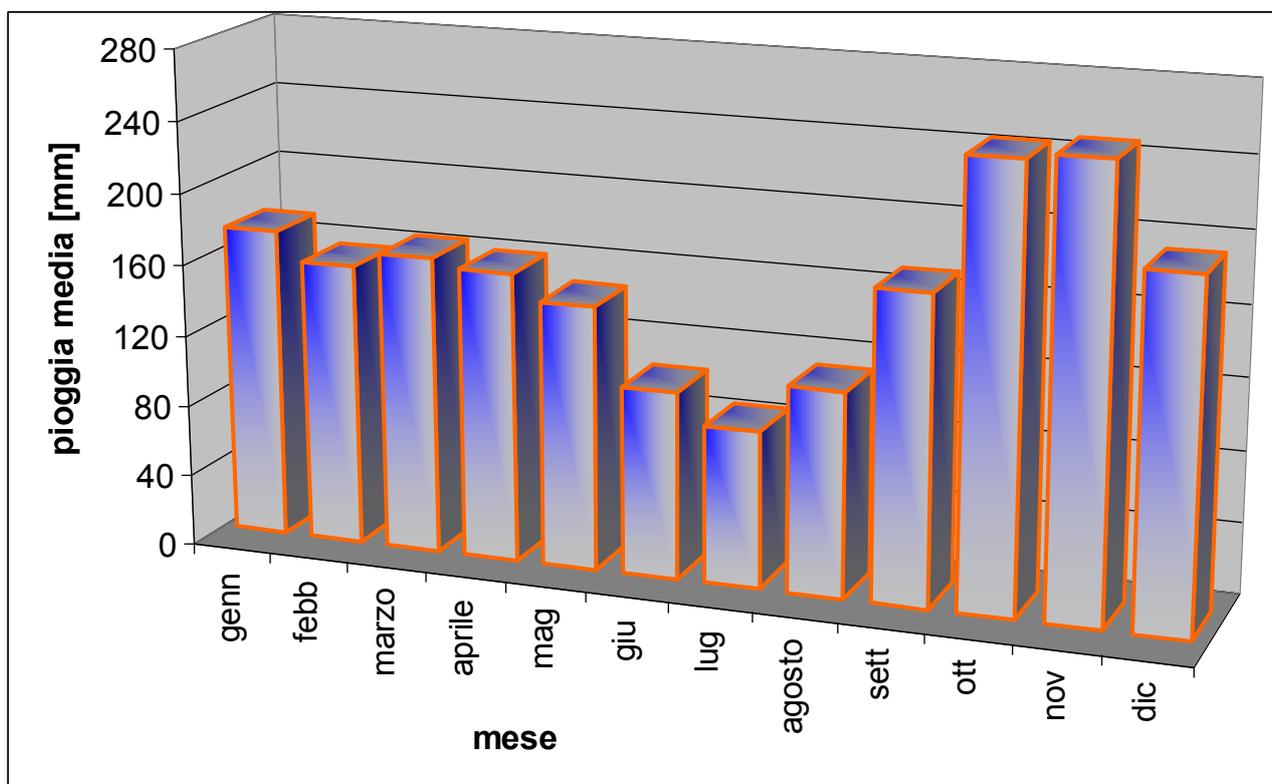


Stazione di Giacopiane:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1989

- Anno idrologico di riferimento:

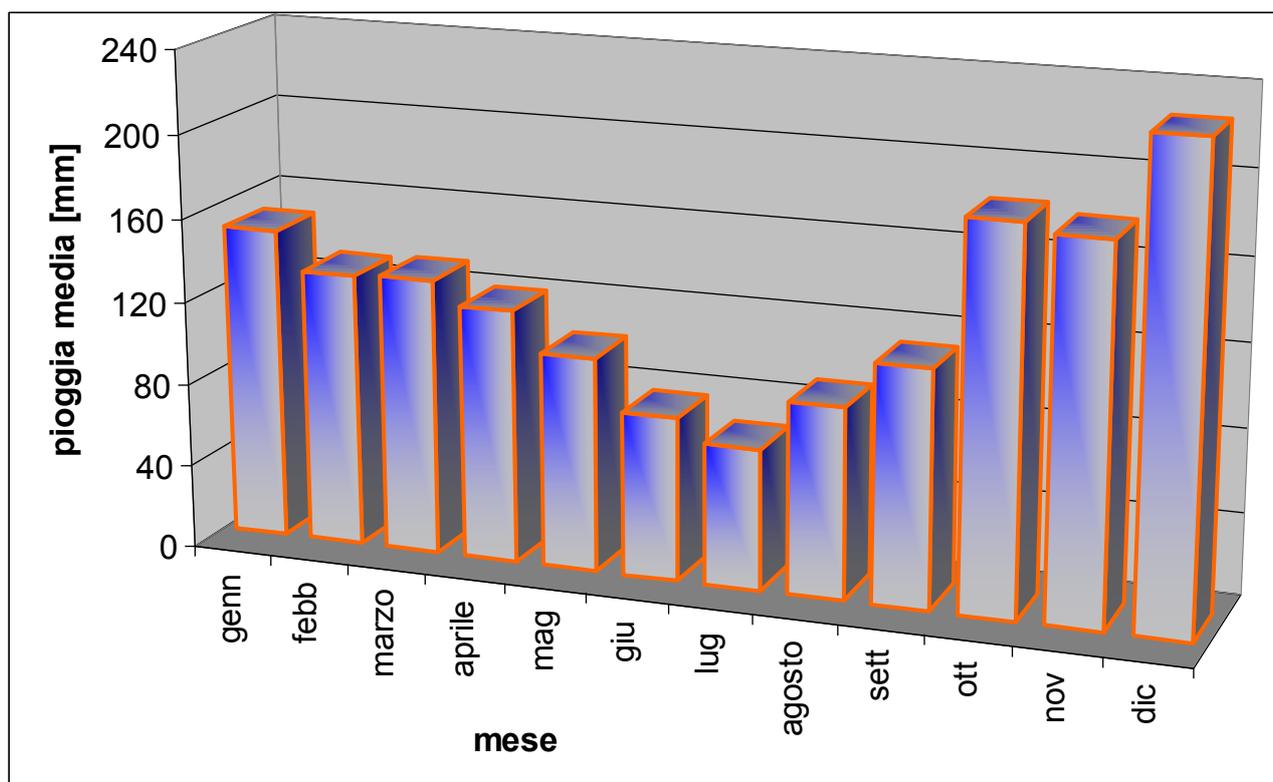
	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	174.1	158.4	166.7	162.2	148.1	105.2	88.0	114.8	172.4	246.2	249.5	194.4



Stazione di S. Michele:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1989
- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	150.3	131.8	133.0	122.0	103.2	78.7	67.6	91.9	113.7	183.7	179.3	227.1

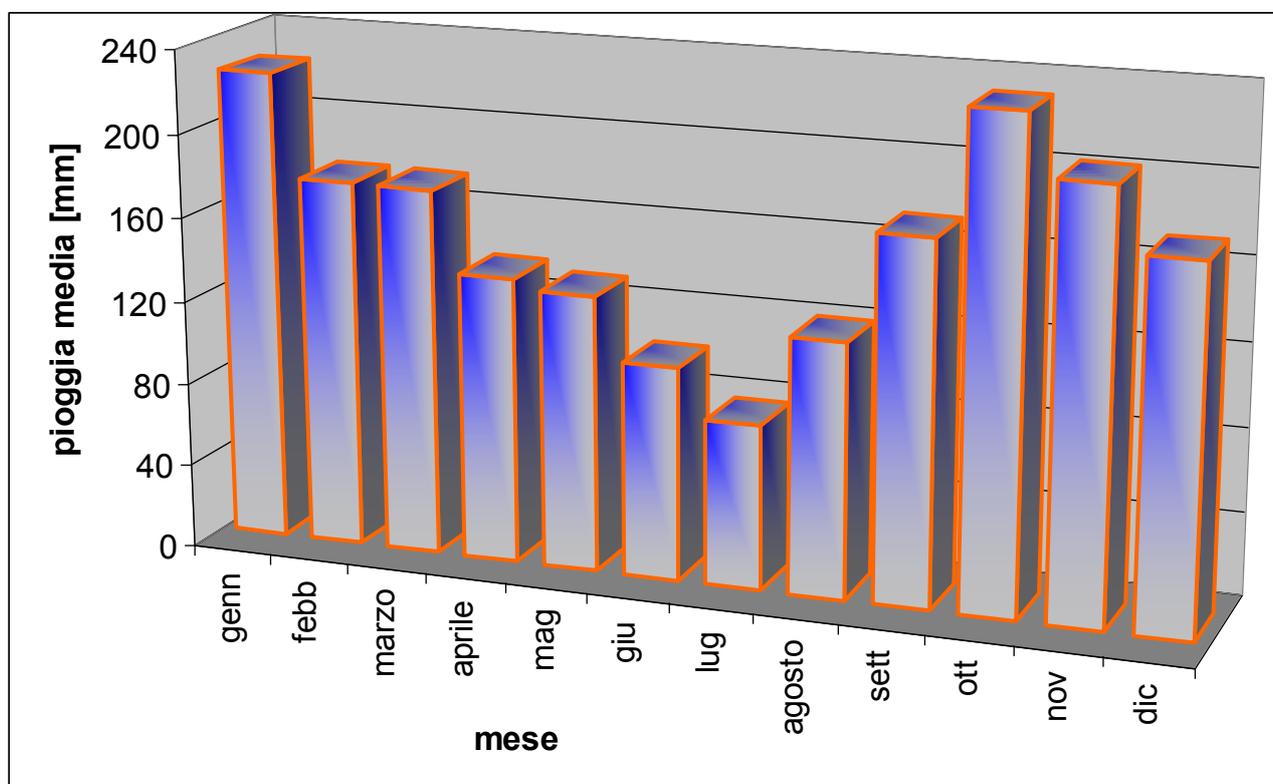


Stazione di Chichero:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1964-1987

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	225.3	176.0	175.7	137.1	132.2	102.1	78.8	121.9	173.3	232.4	203.5	173.1

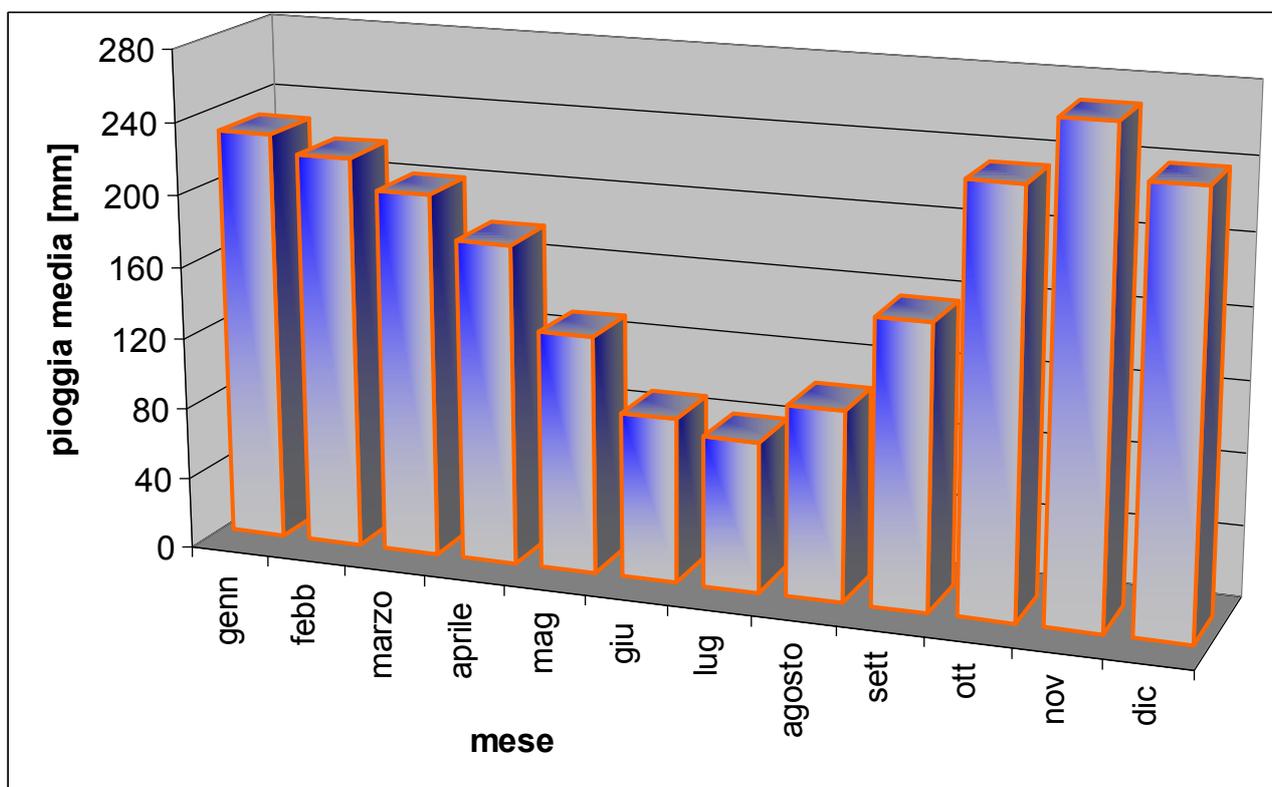


Stazione di Statale:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1989

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	229.4	219.5	202.8	179.1	132.7	91.9	83.7	105.9	158.1	234.2	269.5	240.5

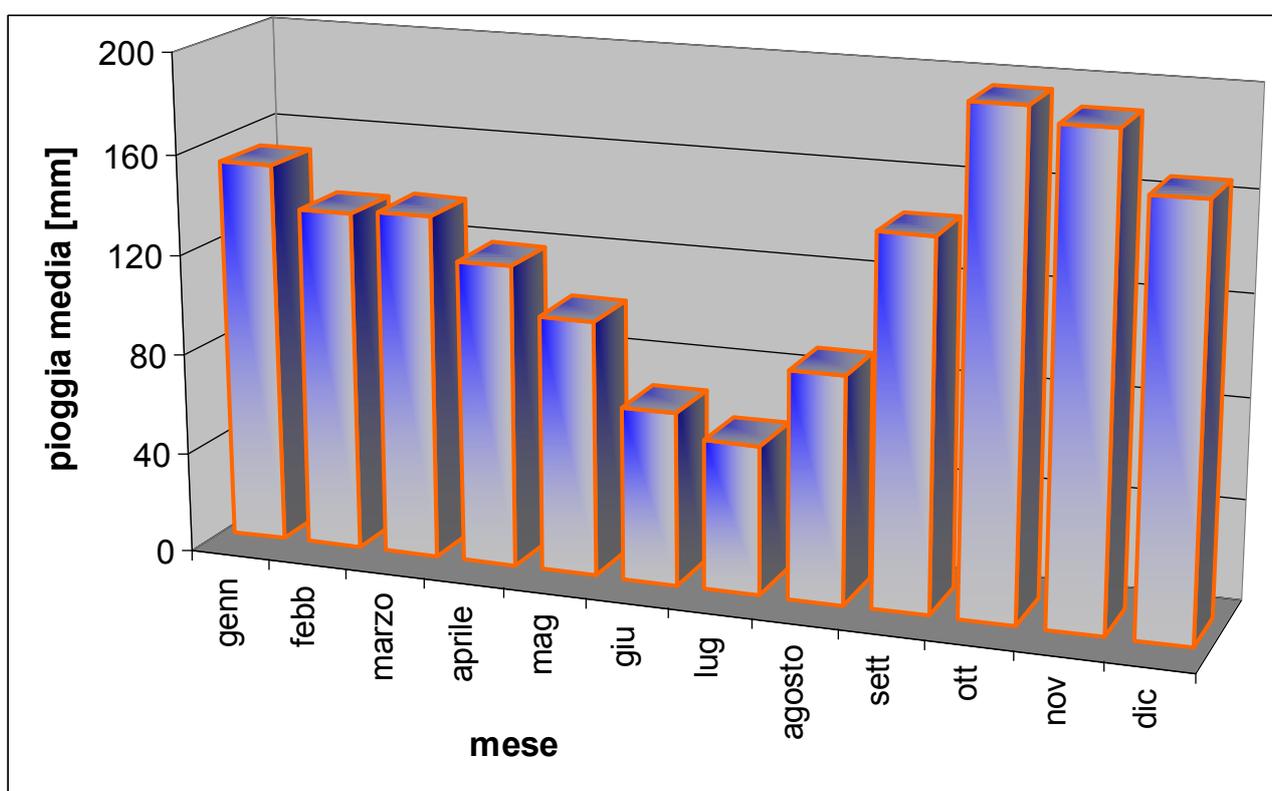


Stazione di Chiesanuova Garibaldi:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1989

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	152.3	135.9	137.5	120.8	101.9	69.0	59.4	90.4	146.1	196.7	191.1	167.7

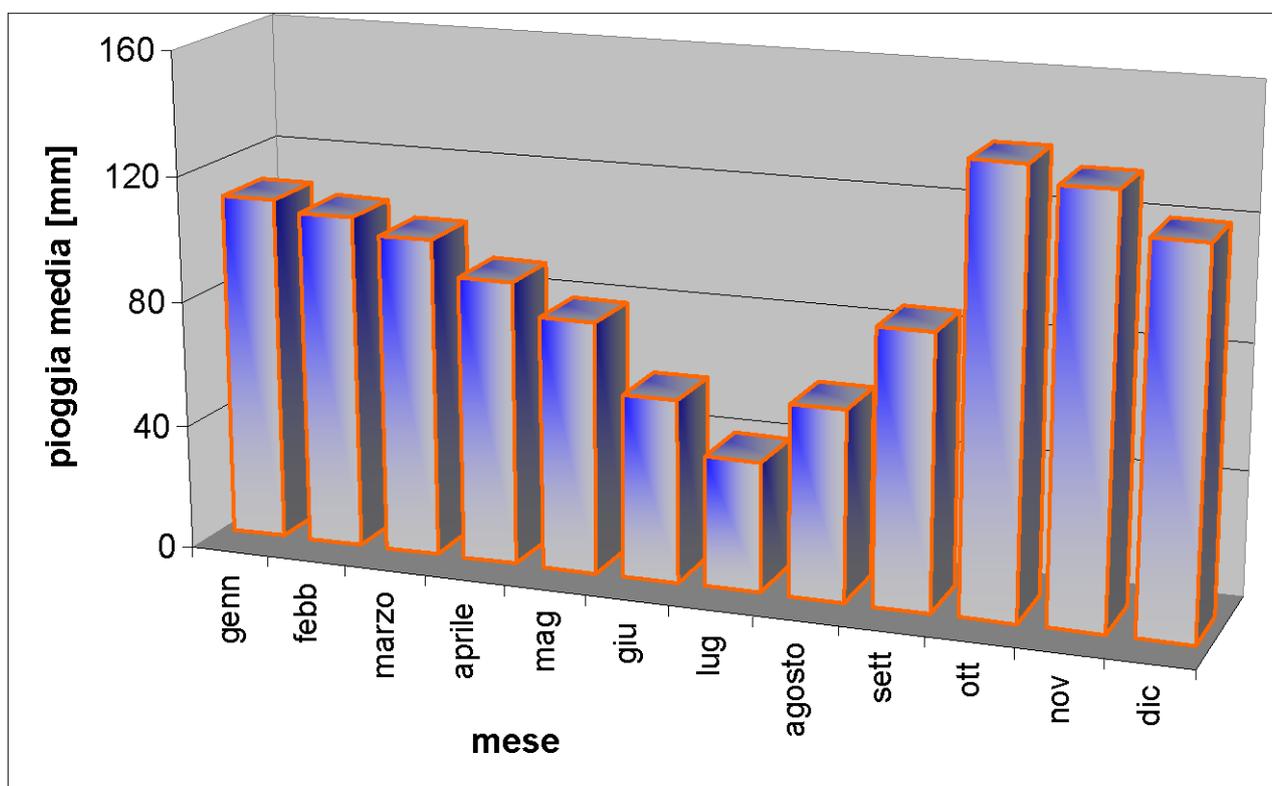


Stazione di Panesi:

- Periodo delle osservazioni: anni: 1951-1986

- Anno idrologico di riferimento:

	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic
Pioggia [mm]	110.5	107.0	102.0	91.0	80.4	58.6	41.6	60.9	87.4	140.0	134.4	121.0



4.1.1.3 Isoiete e calcolo degli apporti idrici diretti

ISOIETE:

Per il bacino del torrente Entella è stata realizzata una specifica cartografia, allegata, rielaborata graficamente a partire dai dati del modello Hydro-Co.

APPORTI IDRICI DIRETTI:

Il calcolo degli apporti idrici diretti è ottenuto utilizzando le elaborazioni del modello Hydro-Co, quali le piogge cumulate mensili medie calcolate in alcuni punti rappresentativi del bacino.

Queste sono state elaborate dal modello interrogato nei punti di interesse.

Come già effettuato nel caso dell'analisi delle temperature (si veda il paragrafo 2.3 – “Inquadramento Climatico” -) si sono presi in considerazione alcuni luoghi del bacino ritenuti significativi.

In particolare si sono presi in considerazione sei luoghi dislocati sul territorio, scelti arbitrariamente ma posizionati in modo da potersi considerare descrittivi dell'eterogeneità del bacino in esame.

Queste località sono state numerate (da 1 a 6, partendo dalla foce e procedendo verso monte) e sono elencate nella seguente tabella; per una rappresentazione grafica delle località sul territorio si rimanda ancora al paragrafo 2.3.

LOCALITA'	
1	zona foce
2	Carasco
3	Statale (bacino Gravegia)
4	Orero (bacino Lavagna)
5	Ognio (bacino Lavagna)
6	Giacopiane (bacino Sturla)

Nel bacino idrografico dell'Entella si ritrova un afflusso piovoso medio di circa 1700 mm/anno, valore maggiore della media del territorio ligure prossima ai 1500 mm/anno.

Di seguito vengono raccolte in tabella le elaborazioni fornite dal modello, in termini di poggie cumulate mensili medie.

Nella prima colonna si riportano i valori medi assegnati all'intero bacino dal modello Hydro-Co; nelle colonne seguenti si riportano i valori relativi alle 6 località in cui lo si è interrogato.

	Piogge medie [mm]						
	Media bacino	loc. 1	loc. 2	loc. 3	loc. 4	loc. 5	loc. 6
gen	184.9	122.6	112.7	212.5	171.6	212.9	175.3
feb	154.6	110.4	108.2	199.0	145.8	177.3	158.3
mar	159.1	108.0	103.5	187.5	153.0	182.8	167.2
apr	140.7	94.2	92.5	165.0	130.7	170.8	161.7
mag	120.0	79.6	81.2	125.4	109.0	133.0	147.5
giu	88.3	62.0	59.3	87.9	81.9	95.0	105.1
lu	65.5	43.1	42.4	75.2	60.6	64.4	87.3
ag	97.6	68.8	62.6	102.0	94.3	105.8	113.9
set	142.5	106.9	90.2	149.4	137.7	144.2	171.6
ott	212.6	164.3	143.1	223.3	207.5	235.9	245.4
nov	213.3	151.9	136.9	255.0	207.6	264.1	247.5
dic	184.6	133.6	123.0	224.1	187.8	197.5	194.7
Tot annuo	1763.5	1245.4	1155.6	2006.3	1687.5	1983.7	1975.5

Sulla base di tali dati si possono effettuare le seguenti considerazioni.

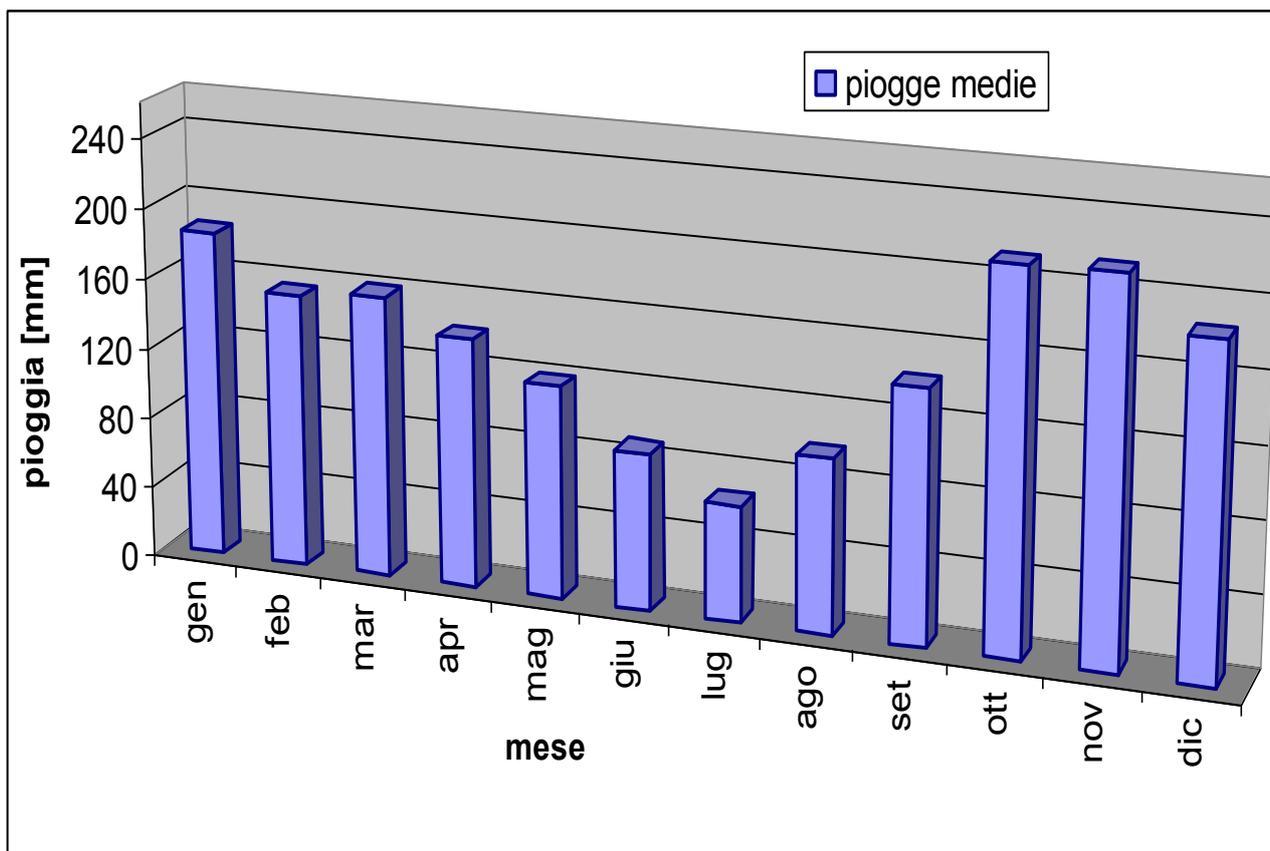
Le elaborazioni del modello assegnano al bacino un valore di afflusso medio annuale pari a 1763.5 mm/anno; passando all'analisi puntuale relativa ai singoli luoghi di controllo si ritrova che il valore massimo viene attribuito alla località 3 (2006 mm/anno), ovvero a una delle zone situate nell'entroterra; anche le località 5 e 6 (situate verso la parte alta) presentano valori elevati e comunque maggiori rispetto a quello mediato sull'intero bacino.

Percorrendo il corso d'acqua verso valle ci si imbatte in una diminuzione dei valori nelle vicinanze della foce, incontrando il minimo valore assoluto presso la località 2 (Carasco).

L'andamento delle precipitazioni medie segue un andamento di tipo sub - litoraneo presentando un minimo assoluto estivo in corrispondenza del mese di luglio, un massimo assoluto localizzato in novembre e i corrispondenti massimo e minimo relativi (marzo e febbraio). In realtà le interrogazioni puntuali, a differenza di quanto osservato nel caso di altri bacini, spesso non seguono il medesimo andamento; in particolare si ritrova una tendenza caratterizzata da un unico massimo autunnale e da un unico minimo estivo, il che è quasi più simile a un andamento di temperatura che ad uno di pioggia.

Queste considerazioni emergono chiaramente osservando nel dettaglio le singole rappresentazioni grafiche (di seguito riportate) dell'andamento delle precipitazioni mensili medie relativamente all'intero bacino e ai due andamenti estremi (località 3 e 2).

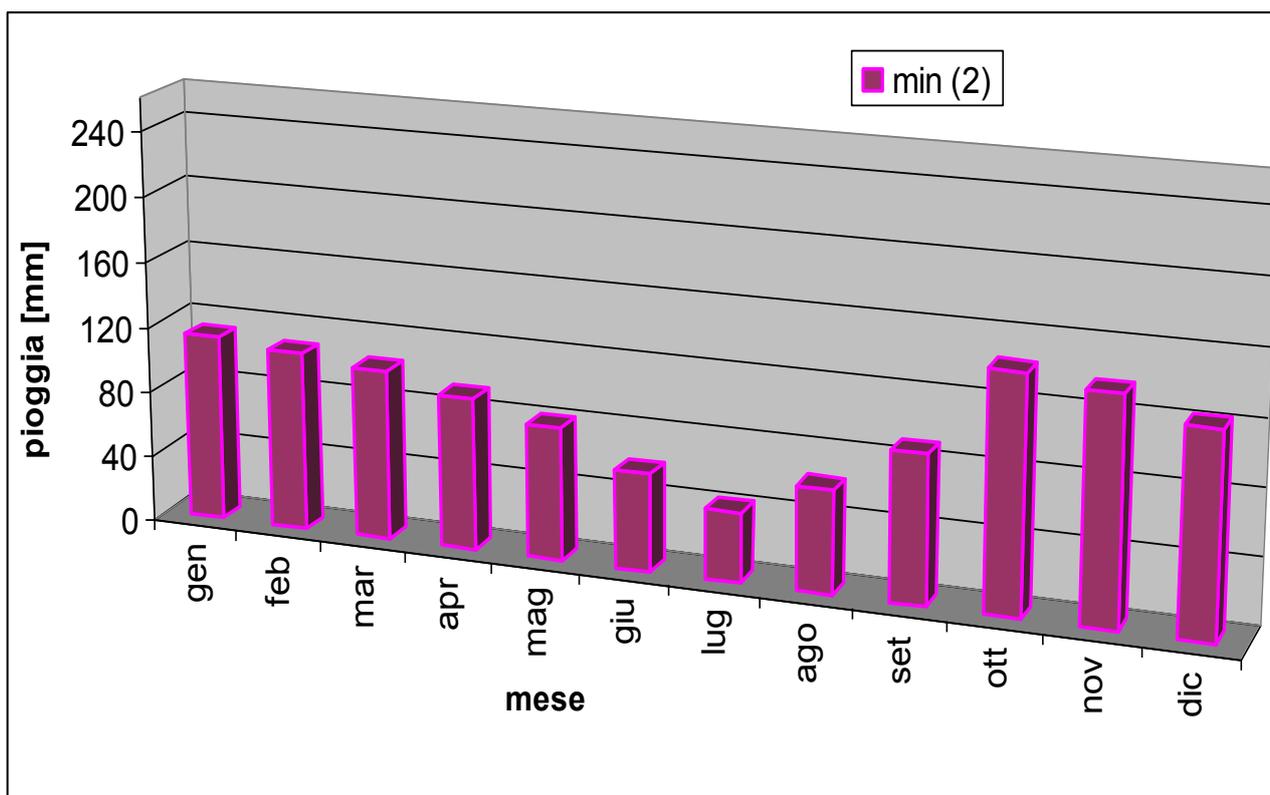
In particolare, esaminando i valori indicativi forniti dal modello relativamente all'intero bacino (grafico seguente), si osserva che questi variano tra un minimo assoluto (ovviamente assegnato al mese di luglio) quantificato in 65.5 mm e un valore massimo (novembre) pari a 213.3 mm.



Afflusso medio mensile – valori indicativi rappresentativi dell'intero bacino -

La stessa rappresentazione segue per quanto riguarda le elaborazioni relative alla località di Carasco (località numero: 2 - valori minimi).

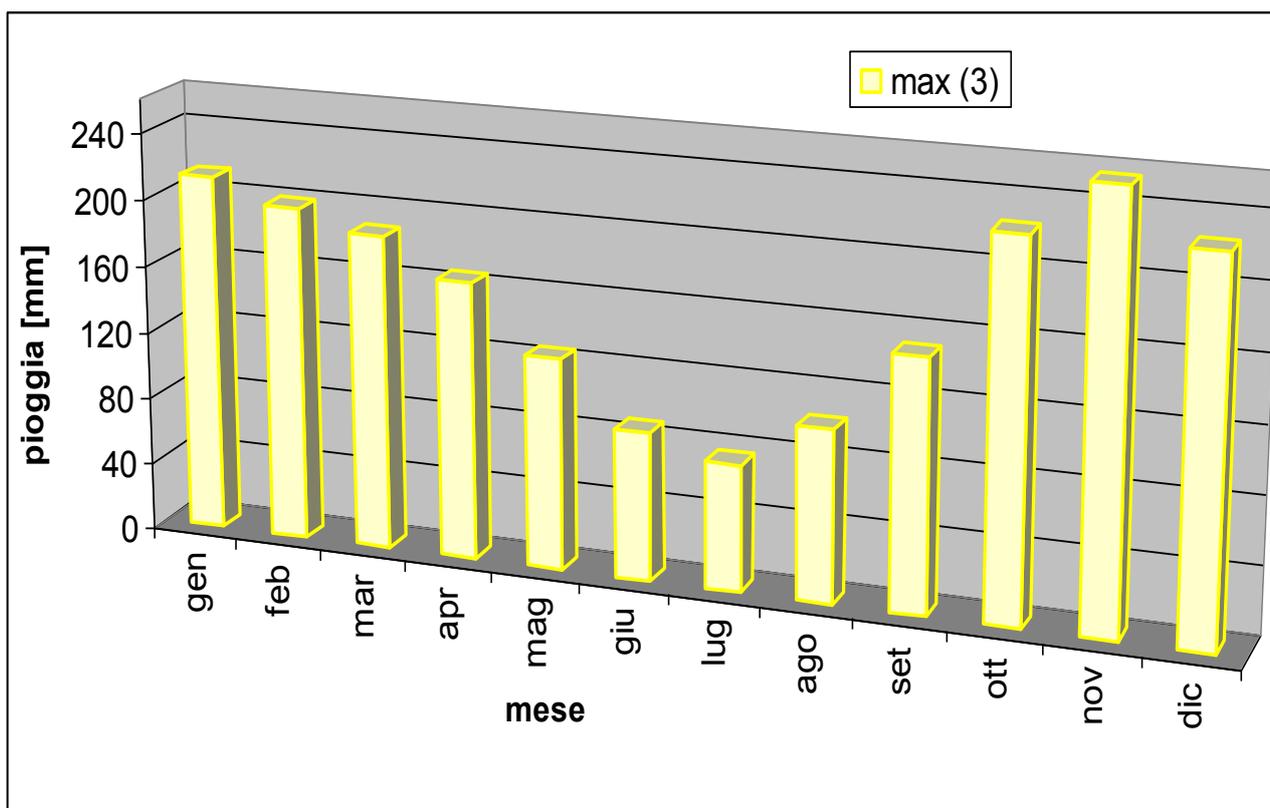
In particolare, esaminando i valori indicativi forniti dal modello, si osserva che questi variano tra un minimo assoluto (luglio) quantificato in 42.4 mm e un valore massimo (ottobre) pari a 143.1mm.



Afflusso medio mensile – valori minimi (località 2: Carasco) -

Infine vengono rappresentate le elaborazioni relative alla località Statale, situata nell'entroterra del bacino del Graveglia (valori massimi).

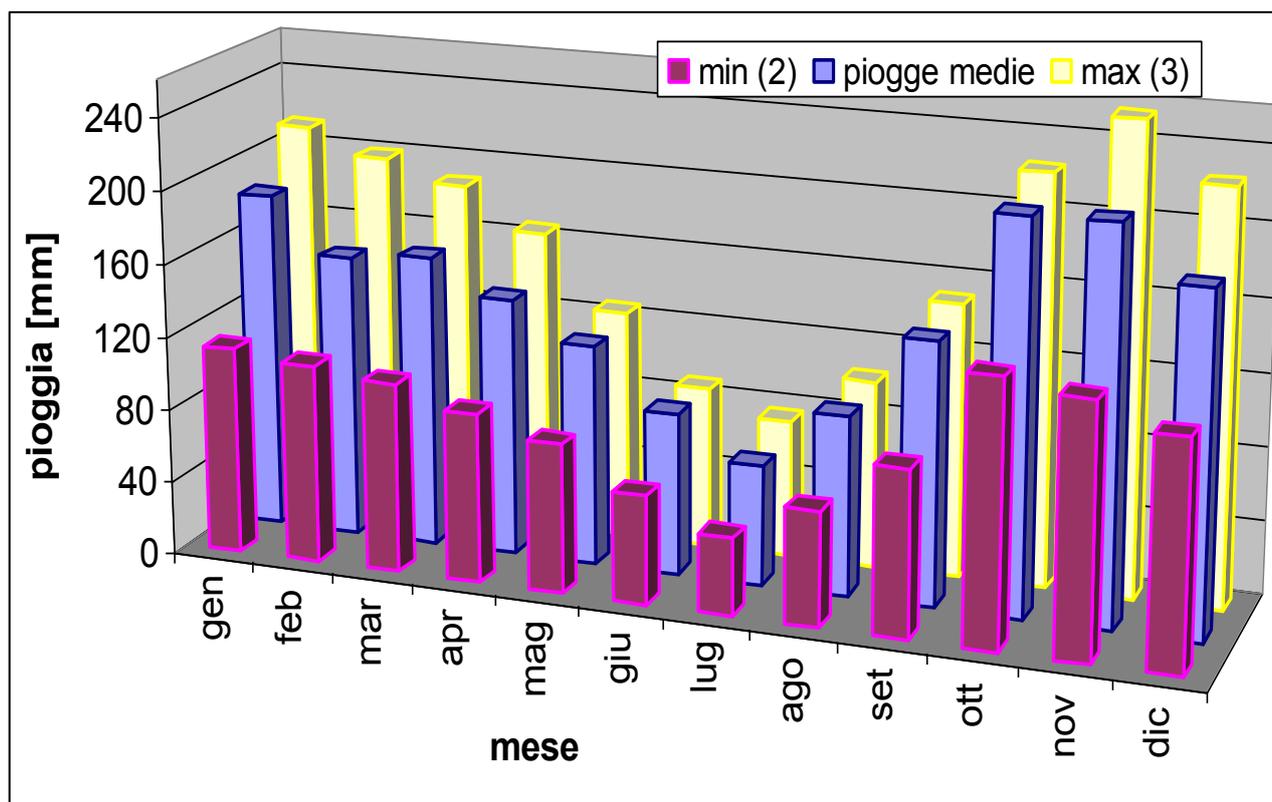
In particolare, esaminando i valori indicativi forniti dal modello, si osserva che questi variano tra un minimo assoluto (luglio) quantificato in 75.2 mm e un valore massimo (novembre) pari a 255 mm.



Afflusso medio mensile – valori massimi (località 3: Graveglia) -

A differenza di quanto visto nell'analisi delle temperature (cfr. paragrafo 2.3), per quanto riguarda gli afflussi esiste una ben marcata differenza tra i valori minimi (località 2) e quelli massimi (località 3); inoltre il modello, interrogato circa un valore medio da attribuire all'intero bacino (piogge medie), correttamente fornisce un andamento intermedio tra i due estremi.

Nel grafico seguente si riportano contemporaneamente, a livello di confronto, i tre andamenti già descritti singolarmente.



Afflusso medio mensile – confronto -

Si nota che i tre sviluppi, oltre a presentare differenze in termini strettamente quantitativi, si rivelano essere anche leggermente diversi per quanto riguarda l'andamento vero e proprio.

A esempio, come già sottolineato in precedenza, l'andamento sub - litoraneo che caratterizza le piogge medie è diverso dagli andamenti più regolari (e più anomali) dei valori estremi.

4.1.1.4 Apporti idrici indiretti

4.1.1.4.1 Naturali

Si rimanda alla Parte Generale paragrafo 4.1.1.4.1

4.1.1.4.2 Artificiali

Nel bacino dell'Entella recapita un gran numero di scarichi urbani (circa ottanta), quasi tutti di piccole dimensioni, con portate massime stimate nell'ordine di 2 l/s, la cui somma raggiunge però valori significativi (5 l/s sull'Entella, 21,8 l/s sul Lavagna e 12 l/s sullo Sturla).

Tali scarichi sono per lo più distribuiti uniformemente lungo i fondovalle, con le eccezioni di alcuni scarichi tra Borzonasca e Carasco (per una portata totale superiore a 4 l/s) posti a meno di 100 m l'uno dall'altro. I comuni della fascia costiera del bacino (Lavagna, Cogorno, Chiavari e Leivi) sono allacciati ai depuratori di Lavagna e Chiavari, recapitanti in mare; per tale motivo i loro scarichi non sono stati presi in considerazione in fase di elaborazione del bilancio idrico.

Gli scarichi industriali derivano per la maggior parte dalla fabbricazione e stampaggio di materie plastiche, autolavaggi e autofficine, lavorazione di grassi e produzione di glicerina. In particolare si evidenziano uno scarico rilevante in termini di portata in Comune di Moconesi (quasi 400 l/s) ed altri nei comuni di Carasco (portata complessiva maggiore di 50 l/s) e di San Colombano Certenoli (portata complessiva maggiore di 6 l/s)

4.1.2 Deflussi

4.1.2.1 Dati termometrici strumentali

Per quanto riguarda il bacino del fiume Entella si dispone delle rilevazioni di temperatura di alcune stazioni di monitoraggio; di queste nella tabella seguente si elencano le caratteristiche principali (codice dell'ufficio idrografico, codice interno di Hydro-Co, numero della stazione, quota altimetrica e bacino di appartenenza).

Le celle in cui non è indicato niente (anno di inizio e di fine delle registrazioni termometriche) sono relative a dati che non è stato possibile recuperare.

Di seguito si rappresenta graficamente la posizione di tali stazioni sul territorio rispetto al bacino.

