TURBINA

La turbina è stata calcolata per i seguenti dati di funzionamento:

salto	17,37	metri
portata	1550	lt/sec.

la grandezza che suggerisce il tipo di turbina da adottare e il numero di giri caratteristico si calcola con la formula:

nc = (n/H) x (N/H)

dove i simboli han i seguenti significati:

n = velocità di rotazione della turbina

H = salto utile

N = potenza della turbina a pieno carico

N = 9,81 RHQ

Dove

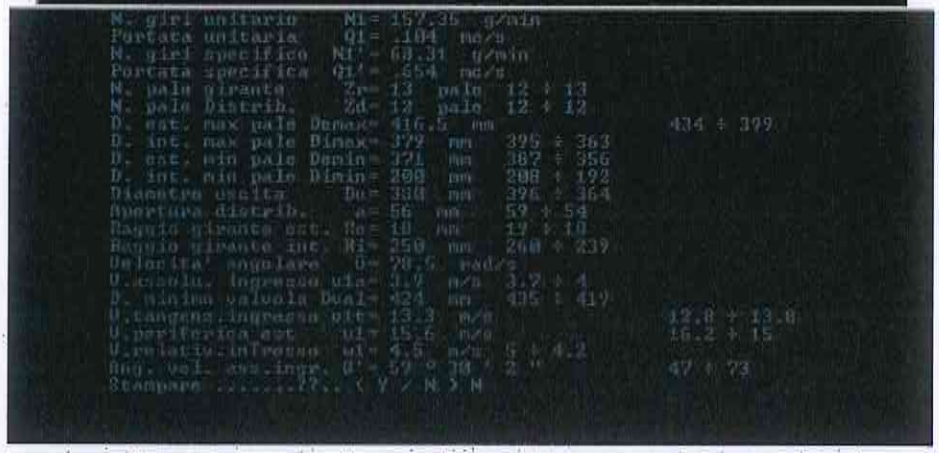
R = Rendimento della turbina

Il tabulato alla pagina seguente redatto con il programma della SOCIETA' NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO dà il risultato e il dimensionamento della macchina per l'impianto in oggetto.

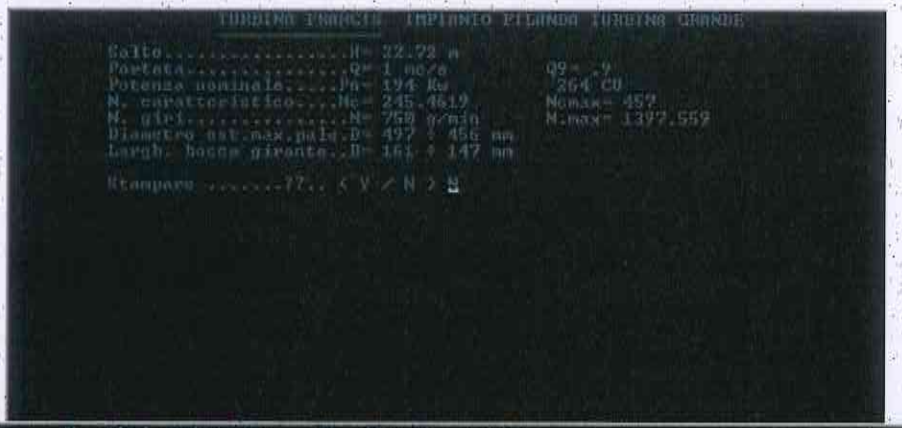
- n. 2 Turbina mod. Francis, una per 1/3 della portata di progetto e l'altra per i 2/3 (come da calcoli di dimensionamento delle giranti allegati):