NOME STAZIONE	COLONIA ARNALDI	NEIRONE	TIGLIOLO	GIACOPIANE	SAN MICHELE	STATALE	PANESI
CODICE	118	128	132	133	135	139	141
NUM STAZIONE	2117	2127	2131	2132	2134	2138	2140
COD IDROGRAFICO	770	850	890	900	910	940	970
QUOTA	600	532	293	1016	170	570	25
BACINO	FRA BISAGNO E ENTELLA	ENTELLA (NEIRONE)	ENTELLA (STURLA)	ENTELLA (STURLA)	ENTELLA (PENNA)	ENTELLA (GRAVEGLIA)	ENTELLA
TERMOM INIZ	1933	1938	1945	1938	1945	1935	0
TERMOM FINE	1948	n.d.	0	n.d.	0	0	0
TERMREG INIZ	1949	1938	0	0	0	1966	1967
TERM REG FINE	0	n.d.	0	0	0	0	0

Stazioni termometriche interne al bacino



Stazione termometriche – rappresentazione sul territorio-

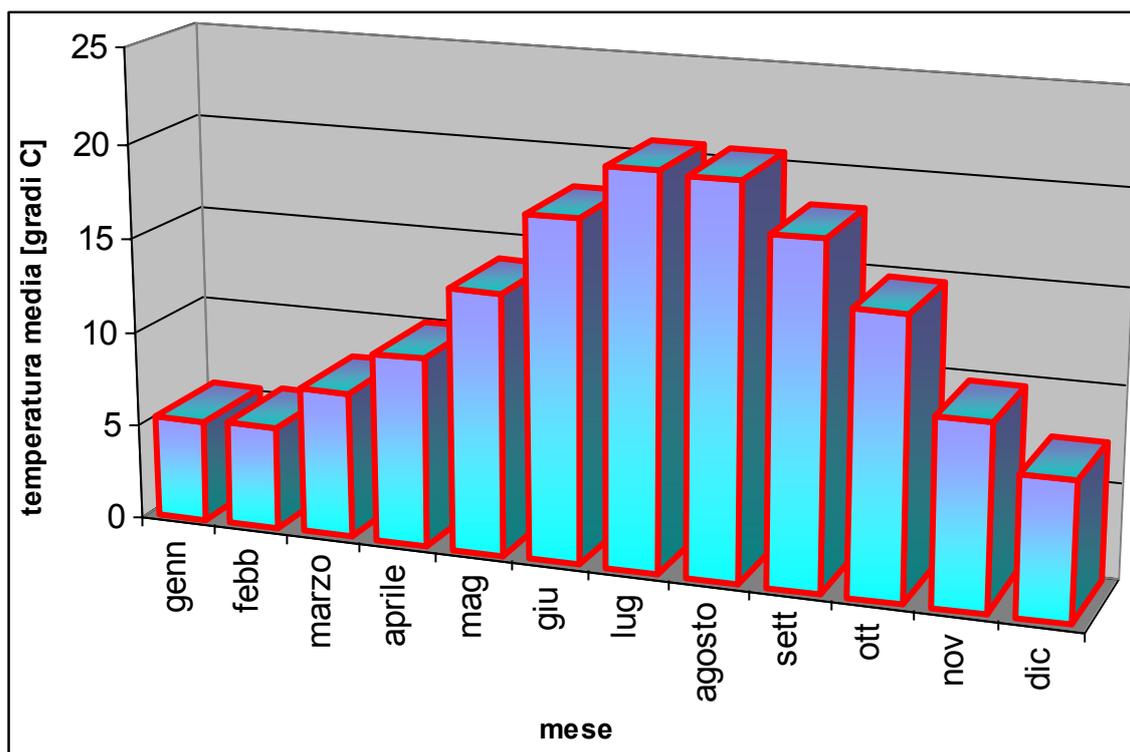
In particolare in merito a ciascuna stazione si dispone delle seguenti misurazioni:

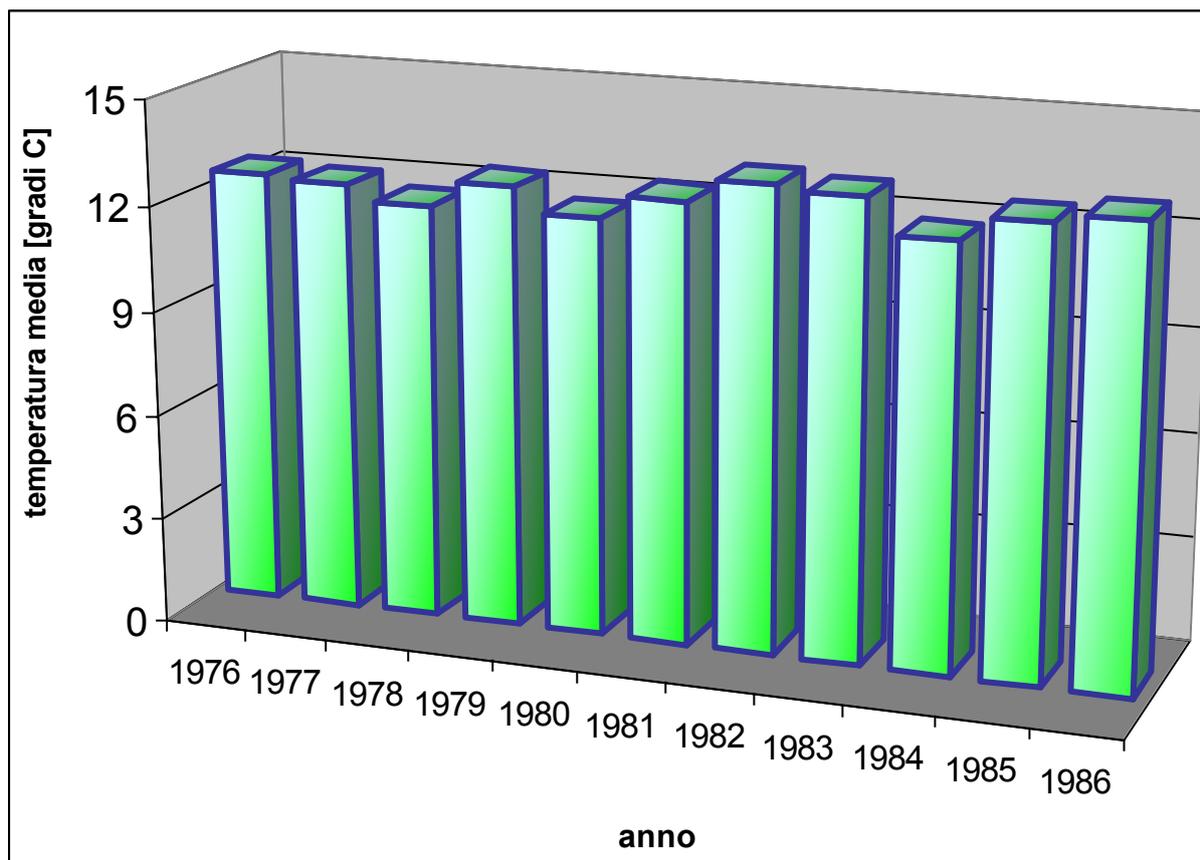
- Stazione di Colonia Arnadi: monitoraggio temperature negli anni: 1976-1986
- Stazione di Neirone: monitoraggio temperature negli anni:1976-1983
- Stazione di Tigliolo: monitoraggio temperature anni:1976-1988
- Stazione di Giacopiane: monitoraggio temperature negli anni:1976-1989
- Stazione di S. Michele: monitoraggio temperature negli anni:1976-1988
- Stazione di Statale: monitoraggio temperature negli anni:1976-1989
- Stazione di Panesi: monitoraggio temperature negli anni:1976, 1978, 1985, 1986

I valori registrati (medie mensili espresse in gradi ^o C) sono riportati nella tabella seguente, unitamente ai valori mediati mensilmente e annualmente successivamente graficati.

Stazione di Colonia Arnadi:

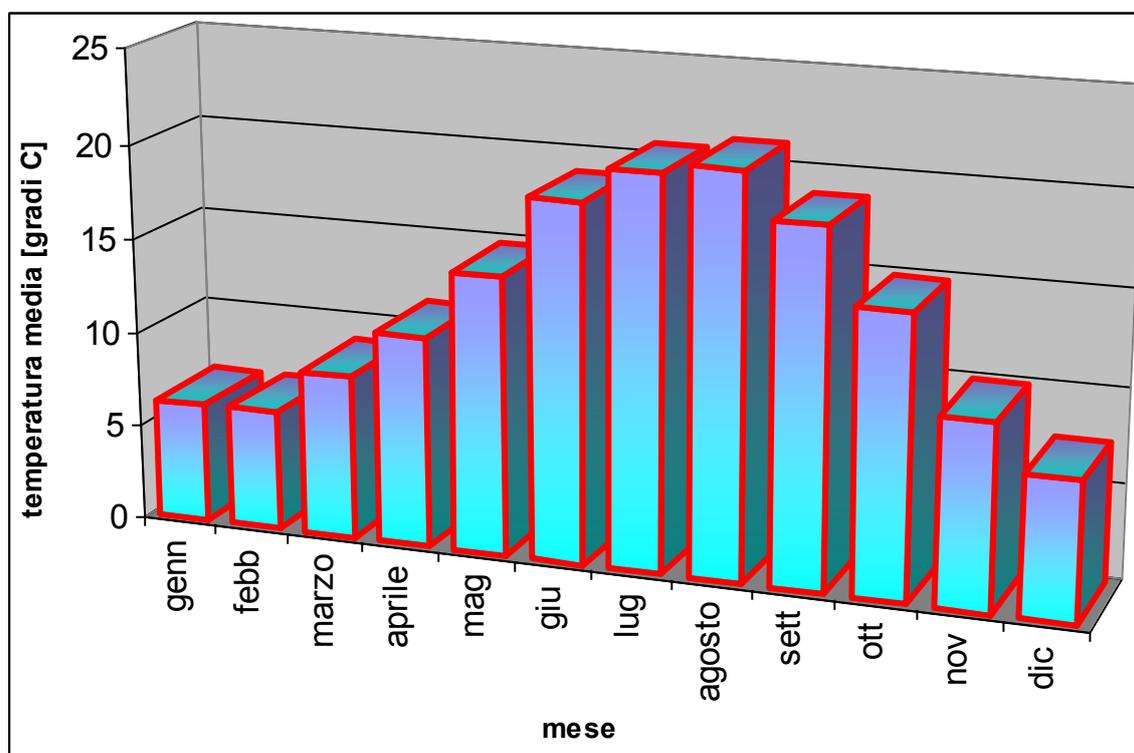
anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1976	6.5	6.8	6.6	10.0	15.2	19.8	21.0	18.5	14.6	14.9	9.3	6.2	12.5
1977	5.5	6.9	9.0	10.1	13.6	16.8	19.2	18.6	16.6	14.8	9.5	7.5	12.3
1978	5.9	4.4	8.3	8.6	12.3	15.9	18.6	19.4	17.6	14.6	10.3	7.1	11.9
1979	4.0	6.4	7.9	9.3	14.9	19.6	20.8	20.3	17.7	13.7	9.2	7.9	12.6
1980	4.7	8.0	7.5	9.3	12.3	16.0	17.8	21.7	18.6	13.7	8.3	5.3	11.9
1981	4.8	5.3	8.4	11.9	13.5	19.0	19.8	21.2	18.0	13.8	9.3	6.2	12.6
1982	7.0	5.3	7.3	10.2	14.8	19.2	22.5	20.8	20.0	13.3	10.8	7.9	13.3
1983	7.8	3.8	8.1	9.9	12.8	18.7	23.8	21.2	18.9	14.8	10.3	7.1	13.1
1984	5.8	4.4	7.2	10.2	10.9	16.7	20.6	20.0	16.1	14.5	10.8	8.0	12.1
1985	2.0	6.0	6.6	11.1	13.5	17.3	22.2	21.8	20.7	15.8	7.5	8.9	12.8
1986	5.1	2.7	7.9	9.1	17.2	17.9	20.7	21.7	18.7	16.7	11.2	7.3	13.0
media	5.4	5.5	7.7	10.0	13.7	17.9	20.6	20.5	18.0	14.6	9.7	7.2	12.6

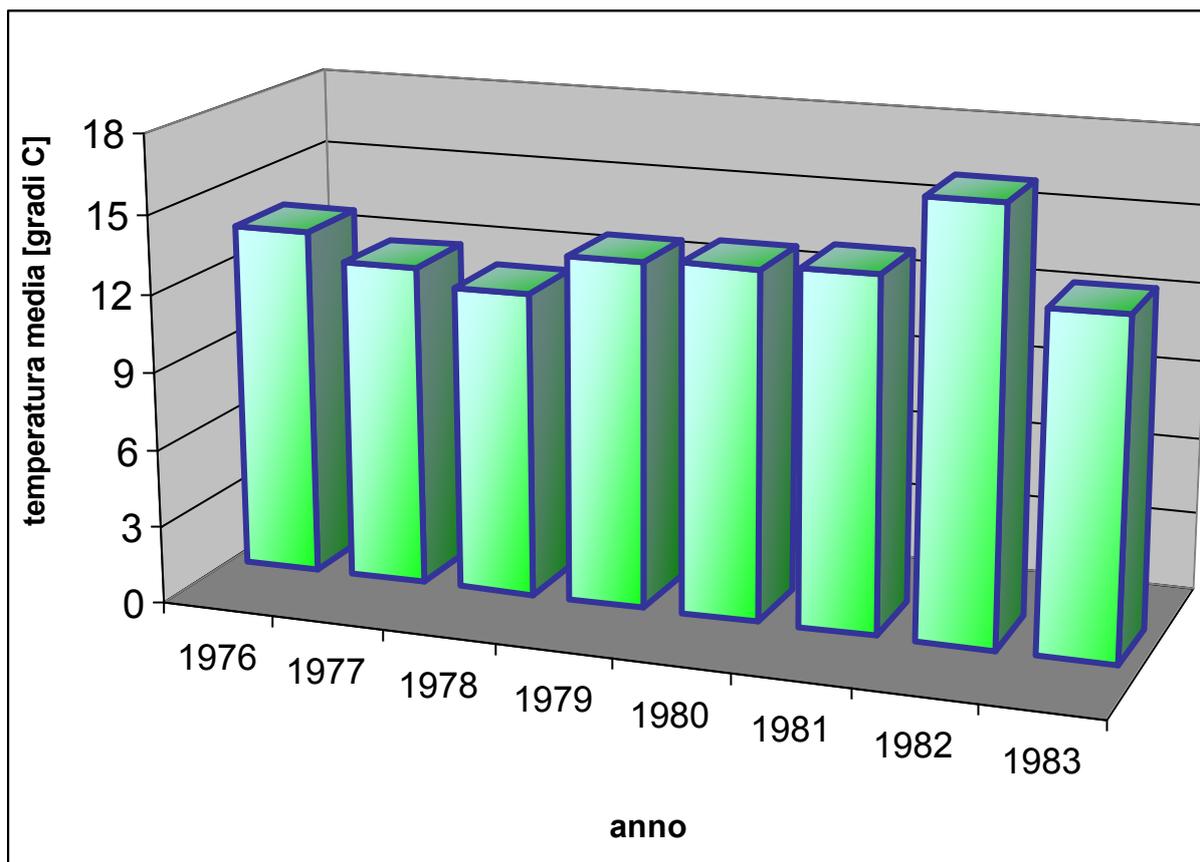




Stazione di Neirone:

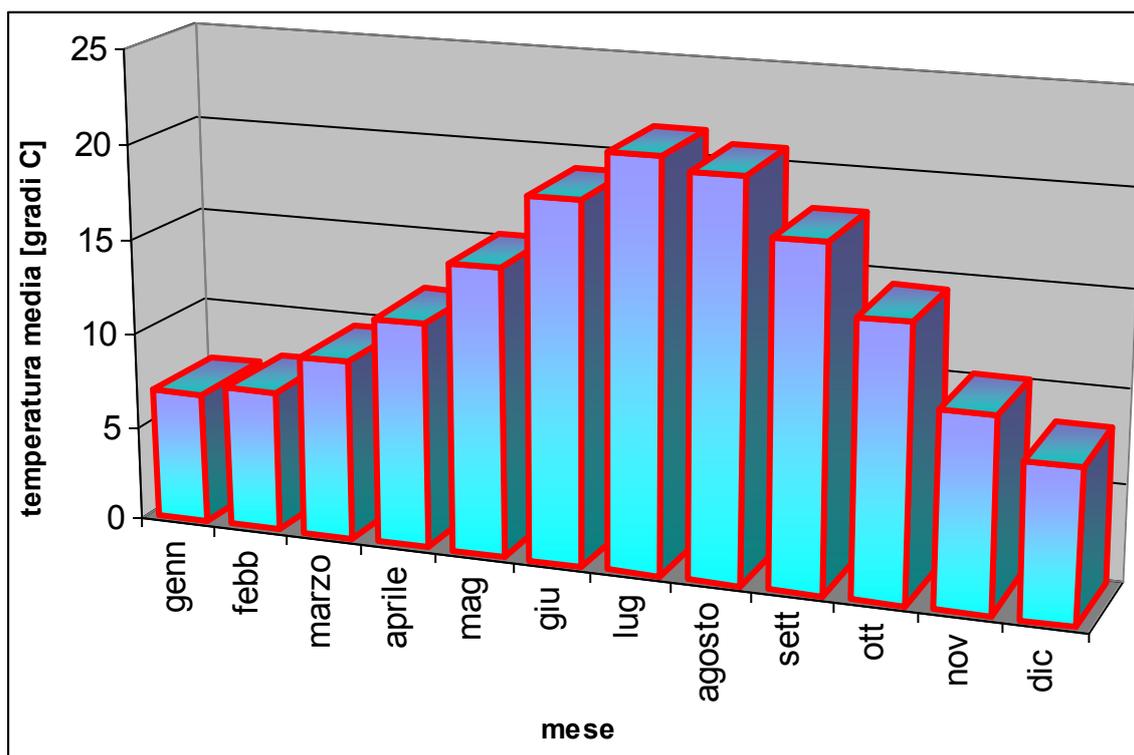
anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1976	5.8	6.5	6.6	9.9	16.8	20.8	22.1	20.7	17.0	15.8	11.3	8.5	13.5
1977	8.5	7.3	9.2	10.3	13.0	16.3	19.0	18.3	16.3	14.6	9.3	7.1	12.4
1978	5.3	4.6	8.2	8.6	12.4	16.3	18.7	19.0	17.6	14.4	9.4	7.1	11.8
1979	4.1	7.1	8.9	10.5	15.6	20.1	21.4	21.1	18.9	15.0	9.5	7.8	13.3
1980	nd	nd	7.9	10.3	12.6	16.1	18.2	22.3	19.4	13.5	8.5	5.8	13.5
1981	5.7	6.0	9.8	14.5	14.6	18.2	20.5	23.2	18.9	14.9	10.4	7.1	13.7
1982	8.2	7.0	nd	11.7	16.2	21.5	23.6	22.3	22.0	nd	nd	nd	16.6
1983	nd	5.8	9.8	13.0	15.4	20.7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	12.9
media	6.3	6.3	8.6	11.1	14.6	18.8	20.5	21.0	18.6	14.7	9.7	7.2	13.5

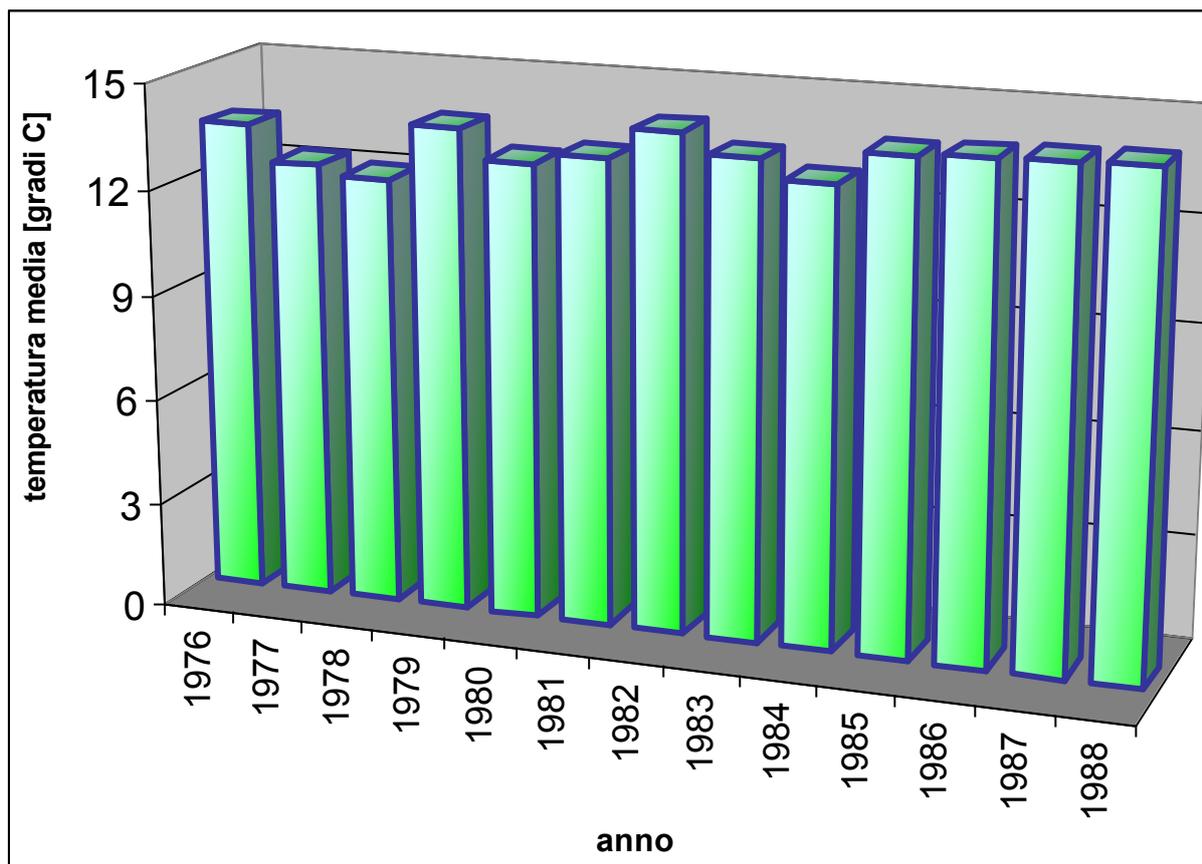




Stazione di Tigliolo:

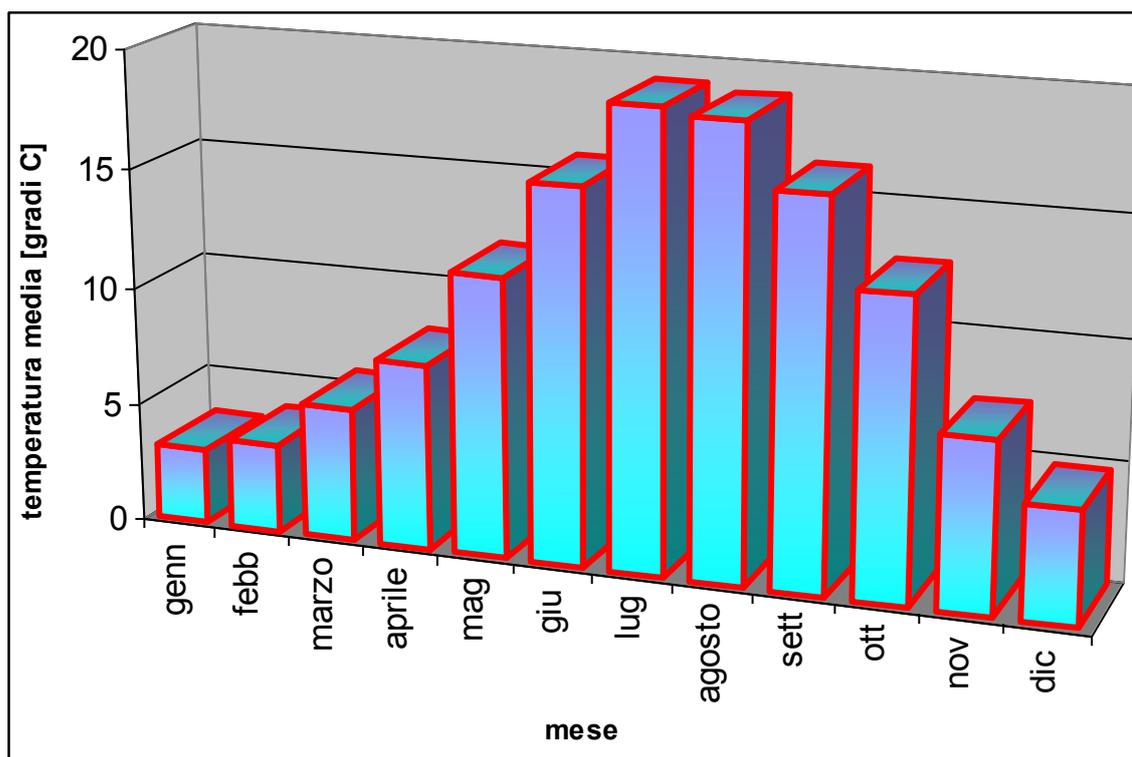
anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1976	nd	7.5	6.9	10.4	15.6	21.7	24.0	18.8	14.7	12.7	9.3	6.8	13.5
1977	7.5	8.6	10.3	11.0	14.0	16.7	19.2	17.6	14.7	14.2	9.4	6.7	12.5
1978	6.6	6.4	9.3	10.5	nd	nd	18.8	20.6	17.6	13.9	9.3	9.3	12.2
1979	6.1	9.1	10.7	12.0	16.0	20.1	21.5	20.8	17.2	14.1	9.7	8.6	13.8
1980	6.8	8.4	10.1	11.1	14.3	17.3	18.9	21.3	18.0	13.3	10.1	6.2	13.0
1981	5.1	6.1	11.2	13.3	14.4	19.7	19.6	20.7	18.3	13.9	9.8	7.1	13.3
1982	8.0	6.9	9.1	11.9	15.5	20.4	23.4	21.6	20.0	13.4	10.9	8.7	14.2
1983	7.7	5.5	10.0	12.5	14.5	19.0	23.3	21.1	18.5	13.8	9.5	7.4	13.6
1984	6.2	6.0	8.8	11.8	13.0	17.6	20.8	20.5	16.5	14.5	11.7	8.8	13.0
1985	4.6	8.4	9.4	12.8	15.2	18.7	22.3	21.3	19.7	15.2	9.7	10.1	14.0
1986	7.0	6.3	9.9	11.6	18.0	19.2	21.7	21.7	18.4	15.4	11.4	7.5	14.0
1987	7.1	8.7	7.8	12.2	14.3	18.2	22.4	21.9	20.5	15.1	11.4	9.1	14.1
1988	9.8	8.3	9.6	13.0	16.7	18.5	21.7	21.6	17.7	16.1	8.7	7.8	14.1
media	6.9	7.4	9.5	11.9	15.1	18.9	21.4	20.7	17.8	14.3	10.1	8.0	13.5

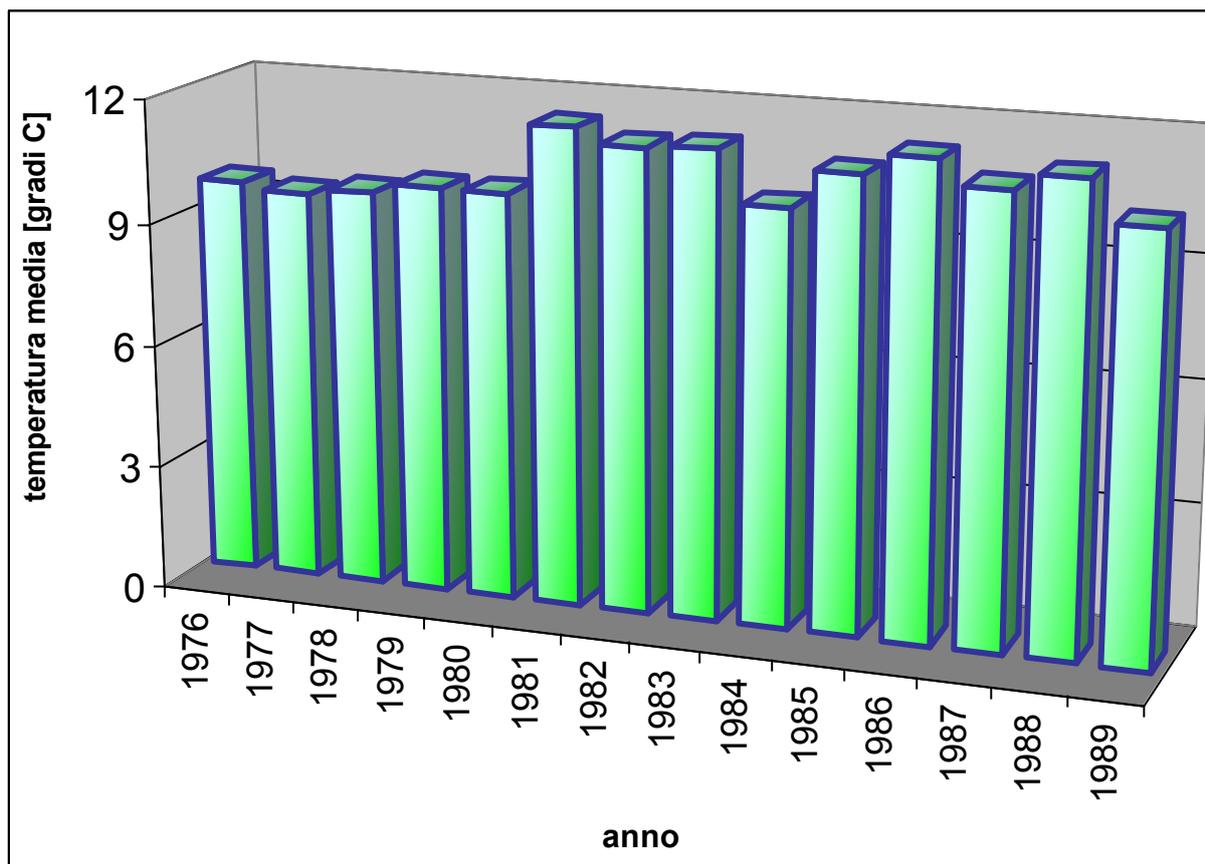




Stazione di Giacopiane:

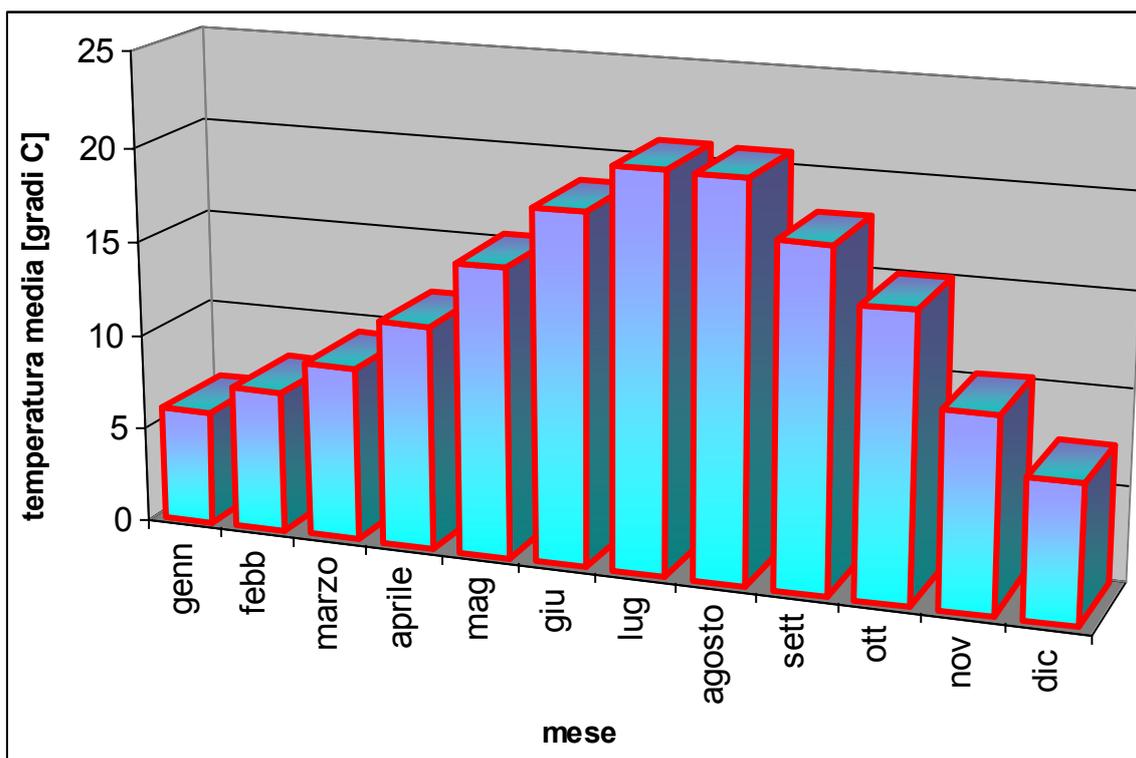
anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1976	3.8	4.5	4.5	7.3	12.9	17.0	18.8	16.0	12.2	11.0	5.4	3.1	9.7
1977	3.1	4.1	6.6	7.8	10.5	13.9	16.3	15.7	13.9	11.8	6.5	4.2	9.5
1978	2.8	2.5	5.8	5.8	10.9	14.7	16.8	16.9	16.0	12.5	7.4	4.1	9.7
1979	1.3	3.1	5.3	6.5	12.7	16.9	18.2	17.6	14.6	11.3	6.8	4.6	9.9
1980	1.8	5.4	5.1	7.1	9.6	13.7	16.2	20.7	17.1	11.7	6.5	4.1	9.9
1981	2.3	3.5	6.9	10.4	11.0	16.9	17.9	19.7	15.6	11.8	nd	nd	11.6
1982	5.7	4.2	4.6	7.6	13.1	17.0	21.1	18.8	18.2	11.7	8.6	4.3	11.2
1983	6.3	2.0	6.5	7.9	10.6	16.7	23.0	19.2	17.2	13.0	8.5	5.0	11.3
1984	2.7	2.4	5.0	8.5	8.3	14.6	19.6	18.6	13.6	13.0	9.2	5.4	10.1
1985	-0.1	4.0	4.3	9.0	11.9	15.7	20.7	20.4	20.0	14.0	5.2	6.7	11.0
1986	2.7	3.0	7.1	6.5	15.8	16.8	19.3	20.0	17.3	15.2	8.9	5.0	11.5
1987	2.5	3.8	3.0	8.8	11.2	15.5	20.0	19.7	19.4	12.7	7.9	6.1	10.9
1988	5.0	4.6	5.6	9.1	13.1	15.6	20.3	20.8	16.3	14.4	6.0	4.3	11.3
1989	4.5	4.9	8.0	6.3	12.5	14.5	18.5	18.2	14.2	11.3	5.8	4.6	10.3
media	3.2	3.7	5.6	7.8	11.7	15.7	19.1	18.7	16.1	12.5	7.1	4.7	10.6

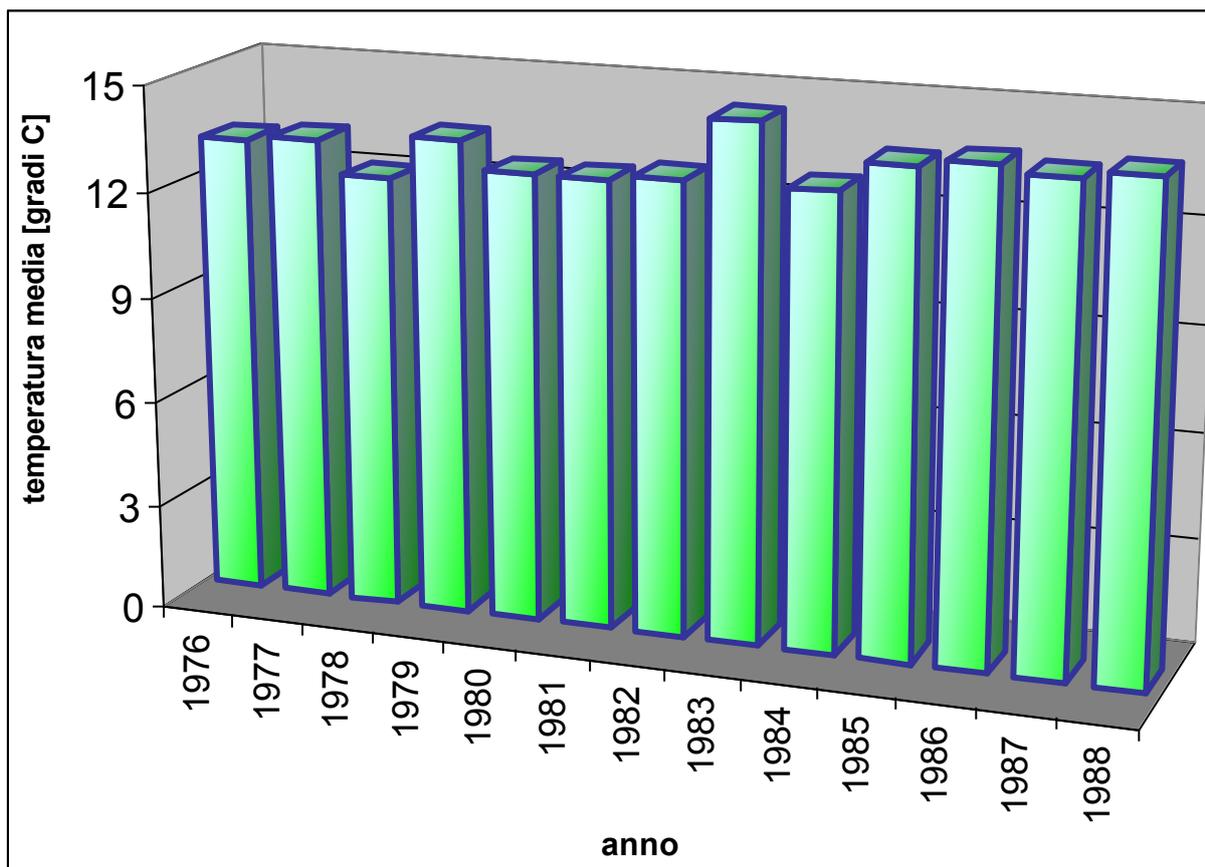




Stazione di S. Michele:

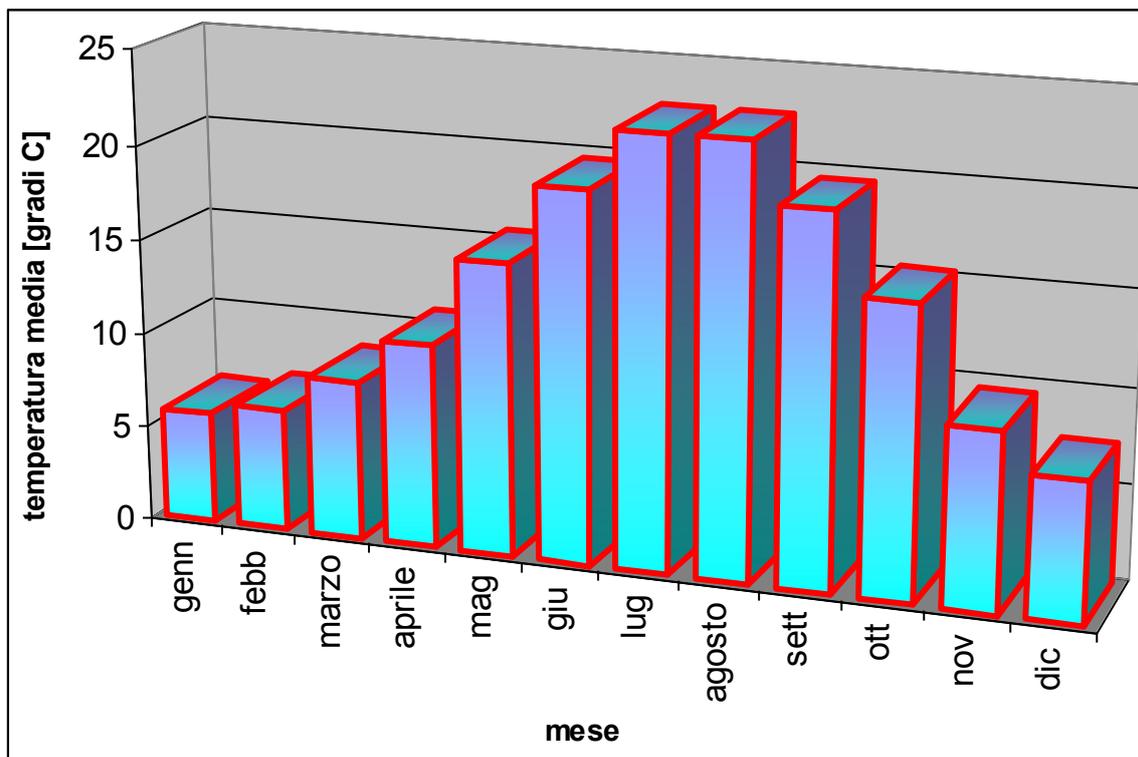
anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1976	5.6	8.1	8.1	11.6	16.3	20.0	21.7	18.9	15.9	14.0	10.3	6.7	13.1
1977	7.6	9.4	11.3	11.8	14.7	17.9	20.1	18.9	16.2	14.8	9.8	6.5	13.3
1978	6.8	7.1	9.9	11.0	14.6	18.1	19.6	nd	17.8	14.1	8.5	7.8	12.3
1979	4.6	8.7	10.5	11.8	16.2	20.3	21.2	20.2	17.0	13.6	9.7	8.4	13.5
1980	6.0	8.3	9.3	10.7	14.3	16.2	18.2	21.0	18.8	13.7	9.9	6.3	12.7
1981	4.1	5.6	9.8	12.6	14.6	18.9	19.8	20.7	15.9	14.9	9.7	5.8	12.7
1982	8.1	6.5	8.5	11.1	15.2	19.6	nd	21.2	nd	14.4	11.3	nd	12.9
1983	nd	nd	nd	12.4	14.2	18.7	nd	20.8	18.6	15.0	9.8	7.4	14.6
1984	5.6	5.6	8.7	11.7	13.3	17.7	21.2	20.1	16.5	15.0	11.4	7.8	12.9
1985	3.3	7.9	8.8	12.8	15.8	18.3	22.4	21.5	19.8	15.8	9.8	8.5	13.7
1986	6.0	5.9	9.9	11.6	18.0	18.3	20.4	21.6	18.8	16.4	12.7	7.0	13.9
1987	5.4	8.0	6.7	12.2	14.0	17.7	22.0	22.1	20.5	16.0	11.7	8.2	13.7
1988	8.5	8.7	8.9	12.4	17.1	17.8	22.2	21.8	17.8	17.0	8.1	6.5	13.9
media	6.0	7.5	9.2	11.8	15.3	18.4	20.8	20.7	17.8	15.0	10.2	7.2	13.3

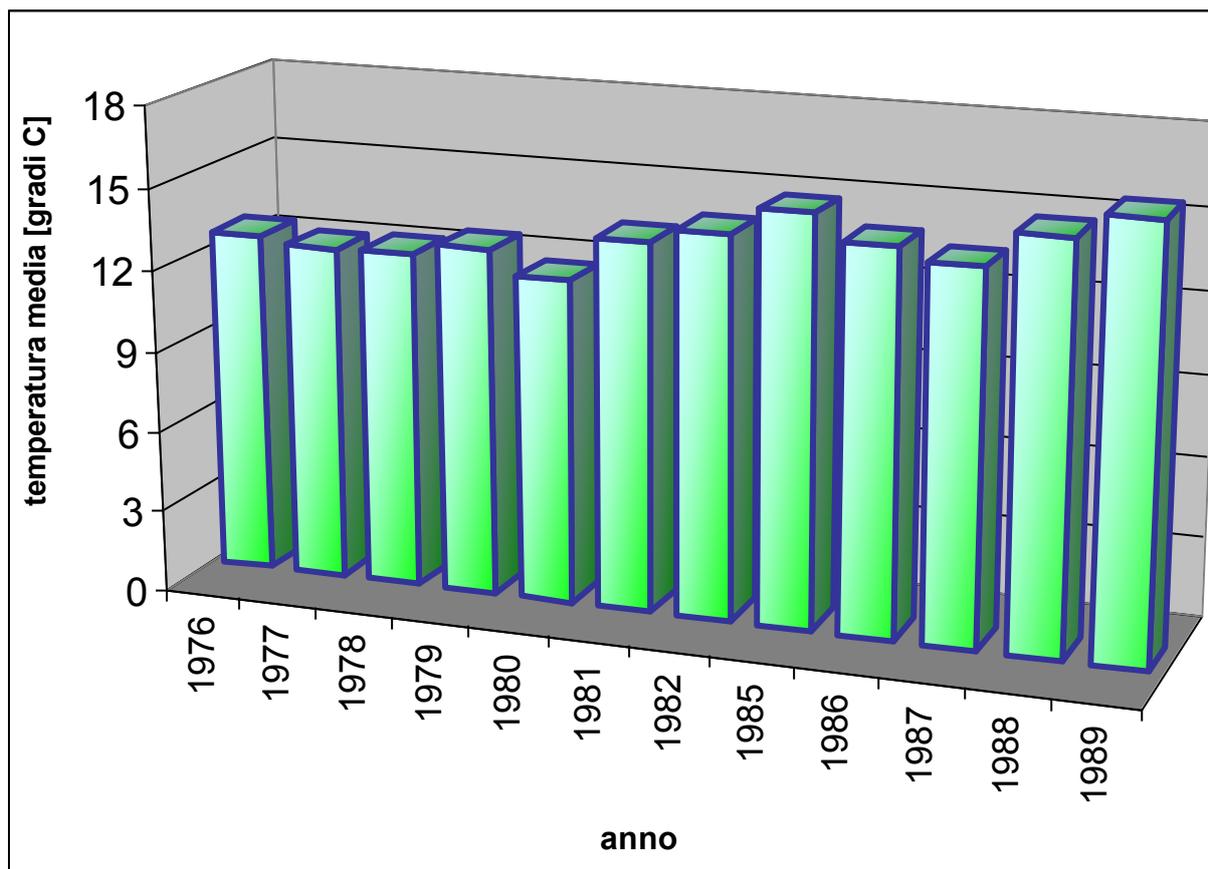




Stazione di Statale:

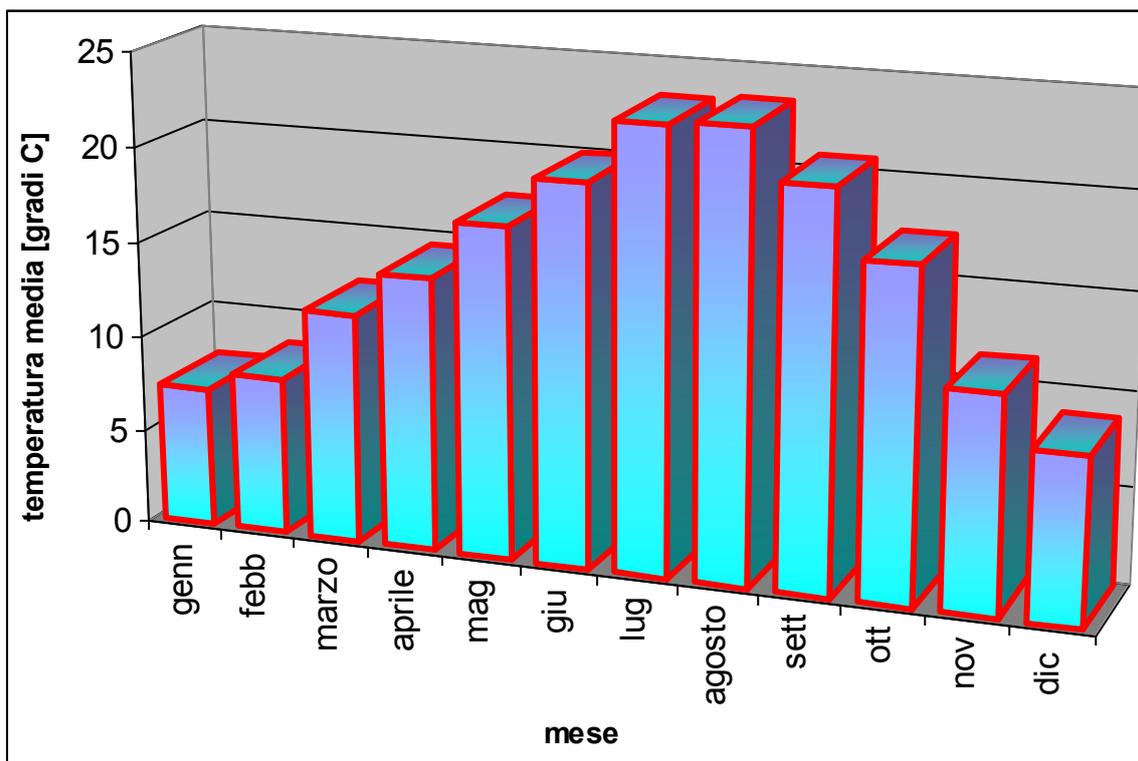
anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1976	6.5	6.3	5.9	10.2	16.4	21.3	22.4	19.5	15.6	13.7	8.4	5.7	12.7
1977	5.8	7.4	9.4	10.1	13.1	17.8	20.4	18.4	15.9	14.5	8.7	7.3	12.4
1978	5.0	4.6	8.9	8.8	13.1	18.1	20.5	21.0	19.0	15.1	9.7	6.0	12.5
1979	3.3	5.4	7.7	9.5	16.5	20.6	22.3	21.7	18.3	13.5	8.7	7.0	12.9
1980	3.6	7.6	7.3	9.4	12.7	16.7	19.4	22.8	19.6	12.8	7.2	4.8	12.0
1981	4.7	5.7	9.1	13.3	14.4	20.4	21.6	23.6	19.5	14.8	9.6	6.4	13.6
1982	7.6	5.5	7.3	10.1	15.9	20.5	24.0	22.0	nd	nd	nd	nd	14.1
1985	nd	nd	6.1	10.7	14.2	nd	24.3	23.8	23.3	16.7	7.9	8.9	15.1
1986	5.9	3.9	9.6	10.7	18.8	19.5	22.5	23.7	19.8	17.0	11.5	6.8	14.1
1987	4.2	6.5	6.1	12.0	14.0	19.2	23.5	23.4	22.0	15.2	10.5	7.9	13.7
1988	8.2	7.7	9.1	12.0	16.7	19.0	24.4	24.8	20.5	17.5	10.1	9.3	14.9
1989	9.6	10.2	13.4	11.7	18.3	20.5	24.5	24.8	19.7	16.6	10.5	9.7	15.8
media	5.9	6.4	8.3	10.7	15.3	19.4	22.5	22.5	19.4	15.2	9.3	7.3	13.6

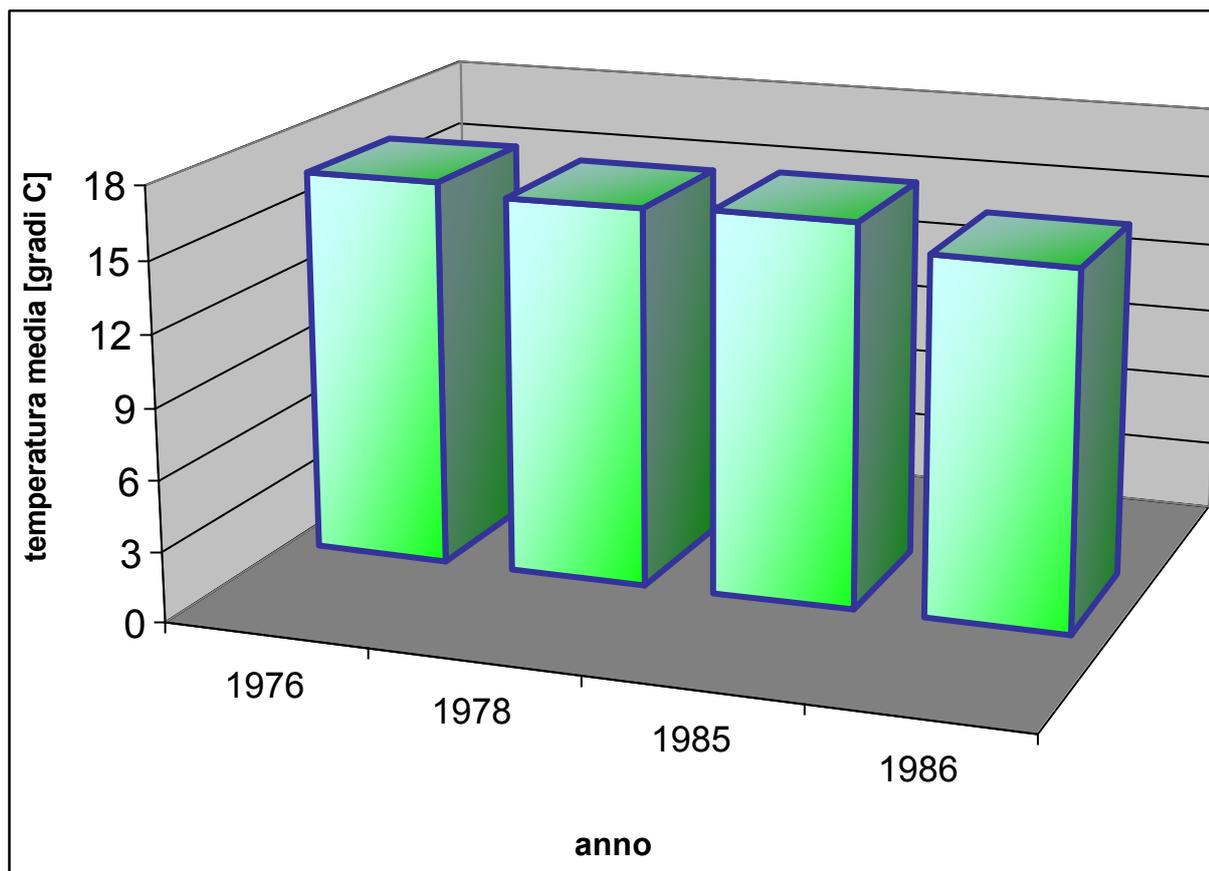




Stazione di Panesi:

anno	genn	febb	marzo	aprile	mag	giu	lug	agosto	sett	ott	nov	dic	media
1976	7.8	8.8	11.0	15.4	18.6	22.0	24.6	22.7	18.8	17.1	13.8	nd	16.4
1978	7.9	8.9	14.4	15.2	17.7	21.5	21.9	24.3	22.4	18.4	11.1	8.9	16.1
1985	nd	nd	nd	14.0	14.9	16.9	22.9	22.7	20.8	16.1	8.9	8.5	16.2
1986	6.3	7.1	10.7	12.8	18.1	19.2	23.0	23.4	nd	nd	nd	nd	15.1
media	7.3	8.3	12.0	14.4	17.3	19.9	23.1	23.3	20.7	17.2	11.3	8.7	15.9





4.1.2.2 Isoterme

Per il bacino del torrente Entella è stata realizzata una specifica cartografia, allegata, rielaborata graficamente a partire dai dati del modello Hydro-Co.

4.1.2.3 Stima dell'evapotraspirazione reale

Analizzando il bacino idrografico dell'Entella, al fine di fornire una stima dell'evapotraspirazione reale si è proceduto in maniera analoga a quanto operato nell'inquadramento climatico e nella stima degli apporti idrici diretti (si vedano i paragrafi 2.3 e 4.1.1.3), ovvero si è interrogato il modello in alcuni punti dislocati sul bacino.

Esattamente come già visto in precedenza sono stati individuati sei luoghi dislocati sul bacino scelti arbitrariamente ma in modo tale da essere descrittivi dell'eterogeneità del territorio.

	LOCALITA'
1	zona foce
2	Carasco
3	Statale (bacino Gravegia)
4	Orero (bacino Lavagna)
5	Ognio (bacino Lavagna)
6	Giacopiane (bacino Sturla)

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, unitamente alla differenza tra le due elaborazioni.

evapotraspirazione [mm]																					
	1			2			3			4			5			6			effettiva		
	effett	potenz	diff	effett	potenz	diff	effett	potenz	diff	effett	potenz	diff	effett	potenz	diff	effett	potenz	diff	min (3)	max (2)	med
gen	9.8	9.8	0.0	8.6	8.6	0.0	7.4	7.4	0.0	8.0	8.0	0.0	8.4	8.4	0.0	6.1	6.1	0.0	6.1	7.4	8.0
feb	11.4	11.4	0.0	10.3	10.3	0.0	8.8	8.8	0.0	9.2	9.2	0.0	9.0	9.0	0.0	7.0	7.0	0.0	7.0	8.8	9.5
mar	20.8	20.8	0.0	19.0	19.0	0.0	16.7	16.7	0.0	17.5	17.5	0.0	17.9	17.9	0.0	14.4	14.4	0.0	14.4	16.7	17.9
apr	31.6	31.6	0.0	29.7	29.7	0.0	26.7	26.7	0.0	28.9	28.9	0.0	28.3	28.3	0.0	23.5	23.5	0.0	23.5	26.7	28.6
mag	53.2	53.2	0.0	51.8	51.8	0.0	50.6	50.6	0.0	50.6	50.6	0.0	48.3	48.3	0.0	43.1	43.1	0.0	43.1	50.6	49.8
giu	70.4	74.0	-3.6	71.4	72.2	-0.8	71.6	71.6	0.0	71.5	71.5	0.0	69.7	69.7	0.0	61.5	61.5	0.0	61.5	71.6	69.9
lug	50.3	92.5	-42.2	75.1	88.5	-13.4	87.6	89.2	-1.6	81.4	86.7	-5.3	80.5	81.3	-0.8	77.8	77.8	0.0	77.8	87.6	82.0
ago	69.0	82.6	-13.6	71.1	79.1	-8.0	81.4	81.4	0.0	77.0	77.0	0.0	75.6	75.6	0.0	69.6	69.6	0.0	69.6	81.4	76.3
set	57.5	57.5	0.0	55.3	55.3	0.0	56.5	56.5	0.0	53.9	53.9	0.0	54.2	54.2	0.0	50.0	50.0	0.0	50.0	56.5	53.7
ott	37.4	37.4	0.0	35.7	35.7	0.0	35.6	35.6	0.0	34.9	34.9	0.0	35.3	35.3	0.0	33.0	33.0	0.0	33.0	35.6	34.9
nov	16.4	16.4	0.0	16.2	16.2	0.0	14.8	14.8	0.0	16.4	16.4	0.0	16.7	16.7	0.0	14.2	14.2	0.0	14.2	14.8	16.1
dic	11.8	11.8	0.0	10.6	10.6	0.0	9.6	9.6	0.0	9.8	9.8	0.0	10.2	10.2	0.0	8.3	8.3	0.0	8.3	9.6	10.0
tot	439.6	499.0	-59.4	454.8	477.0	-22.2	467.3	468.9	-1.6	459.1	464.4	-5.3	454.1	454.9	-0.8	408.5	408.5	0.0	408.5	467.3	456.6

Osservando i valori emergono immediatamente due aspetti.

Innanzitutto spicca la poca differenza tra le varie località, dovuta al fatto che l'evapotraspirazione, di difficile stima, viene calcolata utilizzando un procedimento semplificato che ne fornisce in realtà un valore puramente indicativo; inoltre a contribuire al grado di approssimazione si aggiunge la scala mensile adottata dalla modellazione che, come già sottolineato nell'analisi di temperature e afflussi, tende ad "appianare" i valori.

Ma soprattutto influisce molto il fatto che l'evapotraspirazione viene stimata come funzione della temperatura, la quale a sua volta viene ottenuta a mezzo di interpolazioni tra le misurazioni disponibili.

In secondo luogo si nota immediatamente come, in ciascuna sezione, nella quasi totalità dei mesi l'evaporazione effettiva e quella potenziale coincidano.

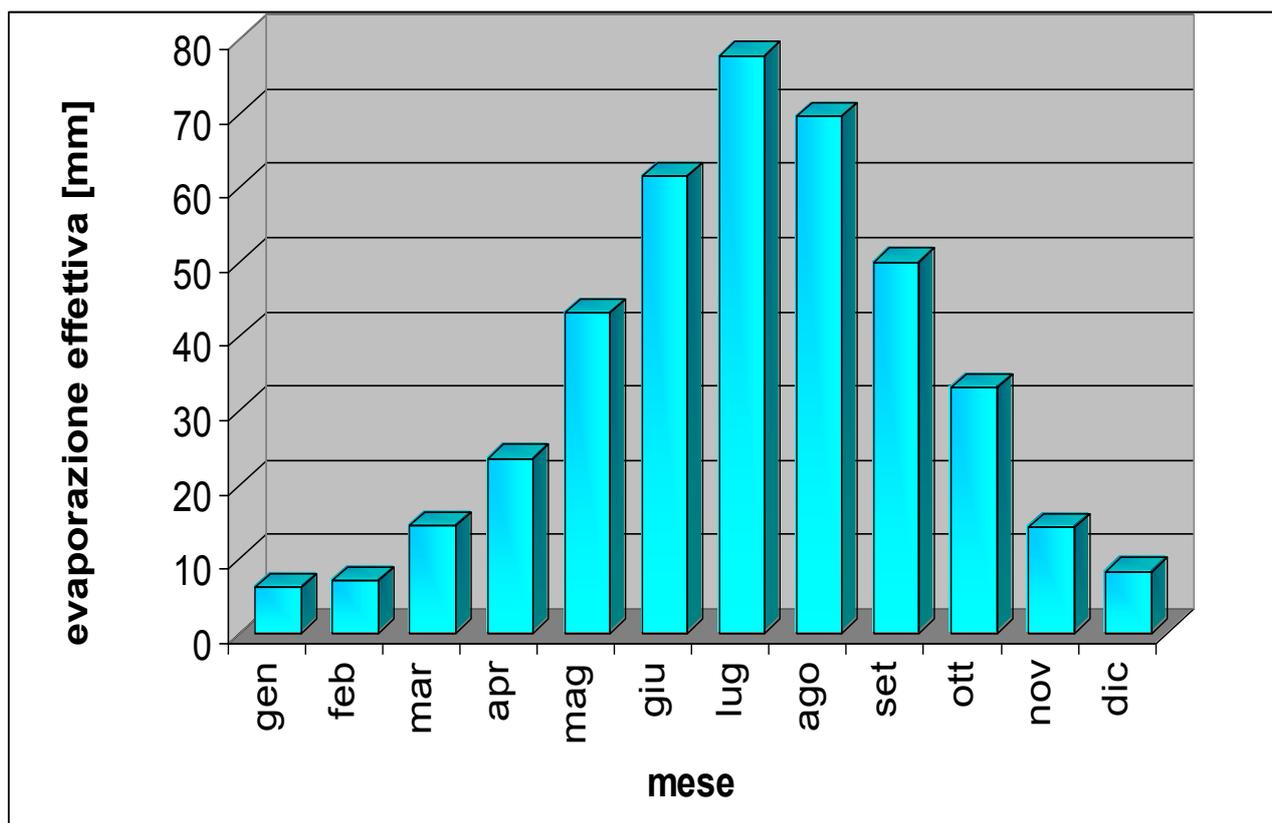
Per definizione di evaporazione potenziale è lecito aspettarsi una situazione di questo tipo durante la cosiddetta "stagione umida", caratterizzata da abbondanza di acqua nel terreno; questo non dovrebbe verificarsi nella stagione secca. In effetti, operando le semplificazioni descritte in precedenza, il modello fornisce il medesimo valore per entrambe le stime a eccezione, nella maggior parte dei casi, del solo mese di luglio, che evidentemente diventa l'unico "rappresentante" della stagione secca.

Questa differenza di evapotraspirazione concentrata a luglio risulta essere abbastanza variabile; si denota un valore massimo di 42.2 mm attribuito alla zona di foce e valori decrescenti verso monte, con il limite di evapotraspirazione effettiva e evapotraspirazione potenziale coincidenti anche a luglio in località Giacopiane.

Analizzando nel dettaglio i valori in realtà si ritrovano alcune differenze anche localizzate al di fuori del mese di luglio. Nel caso delle località 1 e 2 (zona foce e Carasco), ad esempio, esistono anche minime differenze (tra 0.8 mm e 13.6 mm) localizzate nei mesi di giugno e agosto, identificando una stagione secca più realisticamente concentrata nell'intero periodo estivo. La situazione opposta la si ritrova nella località 6, Giacopiane, in cui in ciascun mese (luglio compreso, come già osservato) evapotraspirazione potenziale e effettiva coincidono.

A eccezione di questi casi in tutte gli altri punti in cui si è interrogato il modello si sono rilevate differenze tra i due valori solo nel caso del mese di luglio.

Considerando i valori riportati nell'ultima riga della tabella, ovvero i valori totali nell'anno dell'evapotraspirazione, emerge come i valori minimi si concretizzino nella località di Giacopiane (6); di seguito si graficizza l'andamento dell'evapotraspirazione effettiva relativo a questa località.



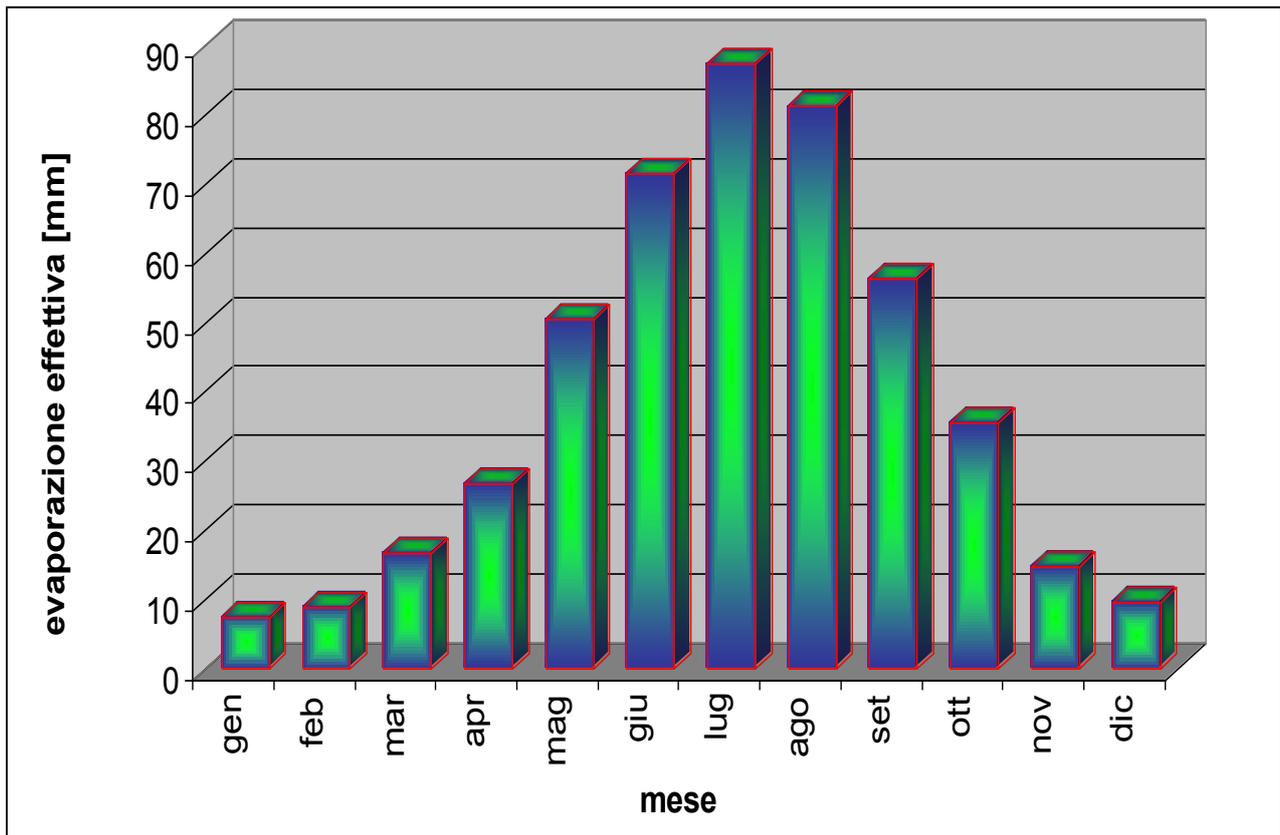
Evapotraspirazione effettiva – valori minimi

L'andamento osservato presenta un valore di picco in estate, localizzato nel mese di luglio, con una sensibile flessione durante il mese di agosto, in accordo con l'andamento delle temperature da cui l'evapotraspirazione deriva.

Analizzando tale valore massimo, è quantificato in 77.8 mm. Per quanto riguarda i valori minimi, questi sono ovviamente concentrati nella stagione invernale; da dicembre a febbraio l'evapotraspirazione assume valori bassi e quasi costanti; in particolare il valore minimo si realizza nel mese di gennaio e è quantificato in 6.1 mm.

Tornando ai valori riportati nella tabella si osserva come la massima evapotraspirazione nell'arco dell'anno si concretizzi nella località 3, ovvero Statale, località sita all'interno del bacino del Graveglia.

Di seguito si graficizza l'andamento dell'evapotraspirazione effettiva relativo a questo luogo.

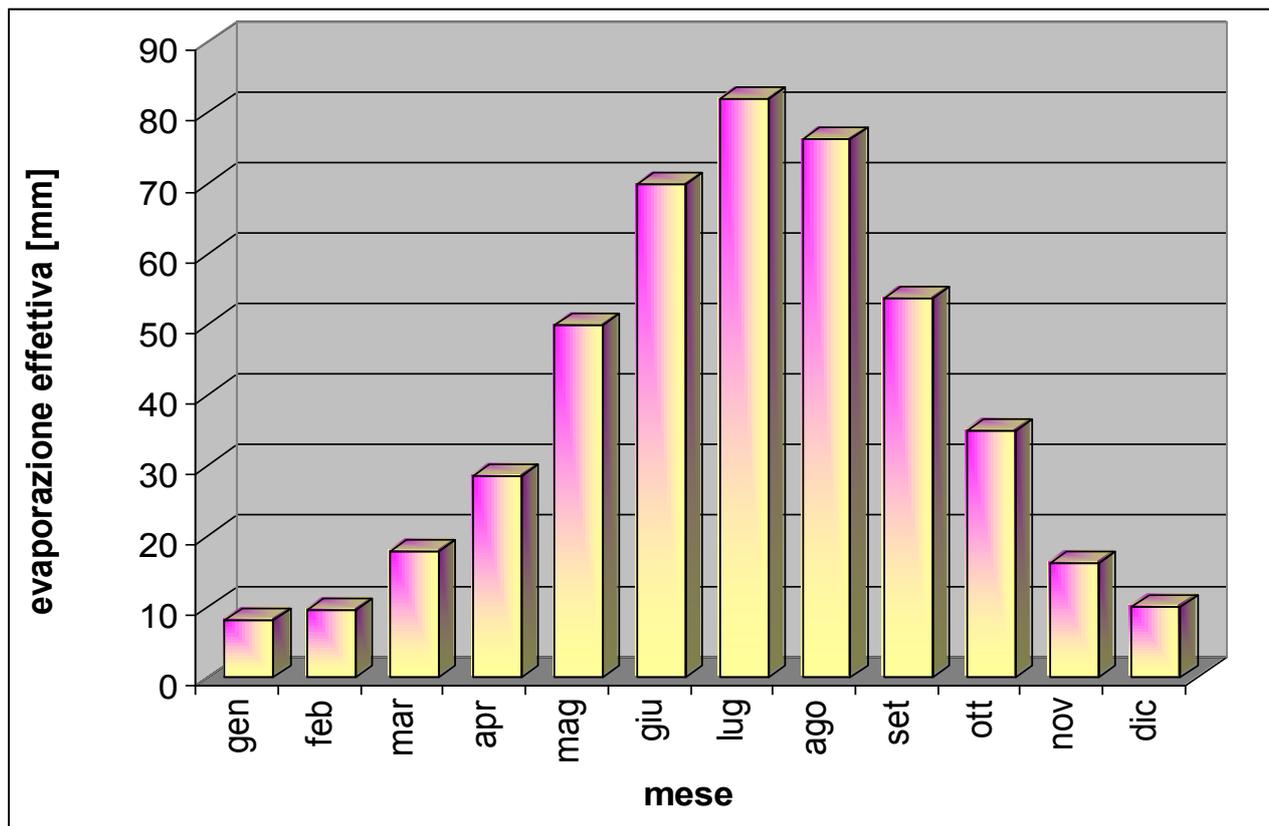


Evapotraspirazione effettiva – valori massimi

L'andamento osservato presenta ancora un valore di picco in estate, localizzato nel mese di luglio, in accordo con l'andamento della temperatura.

Analizzando i valori tale massimo assoluto è quantificato in 87.6 mm, mentre per quanto riguarda i valori minimi questi sono ovviamente concentrati nella stagione invernale. Ancora da dicembre a febbraio l'evapotraspirazione assume valori bassi e quasi costanti; in particolare il valore minimo si realizza nel mese di gennaio e è quantificato in 7.4 mm.

Infine, tornando ai valori riportati nella tabella, si fornisce un andamento che sia il più possibile indicativo dell'intero bacino graficizzando di seguito i valori medi, calcolati dal modello come rappresentativi dell'intero bacino, riportati nell'ultima colonna.

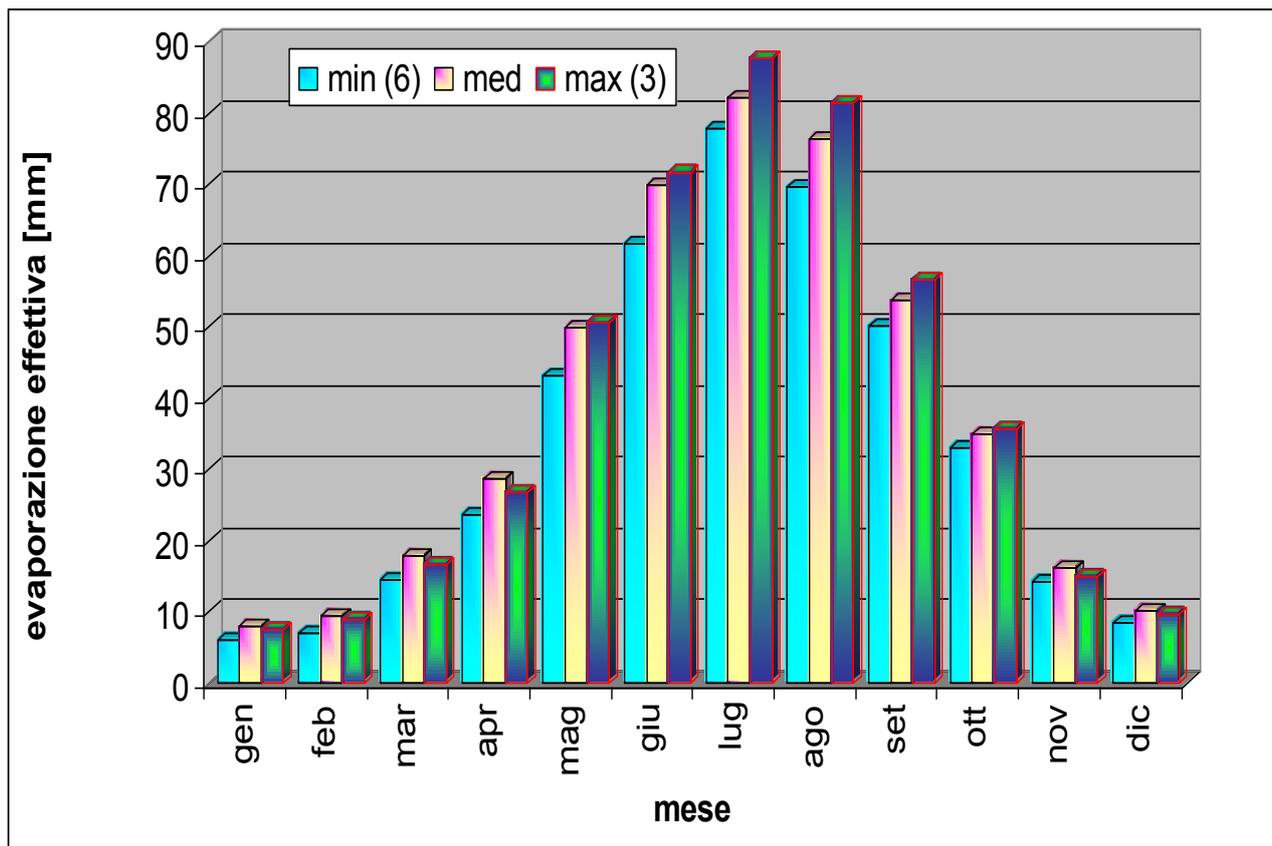


Evapotraspirazione effettiva – valori medi

L'andamento indicativo ottenuto, simile a quelli descritti in precedenza, presenta un valore di picco assoluto in estate localizzato nel mese di luglio e quantificato in 82 mm.

Per quanto riguarda i valori minimi, questi sono sempre quasi costanti da dicembre a febbraio; in particolare il valore minimo si realizza nel mese di gennaio e è quantificato in 8 mm.

Assunto questo come trend identificativo del bacino, di seguito si procede a un confronto diretto graficizzando contemporaneamente questo andamento medio e i valori estremi descritti in precedenza.



Evapotraspirazione effettiva – confronto

Il confronto mette in evidenza l'assoluta similarità tra i valori; i tre grafici presentano differenze estremamente minime (e quindi trascurabili, se si considerano le approssimazioni a monte del modello) da ottobre a aprile; le uniche differenze, che quindi determinano una diversità nel valore dell'evapotraspirazione annuale, si concretizzano nei mesi centrali, in particolare luglio e agosto.

Tra le particolarità si può osservare che, a eccezioni di tali mesi centrali, spesso accade che i valori medi siano addirittura maggiori di corrispondenti massimi, il tutto comunque nell'ottica di differenze minime (pochi millimetri o addirittura decimi).

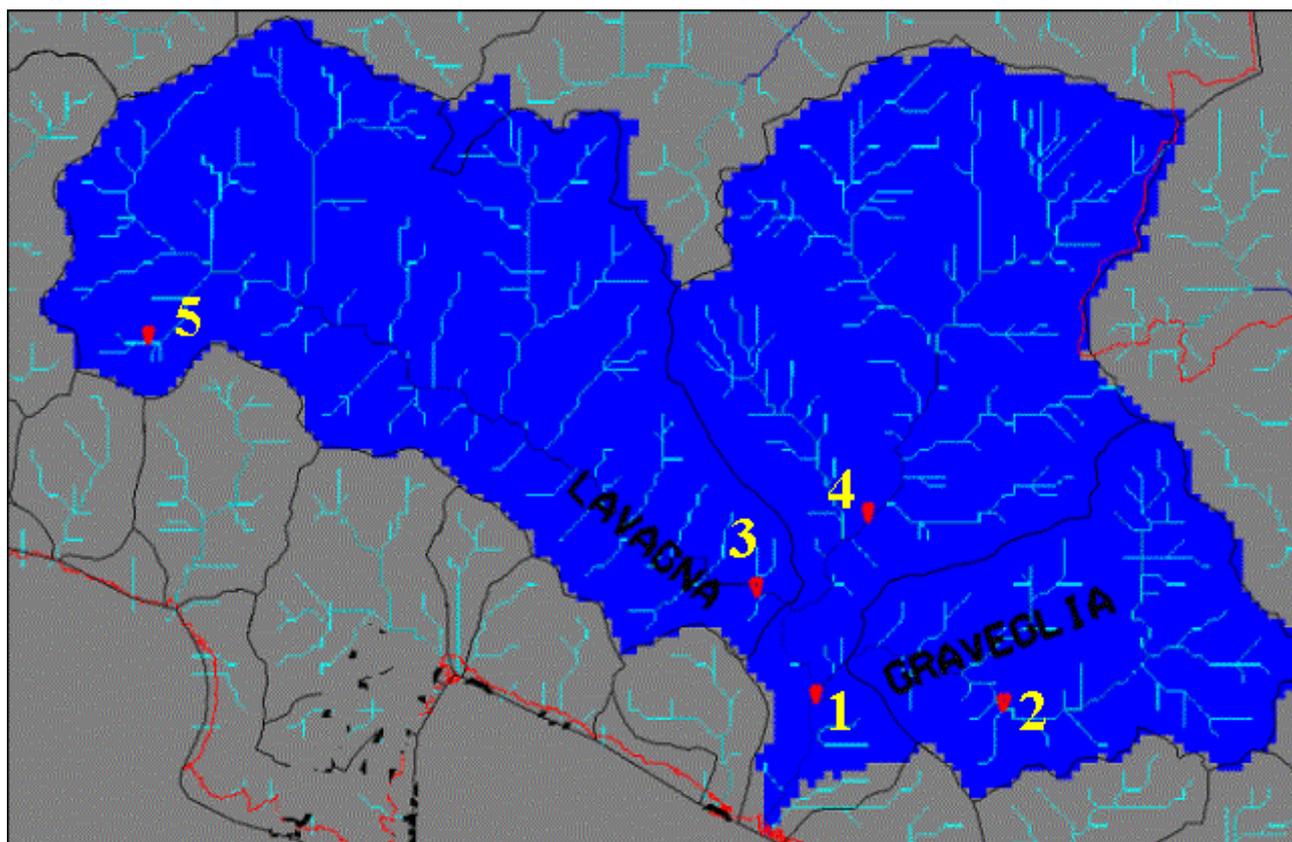
La similitudine tra i valori elaborati porta alla considerazione che, pur tenendo conto delle approssimazioni presenti a monte, allo stato delle conoscenze disponibili i valori medi di evapotraspirazione in generale possono essere considerati come ben interpretativi dei singoli valori puntuali.

4.1.2.4 Dati idrometrici strumentali

Nel bacino in questione sono presenti le seguenti stazioni di monitoraggio dei deflussi:

- Entella a Panesi (1)
- Graveglia a Caminata (2)
- Lavagna a S. Martino (3)
- Sturla a Vignolo (4)
- Rio Lumarzo a M.del bosco (5)

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica dell'ubicazione delle stazioni sul territorio.



Per quanto riguarda le misurazioni, si sono potuti consultare alcuni dati presenti nel database del modello di bilancio idrico Hydro, a eccezione della stazione di monitoraggio sita sul torrente Sturla, di cui si segnala la mancanza di misure disponibili.

Si sottolinea che alcune di queste stazioni sono probabilmente in disuso (gli unici misuratori di cui attualmente è possibile conoscere i dati rilevati sono quelli posti sull'Entella a Panesi e sul Lavagna a Carasco); essendo il bacino in questione molto esteso si considera necessario disporre di più rilevazioni dislocate sul territorio, rendendo attive le restanti stazioni o instaurandone di nuove nelle medesime località.

Al pari si sottolinea l'ovvia necessità di disporre, oltre agli strumenti di misura, anche di una scala di deflusso adeguatamente precisa e attendibile.

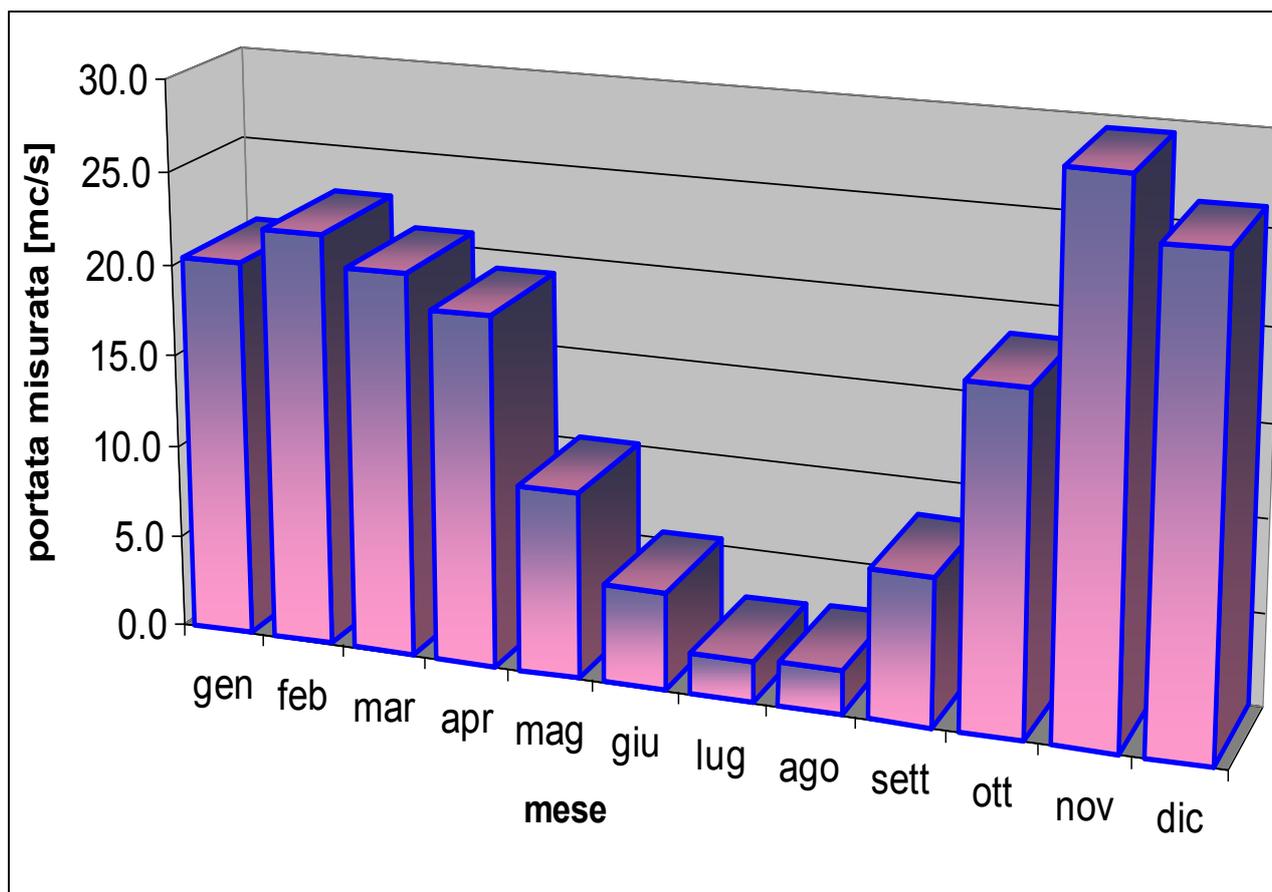
Stazione di Panesi: dati misurati

Nella tabella seguente si riportano i dati presenti nel database di Hydro; si tratta di valori medi mensili e medi annuali di portata misurata negli anni 1951 – 1969 e 1971.

PORTATE MISURATE [mc/s]													
anno	media annuale	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
1951	26.8	43.4	65.2	51.9	19.4	37.3	5.02	1.45	0.75	2.68	3.56	78.4	16.4
1952	13	5.81	8.09	6	14.3	7.54	1.47	2.08	6.6	13.8	43.2	18.3	27.9
1953	9.58	7.46	2.73	2.09	3.37	2.24	2.18	5.31	0.71	13.9	47.3	10.8	15.9
1954	18.2	10.3	13.6	27.6	14.5	36.8	7.5	2.54	9.02	1.73	13.1	35	45.7
1955	9.52	25.3	28.5	16.7	8.67	2.46	2.58	2.12	0.71	1.67	1.71	5.89	19.1
1956	10.8	24.2	5.13	30.2	45.8	6	3.2	3.23	1.09	1.36	2.05	4.35	3.2
1957	14.1	12.8	17.9	9.29	25.1	16.1	9.74	1.82	0.63	0.82	1.95	28.8	44.5
1958	16.7	11.3	24.1	13.5	36.7	7.35	4.51	2.66	1.1	3.7	23.2	9.3	63.3
1959	20.3	16.5	5.48	7.54	20.4	12.9	4.66	0.93	0.59	2.92	33.1	48.4	88.2
1960	26.8	22.7	41.2	28.7	6.97	2.14	1.35	5.82	6.96	24.7	66.9	65.7	49.1
1961	16.4	39	8.22	6.66	18.6	4.76	10.8	1.13	0.41	3.1	16.6	60.3	27.4
1962	10.2	23.4	10.9	29.7	28.4	4.44	2.46	0.6	0.27	0.3	1.36	15.8	4.85
1963	19.2	30	14.8	33	28.8	3.45	7.12	1.93	5.79	28.5	7.26	46.4	24.2
1964	14.7	11.8	28.2	38.7	27.8	5.33	3.44	4.93	2.06	0.82	21.8	12.4	19
1965	13.9	22.9	9.06	27.1	4.7	2.07	3.17	0.62	2.19	29.7	15.2	24.8	24.5
1966	17.7	17	32.3	9.66	30.6	5	3.05	1.42	1.08	2.07	52.4	43.5	15.8
1967	7.45	8.19	10.4	13.2	8.2	5.44	3.87	0.7	2.27	2.74	2.59	23.7	8.67
1968	15.7	4.1	80.1	11	7.82	10.9	4.67	1.55	3.81	11.46	9.19	36.37	11.59
1969	10.5	29.2	19.4	22.5	12.9	7.47	2.67	0.84	0.52	12.1	1.66	13.6	4.39
1971	14.2	43.4	22.6	29.9	16	21.7	21.9	2.55	0.77	0.94	0.83	4.47	6.23
media	15.288	20.438	22.396	20.747	18.952	10.070	5.268	2.212	2.367	7.951	18.248	29.314	25.997

Si osserva che gli anni in cui si ritrova il maggior valore di deflusso sono il 1951 e il 1960, cui vengono assegnati in media 26.8 mc/s; analogamente il valore minimo lo si ritrova nell'anno 1967 cui corrisponde una portata media pari a 7.45 mc/s. Nell'ultima riga si sono riportati i valori mensili ottenuti mediando quelli dei singoli anni; questo andamento così ottenuto può essere considerato quindi rappresentativo del deflusso medio relativo a questa stazione.

Di seguito se ne riporta una rappresentazione grafica a mezzo di istogrammi.