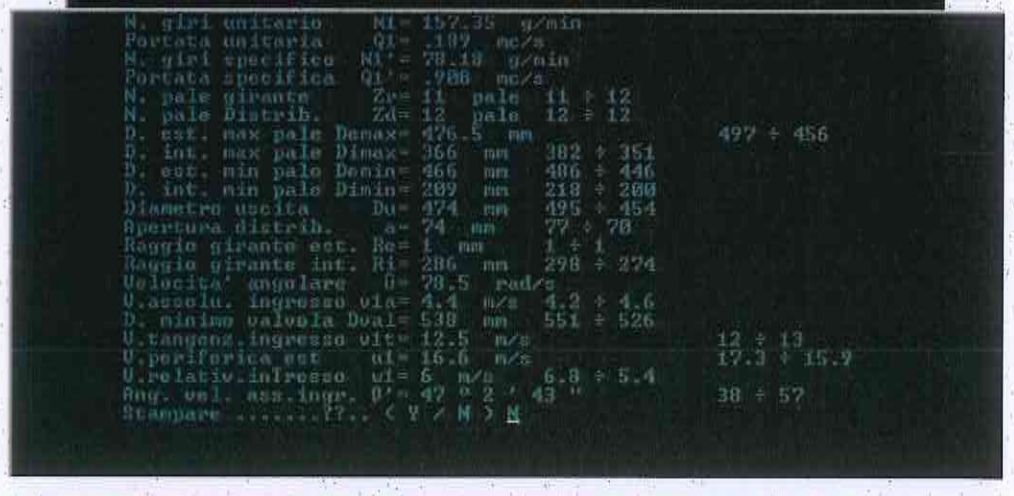
GIRANTE PICCOLA





GIRANTE GRANDE





SCARICO

In fase di progetto la tubazione esistente per la restituzione della portata captata, sarà sostituita con due in acciaio ad alta densità, che restituiranno in alveo le acque derivate ad una quota pari a circa +90,90 m s.l.m., garantendo così un salto dall'opera di presa pari a 17,37 m.

L'acqua, turbinata sarà restituita senza alterazioni di carattere chimico, e pertanto potrà rifluire in alveo mantenendo le condizioni iniziali.

3.1.3 PEDOLOGIA

Dalla cartografia DELLA REGIONE LIGURIA pedologica del Piemonte (da ARPA) risulta che la tipologia di suoli maggiormente presenti nella zona d'intervento sia rappresentata da inceptisuoli, salvo una zona a mollisuoli nella parte alta del bacino (figg. 1 e 2).

Gli inceptisuoli sono suoli scarsamente evoluti e con poche caratteristiche diagnostiche, mostrando sovente una scarsa maturità pedologica.

Fig. 1 Carta uso del suolo



Risultato Interrogazione

Uso Suolo
Se

Uso Suolo: Fasce e Terrazzi
Attenzione in questo punto non ci sono elementi

Uso Suolo: Zone percorse dal fuoco
Attenzione in questo punto non ci sono elementi

Uso Suolo: Casa Sparsa
Attenzione in questo punto non ci sono elementi

Squadro 1:25000
214.2

Uso Suolo

Risultato della Selezione	
Identificativo	72929
Codice	Se
Descrizione	SEMINATIVO SEMPLICE E ARBORATO

SITAR Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali

Uso Suolo

Risultato della Selezione	
Identificativo	74987
Codice	FR
Descrizione	FORMAZIONI RIPARIALI COMPRENDENTI I RELATIVI CORSI D'ACQUA E CANALI

SITAR Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali



Zone svantaggiate - DLgs 16 aprile 1997 n. 146 Proposta Regionale

Risultato della Selezione	
Identificativo	38
Perimetro (Km)	
Superficie (Ha)	
Codice ISTAT Provincia	010
Provincia	GENOVA
Codice ISTAT Comune	016
Comune	CICAGNA
Codice Belfiore	C673
Codice Avviamento Postale	16044
Azienda Sanitaria Locale	004 - CHIAVARESE
Ambito Edilizia Abitativa o Scolastica	L
Comunità Montana	GE1 - Comunità Montana Fontanabuona
Consorzio Comuni	
Denominazione Origine Protetta	3 - RIVIERA DI LEVANTE
Area Obiettivo 2 Documento Unico Prog. 1997/99	
Zone Montane L.991 1952 - L.1102 1971	I - interamente delimitato
Zone Svantaggiate DLGS. n. 146/97 proposta regionale	PS - particolarmente svantaggiato
Zone Svantaggiate DLGS. n. 146/97 proposta ministeriale	S - svantaggiato
Aree Svantaggiate L. 268/75	I - interamente delimitato
Livello Sismicità Ord. 3274/03	3B - bassa pericolosità

SITAR Servizi Informativi Territoriali e Ambientali Regionali

Le caratteristiche salienti di questo tipo di suoli sono rappresentate da roccia madre fortemente resistente all'alterazione o da posizioni fisiografiche tali da non favorire un'evoluzione del suolo verso forme più mature.