Stazione di Panesi – andamento medio mensile della Portata misurata

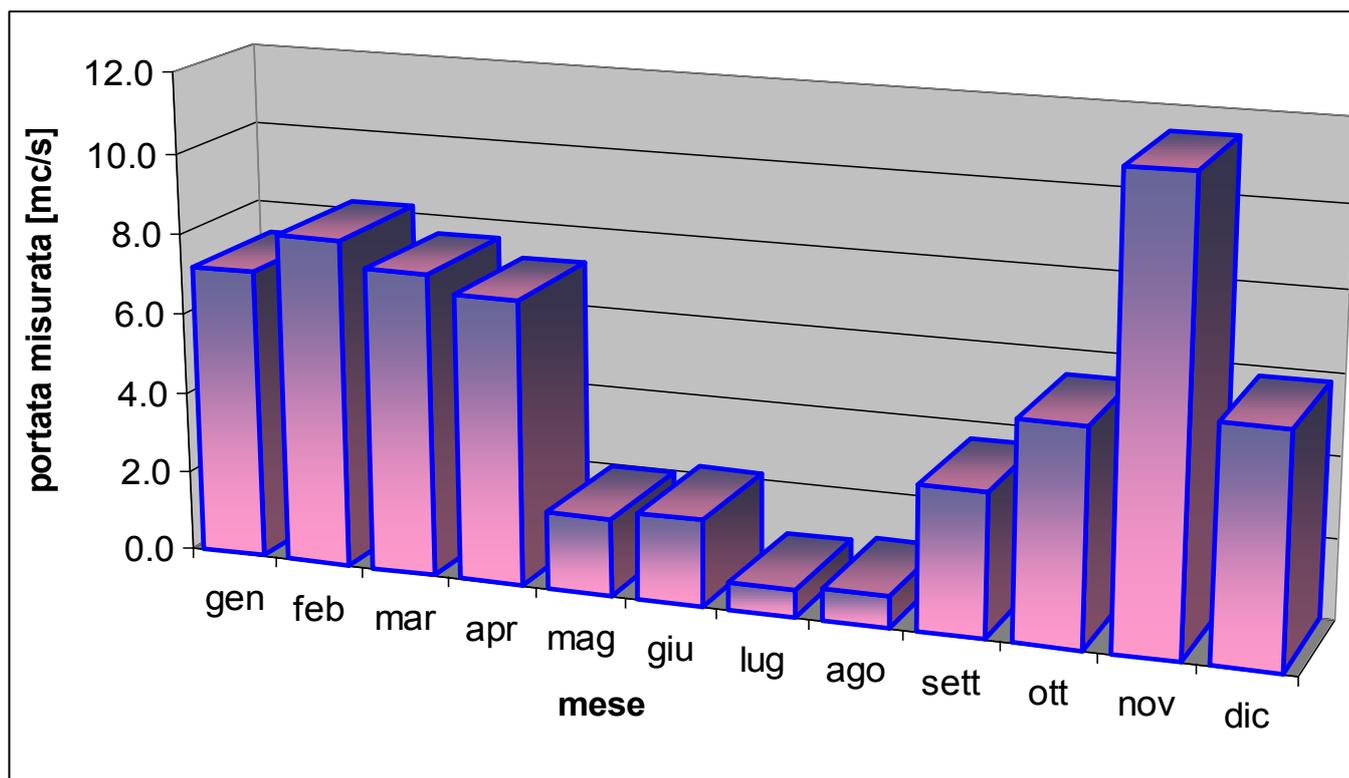
Stazione di S. Martino: dati misurati

Nella tabella seguente si riportano i dati presenti nel database di Hydro; si tratta di valori medi mensili e medi annuali di portata misurata negli anni 1961 - 1968.

PORTATE MISURATE [mc/s]													
anno	media annuale	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
1961	6.94	14.7	3	2.94	6.44	1.7	4.4	0.37	0.47	1.93	9.44	25.6	12.2
1962	3.89	9.05	3.65	9.66	11.9	1.8	1.43	0.31	0.06	0.01	0.5	6.21	2.18
1963	7.14	9.72	5.57	11.6	9.88	1.32	4.33	0.65	2.01	9.62	3.19	19.7	8.39
1964	4.74	4.41	10.8	13.7	9.67	2.25	1.05	0.86	0.23	0.21	5.34	2.81	5.78
1965	4.85	8.97	4.47	10.4	2.14	0.55	0.91	0.22	0.66	11	5.98	6.95	5.95
1966	4.94	4.49	9.89	2	10.4	1.5	0.92	0.35	0.17	0.33	13.6	11.8	4.5
1967	2.73	3.38	4.78	4.81	2.72	1.79	1.27	0.38	0.43	1.03	0.84	8.78	2.8
1968	5.54	3	23.2	5.1	3.39	4.43	2.78	2.21	2.25	4.3	3.87	9.04	4.02
media	5.096	7.215	8.170	7.526	7.068	1.918	2.136	0.669	0.785	3.554	5.345	11.361	5.728

Si osserva che l'anno in cui si ritrova il maggior valore di deflusso è il 1963, cui vengono assegnati in media 7.14 mc/s; analogamente il valore minimo lo si ritrova nell'anno 1967 cui corrisponde una portata media pari a 2.73 mc/s. Nell'ultima riga si sono riportati i valori mensili ottenuti mediando quelli dei singoli anni; questo andamento così ottenuto può essere considerato quindi rappresentativo del deflusso medio relativo a questa stazione.

Di seguito se ne riporta una rappresentazione grafica a mezzo di istogrammi.



Stazione di S. Martino – andamento medio mensile della Portata misurata

Stazione di M. del Bosco: dati misurati

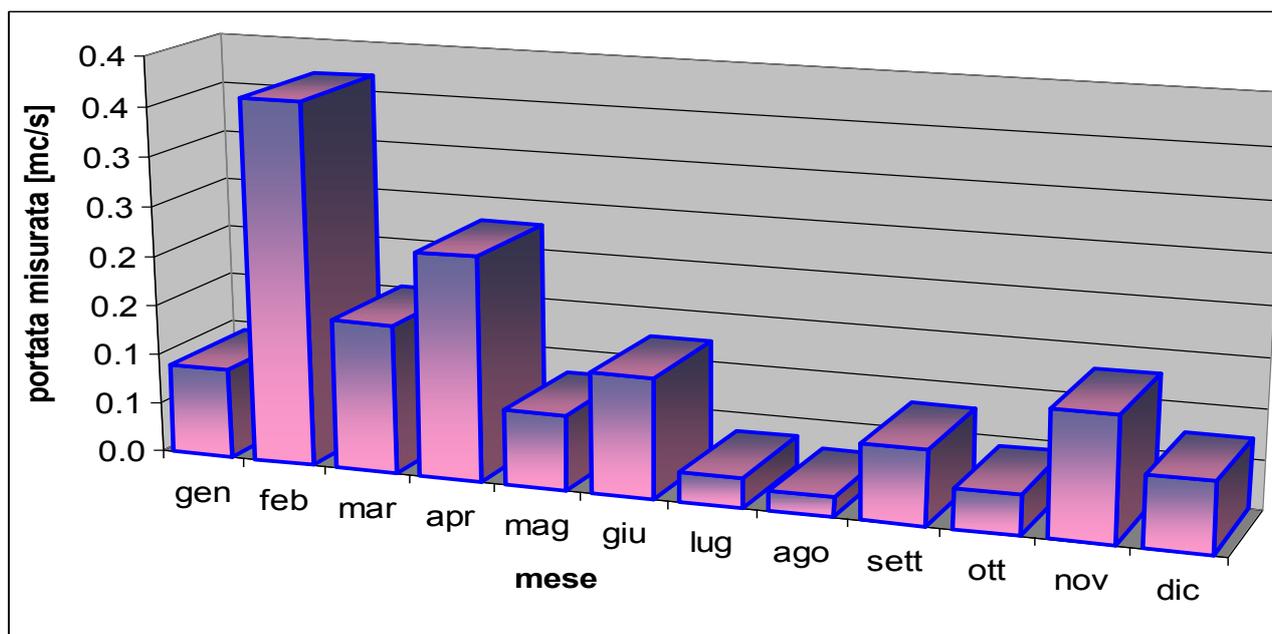
Nella tabella seguente si riportano i dati presenti nel database di Hydro; si tratta di valori medi mensili e medi annuali di portata misurata negli anni 1968 e 1971.

PORTATE MISURATE [mc/s]													
anno	media annuale	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
1968	0.12	0.04	0.55	0.11	0.06	0.05	0.03	0.01	0.02	0.14	0.06	0.23	0.13
1971	0.11	0.14	0.18	0.19	0.39	0.1	0.21	0.05	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01
media	0.115	0.090	0.365	0.150	0.225	0.075	0.120	0.030	0.020	0.075	0.040	0.125	0.070

È evidente che due soli anni rappresentano un periodo estremamente limitato per ritenere i dati osservati assolutamente attendibili; a ogni modo si osserva che le due serie presentano valori molto simili di deflusso annuale (0.12 e 0.11 mc/s) ma altrettanto diversi per quanto riguarda le misurazioni mensili; in particolare le rilevazioni indicherebbero portate alte nel primo semestre del 1971 (a eccezione del mese di febbraio) e limitate nel resto dell'anno.

Nell'ultima riga si sono riportati i valori mensili ottenuti mediando quelli dei singoli anni; questo andamento così ottenuto può essere considerato quindi rappresentativo del deflusso medio relativo a questa stazione.

Di seguito se ne riporta una rappresentazione grafica a mezzo di istogrammi.



Stazione di M. del Bosco – andamento medio mensile della Portata misurata

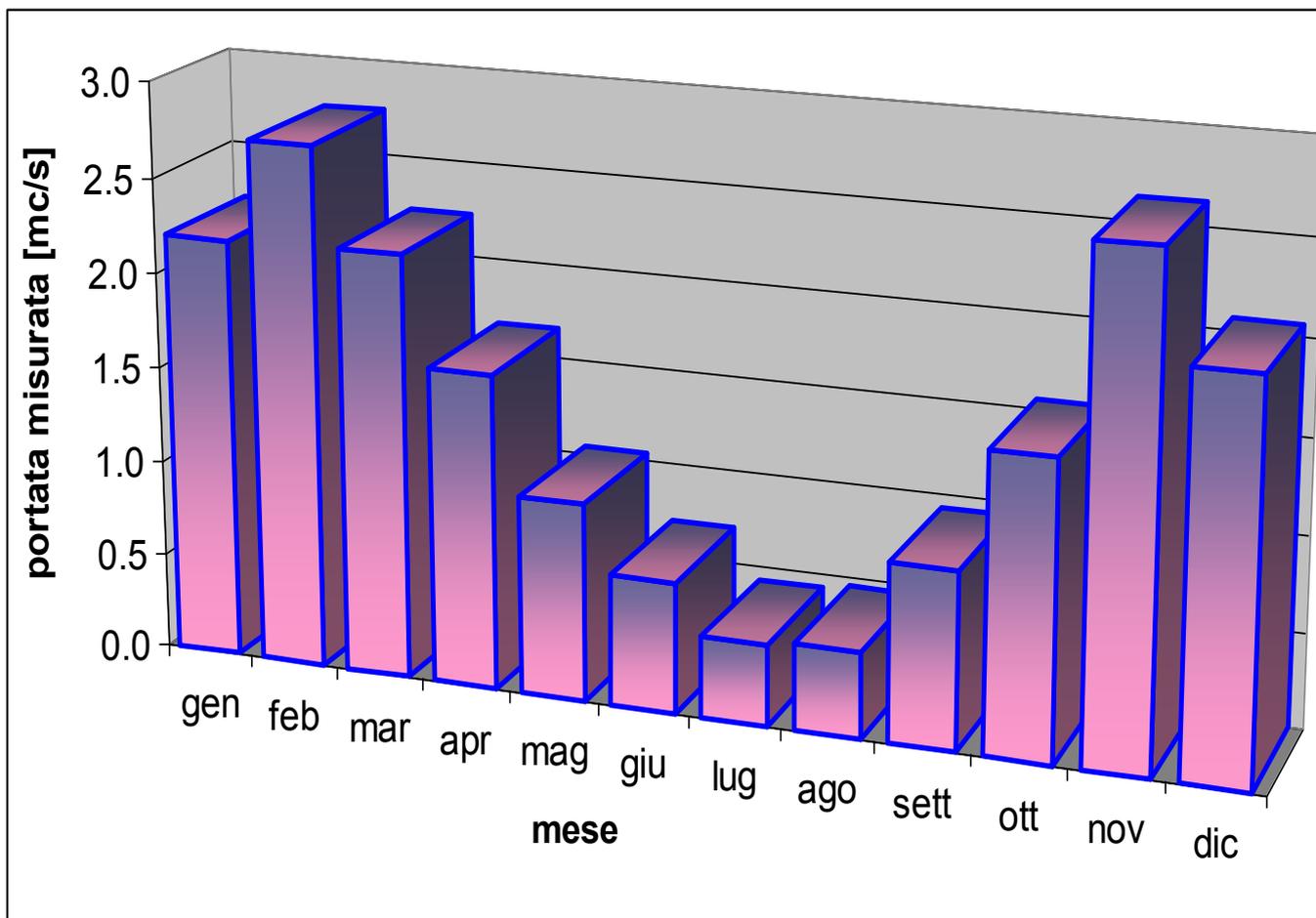
Stazione di Caminata: dati misurati

Nella tabella seguente si riportano i dati presenti nel database di Hydro; si tratta di valori medi mensili e medi annuali di portata misurata negli anni 1951 – 1954, 1960 - 1969 e 1971.

PORTATE MISURATE [mc/s]													
anno	media annuale	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic
1951	2.67	4.18	7.92	5.42	1.62	2.88	0.6	0.37	0.67	0.87	0.84	5.07	2.06
1952	1.64	1.1	1.55	1.03	1.34	1.46	0.74	0.22	1.13	1	4.68	2.31	3.03
1953	n.d.	0.92	0.46	0.31	0.61	0.41	0.72	0.72	0.23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1954	1.42	1.79	1.69	2.16	1.52	1.91	0.78	0.64	0.69	0.62	0.89	1.24	3.06
1960	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.78	0.37	0.3	0.52	0.57	1.42	4.16	3.69	3.1
1961	1.41	3.24	1.48	1.06	2.13	0.78	0.77	0.2	0.13	0.36	0.65	3.86	2.33
1962	1.2	1.95	1.42	2.89	2.94	0.89	0.6	0.25	0.11	0.12	0.28	2.15	0.83
1963	1.85	2.64	2	3.16	3	0.75	0.96	0.78	1.09	1.91	1.24	3.02	1.71
1964	1.3	1.08	1.92	2.87	2.85	0.84	0.39	0.47	0.28	0.21	1.73	1.04	1.89
1965	1.27	2.38	1.47	2.92	0.93	0.34	0.32	0.1	0.06	1.3	1.13	1.63	2.6
1966	1.58	1.64	2.16	1.1	1.87	0.82	0.3	0.2	0.29	0.19	4.02	4.09	2.36
1967	1.06	1.33	1.81	1.44	0.94	0.44	0.42	0.21	0.42	0.8	0.64	2.42	1.92
1968	2	1.12	9.43	1.66	0.81	0.85	0.59	0.23	0.39	0.54	0.87	5.22	2.76
1969	1.3	4.11	1.83	2.31	1.59	0.65	0.28	0.22	0.15	3.32	0.25	0.49	0.47
1971	1.58	3.39	3.17	2.75	1.84	2.17	2.48	1.18	0.54	0.33	0.25	0.4	0.59
media	1.560	2.205	2.736	2.220	1.651	1.037	0.683	0.421	0.450	0.928	1.545	2.616	2.051

Si osserva che gli anni in cui si ritrova il maggior valore di deflusso sono il 1951 cui vengono assegnati in media 2.67 mc/s; analogamente il valore minimo lo si ritrova nell'anno 1967 cui corrisponde una portata media pari a 1.06 mc/s. Nell'ultima riga si sono riportati i valori mensili ottenuti mediando quelli dei singoli anni; questo andamento così ottenuto può essere considerato quindi rappresentativo del deflusso medio relativo a questa stazione.

Di seguito se ne riporta una rappresentazione grafica a mezzo di istogrammi.



Stazione di M. del Bosco – andamento medio mensile della Portata misurata

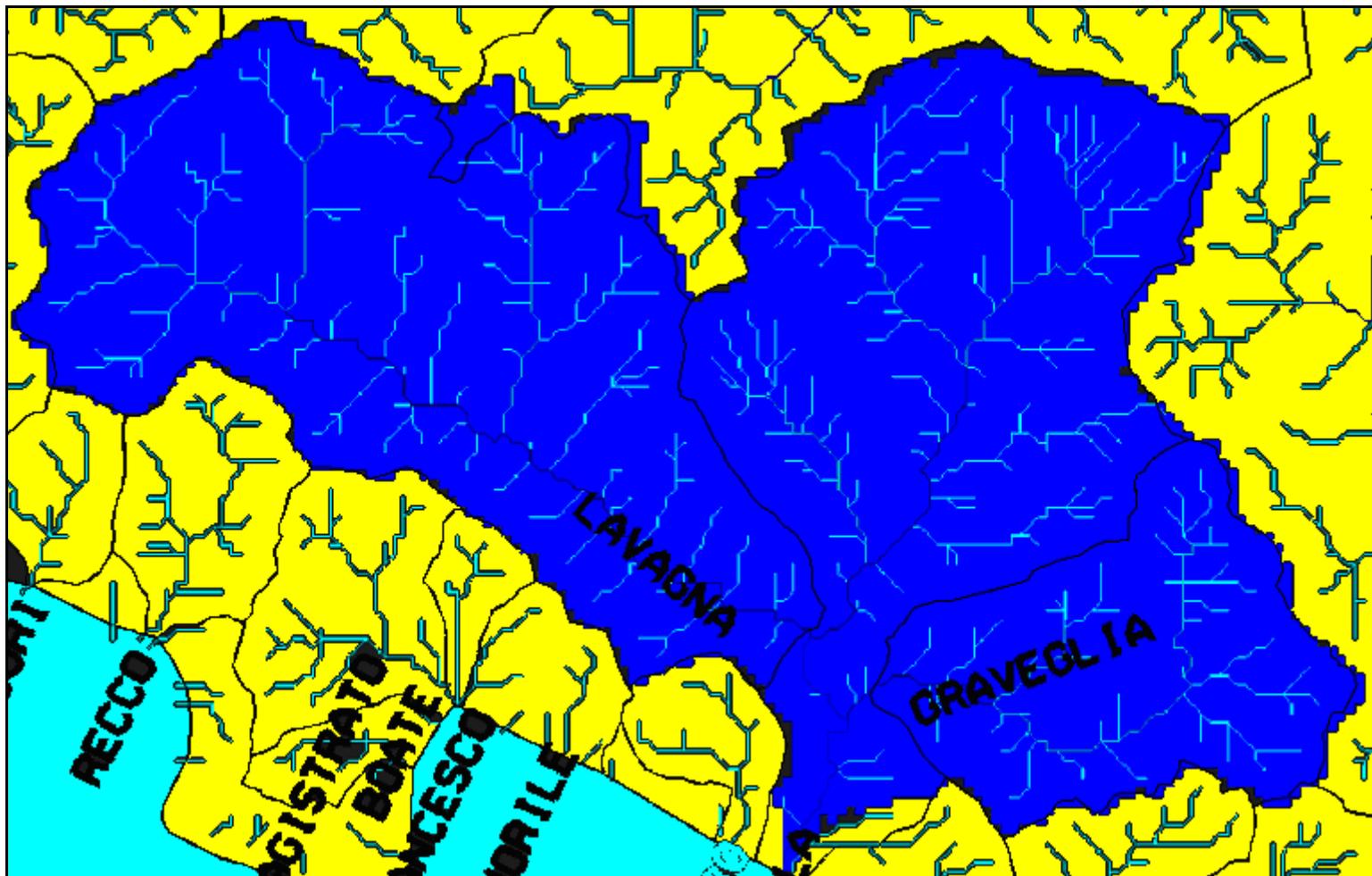
4.1.2.5 Deflusso totale

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

Nelle pagine seguenti si riportano esemplificazioni delle elaborazioni effettuate dal modello Hydro. Si sottolinea che i valori presentati sono aggiornati all'anno 2005, il che non comporta naturalmente alcun cambiamento per quanto concerne afflussi, deflussi, ecc (parametri fisici del bacino indipendenti dalla data di modellazione), ma ciò non è vero per quanto concerne le portate derivate, in quanto nel tempo possono esserne censite di nuove e/o essere decadute alcune concessioni.

Per quanto concerne le portate derivate si rimanda di conseguenza agli specifici paragrafi.

Il bacino individuato:



Le Elaborazioni:

AFFLUSSO METEORICO	CARATTERISTICHE BACINO
***** Piogge Medie [mm] *****	
Gennaio : 184.92	Numero celle : 7310
Febbraio : 154.58	Superficie [kmq] : 372.35
Marzo : 159.07	Quota minima [m] : 0.00
Aprile : 140.65	Quota media [m] : 540.06
Maggio : 119.99	Quota massima [m] : 1680.00
Giugno : 88.33	Pend. media versanti [%] : 32
Luglio : 65.47	Max. lunghezza asta [km] : 36.15
Agosto : 97.65	Distanza foce [km] : 0.00
Settembre : 142.45	Q derivata [mc/s] : 2.56
Ottobre : 212.55	Popolazione : 33673
Novembre : 213.28	
Dicembre : 184.61	
Totale : 1763.55	

PARAMETRI BILANCIO
***** Dati di Carattere Generale *****
Volume totale annuo [mm] : 1231
Portata media annua [mc/s] : 14.53
Portata Derivata [mc/s] : 8.99
***** Portate Medie Mensili [mc/s] *****
Gennaio : 19.52
Febbraio : 19.04
Marzo : 18.72
Aprile : 17.30
Maggio : 14.68
Giugno : 10.98
Luglio : 7.89
Agosto : 6.36
Settembre : 8.69
Ottobre : 14.00
Novembre : 17.78
Dicembre : 19.39
***** Curva di Durata delle Portate [mc/s] *****
60 Giorni : 22.42
90 Giorni : 15.11
120 Giorni : 10.17
150 Giorni : 7.37
180 Giorni : 5.54
210 Giorni : 4.40
240 Giorni : 3.23
270 Giorni : 2.31
300 Giorni : 1.44
330 Giorni : 0.84
360 Giorni : 0.33

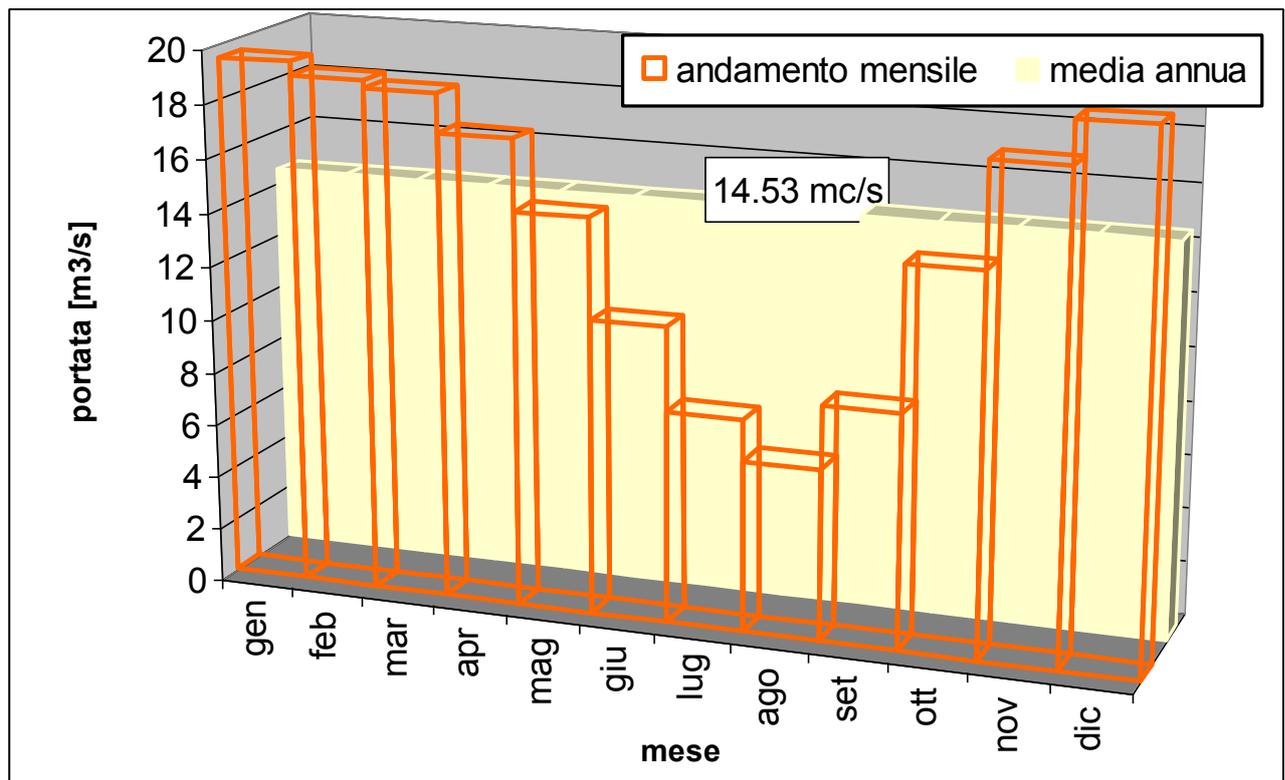
Si riportano i risultati ottenuti espressi con la precisione fornita dal modello:

- Volume totale annuo: 1231 mm
- Portata media annua: 14.53 m³/s
- Portate medie mensili [m³/s]:

Gennaio:	19.5205
Febbraio:	19.0370
Marzo:	18.7244
Aprile:	17.3021
Maggio:	14.6816
Giugno:	10.9834
Luglio:	7.8895
Agosto:	6.3566
Settembre:	8.6934
Ottobre:	13.9961
Novembre:	17.7797
Dicembre:	19.3870

Analizzando i singoli valori di deflusso, si sottolinea come il valore minimo (agosto) sia quantificabile in 6.3 m³/s, mentre il massimo assoluto (gennaio) è valutato in 19.5 m³/s.

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

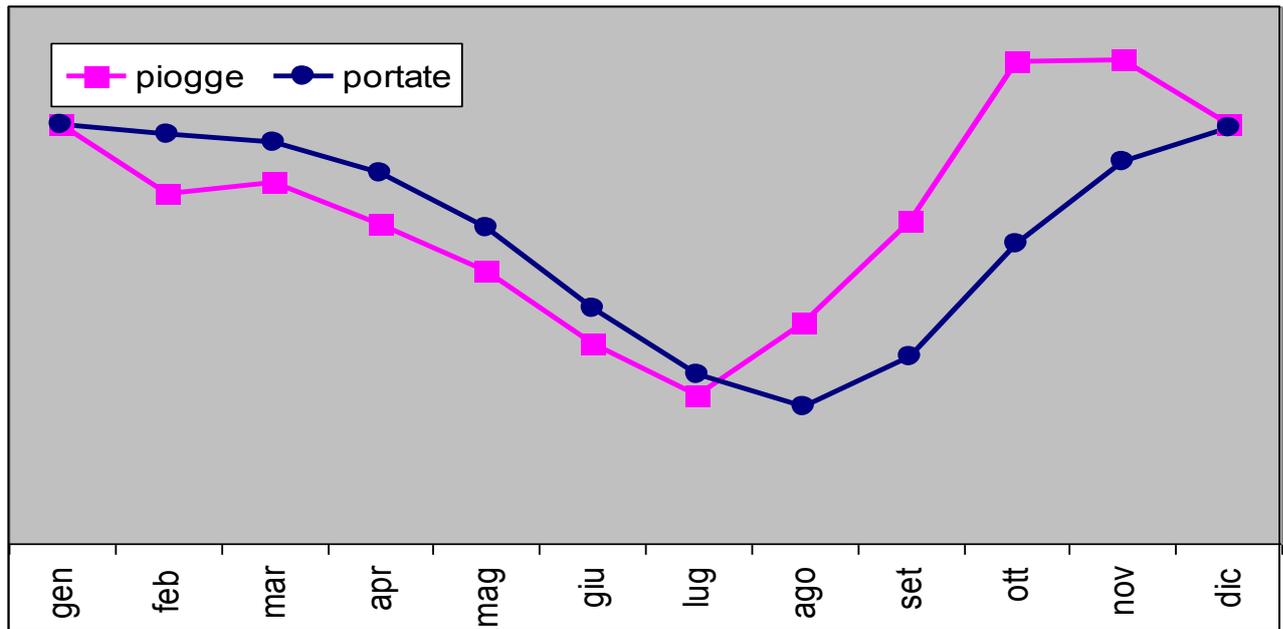


Andamento portate medie mensili e portata media annua.

Dall'esame del grafico si può notare immediatamente come questo non riprenda assolutamente l'andamento proprio della distribuzione degli afflussi piovosi.

Infatti, mentre le piogge medie (oggetto del paragrafo) presentano un andamento caratterizzato da due valori di picco (il massimo assoluto localizzato in autunno e quello relativo attribuito alla stagione primaverile) e altrettanti di minimo (quello assoluto proprio del mese di luglio e quello relativo attribuito a febbraio), per quanto riguarda le portate si osserva che queste aumentano costantemente a partire dal mese di agosto (portata minima, stimata pari a $6.35 \text{ m}^3/\text{s}$) fino al mese di gennaio (portata massima, stimata pari a $19.5 \text{ m}^3/\text{s}$), per poi diminuire altrettanto regolarmente fino alla seguente stagione estiva.

Per analizzare in dettaglio queste "differenze" tra i due andamenti di seguito si riportano nello stesso grafico l'andamento dei deflussi e quello degli afflussi medi relativi al bacino.



Andamento deflussi medi mensili e afflussi medi mensili.

Analizzando maggiormente in dettaglio emerge come i valori estremi, a differenza di quanto si può osservare per altri bacini, non ricadono esattamente nelle stesse stagioni.

Infatti, se per quanto riguarda i valori minimi si osserva che in entrambi i casi questi ricadono nella stagione estiva (il mese di luglio per quanto riguarda gli afflussi piovosi, quello di agosto nel caso delle portate), si osserva il massimo delle precipitazioni è attribuito all'inizio dell'autunno (novembre), mentre il picco di portata lo si ritrova nel mese di gennaio (ovvero in inverno).

In generale comunque si può affermare che nella parte centrale dell'anno (dalla primavera all'autunno) i due andamenti sono paragonabili, presentando in media un certo "sfasamento temporale" (già evidenziato in altri bacini) tra le due serie; in pratica accade che spesso i deflussi riprendano l'andamento degli afflussi ma con un certo "ritardo".

Si può intendere questo sfasamento come un tentativo di rispettare l'evoluzione fisica dei fenomeni idrologici, in cui in effetti i deflussi seguono di qualche tempo i corrispondenti afflussi (la "piena" si verifica sempre a una certa distanza dal picco di precipitazione).

In realtà probabilmente non ha troppo senso considerare questo aspetto, in quanto è più realistico immaginare che ciò derivi dalla gradualità del rilascio idrico da parte del terreno e delle falde idriche che, con tempi di risposta relativamente lunghi, apportano acqua anche nei periodi seguenti a quelli maggiormente piovosi.

4.1.2.6 Uscite di acque sotterranee verso domini idrogeologici adiacenti o verso mare

L'analisi del rapporto tra dominio idrogeologico del Torrente Entella e domini idrogeologici adiacenti si limita, sulla base dei dati a nostra disposizione, ad una panoramica sull'interazione falda di subalveo – cuneo salino.

I dati ai quali si fa esplicito riferimento sono ricavati dall'approfondimento geologico ed idrogeologico (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003) facente parte dello Studio idraulico di dettaglio del tratto terminale del Torrente Entella, nei Comuni di Carasco, Cogorno, Chiavari e Lavagna, eseguito da Enel.Hydro per conto della Provincia di Genova Area 06 - Difesa del Suolo, Opere Ambientali e Piani di Bacino.

In questo studio si fa esplicito riferimento a due campagne di monitoraggio delle acque di falda, condotte da A.R.P.A.L. nel corso del novembre – dicembre 2001 e nel marzo 2002, prelevate da pozzi distribuiti lungo il corso del Torrente Entella fino alla confluenza con il Torrente Graveglia e lungo il corso del Torrente Lavagna fino all'incirca all'altezza dell'abitato di Carasco (per la localizzazione dei punti di prelievo cfr Studio Idraulico di dettaglio del tratto terminale del torrente Entella).

Il dato estremamente interessante che emerge da queste campagne di monitoraggio è il generale aumento dei valori di conducibilità, di cloruri e di sodio nelle acque procedendo dai pozzi situati a monte fino al punto più prossimo alla costa. I valori inoltre potrebbero anche risultare sottostimati dal momento che le due campagne non coincidono con i periodi di massima siccità, dove normalmente si raggiungono i valori più elevati di tali parametri (De Stefanis A., De Stefanis P., 2003).

Queste considerazioni sono supportate dalle risultanze di due ulteriori monitoraggi di cui: uno condotto sempre da A.R.P.A.L. nel periodo 1989 – 1991 (con cadenza mensile, anche se non continuo e con alcuni valori mediati su campi pozzi, per cui esclusivamente indicativi) ed il secondo relativo all'anno 1992 fornito da Regione Liguria. Entrambi i monitoraggi confermano i dati di conducibilità del monitoraggio del 2001 – 2002 riscontrati per la maggior parte dell'anno, mentre mostrano un aumento sensibile dei valori per i mesi di agosto e agosto – settembre. Risultanze analoghe si ottengono anche per le concentrazioni di cloruri.

Sulla base di quanto precedentemente detto, appare dunque evidente un condizionamento da parte della falda salmastra del chimismo delle acque della falda di sub – alveo. L'insalinamento è così marcato da aver, assieme ad altre cause, portato all'abbandono del pozzo della Maddalena. Tale fenomeno è stato registrato anche dai pozzi dell'acquedotto di Rapallo (ex Tirrenia Gas, oggi Società Acque Potabili del gruppo Italgas), i quali pur attingendo da un livello acquifero più

superficiale, risentono nel periodo di massimo emungimento dell'ingressione del cuneo salino.

Sulla base dei dati acquisiti si può dunque affermare che anche il Torrente Entella risente del fenomeno di intrusione del cuneo salino, il quale si può ipotizzare risalga sicuramente fino all'altezza del ponte della Maddalena ((De Stefanis A., De Stefanis P., 2003).

4.1.2.7 Valutazioni circa il rapporto tra il deflusso calcolato e quello strumentale

Come presentato nel paragrafo 4.1.2.4, per il bacino in questione si dispone di alcuni valori di portata misurati nelle varie stazioni presenti nel bacino; si è allora provveduto, per due delle stazioni presenti, a confrontare i dati misurati con i corrispondenti valori calcolati dal modello di bilancio idrico, analizzando così pregi e difetti di quest'ultimo.

Di seguito si procede al confronto tra la media dei dati registrati nel database di Hydro e quelli calcolati interrogando nella medesima sezione il modello stesso.

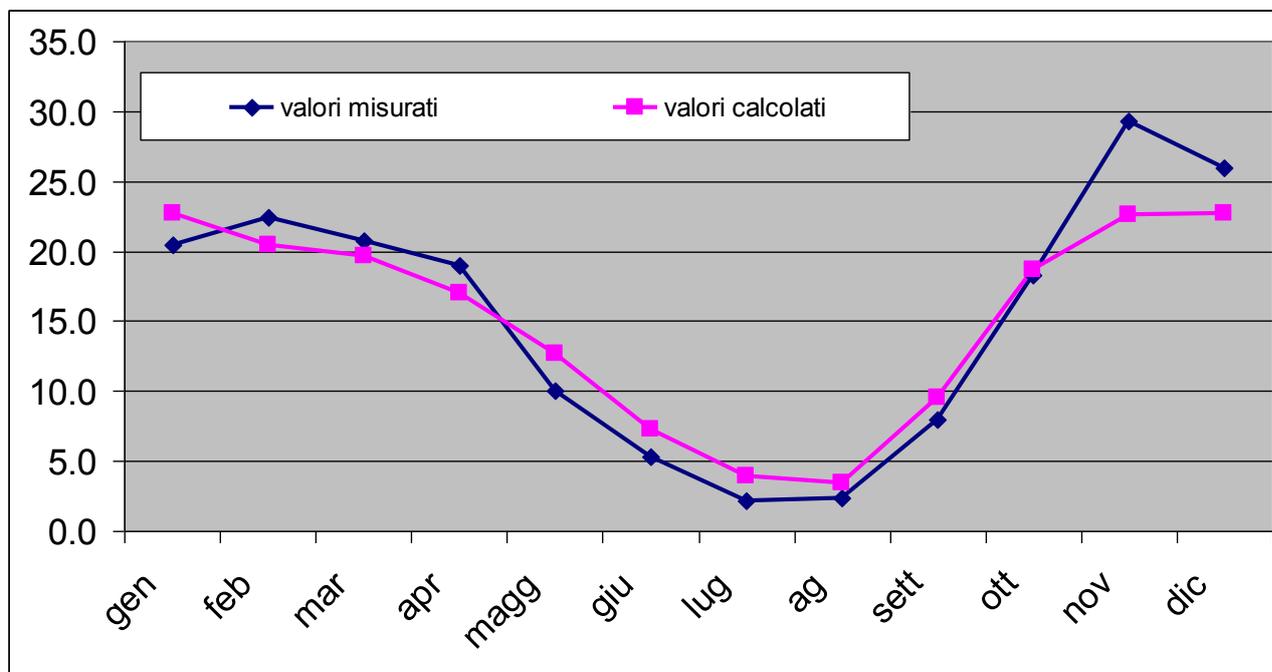
Il confronto in particolare è agevole in quanto le misure sono relative alla stessa scala temporale, trattandosi in entrambi i casi di portate medie mensili. Di seguito si riportano tali dati in tabella, unitamente alle differenze totali e percentuali per confronto.

STAZIONE DI MISURA: FIUME ENTELLA A PANESI

Mese	portata misurata [m³/s] - valori medi -	portata calcolata [m³/s]	differenza percentuale
Gen	20.438	22.705488	11
feb	22.396	20.464825	-9
mar	20.747	19.709423	-5
apr	18.952	16.971982	-10
mag	10.070	12.680926	26
giu	5.268	7.229117	37
lug	2.212	3.912572	77
ago	2.367	3.416611	44
sett	7.951	9.527199	20
ott	18.248	18.700089	2
nov	29.314	22.596222	-23
dic	25.997	22.671758	-13
annuale	15.330	15.049	-2

Si nota come la ricostruzione sembri molto buona, in quanto in media l'errore di stima commesso nell'anno è basso, nell'ordine del 2%, cui corrisponde una differenza minore di 300 l/s.

Nel grafico seguente si riporta il confronto tra i due andamenti.



Stazione di Panesi: confronto tra portate misurate medie e portate calcolate

Analizzando il grafico emerge come il modello ricostruisca molto bene l'andamento delle portate in quasi tutti i mesi; un errore di poco maggiore si verifica nel mese di novembre. Il risultato generale è eccellente; questo non è di poco conto, in quanto è noto che la modellazione afflussi – deflussi è un campo in cui ancora si rischia di commettere errori anche macroscopici. Bisogna comunque osservare che questo è uno dei bacini in cui si è effettuata l'operazione di taratura, e quindi è lecito attendersi un risultato migliore di quanto non si osservi in altri territori.

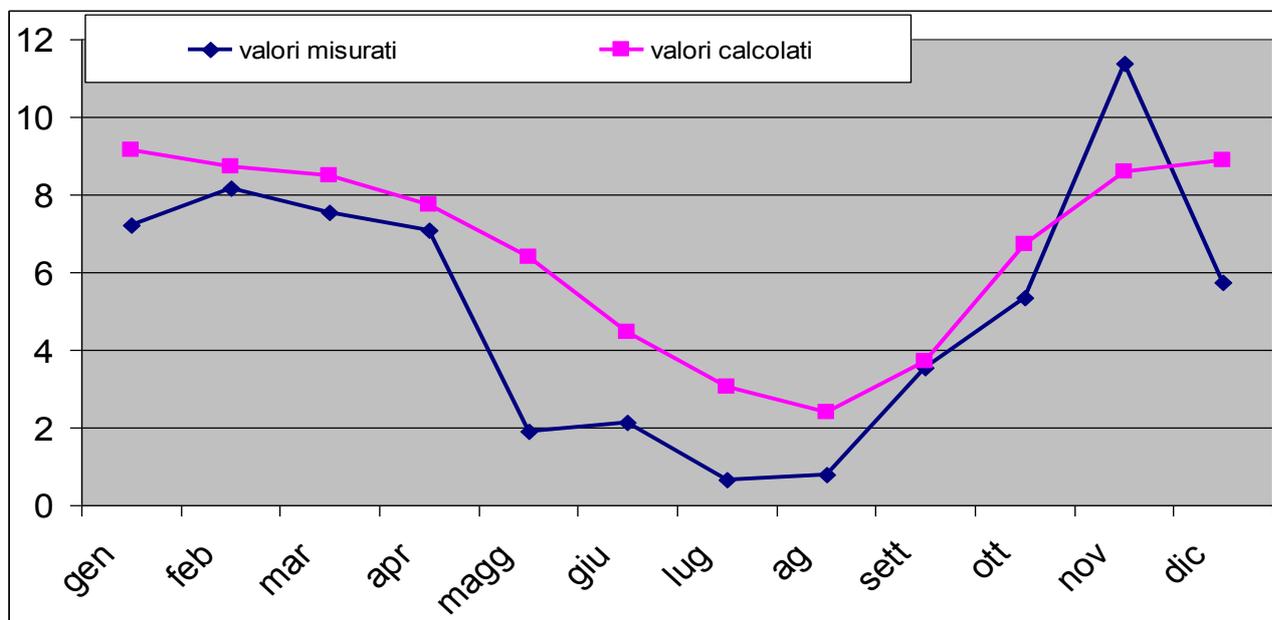
Di seguito si propone la stessa analisi relativa alla stazione di misura sita sul torrente Lavagna.

STAZIONE DI MISURA: TORRENTE LAVAGNA A S. MARTINO

Mese	portata misurata [m ³ /s] - valori medi -	portata calcolata [m ³ /s]	differenza percentuale
Gen	7.215	9.160255	27
feb	8.170	8.707273	7
mar	7.526	8.492262	13
apr	7.068	7.726267	9
mag	1.918	6.403321	234
giu	2.136	4.443985	108
lug	0.669	3.049403	356
ago	0.785	2.398116	205
sett	3.554	3.703388	4
ott	5.345	6.728376	26
nov	11.361	8.59812	-24
dic	5.728	8.891967	55
annuale	5.123	6.525	27

Si nota come la ricostruzione, sebbene meno accurata rispetto alla precedente, sembri comunque buona, in quanto in media l'errore di stima commesso nell'anno è accettabile, nell'ordine del 27%, cui corrisponde una differenza di circa 1 m³/s.

Nel grafico seguente si riporta il confronto tra i due andamenti.



Stazione di S. Martino: confronto tra portate misurate medie e portate calcolate

Analizzando il grafico emerge come il modello ricostruisca bene l'andamento delle portate in alcuni mesi (da febbraio a aprile e da agosto a ottobre); un errore maggiore si verifica nei restanti mesi.

Il risultato generale è buono; inoltre si vuole sottolineare che in questa stazione si dispone di un numero basso di dati misurati, probabilmente non sufficienti a rappresentare un termine di paragone.

4.1.3 Eccedenza idrica

In termini idrologici, l'Eccedenza 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 e di grandezze alla sezione di chiusura del bacino in esame (per maggiori approfondimenti si rimanda al paragrafo 4.1.3 della "Parte Generale").

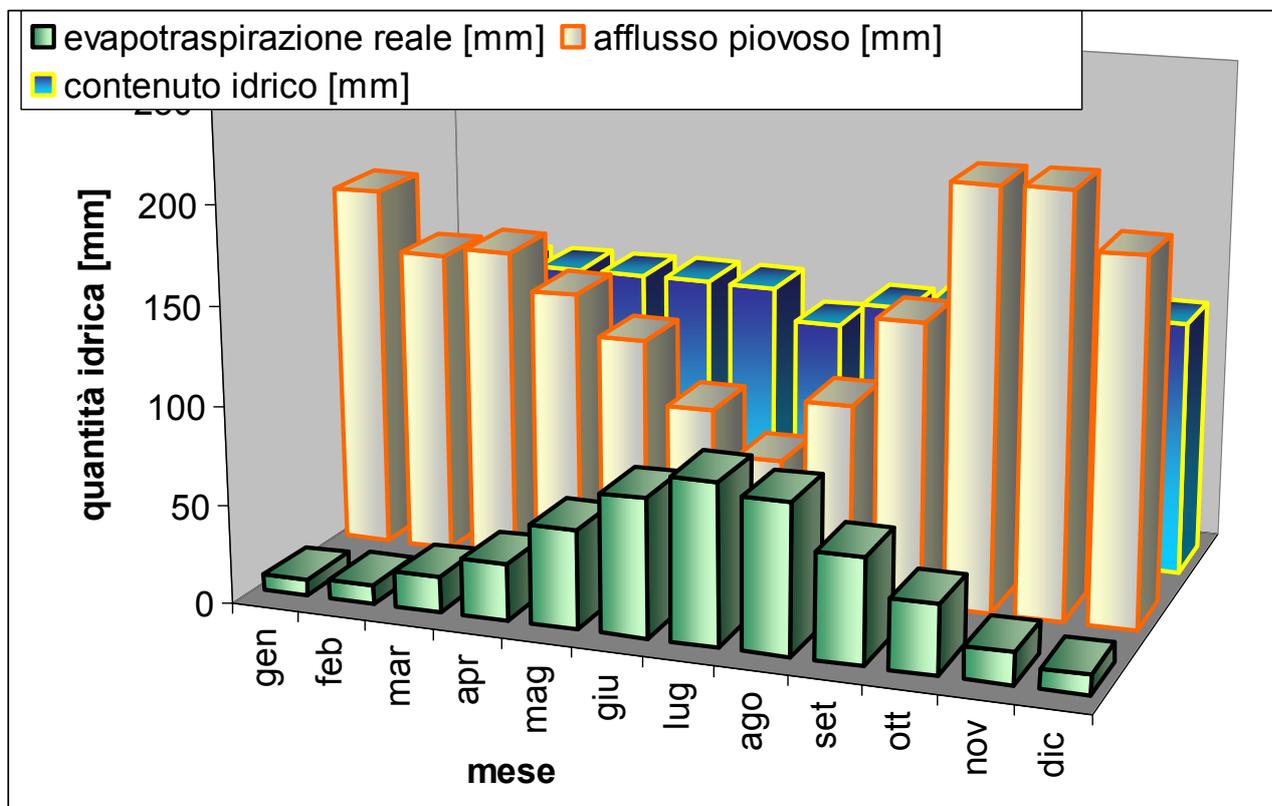
Nel caso del bacino del fiume Entella si ritrovano i seguenti valori:

	Afflusso piovoso [mm]	Eccedenza idrica [mm]	Eccedenza idrica [m ³]	Contenuto idrico [mm]	Evapotraspirazione reale [mm]
gen	185	177	65835604	130	8
feb	155	145	54006034	130	9
mar	159	141	52552648	130	18
apr	141	112	41715888	130	29
mag	120	70	26124135	130	50
giu	88	19	7052915	129	70
lug	65	0	56358	112	82
ag	98	9	3443279	124	76
sett	142	84	31169298	129	54
ott	213	177	66065557	130	35
nov	213	197	73397825	130	16
dic	185	175	64997851	130	10
tot	1764	1306	486417390	1532	457
media	147	109	40534782	128	38

Analizzando i valori medi si nota che correttamente l'Eccedenza Idrica è quantificata in 109 mm/mese, esattamente la differenza tra l'afflusso piovoso medio (147 mm/mese) e l'evapotraspirazione effettiva media (38 mm/mese). In realtà questo andamento non è perfettamente rispettato nei mesi estivi.

Nel mese di luglio infatti l'afflusso (65 mm) è minore dell'evapotraspirazione (82 mm), quindi non si verifica nessuna eccedenza idrica, anzi si denota un decremento nel contenuto idrico del terreno. Nei mesi di giugno, agosto e settembre invece l'afflusso è come al solito maggiore dell'evapotraspirazione, ma solo in parte questa differenza costituisce eccedenza idrica, in quanto una porzione contribuisce alla ricarica del contenuto idrico del terreno. Negli altri periodi invece è correttamente rispettata la formula generale.

L'Ecceденza idrica è dunque una diretta conseguenza delle tre grandezze citate (Afflusso Piovoso, Evaporazione e Contenuto Idrico), i cui andamenti nei mesi sono rappresentati di seguito a mezzo di istogrammi:

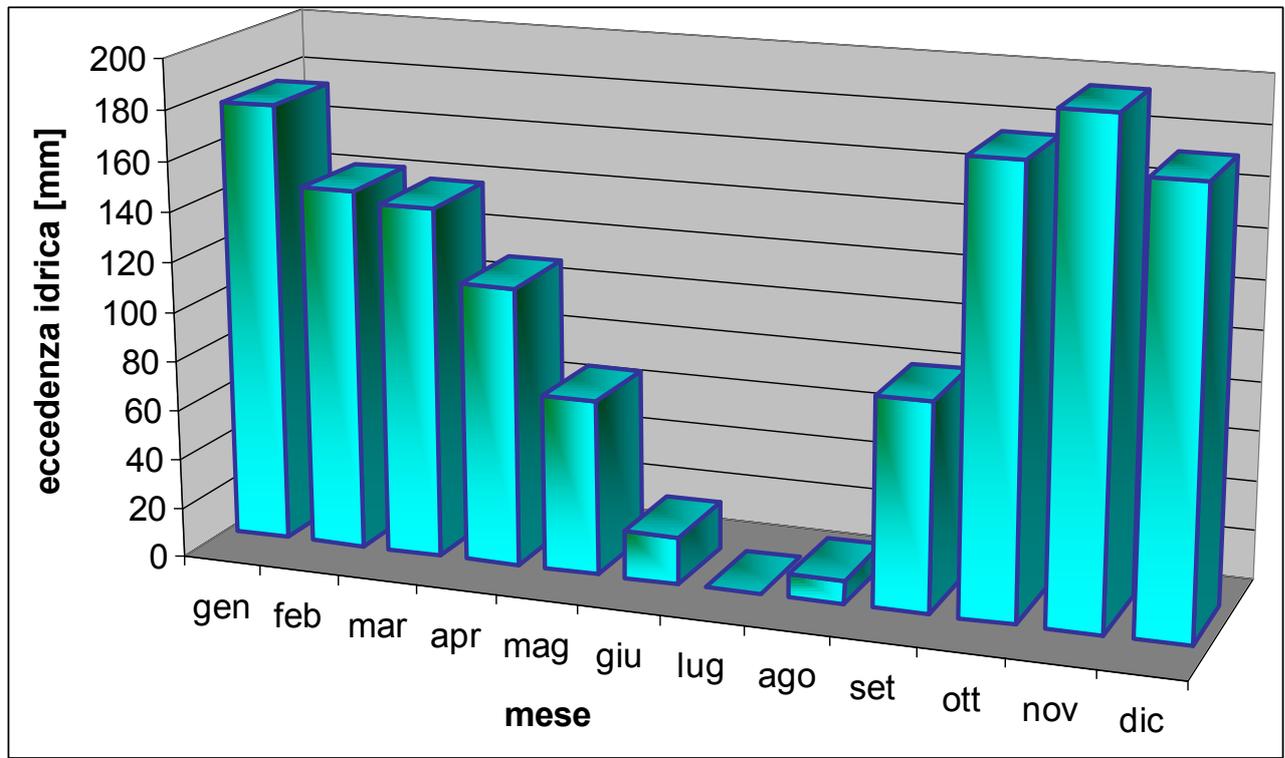


Evaporazione, Afflusso Piovoso e Contenuto Idrico del terreno: andamenti a confronto.

L'Afflusso Piovoso segue il già citato andamento sub-litoraneo (si veda capitolo 2), caratterizzato da due massimi e due minimi; l'Ecceденza Idrica seguirebbe un trend identico con valori diminuiti dall'Evapotraspirazione se questa fosse costante nell'anno, ma così non è.

L'Evapotraspirazione infatti presenta un andamento crescente in modo regolare fino al raggiungimento del valore di picco nella stagione estiva, per poi diminuire nei restanti mesi dell'anno; in particolare si può dire che, sebbene l'Afflusso Piovoso sia meno regolare, in generale nei mesi in cui questo aumenta l'Evapotraspirazione decresce. Ne consegue che il Contenuto idrico del terreno, quasi costante nei vari mesi, decresce nella stagione estiva, producendo un valore nullo o quasi di Ecceденza Idrica in estate.

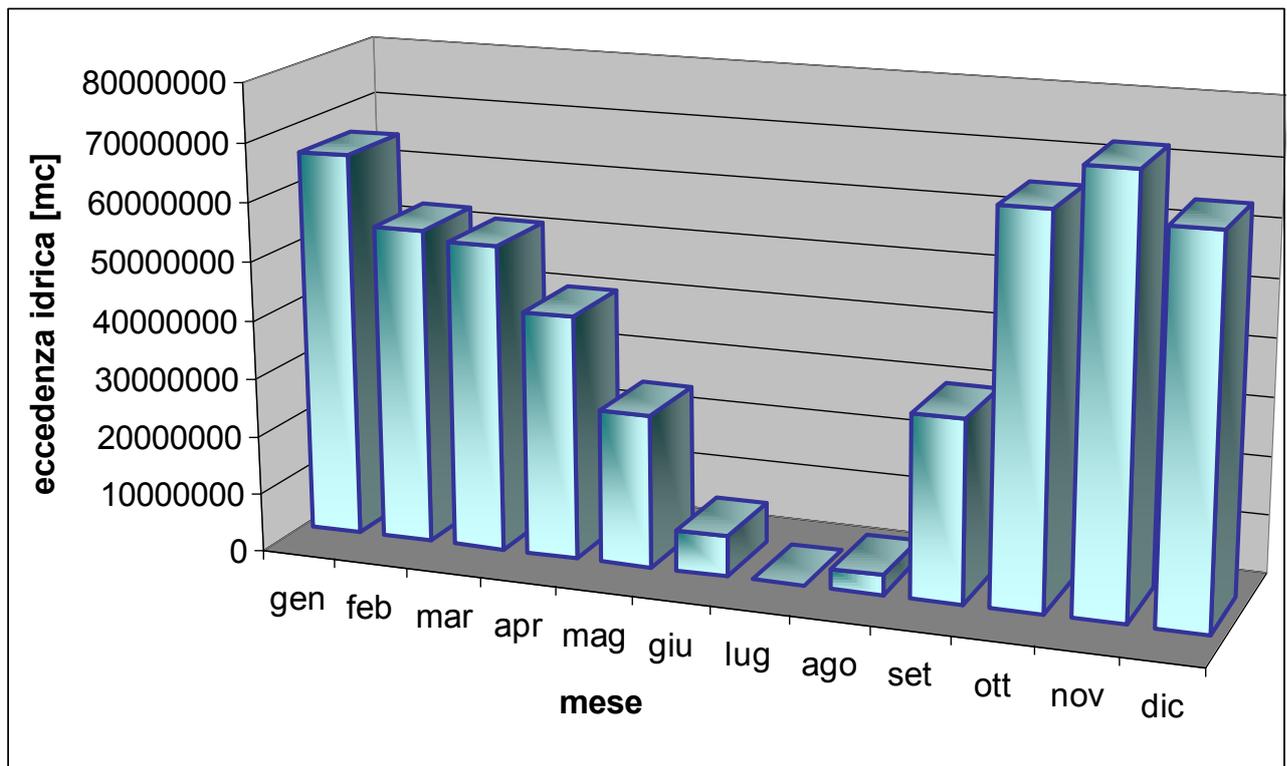
Allora, dopo aver analizzato l'andamento delle tre grandezze collegate, di seguito si riportano in forma grafica i valori di Eccedenza Idrica nell'anno.



Eccedenza Idrica [mm] – Andamento nell'anno.

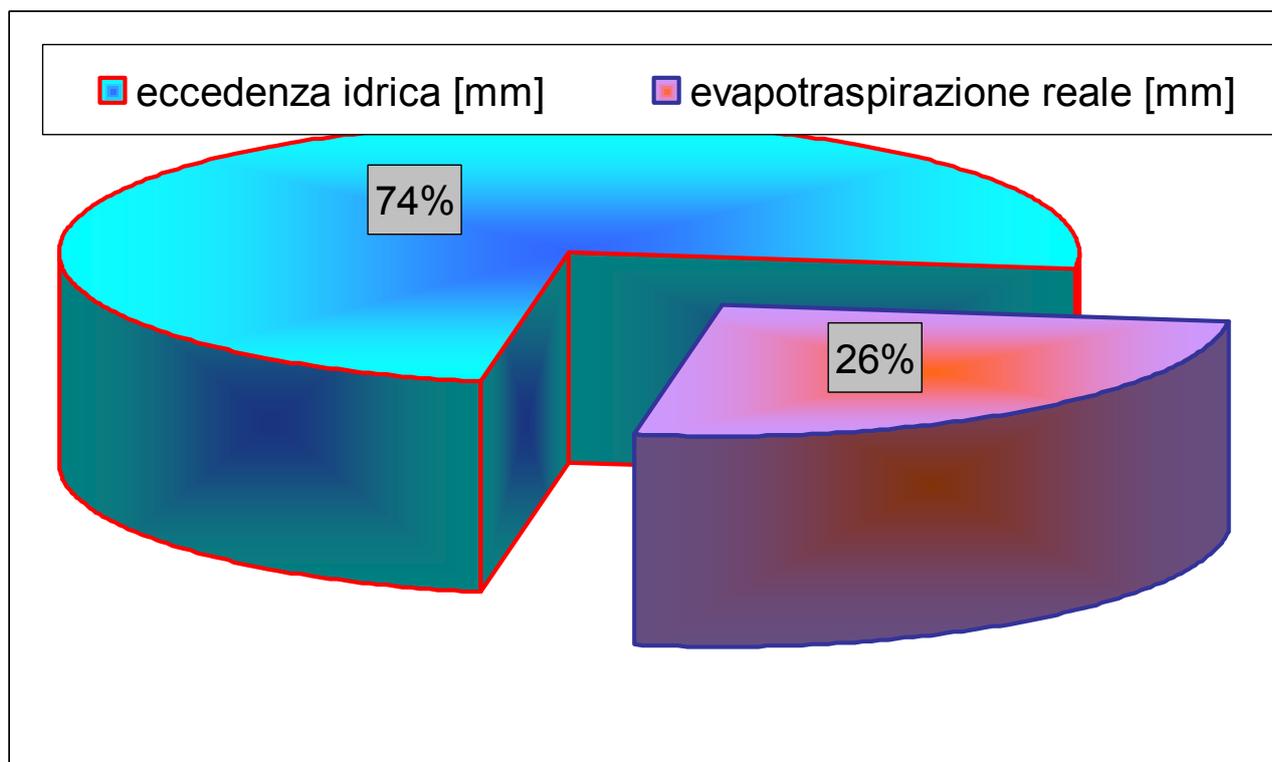
Detto che nel periodo estivo si ha Eccedenza Idrica nulla o quasi, si osserva che per quanto riguarda gli altri mesi si ritrova un andamento non troppo diverso da quello degli Afflussi Piovosi, ovvero con un massimo assoluto in autunno e una certa stazionarietà nei mesi di febbraio - marzo, in cui non si verificano massimo e minimo relativi a causa dell'influenza di Evapotraspirazione e Contenuto Idrico del terreno, termini sottrattivi.

Nel grafico in questione l'Eccedenza Idrica è espressa in millimetri, coerentemente alla dimensione delle grandezze da cui dipende; può essere interessante però, ai fini del bilancio e della gestione delle risorse idriche, conoscere il volume della risorsa che abbandona il bacino. Questo è rappresentato nel grafico seguente, in cui ovviamente si ritrova lo stesso andamento già osservato ma con quantità ora espresse in $[m^3/s]$, ottenute moltiplicando le altezze di acqua per la superficie complessiva del bacino sotteso (per l'Entella circa $372km^2$).



Eccedenza Idrica $[m^3]$ – Andamento nell'anno.

Si nota che in diversi mesi un volume davvero consistente (oltre 30 milioni di m³ d'acqua) abbandona il bacino in varie forme, il che corrisponde su scala annuale a oltre 480 milioni di m³, come si evince dalla tabella riportata a inizio paragrafo. In particolare si vuole sottolineare come la maggior parte degli afflussi piovosi (1306 mm/anno, ovvero circa il 74%) si trasformi in eccedenza idrica, mentre solo una quantità minima abbandona il bacino sotto forma di evapotraspirazione (457 mm/anno, ovvero il 26%). Questa ultima analisi è riportata nel grafico seguente.



Afflusso piovoso medio annuo

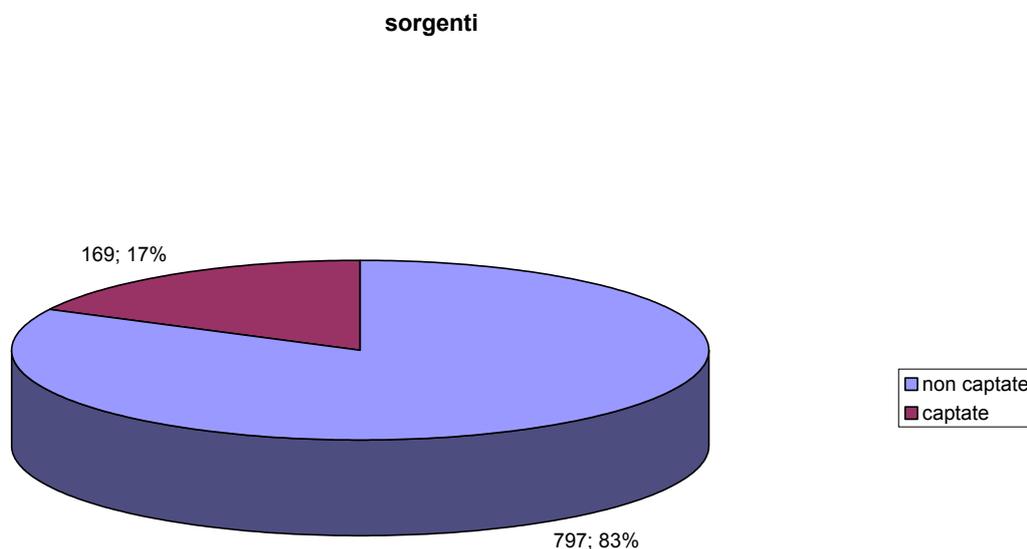
4.1.4 Censimento delle sorgenti

Distribuzione delle sorgenti sul territorio del bacino idrografico del Fiume Entella

Come già anticipato nella Parte Generale Capitolo 2, si passerà adesso ad analizzare la distribuzione delle sorgenti sul territorio del bacino del Torrente Entella attraverso alcune elaborazioni grafiche.

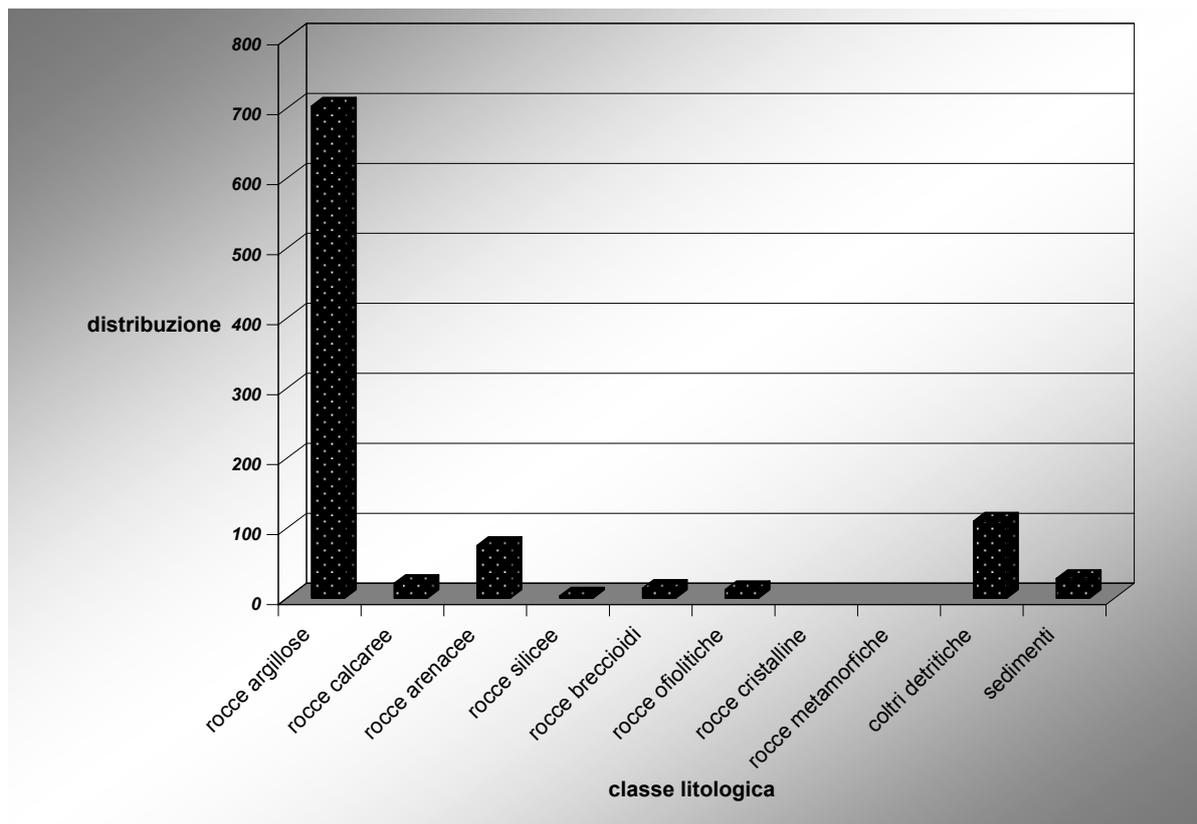
Nell'ambito del Capitolo 4 – Bilancio Idrico è stato realizzato il grafico “distribuzione sorgenti captate – sorgenti non captate” relativo ai 9 bacini considerati ai fini del censimento della voce sorgenti. Si analizzerà mediante grafico analogo, sottoriportato, l'analoga distribuzione alla scala del singolo bacino. Confrontando tale grafico con quello elaborato nella parte generale per tutti i bacini oggetto di studio, risulta confermato il trend di distribuzione già evidenziato nella parte generale, ossia una marcata prevalenza delle sorgenti non captate su quelle captate.

Si rimanda per la distribuzione delle sorgenti alla cartografia di seguito allegata, che riporta la Carta Geolitologica derivata dalle Classi Hydro.co.



Distribuzione sul bacino idrografico del Fiume Entella delle sorgenti captate e di quelle non captate.

Il grafico seguente che riporta la distribuzione delle sorgenti su classe litologica, le classi litologiche introdotte corrispondono alle classi Hydro.co, per la definizione delle quali si rimanda alla Legenda della Carta Geolitologica elaborata nell'ambito del presente piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico.



Distribuzione delle sorgenti su classe litologica (le classi litologiche sono corrispondenti alle classi Hydro.co).

Dal grafico emerge chiaramente che il maggior numero di sorgenti risulta concentrato nella classe Hydro.co rocce argillose, il dato tuttavia potrebbe non risultare molto significativo poiché questa classe di rocce risulta essere quella anche arealmente più diffusa.

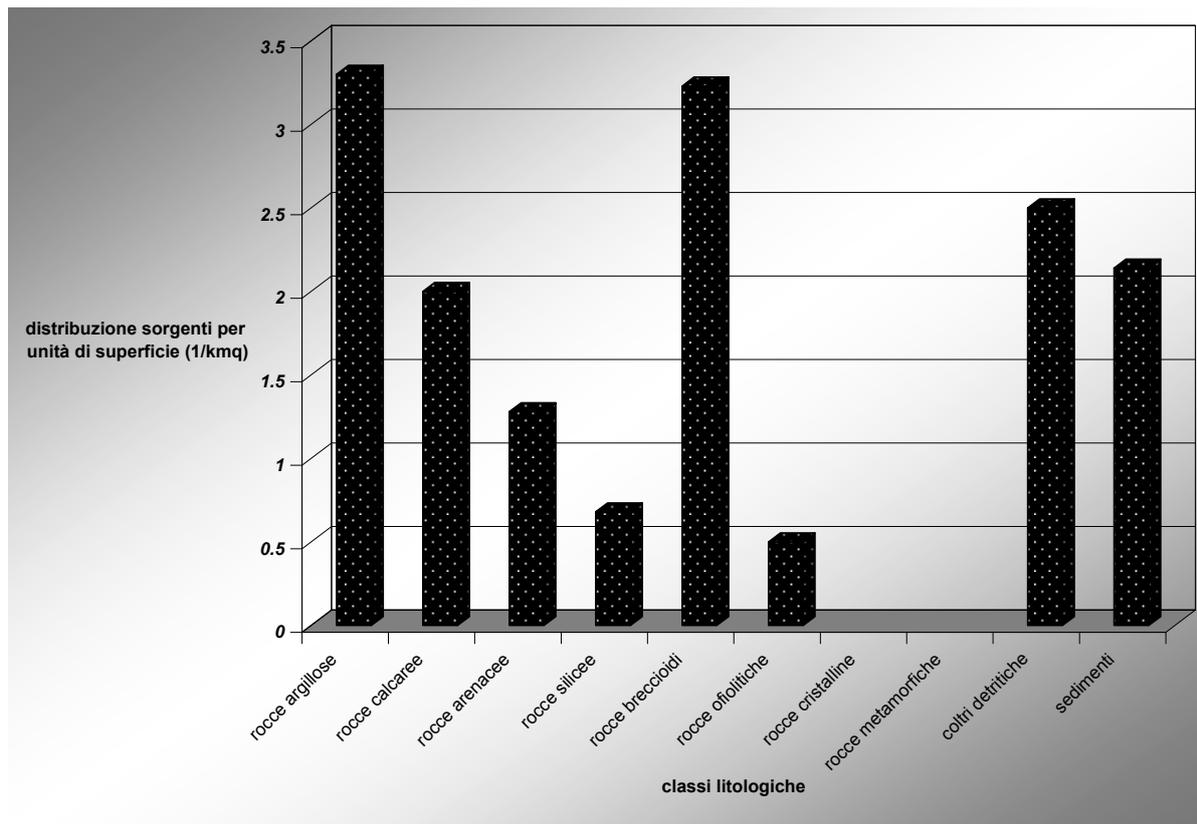
Partendo pertanto da questa constatazione, si è passati ad analizzare un altro parametro ossia l'indice di densità delle sorgenti su classe litologica che corrisponde al dato di distribuzione delle sorgenti normalizzato sulla superficie delle singole classi litologiche.

Calcolando l'estensione delle singole classi litologiche Hydro.co presenti sul bacino si sono ottenuti i seguenti risultati:

- Rocce Argillose: 212,81 km²;
- Rocce Calcaree: 10,49 km²;
- Rocce Arenacee: 58,56 km²;
- Rocce Silicee: 4,38 km²;
- Rocce Breccioidi: 4,34 km²;
- Rocce Ofiolitiche: 24,03 km²;
- Coltri Detritiche: 43,98 km²;
- Sedimenti: 13,09 km²;

per un totale della superficie di estensione del bacino di 371,68 km².
Dividendo il numero di sorgenti sia captate che non captate, ricadenti all'interno della singola classe litologica, per l'area di ogni singola classe, si ottengono i seguenti indici di densità di sorgenti visualizzati nel grafico successivo:

- Rocce Argillose: $703/212,81 \text{ km}^2 = 3,3/ \text{ km}^2$;
- Rocce Calcaree: $21/10,49 \text{ km}^2 = 2/ \text{ km}^2$;
- Rocce Arenacee: $75/58,56 \text{ km}^2 = 1,28/ \text{ km}^2$;
- Rocce Silicee: $3/4,38 \text{ km}^2 = 0,68/ \text{ km}^2$;
- Rocce Breccioidi: $14/4,34 \text{ km}^2 = 3,23/\text{km}^2$;
- Rocce Ofiolitiche: $12/24,03 \text{ km}^2 = 0,5/\text{km}^2$;
- Coltri Detritiche: $110/43,98 \text{ km}^2 = 2,5/\text{km}^2$;
- Sedimenti: $28/13,09 \text{ km}^2 = 2,14/\text{km}^2$;



Indice di densità delle sorgenti su classe litologica (le classi litologiche sono corrispondenti alle classi Hydro.co).

Dall'analisi del grafico emerge che la concentrazione maggiore si rileva in corrispondenza della classe Hydro.co Rocce Argillose. In questo caso pertanto per la classe che risulta anche arealmente la più diffusa, l'operazione di normalizzazione non ha prodotto variazioni significative del dato di distribuzione di partenza. Significativo inoltre risulta essere il dato relativo alle coltri detritiche, che confermano grazie alla concentrazione di sorgenti, la loro attitudine a configurarsi come potenziali serbatoi idrici.

4.1.4.1 Curve di portata

Vengono riportati in questo paragrafo i dati di portata associati alle sorgenti captate derivati direttamente dal software Hydro.co:

LONGITUDINE	LATITUDINE	Portata massima concessa l/s
1537325	4914563	0,77
1530023	4915300	0,03
1534685	4912925	1,45
1531580	4911621	0,4
1524130	4910861	1,1
1530838	4909053	0,3
1530655	4908870	0,3
1530635	4908886	0,4
1529233	4912392	0,08
1538178	4910669	1
1538832	4910531	1
1539067	4910361	1
1530545	4908513	0,55
1538016	4914174	0,01
1528941	4924016	6,06
1529673	4920710	2,6
1531446	4921452	0,3
1529901	4908657	1,57
1530180	4910080	0,15
1529482	4908583	0,02
1530255	4908980	0,42
1530220	4909190	0,42
1530355	4909130	0,42
1536356	4912414	0,15
1536355	4912415	0,15
1525350	4918375	0,47
1525360	4918380	0,47
1535220	4921850	1,2
1531525	4921550	0,56
1538872	4909065	7
1529737	4908490	0,32
1525465	4915947	0,1
1528902	4917971	0,25
1538278	4911543	0,21
1528401	4920310	0,88
1537292	4911131	0,33
1538498	4912240	0,33
1539024	4909054	2
1538625	4908617	1
1538454	4908354	4

1530503	4924379	0,3
1538874	4911912	0,3
1537630	4911263	0,13
1538270	4911045	0,03
1538422	4911159	0,03
1529420	4920195	0,27
1537155	4910690	0,45
1531276	4911351	0,2
1532476	4914485	0,2
1529039	4914143	0,2
1529458	4922408	0,2
1535222	4911991	1,5
1537636	4911258	0,6
1537670	4911232	0,6
1528130	4922264	0,04
1527892	4922518	0,04
1525956	4917596	0,14
1529749	4921459	0,15
1533418	4913056	0,1
1533458	4913182	0,1
1530204	4919507	0,04
1531534	4912093	0,03
1529038	4924936	1
1538463	4911599	0,06
1534691	4913536	0,16
1534675	4913601	0,16
1529769	4908991	0,03
1530661	4918947	0,04
1529939	4919015	0,04
1524911	4918064	0,28
1530160	4921177	0,5
1528269	4919089	0,6
1534816	4909055	0,35
1529228	4909014	0,55
1528667	4918818	0,29
1529490	4909728	0,6
1530302	4919450	0,1
1530586	4907672	0,25
1533160	4915236	0,06
1525458	4916541	3
1525785	4916478	0,5
1525760	4916413	0,6
1530941	4911442	0,69
1528088	4913577	0,31
1528872	4920526	0,17
1526601	4918625	0,47
1531796	4914105	0,17
1527858	4920982	0,05
1526867	4921112	1

1530688	4909752	1,8
1536477	4915364	1
1529199	4908403	0,55
1509407	4918297	1
1526563	4912999	1,45
1515714	4925357	0,2
1514920	4926065	0,2
1509585	4918392	0,32
1517826	4920184	0,1
1520521	4918447	0,75
1514152	4921354	0,25
1513637	4923287	0,24
1517177	4918200	0,27
1518430	4915565	0,2
1517015	4920200	0,6
1515024	4918929	0,1
1510619	4917454	0,19
1508555	4920282	0,01
1508555	4920282	0,01
1509600	4918275	0,07
1519356	4916748	2
1518675	4920140	1,01
1516480	4921040	0,14
1509684	4918437	0,35
1519870	4921976	0,4
1518671	4919919	0,83
1511696	4924400	0,5
1510442	4917815	0
1510443	4917787	0
1510447	4917797	0
1509995	4917874	2,23
1510443	4917787	0,56
1509995	4917874	0,59
1510442	4917815	0,59
1510447	4917797	0,56
1509569	4918259	0,35
1509636	4918613	0,2
1521370	4922470	0,33
1521365	4922375	0,33
1510892	4920218	0,1
1513282	4920967	0,16
1518465	4918832	0,02
1510677	4920067	0,13
1518705	4920170	0,33
1518690	4920368	0,1
1518531	4920682	0,05
1524870	4916535	0,25
1525625	4915290	0,1
1511995	4924832	0,41

1516196	4919141	0,6
1515527	4920039	0,05
1512755	4922630	0,17
1514587	4920567	0,5
1518836	4919231	0,1
1515359	4923878	0,33
1523717	4915813	0,3
1511630	4925361	0,4
1512033	4923896	0,08
1515145	4918463	0,2
1518293	4918610	0,18
1523408	4911710	0,02
1516160	4924414	1
1519775	4918553	0,25
1519656	4918481	0,25
1522813	4913182	0,2
1522867	4913212	0,16
1515289	4922831	0,06
1515292	4922848	0,06
1518434	4919325	0,2
1515333	4922807	0,23
1515333	4922807	0,23
1510144	4920497	0,1
1523271	4911128	0,2
1523581	4911484	0,15
1518589	4918247	0,4
1518687	4918801	0,69
1511434	4923440	0,16
1522465	4913763	0,15
1513741	4919164	0,21
1513098	4918621	0,21
1514880	4918967	0,03
1520919	4922509	0,25
	TOTALE	87,5

Vengono inoltre riportati i dati di portata associati a voci di sorgenti non captate direttamente ricavati dalla seguente tesi di laurea : "Idrogeologia della Val Lavagna" (Alaleona A., et al., 1975/1976)

Sorgenti tesi Alaleona A., et al., 1975/1976	
n°113	Q = 0,06 l/s
n°262	Q = 0,25 l/s
n°164	Q = 0,083 l/s
n°157	Q = 0,083 l/s
n°128	Q = 0,33 l/s
n°134	Q = 0,03 l/s
n°251	Q = 0,025 l/s
n°122	Q = 0,16 l/s
n°10	Q = 0,05
n°124	Q = 0,03 l/s
n°125	Q = 0,33 l/s
n°113	Q = 0,06 l/s
n°271	Q = 0,150 l/s
n° 12	Q = 0,016 l/s
n°235	Q = 0,50 l/s
n°179	Q = 0,40 l/s
n° 204	Q = 0,15 l/s
n°277	Q = 0,153 l/s
n°217	Q = 0,008 l/s
n°218	Q = 0,02 l/s
n°293	Q = 0,25 l/s
n°206	Q = 0,02 l/s
n°296	Q = 0,25 l/s
n°281	Q = 0,15 l/s
n°145	Q = 0,05 l/s
n°146	Q = 0,06 l/s
n°302	Q = 0,25 l/s
n°314	Q = 0,02 l/s
n°30	Q = 0,050 l/s
n°29	Q = 0,008 l/s
n°15	Q = 0,0083 l/s
n°155	Q = 0,083
n°172	Q = 1,5 l/s
n°5	Q = 0,033 l/s
n°59	Q = 0,008 l/s
n°291	Q = 0,02 l/s
n°33	Q = 0,006 l/s
n°232	Q = 0,45 l/s
n°221	Q = 0,117 l/s
n°344	Q = 0,1 l/s
n°41	Q = 0,05 l/s
n°328	Q = 0,006 l/s

4.1.4.2 Caratteristiche di temperatura

Non sono stati derivati valori di temperatura per le sorgenti censite nell'ambito del bacino del Fiume Entella.

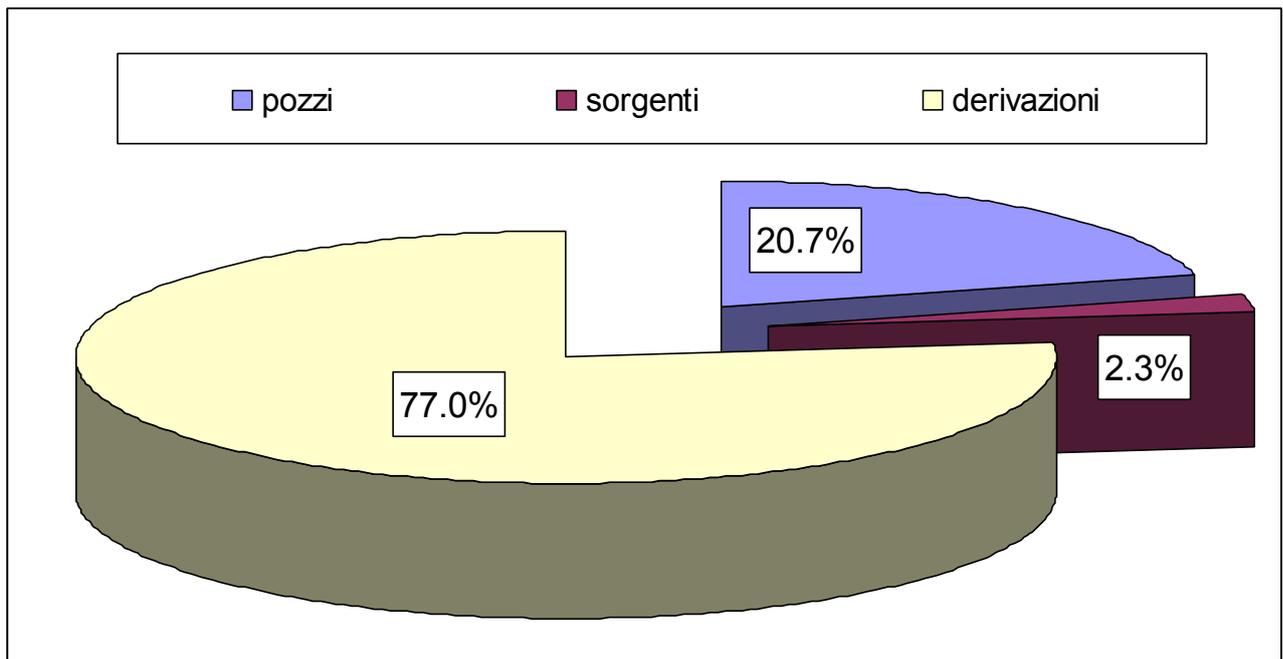
4.2 Utilizzazioni in atto

Le elaborazioni riferite alla caratterizzazione degli utilizzi in atto della risorsa idrica si basano sulle pratiche presenti presso l'archivio della Regione Liguria e su quelle appartenenti al catasto dell'Area 08 della Provincia di Genova. Per quanto riguarda quest'ultimo si sottolinea che tale archivio è in fase di implementazione e non si presenta esaustivo, in quanto talune pratiche sono tuttora in fase di controllo da parte dei tecnici addetti alla concessione. Sono state quindi considerate per la caratterizzazione le sole pratiche considerate ufficialmente "attive".

In termini di portata, la fonte più sfruttata (oltre il 75 %) risultano essere le acque superficiali del fiume Entella e dei suoi importanti affluenti, finalizzati a produzione di energia idroelettrica e di conseguenza caratterizzate da restituzione a valle della portata derivata. Un certo contributo è anche quello dovuto alle prese da pozzi, mentre modesto è l'apporto idrico derivato dalle sorgenti concesionate.

Di seguito si riportano in tabella e nel grafico seguente le portate captate in base alla tipologia di derivazione.

	portata [l/s]	portata %
pozzi	792.5	20.7
sorgenti	87.5	2.3
derivazioni	2943.41	77.0
totale	3823.41	100.0



Tipologia di captazione: portate concesse

4.2.1 Censimento delle derivazioni

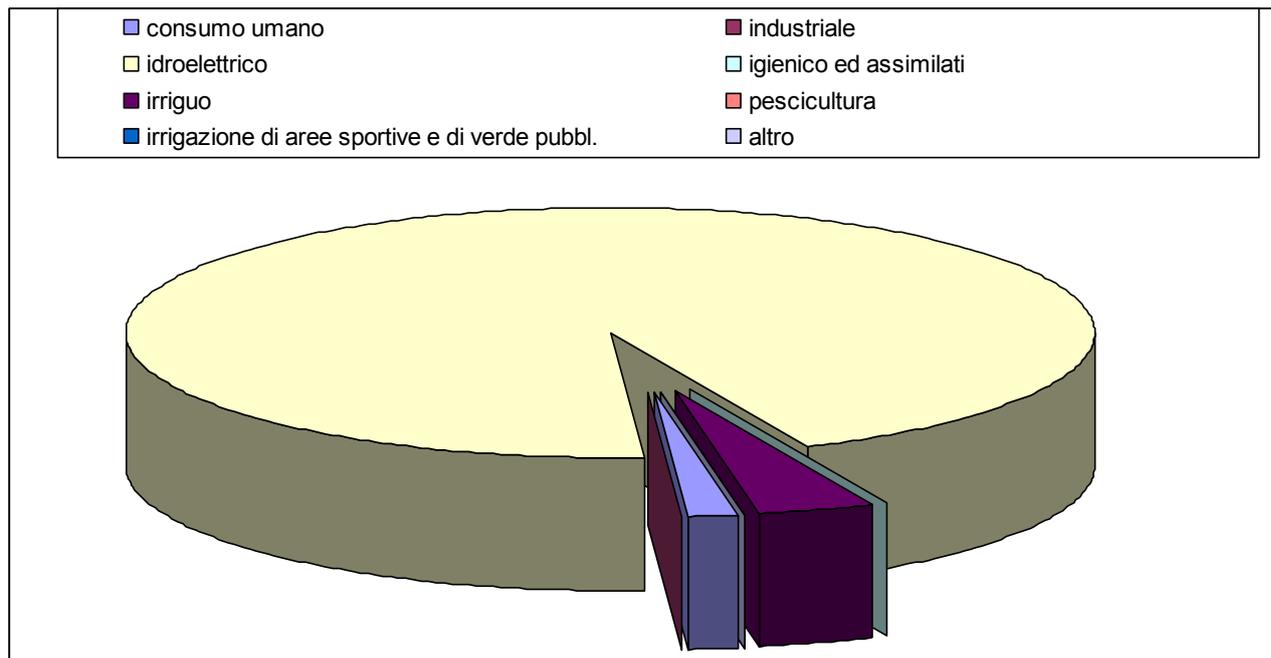
4.2.1.1 Portate derivate

Le derivazioni da acqua fluente sono per lo più destinate alla produzione di energia idroelettrica, prodotta da alcune grandi derivazioni (alcune delle quali con portate nell'ordine dei 600 - 800 l/s), anche se in realtà a tale utilizzo corrisponde la totale restituzione della portata derivata a valle del punto di presa.

Inoltre sono presenti concessioni (abbastanza trascurabili) destinate a uso industriale, uso irriguo e al consumo umano. Non risultano concessioni destinate ai rimanenti usi.

Di seguito si riportano in tabella e nel grafico seguente le portate captate in base alla tipologia di uso.

	portata [l/s]	portata %
consumo umano	46.28	1.6
industriale	6.68	0.2
idroelettrico	2775.64	94.3
igienico ed assimilati	0	0.0
irriguo	114.56	3.9
pescicoltura	0	0.0
irrigazione di aree sportive e di verde pubbl.	0	0.0
altro	0.25	0.0
totale	2943.41	100.0



Destinazione d'uso delle acque derivate da corpo idrico superficiale: portate concesse

4.2.1.2 Portate restituite

La totalità delle portate derivate a uso idroelettrico sono caratterizzate dalla restituzione a valle del punto di presa; inoltre, anche per quanto riguarda le concessioni destinate a uso industriale (sebbene queste rappresentino una quota trascurabile), risultano due derivazioni caratterizzate da restituzione in alveo.

Ne consegue che circa il 94 %% della risorsa derivata (ovvero 2700 l/s) viene restituito dopo l'utilizzo.

4.2.2 Censimento dei pozzi

I dati relativi ai pozzi che qui di seguito vengono forniti derivano dal database di Hydro.co; viene qui di seguito riprodotta una tabella direttamente estratta dal database del software stesso che riporta le coordinate geografiche dell'opera di captazione e la portata massima concessa. Sono inoltre presenti in tabella

esclusivamente quei pozzi che derivano dall' acquifero del Fiume Entella sulla base di un confronto effettuato tra l'ubicazione dei pozzi e la delimitazione dell'acquifero alluvionale stesso.

LONGITUDINE	LATITUDINE	Portata massima concessa in l/s
1527555	4907673	68
1527563	4907701	68
1527654	4907823	68
1527645	4907831	68
1527613	4907720	68
1527180	4907110	100
1527287	4907165	100
1526828	4910829	0,55
1526826	4910824	0,55
1527720	4907640	0,41
1525682	4907534	0,15
1527291	4907686	0,15
1529827	4910707	0,08
1530032	4910778	0,19
1527985	4909080	1,11
1529734	4910790	20
1527600	4907436	30,6
1527592	4907438	30,6
1527595	4907428	30,6
1528144	4909603	0,82
1528062	4909458	50
1527744	4908444	2,5
1527983	4908039	0,5
1528013	4908861	0
1528675	4913426	0,03
1528675	4913426	0,17
1527273	4907233	50
1528096	4908486	0,75
1524110	4913245	0,05
1517637	4917835	7
1525261	4912908	5,8
1521817	4915311	0,51
1514616	4919912	0,66
	TOTALE	773,78

Come si deduce dalla tabella seguente che riporta le portate captate mediante pozzi, il prelievo idrico ammonta a 773,78 l/s. Eseguendo un rapido calcolo il valore del prelievo idrico per la falda di sub – alveo del Torrente Entella ammonta a 2785

m³/h, di 66840 m³ al giorno e di 24396600 m³ all'anno, naturalmente supponendo un valore di portata prelevata pari a quella massima concessa, costante ed ininterrotta, situazione che sicuramente non si verifica.