Infatti sono spesso suoli collocati su pendii troppo ripidi per potere essere coltivati e quindi spesso l'utilizzazione migliore risulta essere quella forestale, come in questo caso.

3.1.4 BIOCENOSI

3.1.4.1 IDROLOGIA

3.1.4.1.1 MORFOMETRIA

L'ecosistema fluviale interessato dal progetto in esame è quello del Torrente Lavagna nel tratto tra Ferrada e Queriolo comuni di Moconesi, Tribogna e Cicagna. Le caratteristiche morfometriche dell'intero bacino sotteso e della relativa asta fluviale sono indicate in tab.1

Tab. 1 - Parametri morfometrici del bacino sotteso alla sezione di presa.		
Altitudine massima (**Hmax**)	m s.l.m.	**1237,40**
Altitudine mediana (**Hmed**)	m s.l.m.	**612,53**
Altitudine sezione (**Hsez**)	m s.l.m.	**111,40**
Superficie totale (**S**)	km^2	**67,06**
Superficie fascia altimetrica > 3.100 m s.l.m.	%	**0,00**
Superficie fascia altimetrica 3.100 - 2.700 m s.l.m.	%	**0,00**
Superficie fascia altimetrica 2.700 - 1.700 m s.l.m.	%	**0,00**
Superficie fascia altimetrica 1.700 - 600 m s.l.m.	%	**68,41**
Superficie fascia altimetrica < 600 m s.l.m.	%	**31,59**
Perimetro (**P**)	km	**133**
Indice di forma (**Ig**)		**4,48**
Lunghezza asta fluviale (**L**)	km	**20**
Pendenza media asta fluviale (**Pl**)	%	**5**
Portata media annua (**Q**)	mc/s	**2,757**
Indice fisico di produttività globale (**Ipf**)		**2,82**
Tempo di corrivazione (**Tc**)	ore	**2,06**

L'altitudine massima del bacino (Hmax = 1237.40 m s.l.m. Monte Caucaso) corrisponde alla vetta più elevata, sullo spartiacque. L'altitudine mediana (Hmed = 612,53 m s.l.m.) è quella che separa il bacino in due porzioni di uguale estensione poste al di sopra e al di sotto di tale altitudine; essa è stata ricavata mediante la curva ipsografica secondo quanto previsto da Strahler (1952, 1968). La superficie totale del bacino è ripartita percentualmente in fasce altimetriche delimitate dai seguenti limiti (Durio *et al.*, 1982):

- **600 m s.l.m.**, *limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio*; nelle porzioni territoriali poste a quote inferiori la neve caduta in quel mese fonde nel giro di pochi giorni; quindi non vi sono le condizioni climatiche invernali sufficientemente rigide per l'accumulo di neve al suolo;
- **1.700 m s.l.m.**, *limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale*; al di sopra di quella altitudine la neve si accumula durante il periodo dicembre - gennaio - febbraio; nella fascia 600 ÷ 1.700 m s.l.m. le condizioni climatiche per l'accumulo sono intermedie in funzione della quota;

- **2.700 m s.l.m.**, *limite climatico dello zero termico medio annuo*; la temperatura media annua è pari a 0 °C; vi sono le condizioni climatiche adatte all'accumulo di neve al suolo per un semestre;
- **3.100 m s.l.m.**, *limite delle nevi persistenti*; al di sopra di tale altitudine vi sono le condizioni climatiche adatte per la formazione di ghiacciai.

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

$$Ig = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot S}}$$

In sostanza servono i dati relativi alla superficie del bacino e la lunghezza dello spartiacque. Se il bacino avesse una forma perfettamente circolare, sarebbe Ig = 1; tanto più la forma è lontana da quella circolare, tanto più Ig è superiore ad uno. L'indice di forma calcolato per l'intero bacino del T. Moconesi sotteso alla di chiusura considerata, è risultato pari a 4,48 ad indicare una forma tendente allungata.