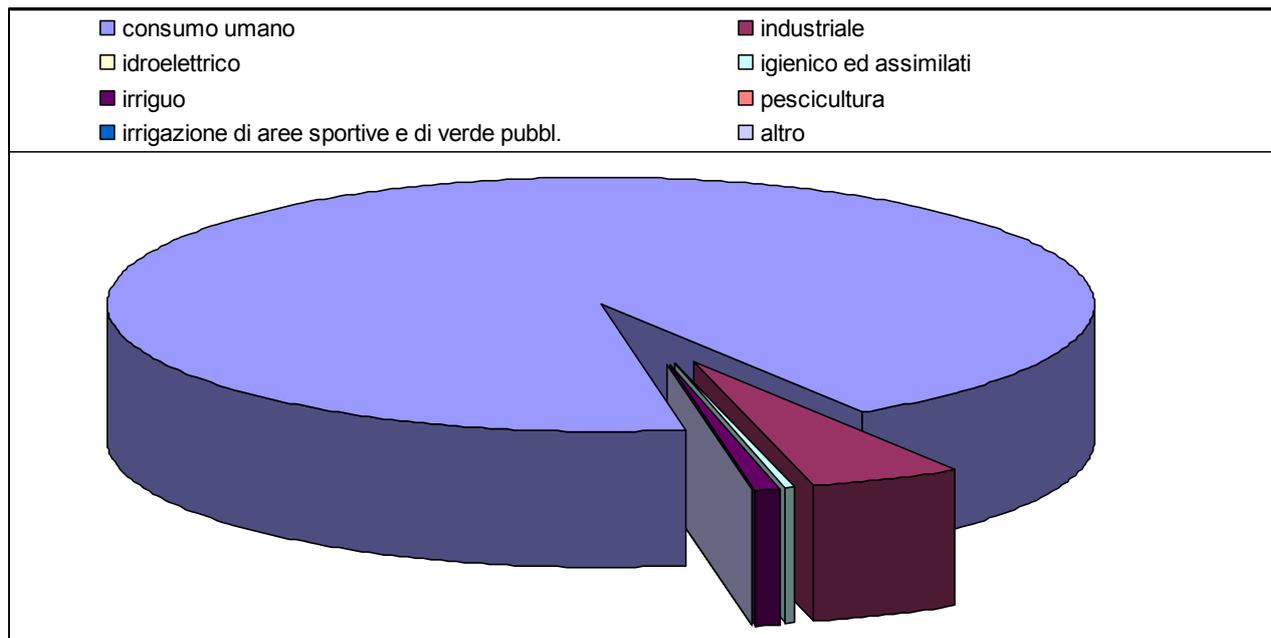
4.2.2.1 Portate captate

Si è sottolineato nei paragrafi precedenti come, sebbene le derivazioni da acqua fluente rappresentino la quota maggiore del totale prelevato nel bacino, in realtà la maggioranza di queste vengono restituite dopo l'uso. Allora è lecito affermare che la falda rappresenta la risorsa idrica maggiormente sfruttata nel bacino dell'Entella, caratterizzato da pozzi destinati per lo più al consumo umano e in minima parte a uso industriale.

Hanno rilevanza trascurabile i rimanenti usi.

Di seguito si riportano in tabella e nel grafico seguente le portate captate in base alla tipologia di uso.

	portata [l/s]	portata %
consumo umano	744.21	93.9
industriale	40.02	5.0
idroelettrico	0	0.0
igienico ed assimilati	2.29	0.3
irriguo	5.98	0.8
pescicoltura	0	0.0
irrigazione di aree sportive e di verde pubbl.	0	0.0
altro	0	0.0
totale	792.5	100.0



Destinazione d'uso delle acque captate da pozzi: portate concesse

4.2.2.3 Stratigrafia

Gli unici dati a nostra disposizione esemplificativi della stratigrafia dei pozzi sono quelli utilizzati per la ricostruzione e modellazione del substrato che delimita inferiormente e lateralmente i depositi alluvionali del Fiume Entella, i quali non vengono allegati al testo per ovvi problemi relativi al diritto di riproduzione.

4.3 Equilibrio del bilancio idrico

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 fiume Entella le elaborazioni del modello Hydro forniscono i seguenti valori medi di portata naturale (già presentati nel paragrafo 4.1.2.5):

PORTATA NATURALE [mc/s]		
mese	media mensile	media annua
gen	19.5205	14.53
feb	19.0370	
mar	18.7244	
apr	17.3021	
mag	14.6816	
giu	10.9834	
lug	7.8895	
ago	6.3566	
set	8.6934	
ott	13.9961	
nov	17.7797	
dic	19.3870	

Per quanto riguarda le derivazioni idriche, sono presenti diverse grandi captazioni destinate alla produzione di energia idroelettrica e restituite al corso d'acqua dopo l'uso. Tali captazioni non intervengono nel presente conteggio. Si tiene conto invece di tutte le restanti derivazioni medio/piccole che non vengono restituite; sommandole tra loro si ottiene un totale di 1150 l/s complessivamente derivati da acqua fluente nel bacino dell'Entella, pari a 1.15 m³/s.

Per quanto riguarda gli scarichi si sono ritrovati diversi apporti idrici sia di tipo civile che di tipo industriale; dai dati a disposizione si è quantificata la portata media annua. Sommando tra loro i singoli apporti si ottiene un totale di 495 l/s complessivamente immessi in acqua nel bacino dell'Entella. Questo valore è particolarmente alto, e ciò è dovuto al fatto che è noto uno scarico, caratterizzato da

una portata molto consistente, relativo a un industria per lo "stampaggio a caldo di materie plastiche".

In linea generale si può presentare l'equilibrio del bilancio attraverso un'espressione di questo tipo:

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

Dove: R_{pot} = risorsa idrica potenziale, approssimata in questa fase dal deflusso naturale (si veda "Parte Generale" - paragrafo 4.3)

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

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

Banalmente, 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 Deflusso Minimo Vitale (DMV).

Il DMV è sostanzialmente una portata minima che deve sempre defluire nel corso d'acqua al fine di garantire il rispetto delle condizioni di sopravvivenza dell'ecosistema del bacino; sarà approfonditamente oggetto di studio nel Capitolo 5. In questa fase però lo si considera poiché strettamente legato alla questione del Bilancio Idrico.

In particolare, esaminando la relazione precedente, sembra allora più opportuno sostituire alla "risorsa idrica potenziale" (R_{pot}) la "risorsa idrica utilizzabile" ($R_{ut} = R_{pot} - DMV$). L'espressione così modificata diventa allora:

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

Si rimanda al già citato Capitolo 5 per una stima del valore di DMV; in questo paragrafo si presenta comunque una prima analisi quantitativa in termini di ordini di grandezza attraverso l'espressione inversa:

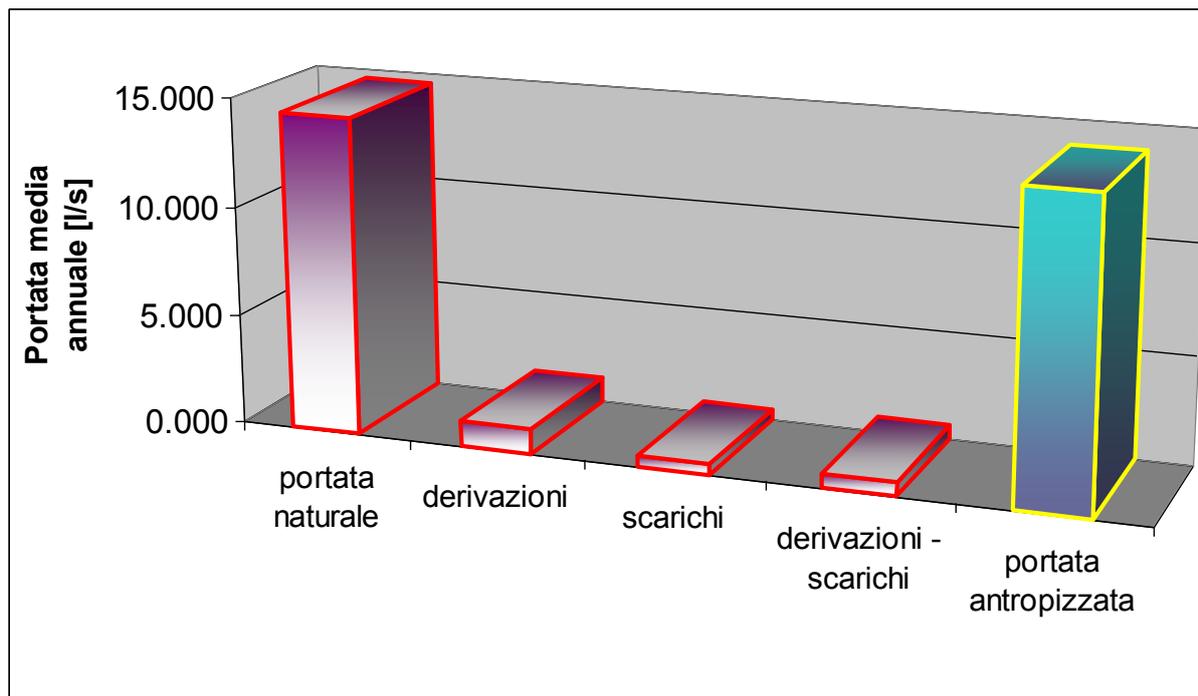
$$DMV < R_{pot} - \sum F_i + V_{rest}$$

In particolare, passando a un'analisi numerica, si è detto che in media si stima che le derivazioni ammontino a circa 1150 l/s, mentre l'apporto dovuto agli scarichi è pari a 495 l/s; ovviamente non si sono considerate le derivazioni restituite nel bacino in esame. Allora l'incidenza delle attività antropiche sui corsi d'acqua può essere stimata come una sottrazione media netta di acqua pari a 655 l/s.

Di conseguenza, considerando che il valore medio annuale di portata naturale era quantificato in 14530 l/s, dalla formula presentata in precedenza si evince che l'equilibrio generale dell'intero bacino è decisamente rispettato, poiché la differenza tra il deflusso naturale e le sottrazioni complessive è quantificabile in 13875 l/s, valore ben maggiore di zero. Tale valore, come spiegato in precedenza, rappresenta una stima del limite superiore del Deflusso Minimo Vitale, in quanto riproduce una valutazione della risorsa effettivamente disponibile nel bacino e quindi non superabile. A tale proposito si vuole anticipare come il calcolo del DMV produrrà in realtà un valore decisamente minore, essendo questa una quantità da mettere in relazione con i periodi di siccità e non con i valori medi annuali qui considerati.

Il valore di 13875 l/s rappresenta invece più correttamente la portata antropizzata (= portata naturale depurata delle derivazioni antropiche "nette").

Nel grafico seguente si riportano a mezzo di istogrammi le stime effettuate. Si nota bene come, se da un lato l'apporto degli scarichi sia estremamente limitato, dall'altro le stesse derivazioni totali sottraggano comunque una quantità limitata alla portata che defluirebbe naturalmente.



Confronto tra deflusso naturale, portate derivate / immesse e il conseguente deflusso antropizzato – valori medi annuali -

Si procede ora all'esame degli andamenti medi mensili. Considerando costanti nell'anno le quantità derivate da opere di presa, si è calcolato l'andamento della portata antropizzata sottraendo il totale derivato dalla stima di deflusso medio mensile naturale. Nella tabella seguente si riassumono i conti effettuati; tutti i valori riportati sono espressi in l/s.

PORTATA NATURALE [l/s]			ATTIVITA' ANTROPICHE [l/s]			PORTATA ANTROPIZZATA [l/s]	
mese	andamento mensile	media annua	Derivazioni	Scarichi	"Derivazioni - Scarichi"	andamento mensile	media annua
gen	19.520	14.530	1.150	495	655	18.865	13.875
feb	19.037					18.382	
mar	18.724					18.069	
apr	17.302					16.647	
mag	14.682					14.027	
giu	10.983					10.328	
lug	7.889					7.234	
ago	6.357					5.702	
set	8.693					8.038	
ott	13.996					13.341	
nov	17.780					17.125	
dic	19.387					18.732	

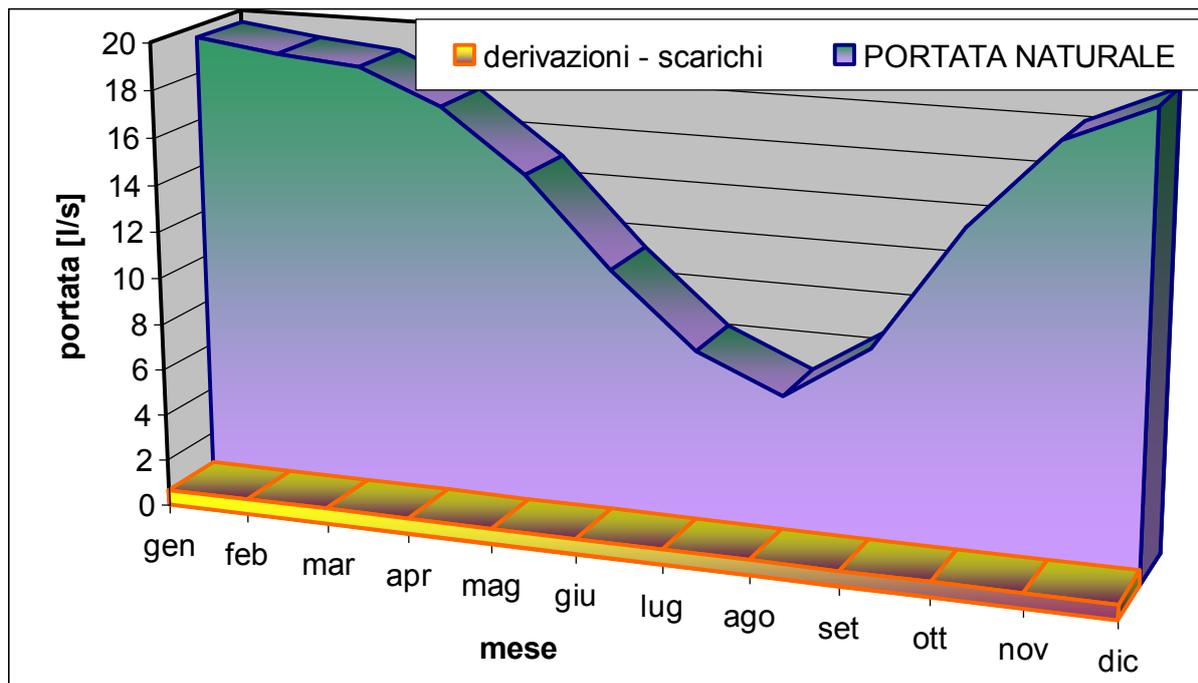
Si vuole sottolineare innanzitutto che i valori considerati sono da considerarsi come stime ottenibili dai dati in possesso e come tali la precisione non è totale.

La portata naturale infatti è fornita dalle elaborazioni compiute da un modello afflussi – deflussi, e come tale quindi è da interpretarsi come un valore indicativo piuttosto che come un dato assoluto. Per quanto riguarda le derivazioni e gli scarichi invece, oltre al problema di possibili dati non disponibili e quindi non considerati, si ricorda come si sia considerata una portata media costante nell'anno.

In particolare per quanto riguarda le derivazioni vige, ovviamente, il vincolo di "captazione d'acqua solo quando realmente questa è presente"; a tal proposito si sottolinea che nei mesi estivi la portata naturale stimata è maggiore di quella teoricamente derivata, il che porta a non considerare valido tale discorso.

In realtà è bene sottolineare che nel presente paragrafo si intende l'equilibrio come una somma algebrica dei vari ingressi / uscite relativi all'intero bacino, mentre la realtà dell'Entella è molto variegata.

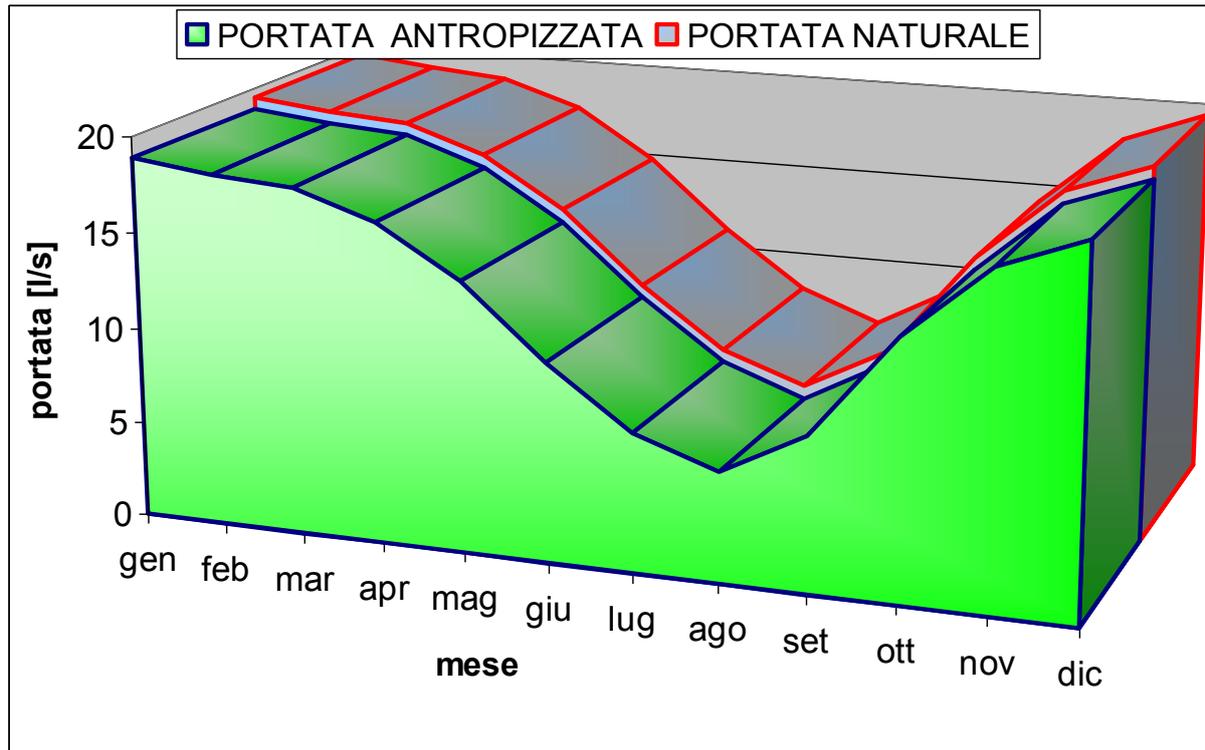
Nel grafico seguente si riportano l'andamento della portata naturale media mensile e il valore medio nell'anno di acqua complessivamente derivata.



Confronto tra l'andamento della Portata naturale e il Totale Derivato mediato nell'anno.

Le stime indicano che nei mesi di magra si dispone teoricamente di acqua più che sufficiente da soddisfare la richiesta delle derivazioni.

Infine nel grafico seguente si confrontano gli andamenti a scala mensile della portata naturale stimata e di quella antropizzata conseguentemente calcolata.



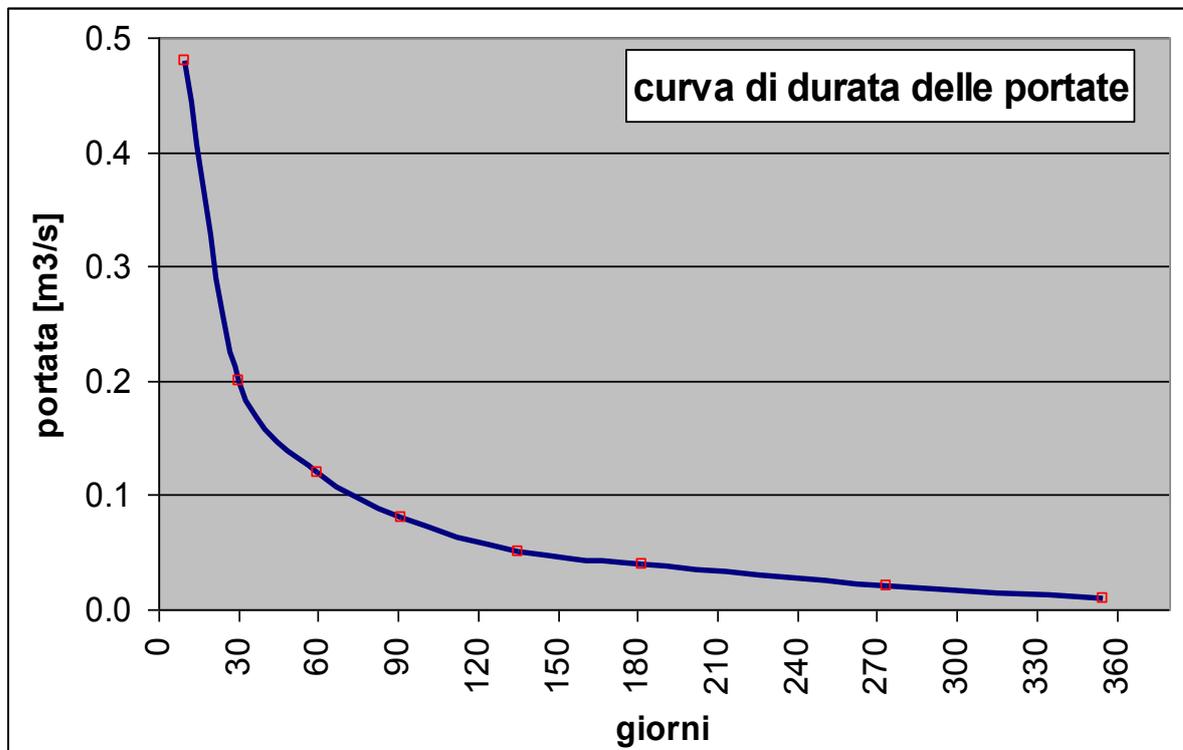
Portata naturale e Portata antropizzata – confronto.

4.4 Curve di durata delle portate

Come presentato nel paragrafo 4.1.2.4, per il bacino in questione si dispone di alcuni dati misurati; di seguito allora si presentano le curve di durata "storiche" relative alle stazioni in questione.

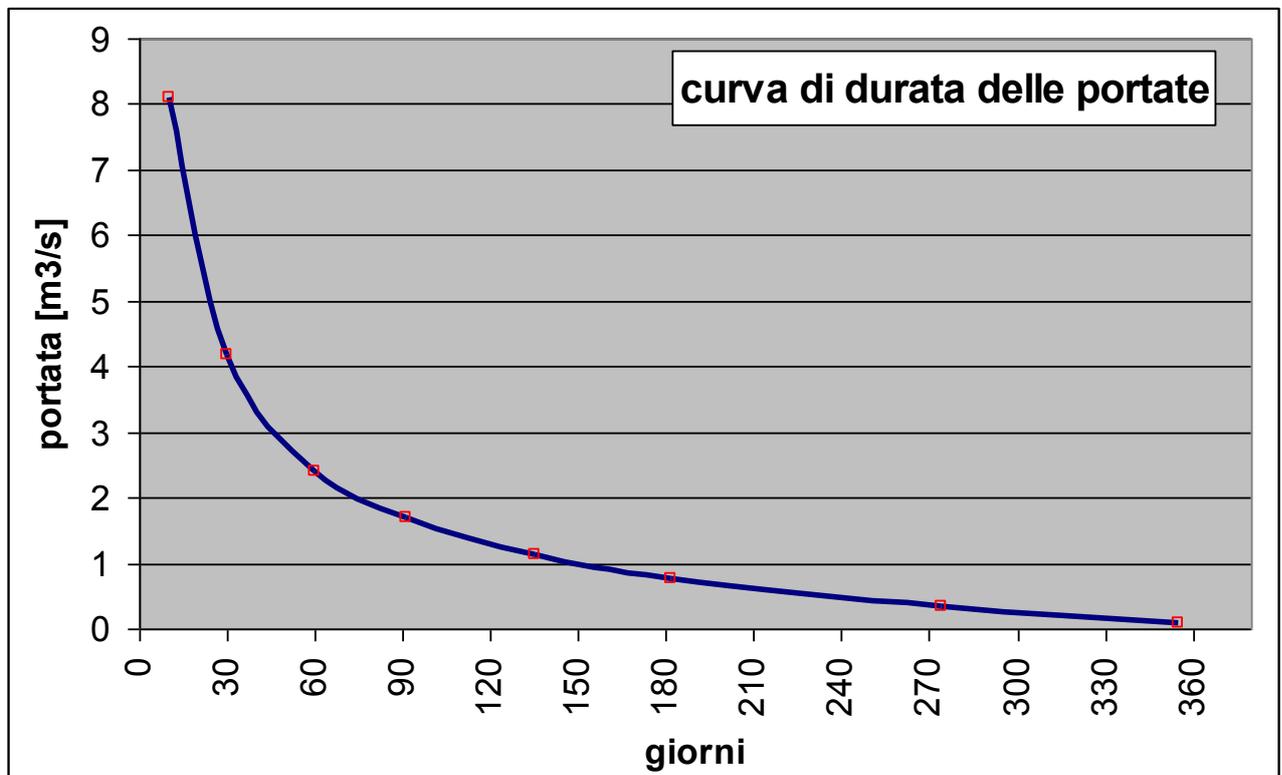
RIO LUMARZO A M.DEL BOSCO:

giorni	Curva di durata delle portate [m ³ /s]
10	0.480
30	0.200
60	0.120
91	0.080
135	0.050
182	0.040
274	0.020
355	0.010



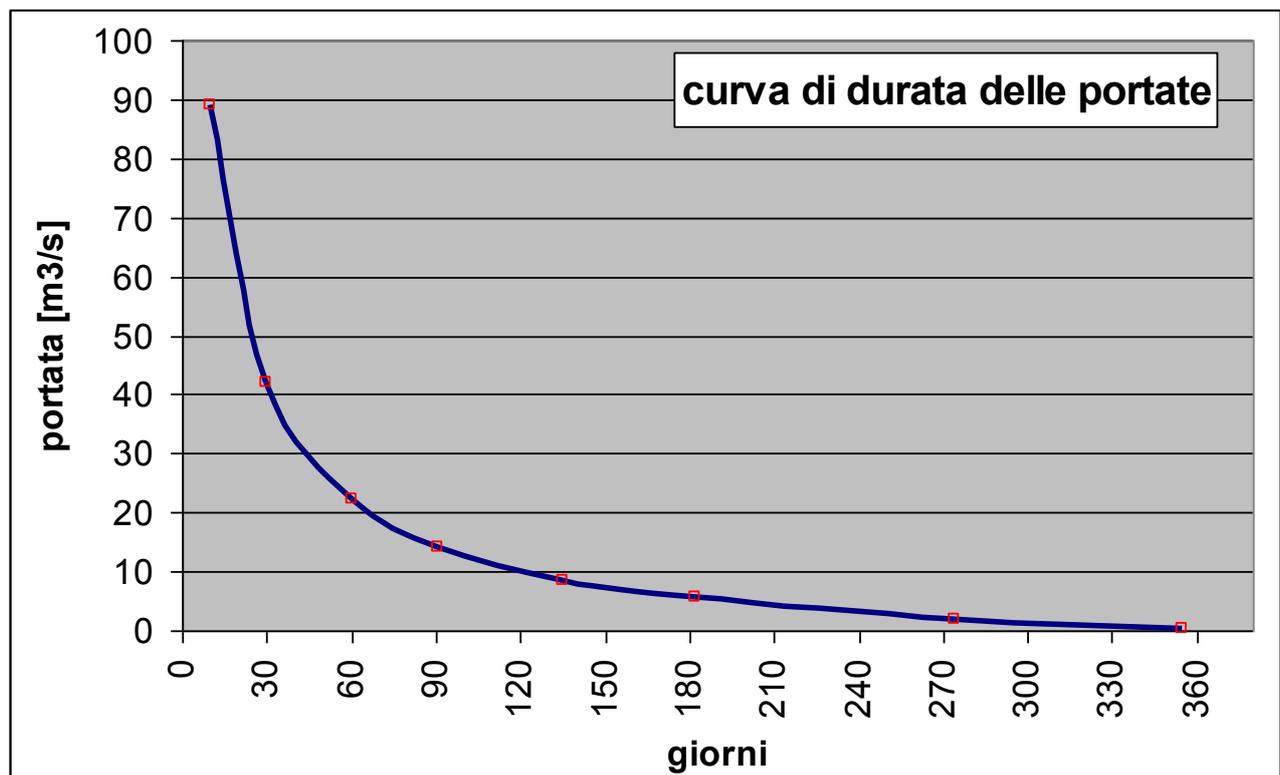
TORRENTE GRAVEGLIA A CAMINATA:

giorni	Curva di durata delle portate [m3/s]
10	8.090
30	4.170
60	2.400
91	1.680
135	1.120
182	0.770
274	0.350
355	0.090



FIUME ENTELLA A PANESI:

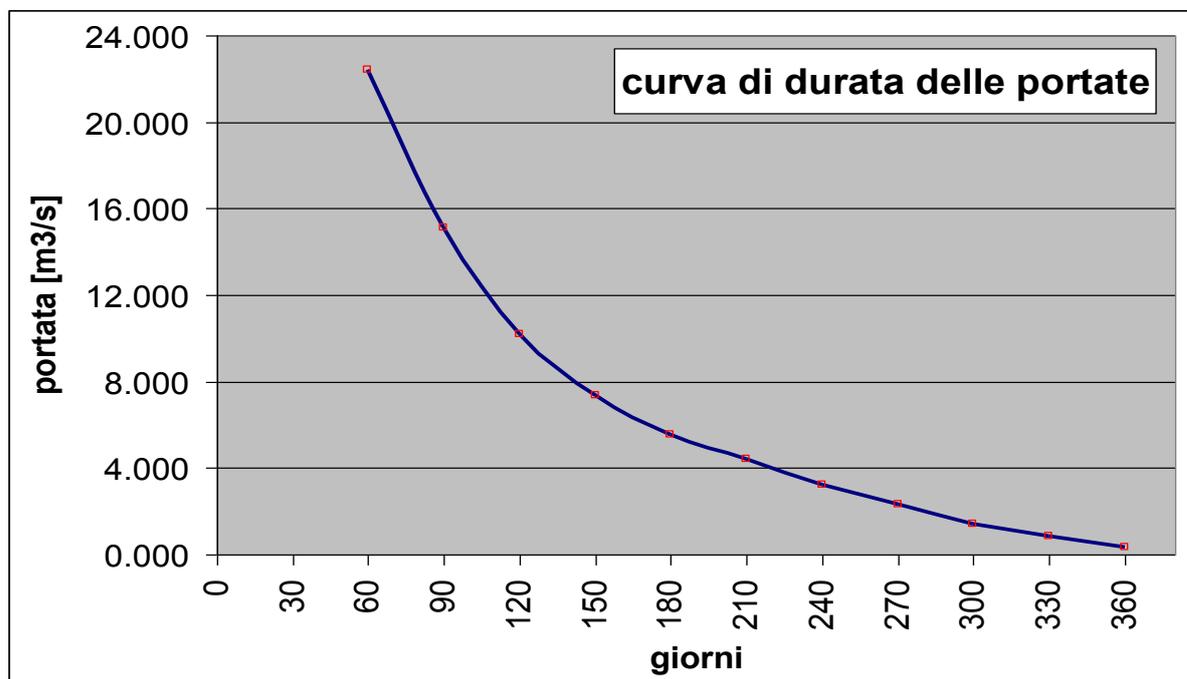
giorni	Curva di durata delle portate [m3/s]
10	89.000
30	42.000
60	22.400
91	14.200
135	8.600
182	5.490
274	2.030
355	0.340



Per quanto riguarda la sezione di foce si ricorre invece alla curva di durata delle realizzata utilizzando le elaborazioni del modello Hydro; questo ovviamente non può garantire la precisione propria dei valori misurati, ma consente di ottenere risultati qualunque sezione si voglia considerare, superando quindi il limite dei pochi strumenti di misura presenti sul territorio.

Nella tabella seguente si riporta la curva di durata così calcolata relativa alla sezione di foce del bacino (rappresentativa quindi dell'intero territorio); la stessa analisi è presentata di seguito attraverso una rappresentazione grafica.

giorni	Curva di durata delle portate [m3/s]
60	22.419
90	15.110
120	10.170
150	7.366
180	5.536
210	4.402
240	3.225
270	2.310
300	1.438
330	0.843
360	0.334



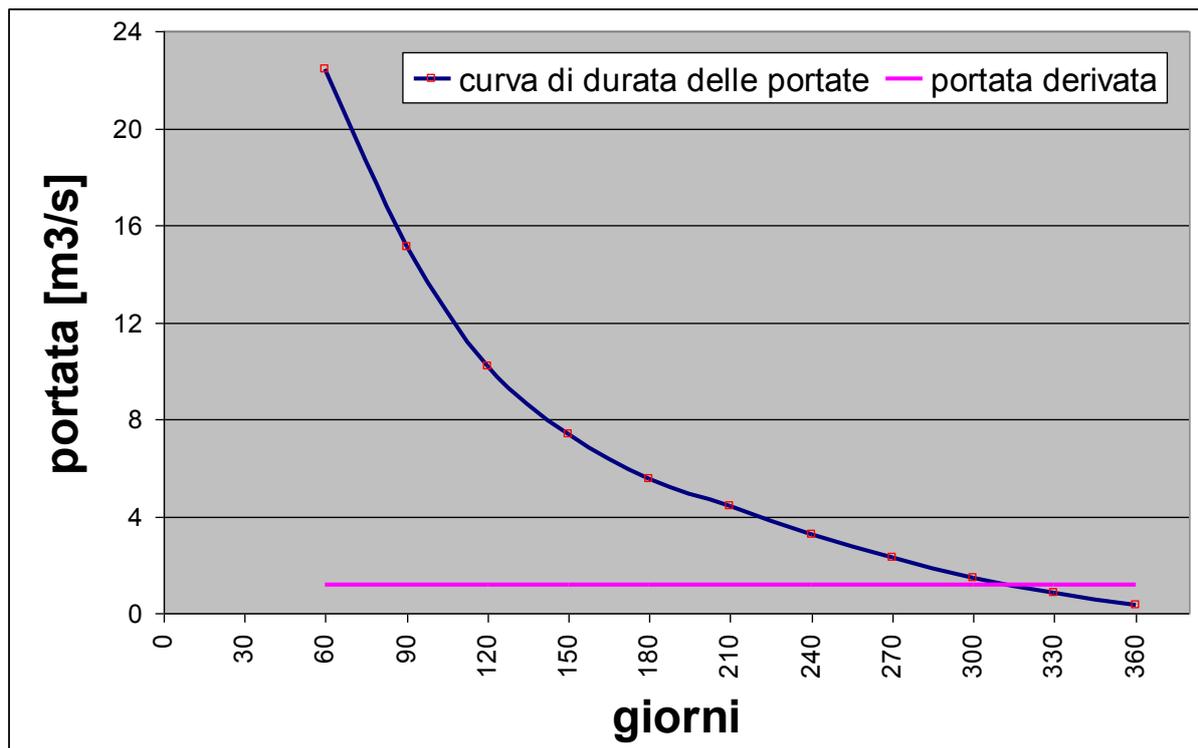
Curva di durata delle portate – sezione di foce

4.5 Sostenibilità dell'uso della risorsa

Per una corretta valutazione della sostenibilità si è proceduto confrontando la curva di durata delle portate del corso d'acqua con le captazioni totali in modo da poter verificare per quanti giorni all'anno tali concessioni possano essere garantite. Nel bacino in questione, tralasciando i numerosi prelievi restituiti dopo l'uso (ad esempio le derivazioni a scopo idroelettrico), il totale derivato è quantificato in 1150 l/s.

curva durata		portata derivata [m ³ /s]
giorni	deflusso [m ³ /s]	
60	22.419	1.150
90	15.110	
120	10.170	
150	7.366	
180	5.536	
210	4.402	
240	3.225	
270	2.310	
300	1.438	
330	0.843	
360	0.334	

Dal confronto effettuato, operato sulle sole portate derivate e non restituite, si deduce che la portata derivata è garantita per oltre 300 giorni all'anno, anche se è verosimile immaginare che nei periodi più secchi alcuni tratti possano incontrare locali situazioni siccitose.



Curva di durata delle portate e portata derivata totale – confronto

Questa analisi presenta un quadro generale relativo all'intero bacino; è ovvio che localmente possono esistere le situazioni più diverse (corsi d'acqua o tratti di essi sfruttati totalmente o viceversa ampie zone prive di derivazioni di qualunque forma). Un'analisi di questo tipo, più complessa ma sicuramente necessaria al fine di conoscere il territorio e di pianificare gli interventi su esso, è riportata in cartografia allegata nella "**Carta della classificazione dello stato quantitativo**".

In tale carta si sono poste un certo numero di sezioni di controllo (29 in questo bacino) localizzate a monte delle derivazioni e delle immissioni degli affluenti, sia nell'asta principale che nei corsi d'acqua secondari. Per ciascuna sezione si riportano la portata media naturale calcolata dal modello, la portata totale derivata nel territorio sotteso, la corrispondente portata media antropizzata (pari alla differenza tra i due valori) e il conseguente deficit idrico (rapporto tra quantità derivata e deflusso naturale, espresso in forma percentuale). A seconda del valore di questo dato i vari tratti vengono schematizzati come privi di deficit idrico (nel caso in cui non insistano derivazioni), con deficit minimo, medio, massimo e infine con deficit totale (nel caso in cui il deflusso naturale sia insufficiente a soddisfare le derivazioni teoriche presenti).

Essendo variabili le portate nel corso dell'anno, è ovvio che i risultati discendono da quali valori vengono considerati; sono state allora realizzate due carte distinte, uguali concettualmente ma una relativa al mese con deflussi minimi (per questo bacino: agosto), l'altra relativa al mese con deflussi massimi (per questo bacino: gennaio).

Nella cartografia allegata esiste inoltre un altro documento utile a questo scopo, ovvero lo "**Schema Idrologico**" relativo all'**asta principale**; qui è schematizzato il corso d'acqua maggiore riportando le grandezze principali (superficie sottesa, deflusso medio naturale annuo, portata derivata a monte e deflusso medio antropizzato annuo) in corrispondenza della sorgente, del confine regionale e di alcune sezioni intermedie; inoltre sono riportate le maggiori affluenze e le principali captazioni idriche.

Per un'analisi dettagliata si rimanda all'esame della cartografia allegata.

5. DEFLUSSO MINIMO VITALE

Il problema della determinazione del Deflusso Minimo Vitale (DMV) viene introdotto nella Parte Generale (paragrafi 5.1 e 5.2), attraverso un breve inquadramento legislativo e una panoramica delle possibili metodologie di calcolo.

Di seguito si analizza nello specifico il bacino oggetto del presente studio.

5.3 Definizione dei tratti per i quali il DMV viene valutato

Nel paragrafo 5.3 della Parte Generale si presenta la questione dell'individuazione di "tratti omogenei" per il calcolo dell'DMV, al cui fine si sono effettuate considerazioni di carattere "biologico".

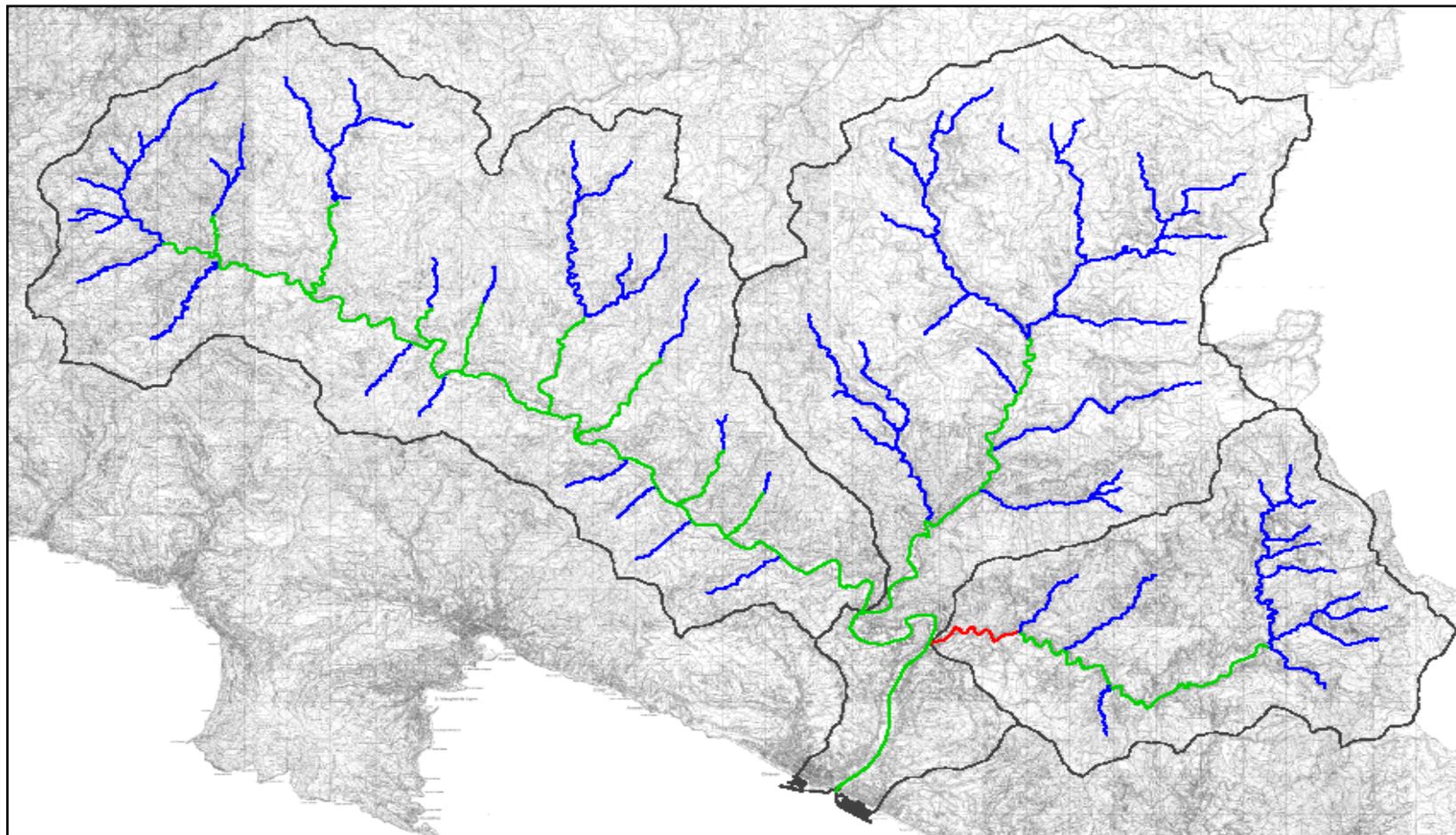
Considerazioni di carattere biologico (la Carta Ittica della Provincia di Genova)

Analizzando il bacino del fiume Entella, si denota un tasso di presenza di fauna ittica decrescente al procedere da monte a valle, cui si accompagna un aumentare del tasso di antropizzazione del territorio; il livello qualitativo appare in generale migliore rispetto a quanto osservato in molti altri bacini.

In base alle categorie individuate dalla carta ittica si può suddividere il corso d'acqua principale nei tratti seguenti:

- Categoria A (colore blu nel grafico seguente - corsi d'acqua ritenuti di pregio ittiofaunistico rilevante o significativo)
- Categoria B (colore verde - acque ritenute di pregio ittico minore rispetto alle precedenti)
- Categoria C (colore rosso - corsi d'acqua, o tratti di essi, non idonei ad ospitare popolazioni ittiche permanenti)

Di seguito si rappresenta graficamente la caratterizzazione del fiume Entella e dei suoi importanti affluenti.



Classificazione del bacino riferita alla gestione della Pesca

Considerazioni di carattere idrogeologico

La parte terminale del bacino in questione è sede di falde idriche significative. Per quanto riguarda le dimensioni del prisma alluvionale dell'Entella, tali depositi all'incirca hanno larghezza variabile dai 400 ai 1600 m con lunghezza di oltre 4 km e potenza variabile dai 20 ai 50 m.

Dalla foce fino all'incirca all'abitato di Carasco i depositi alluvionali possono essere considerati sede di un reservoir idrico di una certa importanza la cui alimentazione avviene soprattutto ad opera del fiume Entella e dei suoi affluenti, quindi attraverso meccanismi di infiltrazione e di scambi idrici fra porzione superficiale e subalveo. In questa zona buona parte della portata scorre in sotterraneo, ma a differenza di altri bacini più piccoli continua a esistere un deflusso superficiale importante e caratterizzato da una certa presenza di fauna ittica, per cui il Deflusso Minimo Vitale in questo caso è importante già dalla zona di foce.

Per ulteriori approfondimenti della struttura idrogeologica di bacino dell'Entella si rimanda agli specifici paragrafi.

I tratti omogenei

La sovrapposizione delle considerazioni idrogeologiche e ittiologiche presentate, unitamente all'analisi del reticolo idrografico ha comportato l'individuazione delle sezioni di controllo che delimitano i vari tratti omogenei. In particolare innanzitutto è stata indagata interamente l'asta principale, in quanto nonostante la presenza di un importante materasso alluvionale la portata superficiale defluente e la presenza di fauna ittica impongono una salvaguardia anche nell'estremo tratto terminale. È stata dunque posta la prima sezione di controllo per il DMV in corrispondenza della foce del fiume Entella. Per quanto riguarda i suoi affluenti, essi sono stati analizzati ponendo le sezioni di seguito elencate.

Il Torrente Graveglia è stato indagato a partire dalla confluenza con l'affluente Torrente di Nè, tralasciando la zona di valle caratterizzata da scarsa fauna ittica. Inoltre a questa sezione se ne è aggiunta un'altra più a monte, posta a valle dell'affluenza del Torrente Reppia.

Il Torrente Sturla è stato analizzato ponendo due sezioni, una nella parte bassa in corrispondenza dell'immissione nel Torrente Lavagna e una nella parte alta ponendo una sezione immediatamente a monte dell'affluenza del Torrente Penna. Inoltre si sono poste ulteriori sezioni in corrispondenza delle immissioni dei suoi maggiori affluenti, quali il Torrente Cicana, il Torrente Mezzanego, il Torrente Mogliana e il Torrente Penna.

Infine il Torrente Lavagna è stato indagato ponendo una sezione nella parte bassa immediatamente a monte dell'affluenza del Torrente Sturla e una nella parte alta in

località Ferriere. Come per il Torrente Sturla si sono poste ulteriori sezioni in corrispondenza delle immissioni dei suoi maggiori affluenti, quali il Torrente Isolone, il Torrente Malvaro, il Torrente Cornia, il Torrente Moconesi, il Torrente di Neirone e il Torrente d'Urri.

In cartografia si riporta una rappresentazione del bacino con le sezioni di controllo individuate e i corrispondenti valori di DMV.

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

Il bacino del fiume Entella risulta interessato da uno sfruttamento intensivo della risorsa idrica, per lo più finalizzato alla produzione di energia idroelettrica; sono qui riportate in seguito le caratterizzazioni relative ai singoli tratti omogenei in cui è stata suddiviso il bacino in questione.

Tratto a monte sezione 1 - Fiume Entella

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 2 - Torrente Graveglia

In questo tratto sono presenti due grandi concessioni destinate alla produzione di energia idroelettrica (portate concesse pari a circa 95 l/s e 40 l/s, restituite in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 3 - Torrente Graveglia

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e una grande concessione destinata alla produzione di energia idroelettrica (portata concessa pari a circa 680 l/s, restituita in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 4 - Torrente Sturla

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 5 - Torrente Cicana

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 6 - Torrente Mezzanego

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 7 - Torrente Mogliana

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 8 - Torrente Penna

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 9 - Torrente Sturla

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e una grande concessione destinata alla produzione di energia idroelettrica (portata concessa pari a circa 800 l/s, restituita in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 10 - Torrente Lavagna

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e due grandi concessioni destinate alla produzione di energia idroelettrica (portate concesse pari a circa 37 l/s e 70 l/s, restituite in alveo dopo l'uso). È presente inoltre uno scarico industriale caratterizzato da una portata rilevante (quasi 400 l/s).

Tratto a monte sezione 11 - Torrente Isolone

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 12 - Torrente Malvaro

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e una grande concessione destinata alla produzione di energia idroelettrica (portata concessa pari a circa 33 l/s, restituita in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 13 - Torrente Cornia

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 14 - Torrente Moconesi

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 15 - Torrente di Neirone

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e diverse grandi concessioni destinate alla produzione di energia idroelettrica (portate concesse pari a circa 80 l/s, 139 l/s e ben quattro prese ciascuna da 200 l/s, il totale restituito in alveo dopo l'uso).

Tratto a monte sezione 16 - Torrente d'Urri

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

Tratto a monte sezione 17 - Torrente Lavagna

In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.

5.5 Definizione dell' DMV per i tratti omogenei individuati

Come visto nel paragrafo 5.5 della "Parte Generale", per ciascun tratto omogeneo si calcola il Deflusso Minimo Vitale attraverso la seguente formula:

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

Con: $K = - 2.24 \cdot 10^{-5} S + 0.086$ [S in km²]

(formula relativa ai bacini siti a est del Torrente Bisagno)

q_{meda} , S: ottenute dalle elaborazioni del modello di bilancio idrico Hydro

Di seguito si riportano le elaborazioni effettuate.

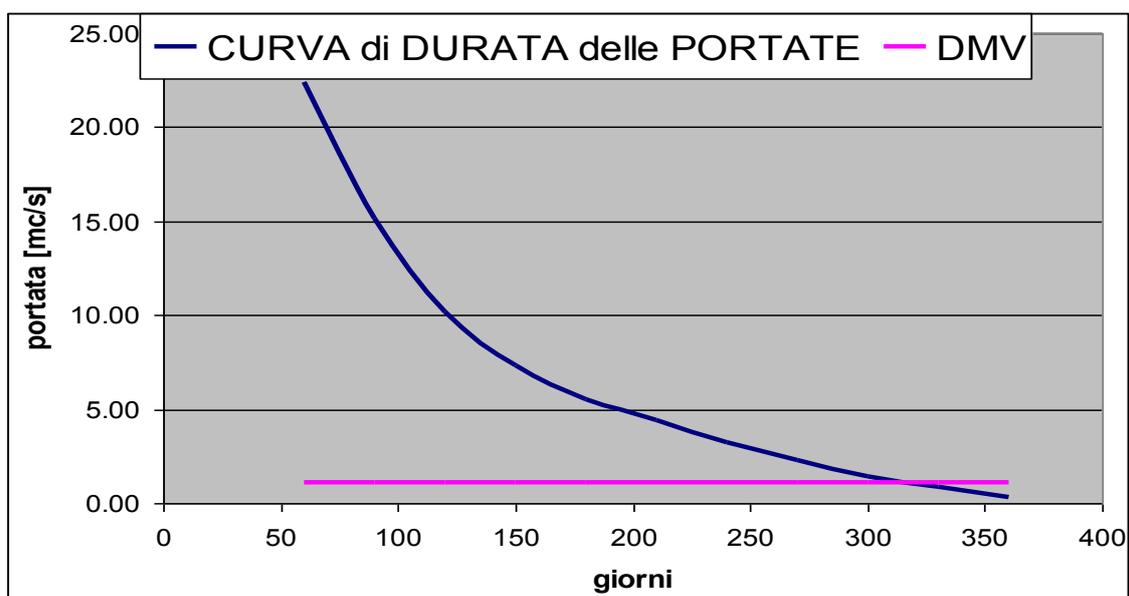
Per ciascuna sezione si calcola il Deflusso Minimo Vitale e, per valutare lo stato della risorsa idrica, lo si confronta con le portate medie mensili e con la curva di durata delle portate calcolate dal modello; questo, come spiegato nei paragrafi precedenti, riproduce deflussi teoricamente "naturali". Poichè le derivazioni più consistenti sono caratterizzate da totale restituzione della portata derivata (captazioni destinate alla produzione di energia idroelettrica) si è ritenuto che i deflussi calcolati nelle singole sezioni approssimino sufficientemente bene la realtà antropizzata.

Sezione 1

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
14.53	372.35	0.0777	1.1283

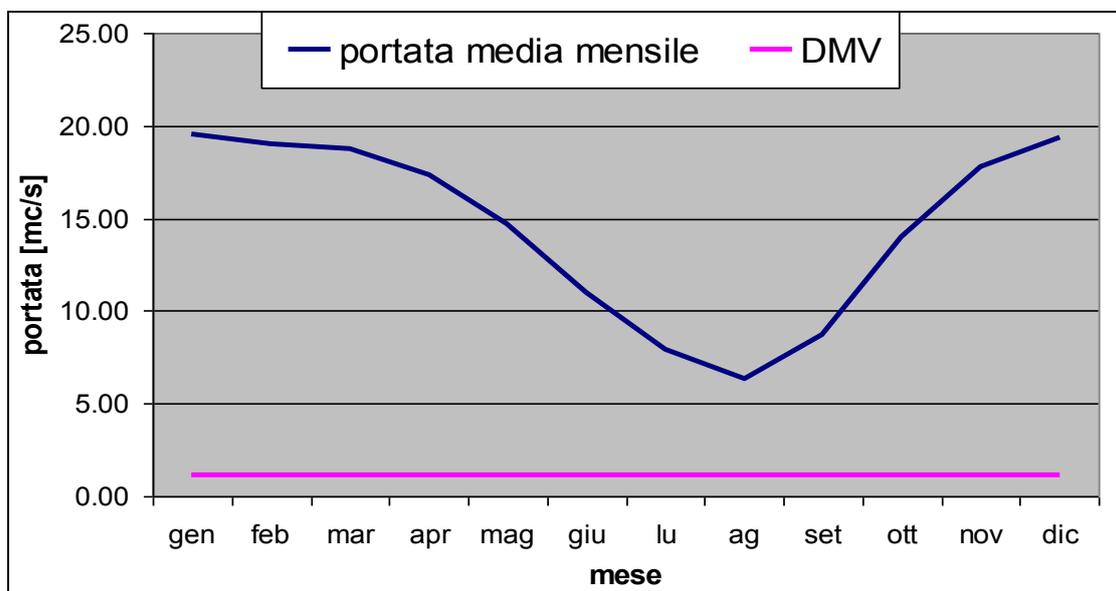
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	22.4187
90	15.1104
120	10.1705
150	7.3663
180	5.5357
210	4.4024
240	3.2255
270	2.3102
300	1.4384
330	0.8427
360	0.3342



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	19.5205
feb	19.0370
mar	18.7244
apr	17.3021
mag	14.6816
giu	10.9834
lug	7.8895
ago	6.3566
set	8.6934
ott	13.9961
nov	17.7797
dic	19.3870

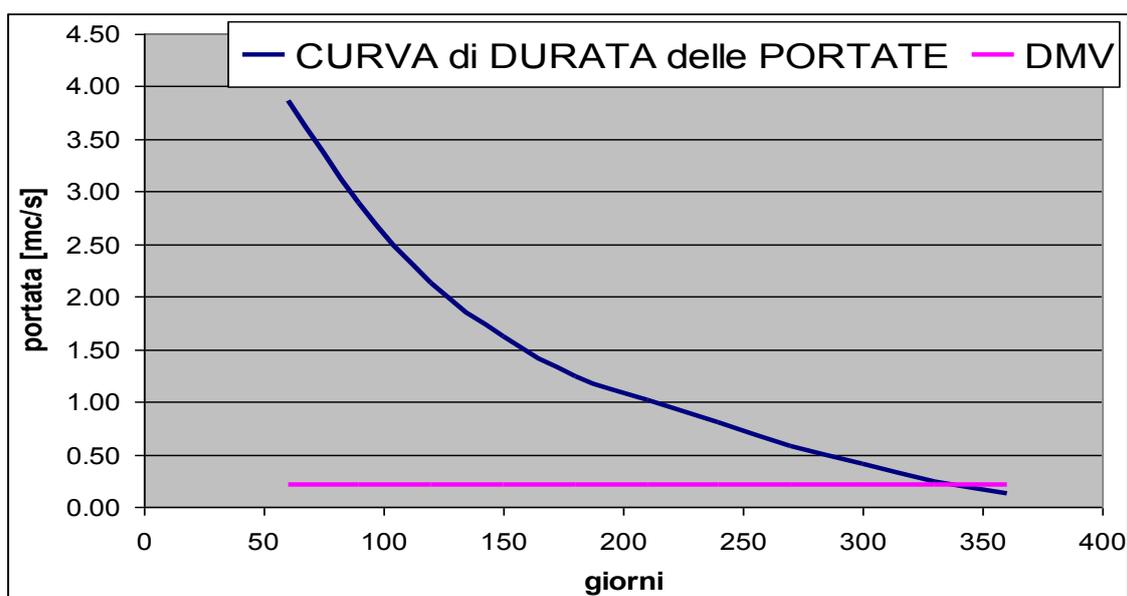


Sezione 2

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
2.54	58.48	0.0847	0.2153

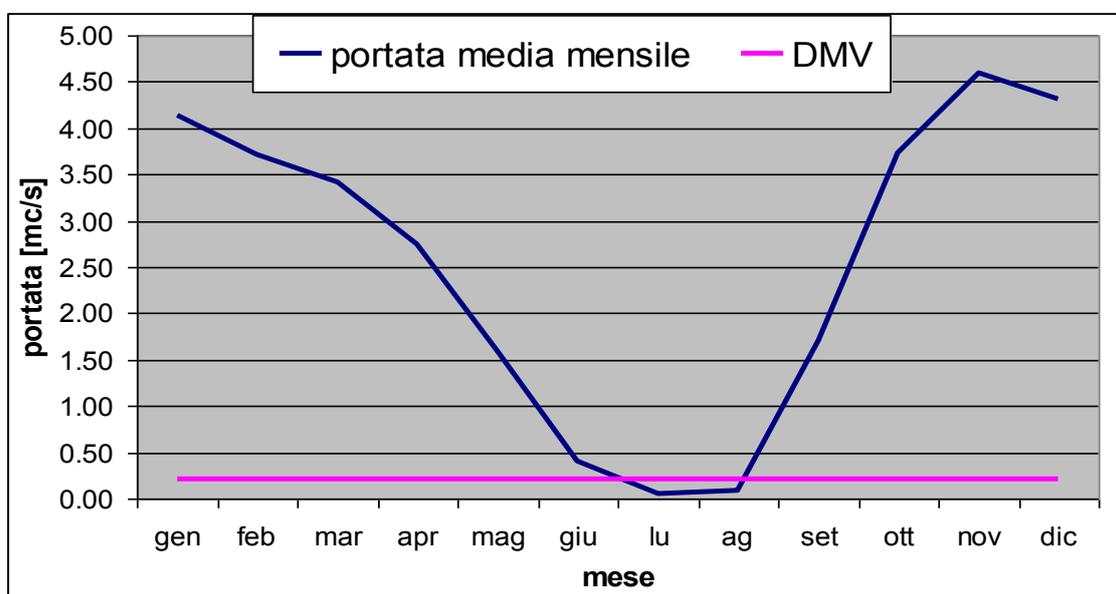
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	3.8685
90	2.8874
120	2.1300
150	1.6242
180	1.2455
210	1.0091
240	0.8032
270	0.5821
300	0.4092
330	0.2364
360	0.1245



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	4.1371
feb	3.7180
mar	3.4174
apr	2.7501
mag	1.5861
giu	0.4051
lug	0.0517
ago	0.0936
set	1.7119
ott	3.7344
nov	4.5910
dic	4.3046

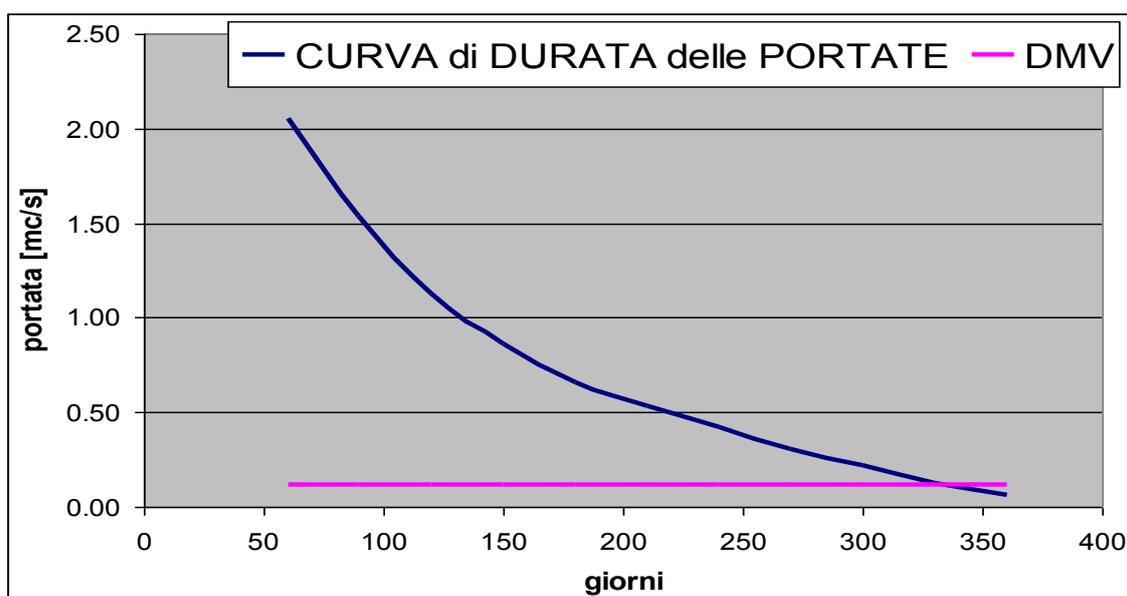


Sezione 3

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
1.35	28.22	0.0854	0.1153

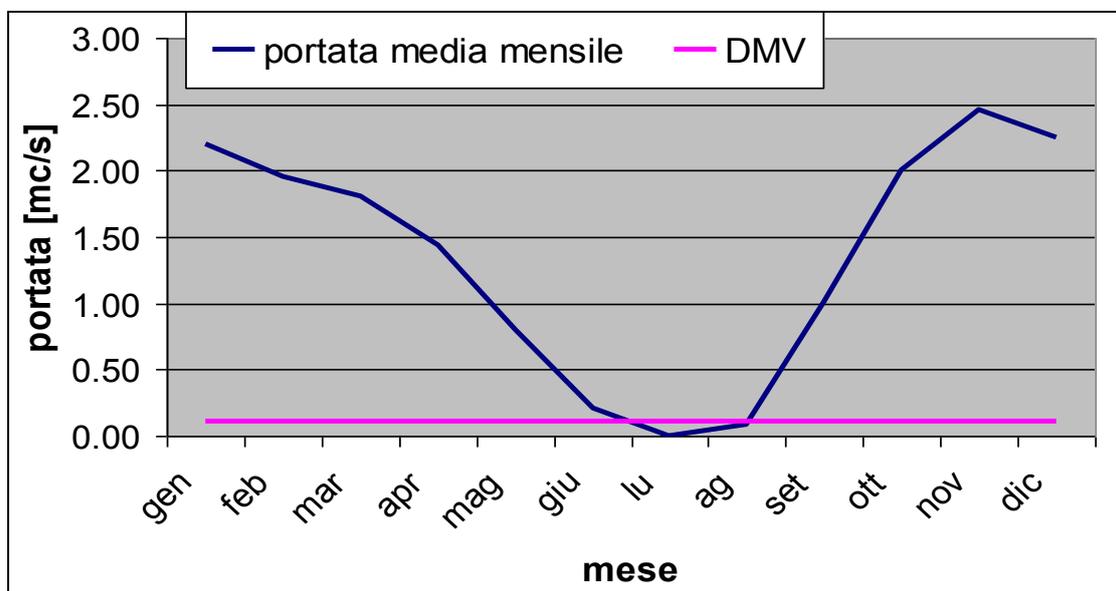
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	2.0560
90	1.5346
120	1.1320
150	0.8632
180	0.6619
210	0.5363
240	0.4269
270	0.3094
300	0.2175
330	0.1256
360	0.0662



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	2.1981
feb	1.9497
mar	1.8025
apr	1.4383
mag	0.8010
giu	0.2136
lug	0.0004
ago	0.0845
set	1.0090
ott	2.0015
nov	2.4626
dic	2.2494

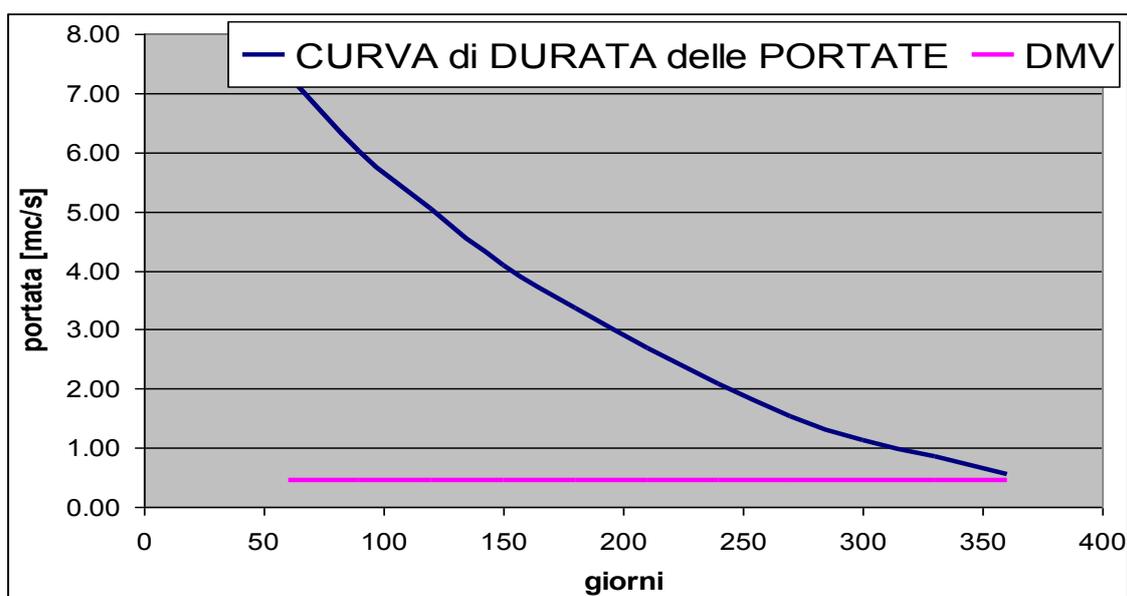


Sezione 4

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
5.52	129.43	0.0831	0.4589

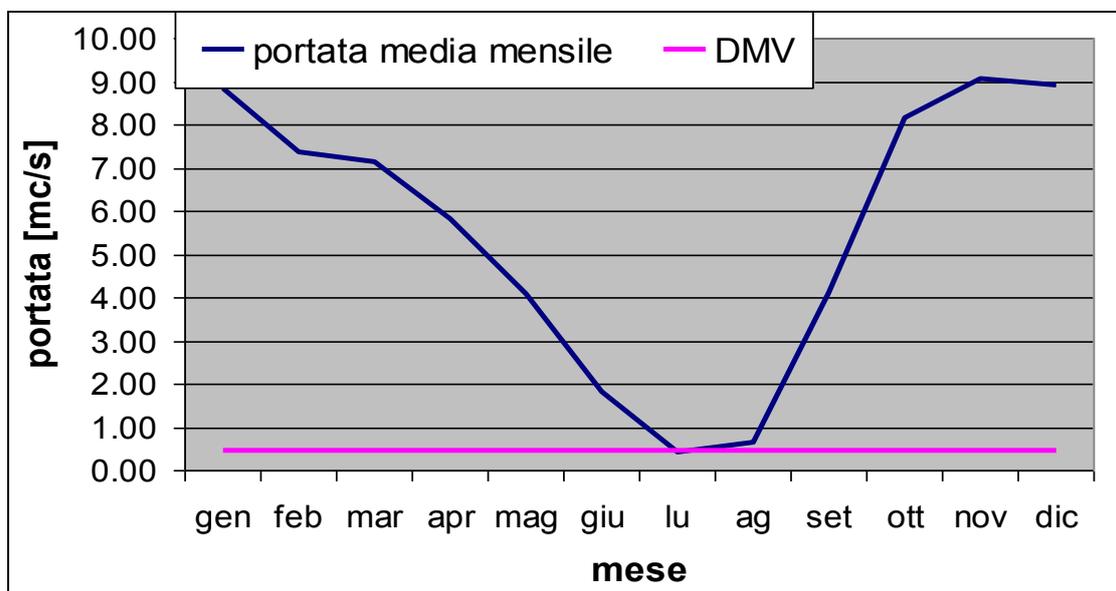
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	7.2952
90	6.0084
120	5.0475
150	4.0866
180	3.3576
210	2.6729
240	2.0709
270	1.5242
300	1.1211
330	0.8449
360	0.5412



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	8.8170
feb	7.3442
mar	7.1317
apr	5.8163
mag	4.0598
giu	1.8273
lug	0.4037
ago	0.6477
set	4.1003
ott	8.1529
nov	9.0527
dic	8.9160

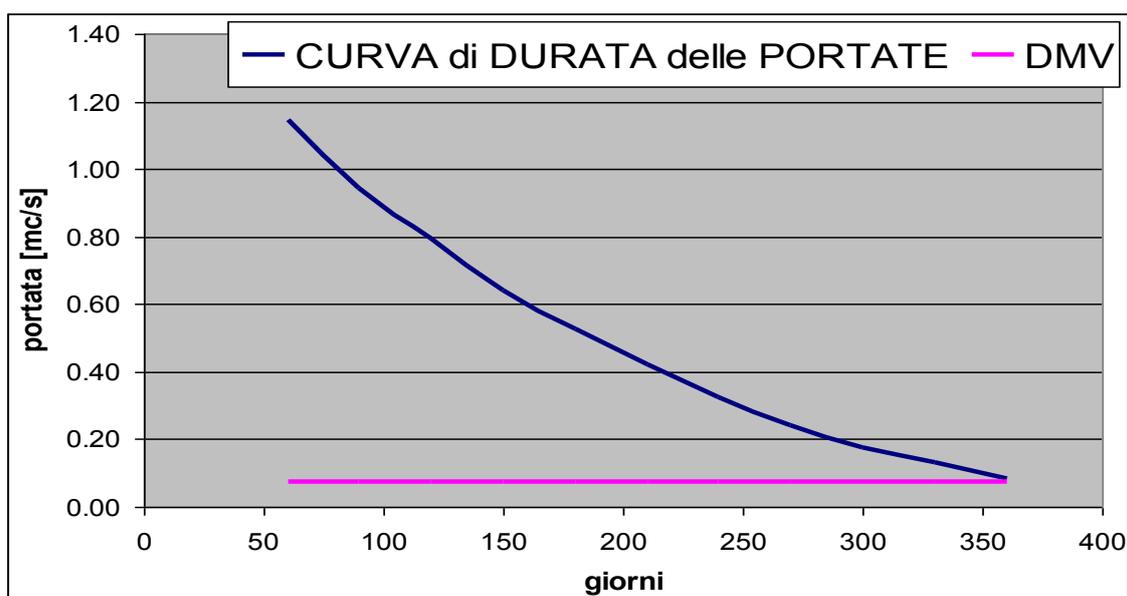


Sezione 5

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.87	21.75	0.0855	0.0742

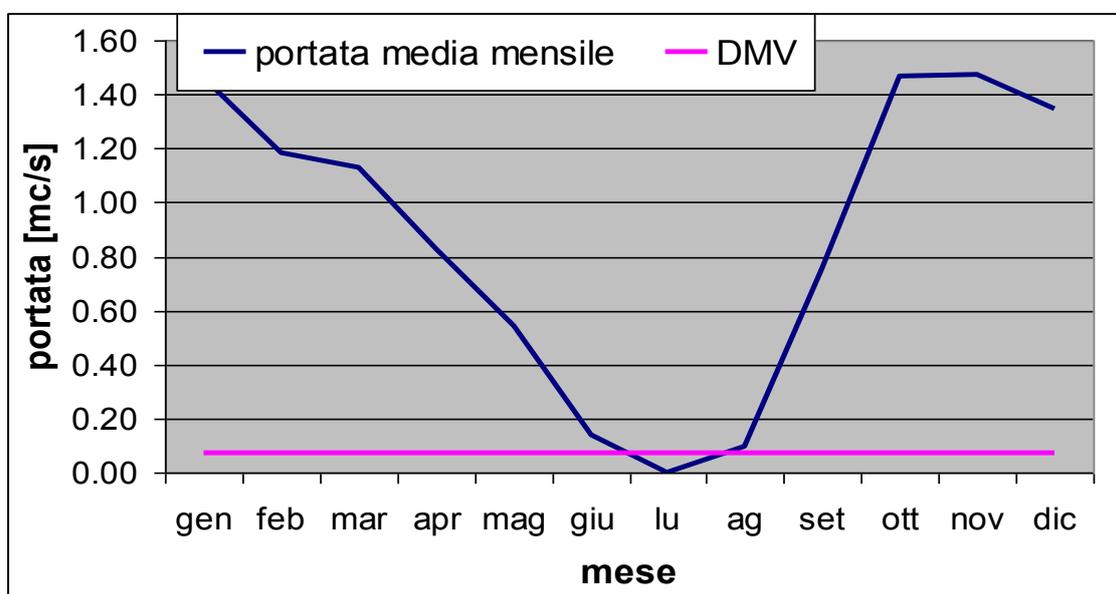
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	1.1469
90	0.9446
120	0.7935
150	0.6425
180	0.5279
210	0.4202
240	0.3256
270	0.2396
300	0.1762
330	0.1328
360	0.0851



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	1.4606
feb	1.1808
mar	1.1309
apr	0.8296
mag	0.5434
giu	0.1378
lug	0.0005
ago	0.0942
set	0.7561
ott	1.4679
nov	1.4709
dic	1.3457

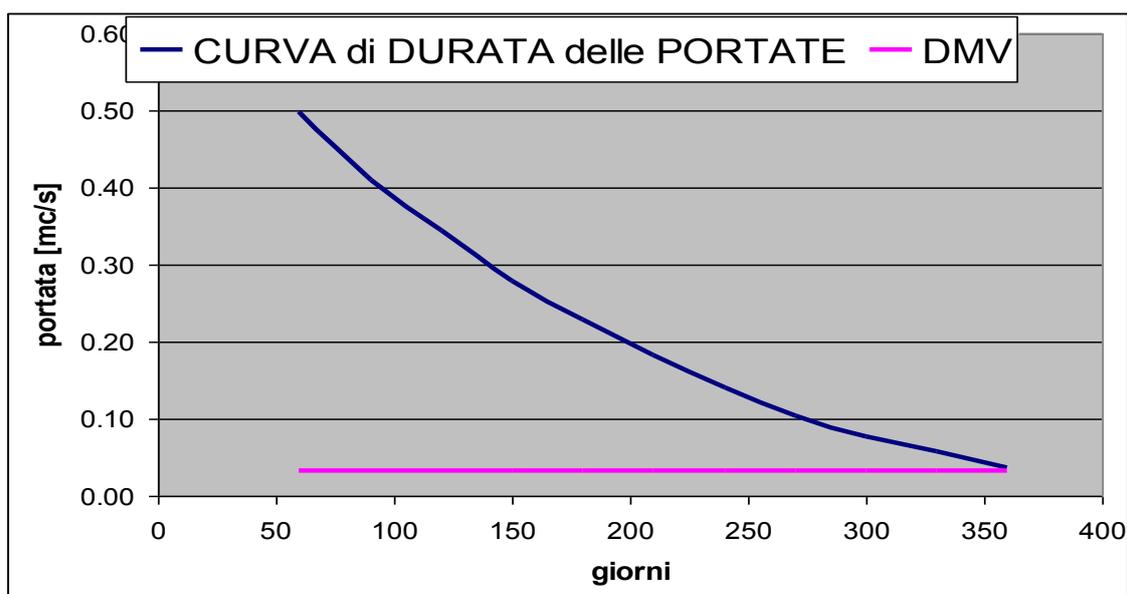


Sezione 6

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.38	9.88	0.0858	0.0323

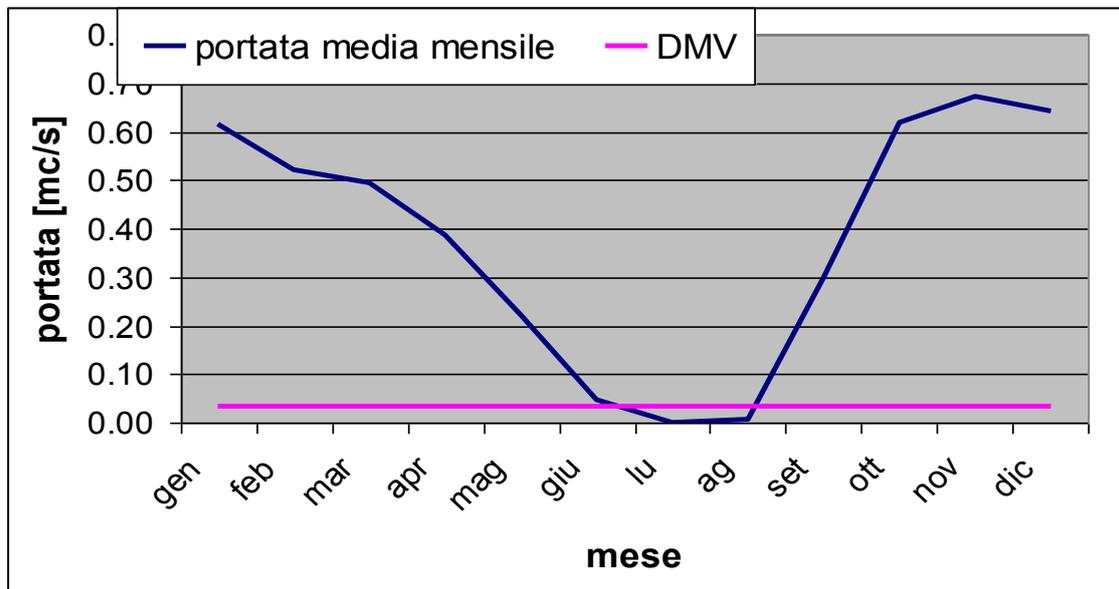
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	0.4972
90	0.4095
120	0.3440
150	0.2785
180	0.2288
210	0.1822
240	0.1411
270	0.1039
300	0.0764
330	0.0576
360	0.0369



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	0.6139
feb	0.5213
mar	0.4949
apr	0.3857
mag	0.2206
giu	0.0460
lug	0.0000
ago	0.0053
set	0.2977
ott	0.6175
nov	0.6718
dic	0.6419

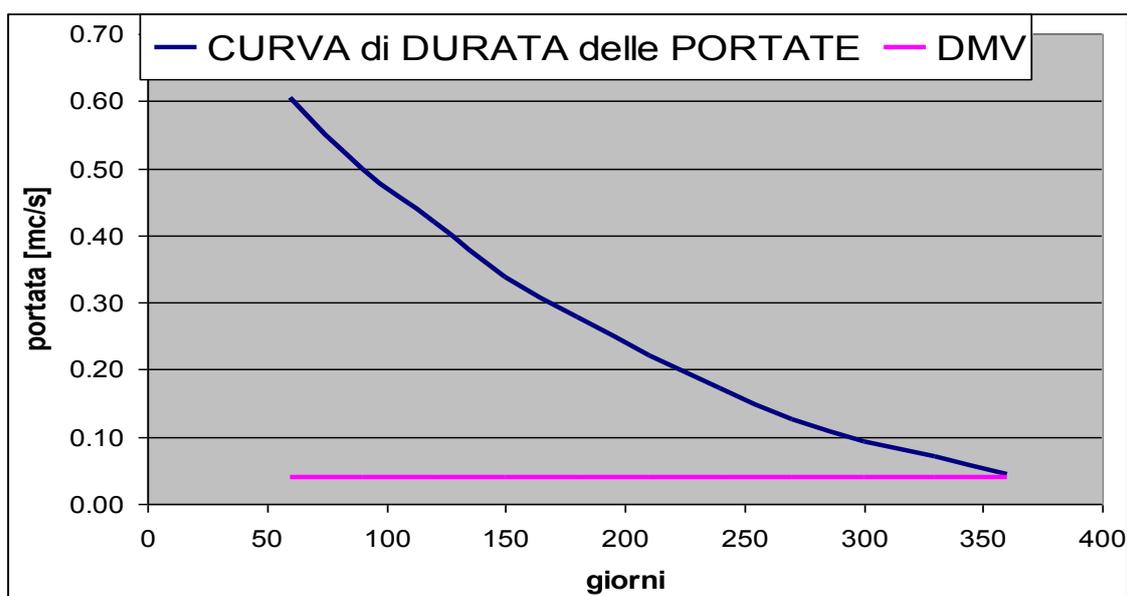


Sezione 7

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.46	10.90	0.0858	0.0393

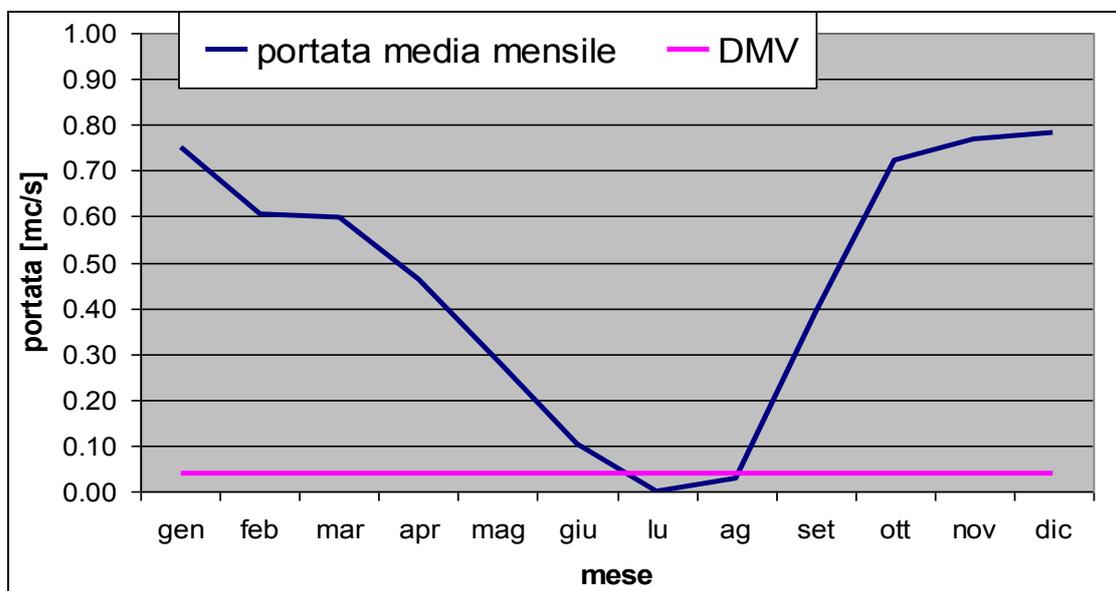
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	0.6049
90	0.4982
120	0.4186
150	0.3389
180	0.2784
210	0.2216
240	0.1717
270	0.1264
300	0.0930
330	0.0701
360	0.0449



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	0.7522
feb	0.6047
mar	0.5971
apr	0.4630
mag	0.2832
giu	0.1017
lug	0.0000
ago	0.0296
set	0.3887
ott	0.7217
nov	0.7693
dic	0.7842

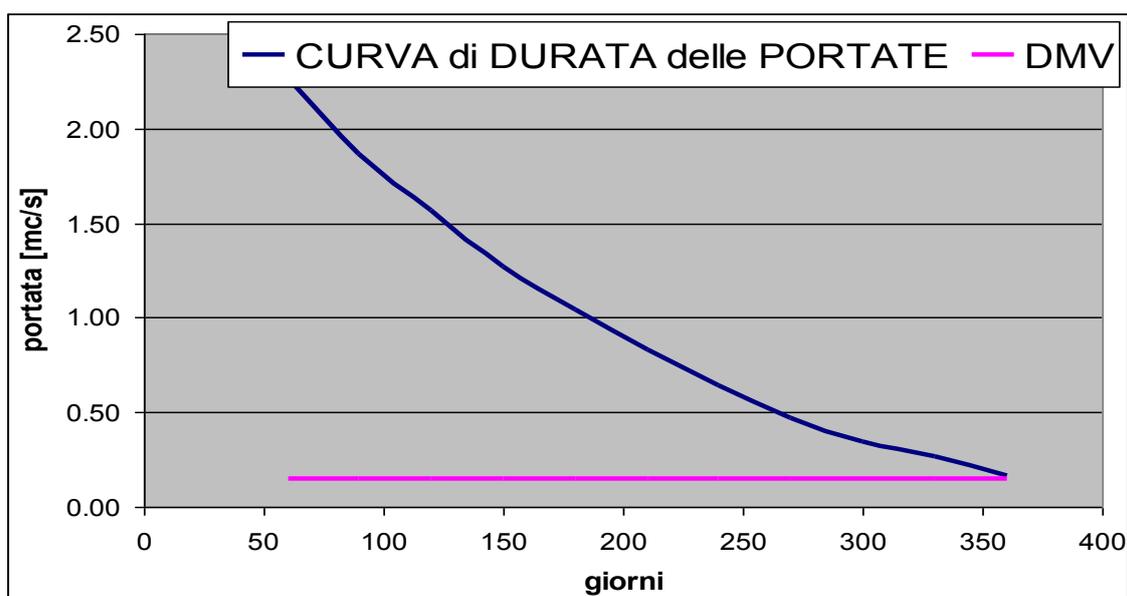


Sezione 8

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
1.72	36.98	0.0852	0.1462

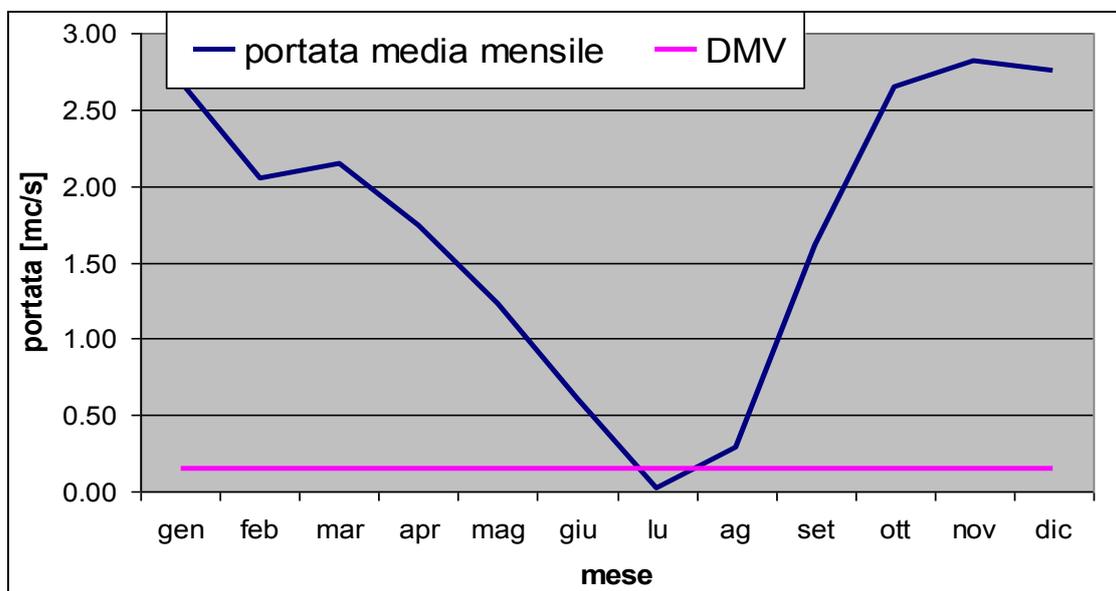
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	2.2677
90	1.8677
120	1.5690
150	1.2703
180	1.0437
210	0.8308
240	0.6437
270	0.4738
300	0.3485
330	0.2626
360	0.1682



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	2.6768
feb	2.0550
mar	2.1480
apr	1.7387
mag	1.2256
giu	0.6114
lug	0.0179
ago	0.2865
set	1.6108
ott	2.6483
nov	2.8224
dic	2.7581