Il dato sulla lunghezza del corso d'acqua è indicato in **tab. 1** con L, misurato dalle sorgenti alla sezione; esso è risultato pari a 20 km. Tale dato è utile ai fini del calcolo degli indici morfometrici e per le valutazioni idrologiche e biologiche. Utilizzando il metodo del triangolo equivalente è stata determinata la pendenza dell'asta fluviale, con Pi = 5,00 %.

Quando sono note le caratteristiche morfometriche di un bacino e del suo reticolo idrografico, è possibile valutare alcuni parametri che possono essere utili per l'interpretazione di determinati fenomeni fisici di particolare interesse. Fra questi è il **tempo di corrivazione** (Tc), cioè *il tempo teorico che una goccia d'acqua, caduta nel punto più periferico del bacino, impiega per giungere ad una determinata sezione del fiume*. Tale valore si ottiene con l'applicazione di formule più o meno complesse; fra quelle note dalla letteratura scientifica è stata usata quella di Giandotti che è la più utilizzata:

$$Tc = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1{,}5 \cdot L}{0{,}8 \cdot \sqrt{Hmed - Hsez}}$$

dove: **S** (km^2) è la superficie di bacino sotteso alla sezione in corrispondenza della quale si vuole determinare Tc;

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

Hmed è l'altitudine mediana del bacino sotteso alla sezione considerata;

Hsez è l'altitudine della sezione considerata.

Il tempo di corrivazione è utilizzato per la stima dei fenomeni di piena quando siano noti i valori delle massime precipitazioni, concentrate in breve tempo (su scala oraria), registrate alle stazioni pluviometriche. In linea di massima questo dato è tanto più piccolo quanto minori sono le dimensioni del bacino e tanto più vicino ad uno è l'indice di forma; in tali condizioni i fenomeni di piena sono determinati prevalentemente dai brevi ma violenti rovesci temporaleschi. I bacini di maggiori dimensioni, con minori pendenze delle aste fluviali, una buona gerarchizzazione ed un elevato indice di forma, presentano più alti tempi di corrivazione; quindi il maggior deflusso delle acque è conseguenza di precipitazioni pure intense, ma insistenti per tempi più lunghi. Il tempo di corrivazione per l'intero bacino dello T. Lavagna è risultato pari a 2,06 ore.

La determinazione della produttività ittica costituisce oggi un obiettivo importante per la gestione del patrimonio ittico, soprattutto in funzione della regolamentazione della "pressione alieutica" e dei ripopolamenti. La produttività ittica è funzione delle potenzialità trofiche di un corso d'acqua, questo visto come parte di un sistema più vasto costituito dal bacino imbrifero di competenza. Altrettanto importanti sono gli studi volti all'individuazione, lungo le aste fluviali, di zone, più o meno omogenee per quanto riguarda le associazioni ittiche. È infatti utile classificare i corsi d'acqua in base a tipologie differenti, destinate a gestioni diversificate soprattutto in funzione del tipo di popolazioni ittiche presenti. Semplificando molto esistono relazioni fra produttività, zonazione longitudinale e ambiente fisico. Normalmente le caratteristiche naturali di un piccolo torrente montano, poco produttivo e popolato da salmonidi, sono ben distinguibili da quelle di un ampio fiume di pianura, molto più produttivo e ricco di ciprinidi.

Per la determinazione della produttività e della zonazione longitudinale sono state proposte diverse metodologie, quasi tutte basate su alcuni parametri ritenuti fra i più significativi fra quelli ambientali che presiedono alle potenzialità trofiche, quali il regime dei deflussi, la pendenza e la larghezza degli alvei, la temperatura delle acque e la loro qualità (dai punti di vista chimico e biologico), la composizione qualitativa e quantitativa dei popolamenti ittici, ecc... In particolare, considerando solo i fattori fisici e a parità di altre condizioni, per linee molto generali e schematiche, si può affermare che la produttività aumenta al crescere della disponibilità d'acqua (portata) e della superficie di fondo (larghezza degli alvei); diminuisce al crescere della velocità della corrente e al diminuire della temperatura delle acque.