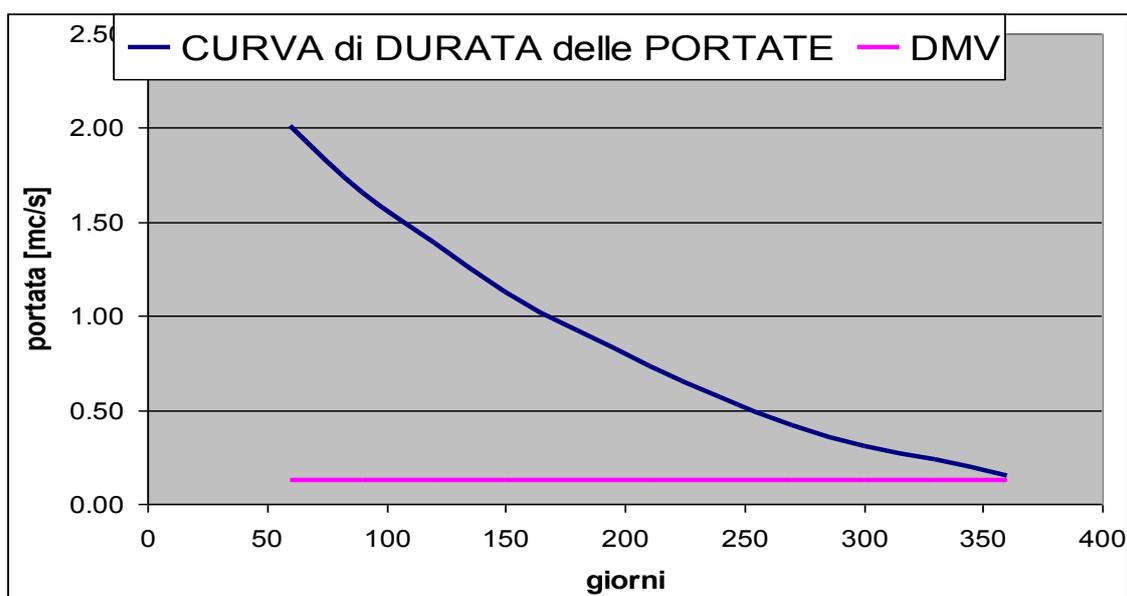


Sezione 9

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
1.52	33.57	0.0852	0.1297

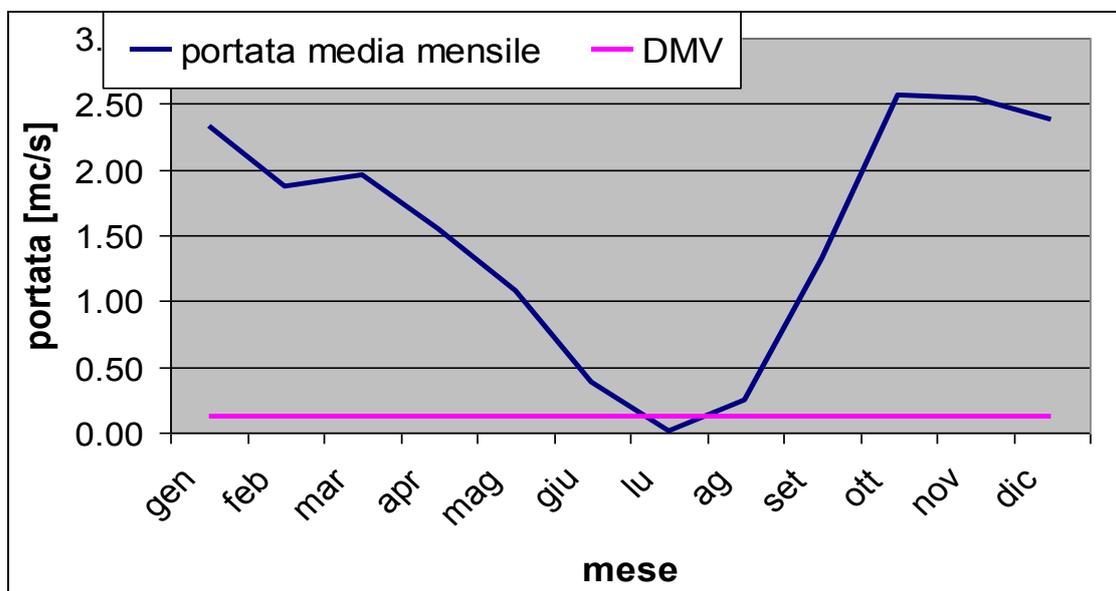
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	2.0096
90	1.6551
120	1.3904
150	1.1257
180	0.9249
210	0.7363
240	0.5705
270	0.4199
300	0.3088
330	0.2328
360	0.1491



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	2.3329
feb	1.8746
mar	1.9614
apr	1.5457
mag	1.0842
giu	0.3843
lug	0.0122
ago	0.2418
set	1.3268
ott	2.5673
nov	2.5418
dic	2.3822

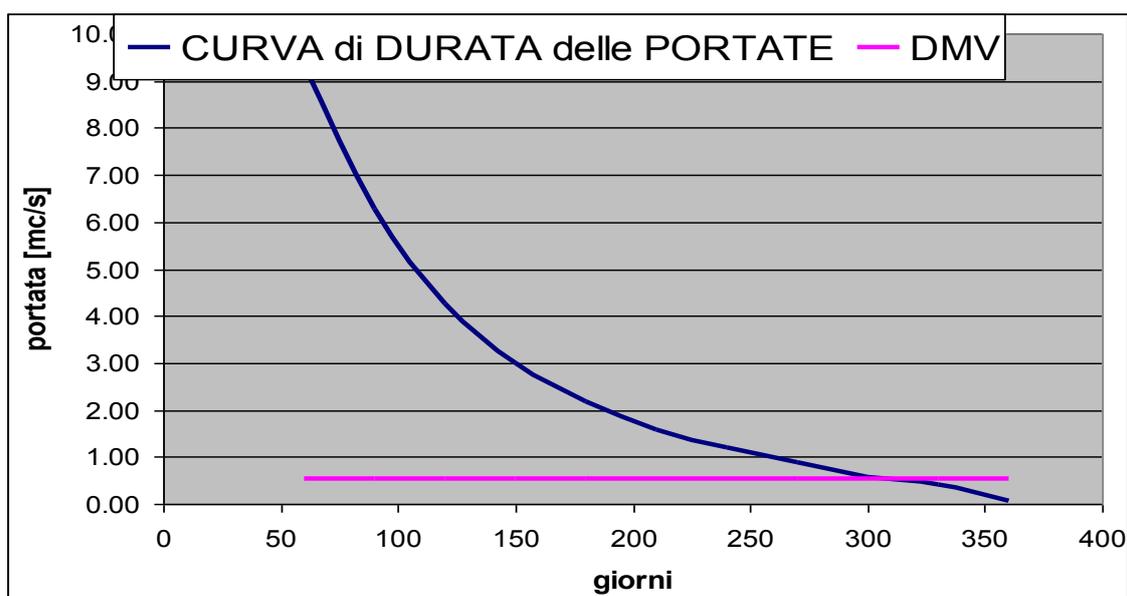


Sezione 10

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
6.47	165.39	0.0823	0.5321

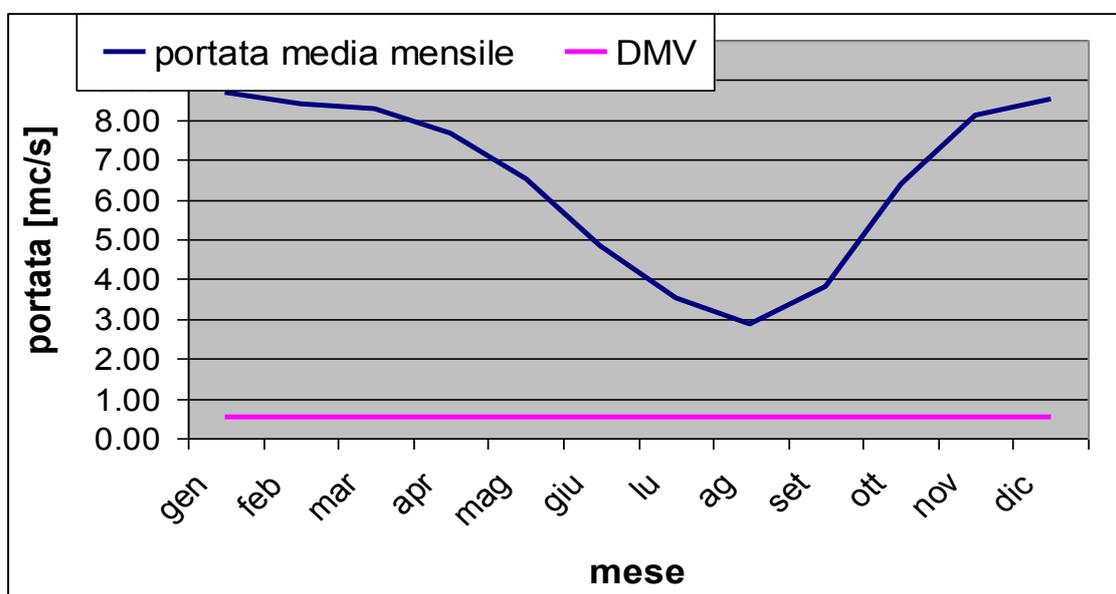
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	9.3244
90	6.2852
120	4.2548
150	2.9874
180	2.1662
210	1.5907
240	1.2027
270	0.8794
300	0.5820
330	0.3944
360	0.0647



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	8.6751
feb	8.4091
mar	8.2770
apr	7.6585
mag	6.5233
giu	4.8163
lug	3.5380
ago	2.8534
set	3.8276
ott	6.4104
nov	8.0987
dic	8.5081

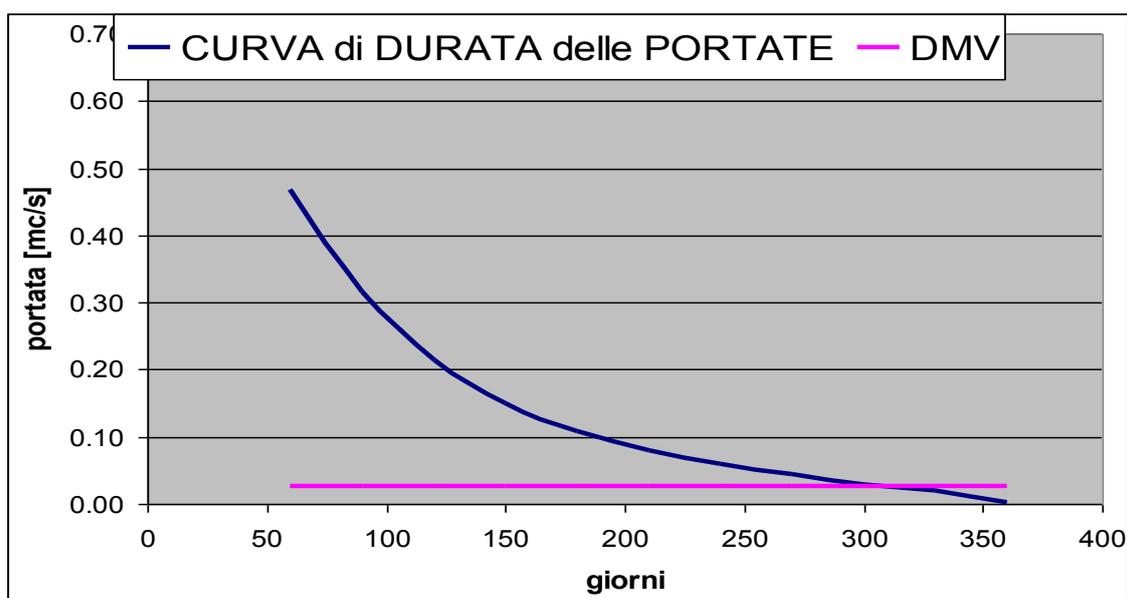


Sezione 11

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.32	8.00	0.0858	0.0279

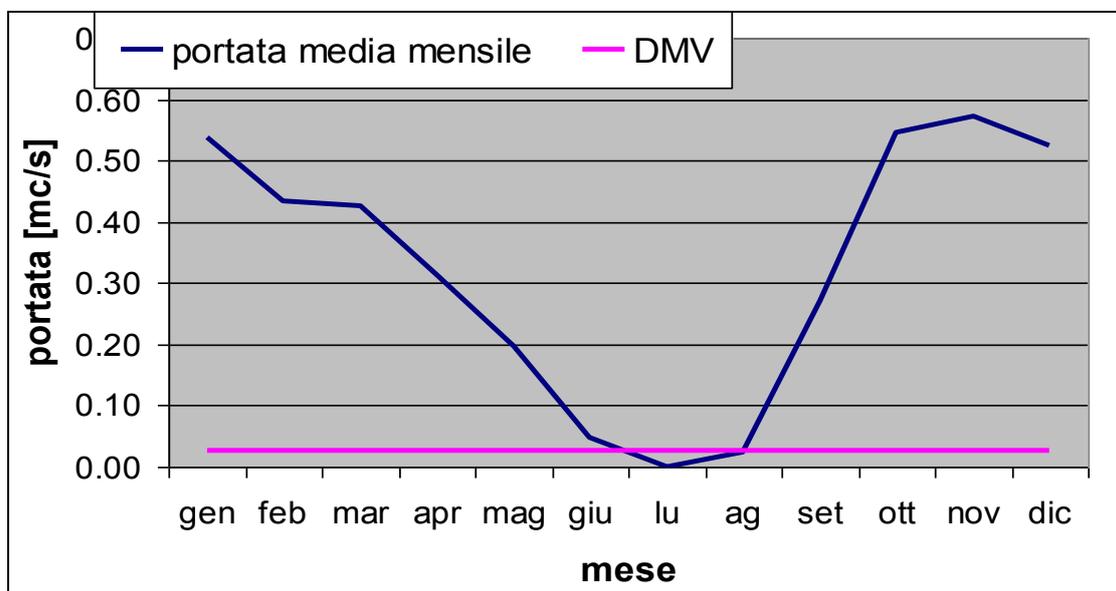
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	0.4681
90	0.3155
120	0.2136
150	0.1500
180	0.1087
210	0.0799
240	0.0604
270	0.0441
300	0.0292
330	0.0198
360	0.0032



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	0.5365
feb	0.4340
mar	0.4266
apr	0.3134
mag	0.1972
giu	0.0469
lug	0.0000
ago	0.0246
set	0.2716
ott	0.5469
nov	0.5732
dic	0.5246

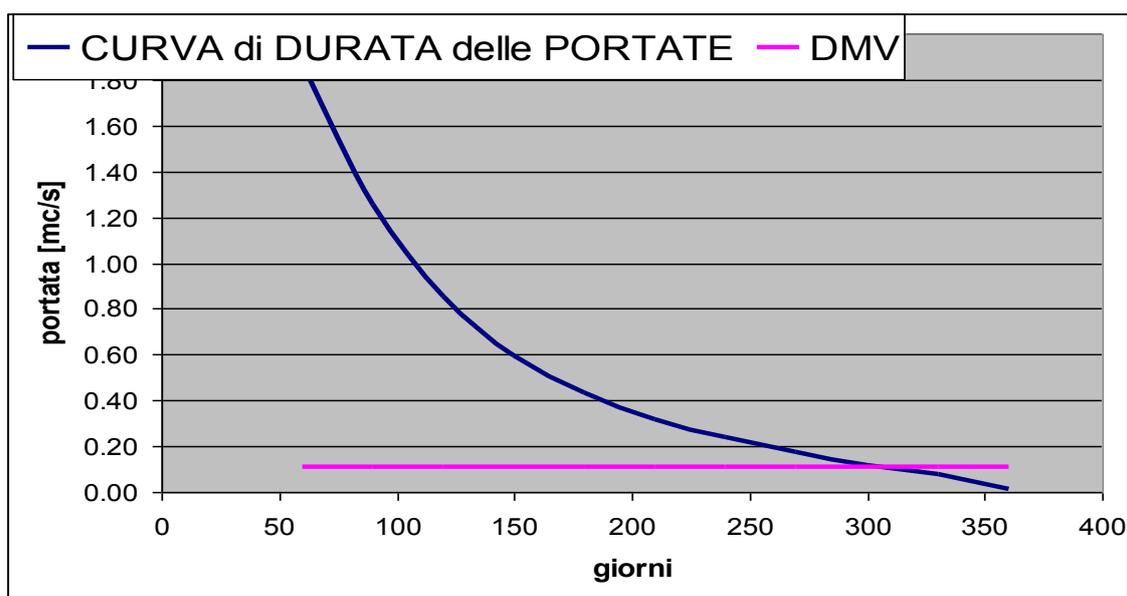


Sezione 12

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
1.30	31.58	0.0853	0.1105

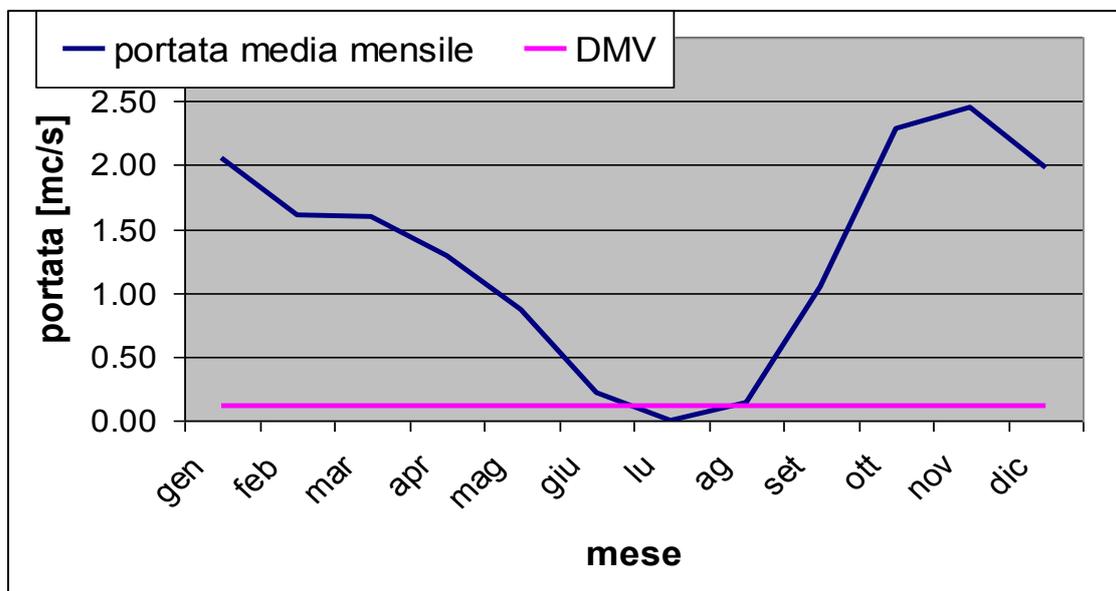
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	1.8675
90	1.2588
120	0.8521
150	0.5983
180	0.4338
210	0.3186
240	0.2409
270	0.1761
300	0.1166
330	0.0790
360	0.0130



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	2.0506
feb	1.6032
mar	1.5952
apr	1.2887
mag	0.8706
giu	0.2178
lug	0.0007
ago	0.1437
set	1.0517
ott	2.2826
nov	2.4525
dic	1.9834

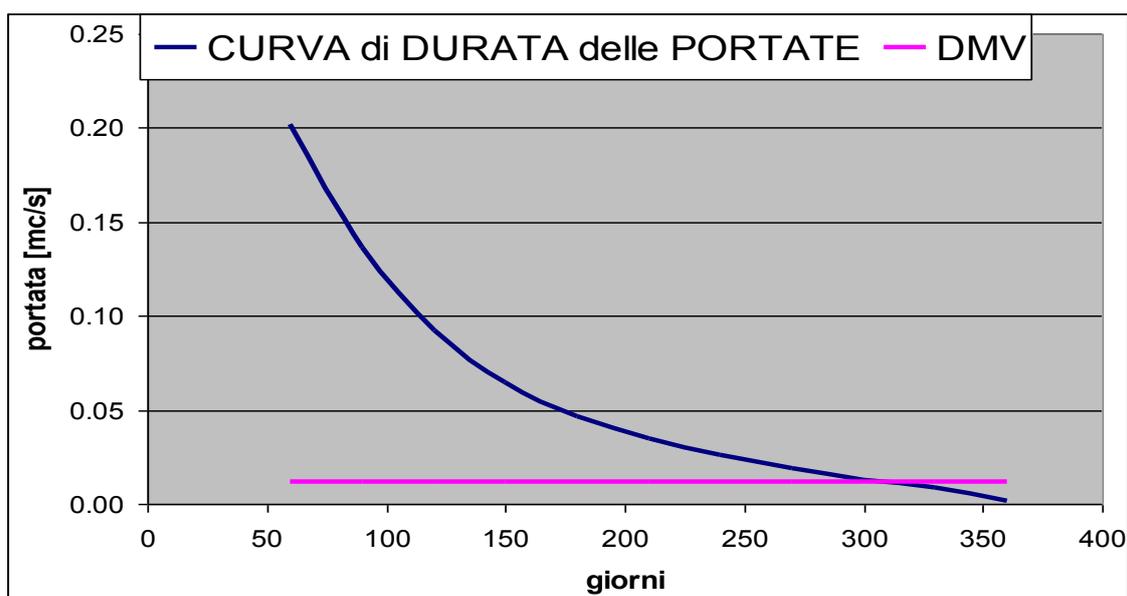


Sezione 13

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.14	3.46	0.0859	0.0120

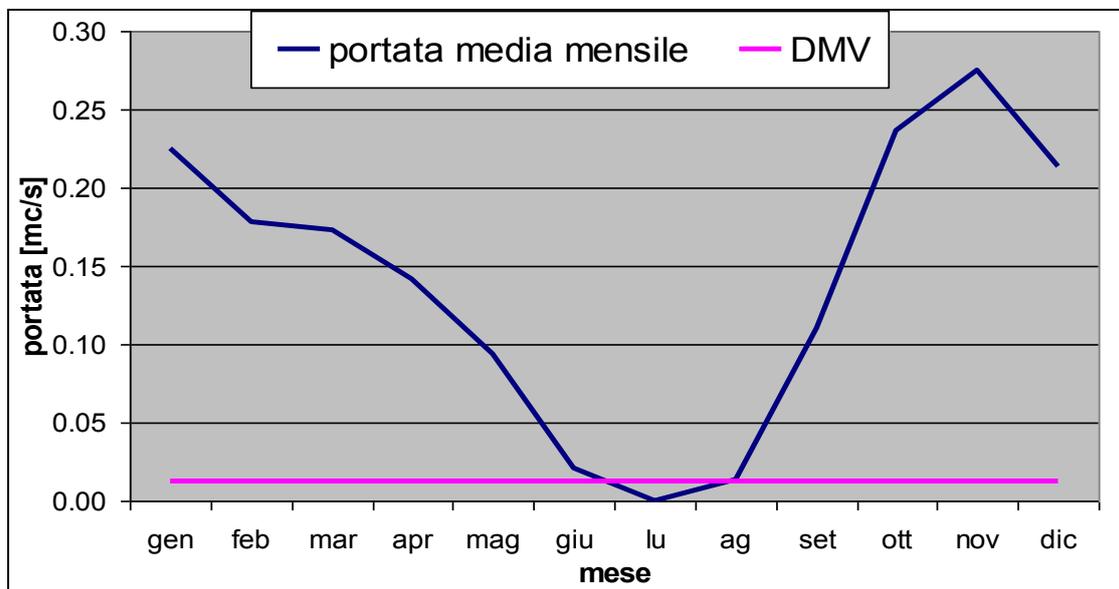
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	0.2020
90	0.1362
120	0.0922
150	0.0647
180	0.0469
210	0.0345
240	0.0261
270	0.0191
300	0.0126
330	0.0085
360	0.0014



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	0.2247
feb	0.1777
mar	0.1725
apr	0.1414
mag	0.0942
giu	0.0213
lug	0.0000
ago	0.0136
set	0.1099
ott	0.2369
nov	0.2753
dic	0.2138

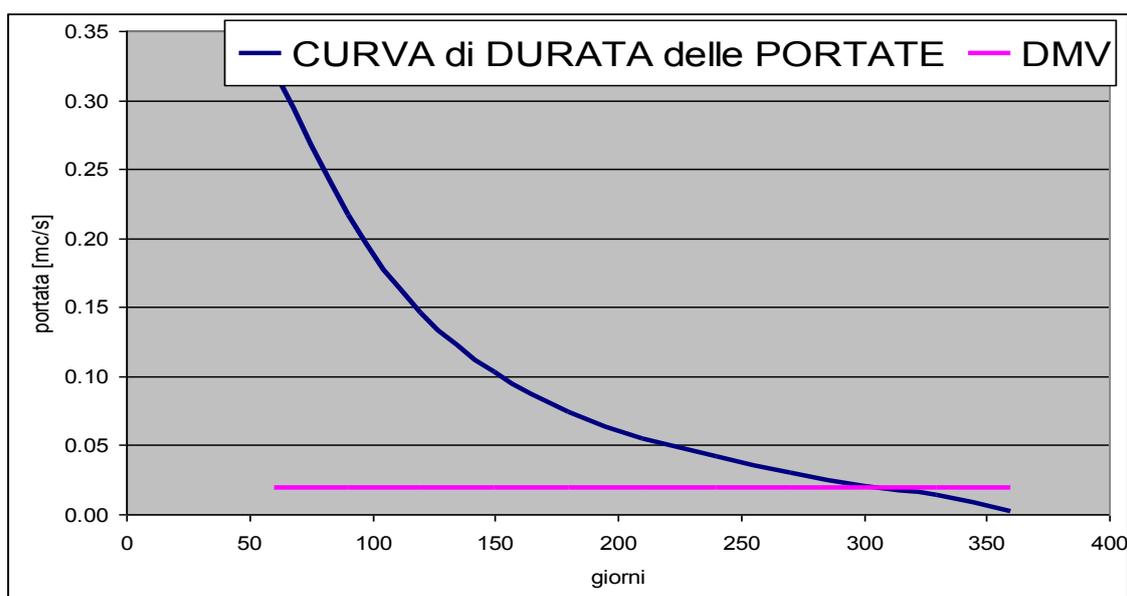


Sezione 14

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.22	5.30	0.0859	0.0191

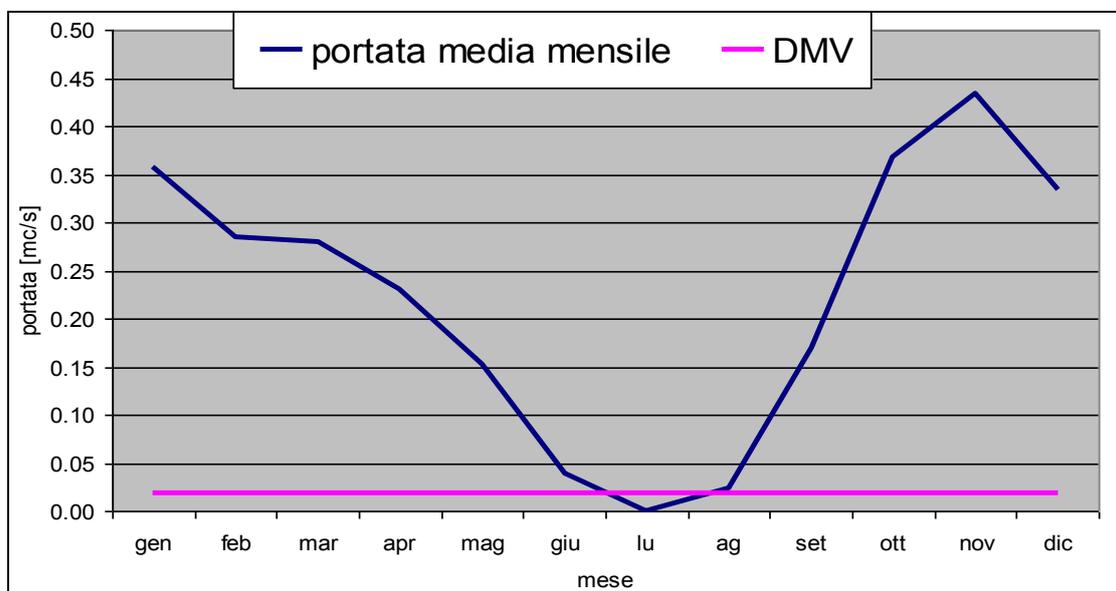
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	0.3211
90	0.2165
120	0.1465
150	0.1029
180	0.0746
210	0.0548
240	0.0414
270	0.0303
300	0.0200
330	0.0136
360	0.0022



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	0.3584
feb	0.2855
mar	0.2795
apr	0.2308
mag	0.1522
giu	0.0382
lug	0.0000
ago	0.0231
set	0.1687
ott	0.3683
nov	0.4340
dic	0.3337

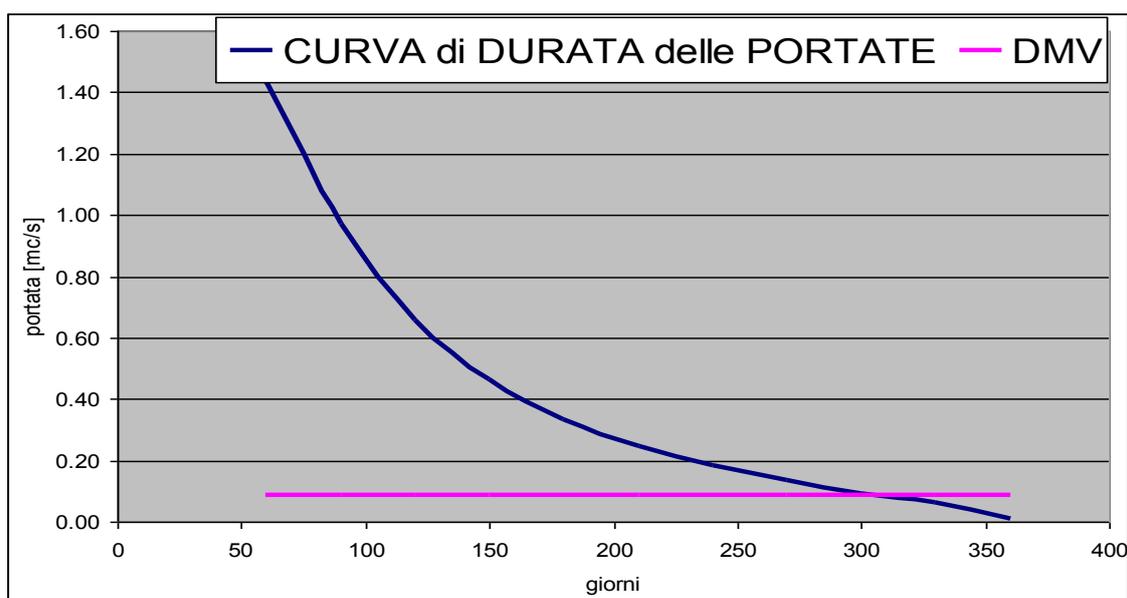


Sezione 15

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
1.00	22.72	0.0855	0.0855

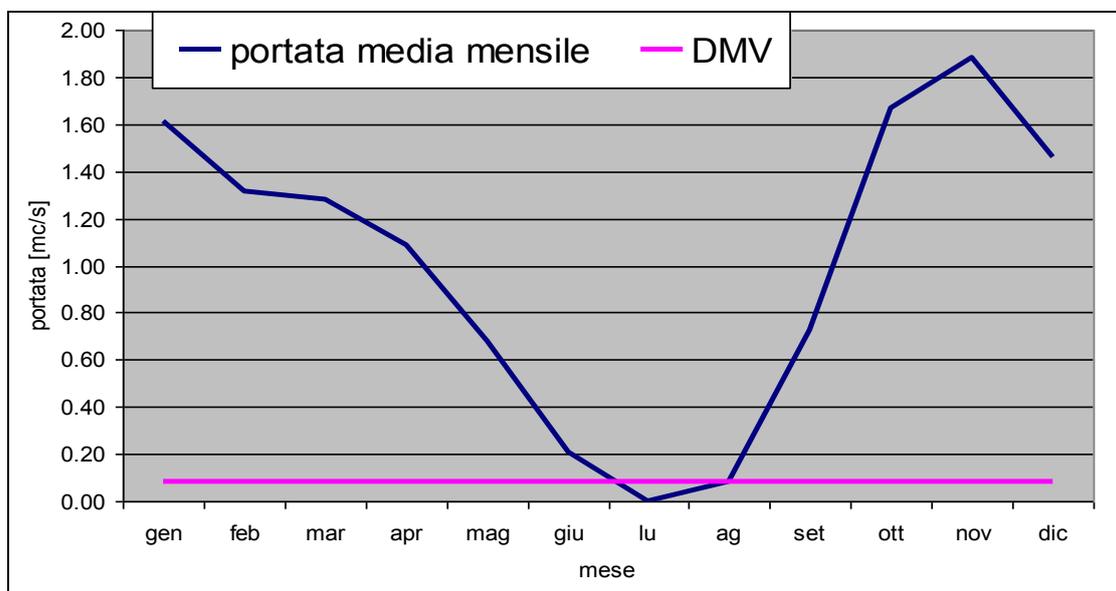
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	1.4421
90	0.9721
120	0.6580
150	0.4620
180	0.3350
210	0.2460
240	0.1860
270	0.1360
300	0.0900
330	0.0610
360	0.0100



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	1.6156
feb	1.3115
mar	1.2814
apr	1.0839
mag	0.6804
giu	0.2069
lug	0.0000
ago	0.0859
set	0.7243
ott	1.6669
nov	1.8805
dic	1.4635

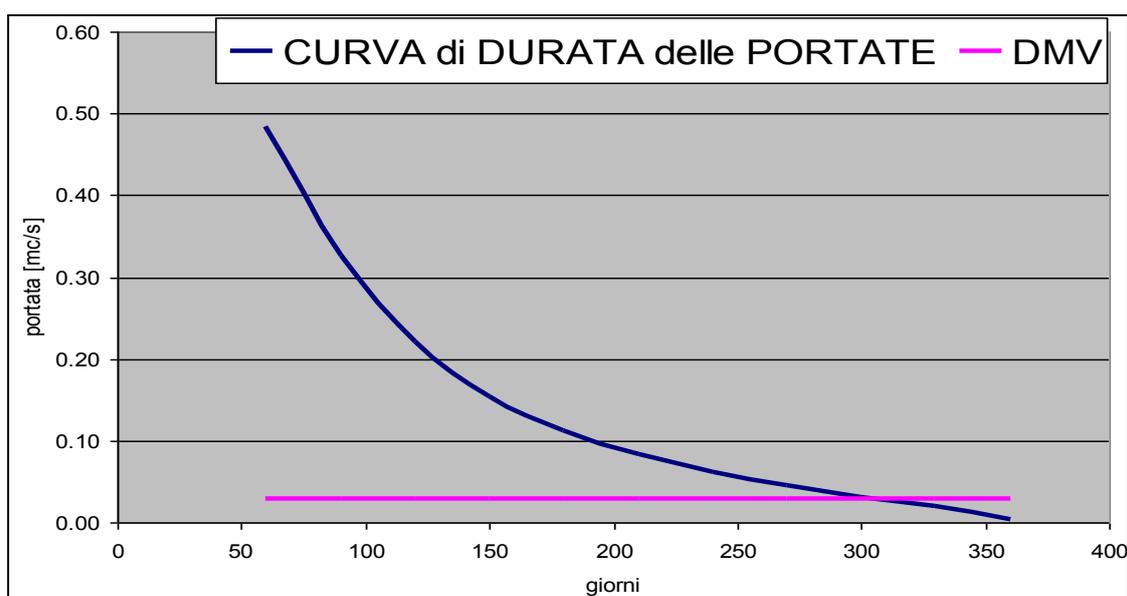


Sezione 16

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.34	7.49	0.0858	0.0288

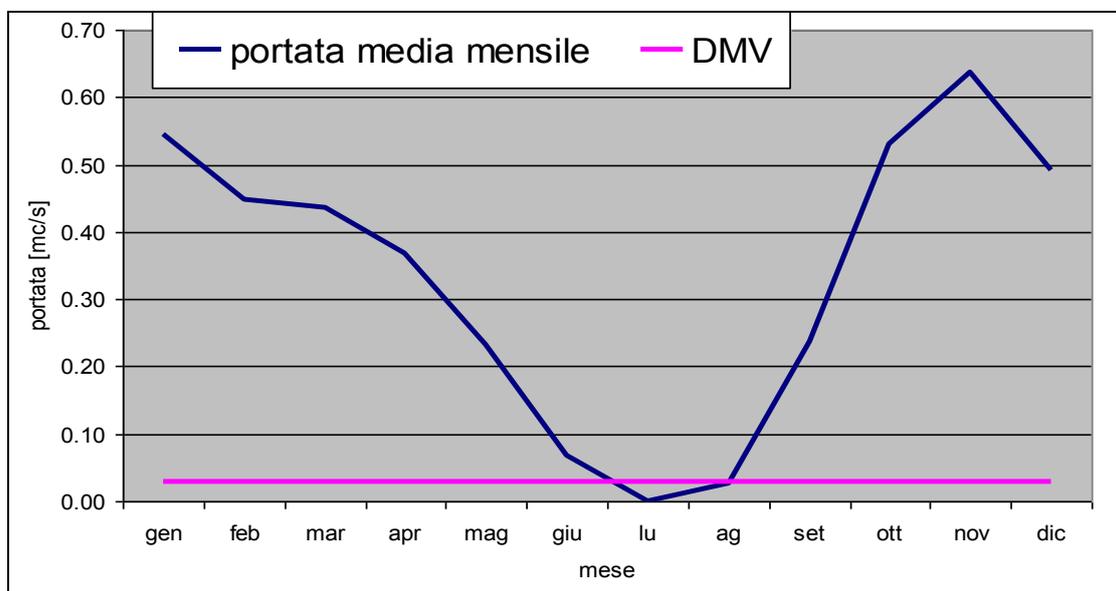
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	0.4836
90	0.3260
120	0.2207
150	0.1549
180	0.1123
210	0.0825
240	0.0624
270	0.0456
300	0.0302
330	0.0205
360	0.0034



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	0.5455
feb	0.4472
mar	0.4369
apr	0.3689
mag	0.2320
giu	0.0675
lug	0.0000
ago	0.0272
set	0.2384
ott	0.5314
nov	0.6367
dic	0.4925

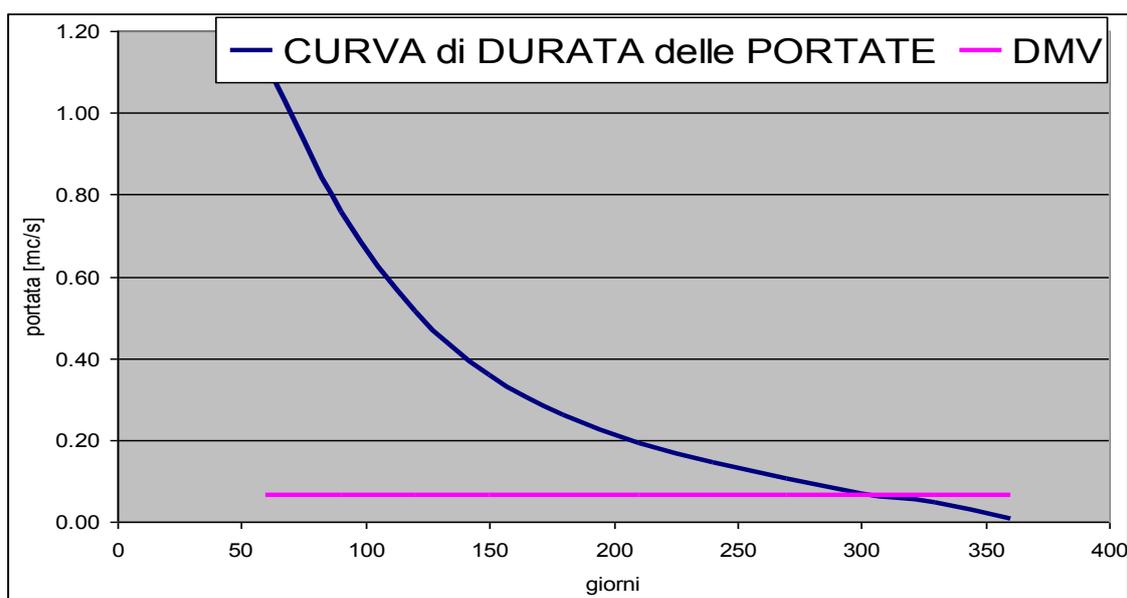


Sezione 17

Portata media [m³/s]	Superficie [km²]	k	DMV [m³/s]
0.78	18.08	0.0856	0.0668

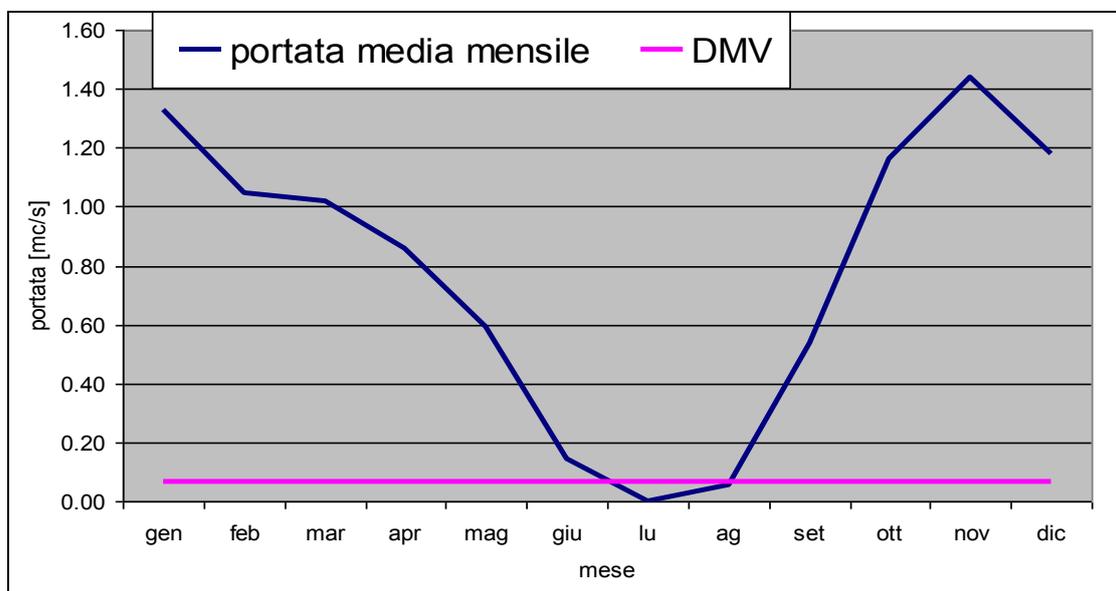
Confronto DMV - curva di durata delle portate:

CURVA DI DURATA DELLE PORTATE	
Giorni	Portata [m³/s]
60	1.1247
90	0.7581
120	0.5132
150	0.3603
180	0.2613
210	0.1919
240	0.1451
270	0.1061
300	0.0702
330	0.0476
360	0.0078



Confronto DMV - portate medie mensili:

PORTATA MEDIA MENSILE	
Mese	Portata [m ³ /s]
gen	1.3275
feb	1.0456
mar	1.0198
apr	0.8589
mag	0.5911
giu	0.1443
lug	0.0000
ago	0.0527
set	0.5352
ott	1.1630
nov	1.4395
dic	1.1819



Riepilogo:

Nella tabella seguente si riassume la situazione del bacino in questione indicando, per ciascuna sezione di controllo individuata, il valore indicativo di Deflusso Minimo Vitale calcolato, il numero di giorni l'anno in cui statisticamente non è garantito e i mesi in cui il deflusso medio è minore del DMV.

SEZIONE	DMV [l/s]	Giorni/anno in cui		Mesi in cui	
		Portata < DMV		Portata media < DMV	
		Portata naturale	Portata antropizzata	Portata naturale	Portata antropizzata
1	1128	50		Nessuno	
2	215	20		Luglio / agosto	
3	115	30		Luglio / agosto	
4	459	Nessuno		Luglio	
5	74	Nessuno		Luglio	
6	32	Nessuno		Luglio / agosto	
7	39	Nessuno		Luglio / agosto	
8	146	Nessuno		Luglio	
9	130	Nessuno		Luglio	
10	532	50		Nessuno	
11	28	50		Luglio / agosto	
12	111	50		Luglio	
13	12	50		Luglio	
14	19	50		Luglio	
15	86	50		Luglio / agosto	
16	29	50		Luglio / agosto	
17	67	50		Luglio / agosto	

In cartografia si riporta una rappresentazione del bacino del Polcevera, indicando tali sezioni di controllo e per ciascuna di esse il corrispondente valore di Deflusso Minimo Vitale che sarebbe opportuno assicurare.