Tali variabili non sono di facile determinazione, in quanto richiedono rilevazioni direttamente sul "campo" in adatte e particolari condizioni ambientali. Altre variabili sono invece già note o molto più facilmente misurabili direttamente su carte topografiche di dettaglio; esse sono legate alle precedenti anche per mezzo di funzioni empiriche i cui parametri possono essere determinati sperimentalmente, come suggerito da un'ampia letteratura idrologica. Alla luce delle precedenti considerazioni si possono formulare le seguenti considerazioni:

1. la produttività aumenta con la disponibilità del volume d'acqua e quindi della portata media annua; f(Qmed);
2. la produttività diminuisce al crescere della altitudine mediana del bacino imbrifero (Hmed) in conseguenza del gradiente verticale climatico termico negativo; f(1/Hmed);
3. la produttività è in funzione della pendenza media Pi del corso d'acqua, in quanto all'aumentare di quest'ultima aumenta la velocità della corrente; f(1/ Pi).

Diventa allora possibile, secondo quanto proposto da Perosino e Spina (1988) e successivamente applicato nell'ambito della "*Carta Ittica Relativa al Territorio della Regione Piemontese*" (Regione Piemonte, 1991), calcolare degli indici di produttività per mezzo dei quali si cerca non tanto di fornire stime sulla produzione di biomassa ittica ma, piuttosto, di fornire valori numerici quali sintesi delle situazioni morfometriche ed idrologiche dei diversi corsi d'acqua da correlare con i dati relativi ad altre variabili ambientali in generale e con quelli forniti dagli studi di distribuzione dell'ittiofauna in particolare. Indicando con **Q** l'indice fisico di produttività secondo la portata media annua **Qmed** (m^3/sec) a livello di una determinata sezione, si potrà scrivere:

$$\mathbf{Q = 3 + LogQmed}$$

Tale formulazione viene espressa secondo il logaritmo decimale della portata in modo da ridurre l'eccessivo ambito di variabilità compreso fra valori minimi (piccoli torrenti) e massimi (grandi fiumi di pianura) prevedibili rispettivamente di 0,001 m^3/sec e di 1.000 m^3/sec (con un rapporto di ben sei ordini di grandezza); il numero 3 è giustificato dalla necessità di evitare valori dell'indice negativi che si verificherebbero nel caso di calcoli di logaritmi di dati di portata inferiori all'unità; in tal modo l'indice Q potrà variare tra 1 e 5. Indicando con **H** l'indice fisico di produttività secondo l'altitudine mediana **Hmed** del bacino imbrifero (m s.l.m.) a monte di una determinata sezione:

$$\mathbf{H = \frac{10}{\sqrt[3]{Hmed}}}$$

Con tale espressione i valori di H potranno essere compresi tra 0,5 e 2 circa per altitudini comprese tra 100 m s.l.m. e 4.000 m s.l.m., come limiti rappresentativi della variabilità. Indicando con P l'indice fisico di produttività secondo la pendenza media Pi dell'asta fluviale a monte di una determinata sezione:

$$\mathbf{P = \frac{1}{\sqrt[3]{Pi}}}$$

Con quest'ultima espressione, considerando pendenze da 0,01 % al 50 %, i valori di P risultano compresi rispettivamente tra 4 e 0,1 circa. I valori dei tre suddetti indici (Q, H, P) possono essere rappresentabili su un diagramma a tre assi ortogonali ad individuare, quindi, un prisma retto le cui dimensioni sono rappresentative di un indice fisico globale Ipf definibile, quantitativamente, dal prodotto delle tre precedenti formulazioni:

$$\mathbf{Ipf} = \frac{10 \cdot (3 + \mathbf{LogQmed})}{\sqrt[3]{\mathbf{Hmed} \cdot \mathbf{Pi}}}$$

Esso, tenendo conto delle caratteristiche del reticolo idrografico, varia entro i limiti 0,5 ÷ 30 circa che, grosso modo, rappresentano i rapporti reali tra le produttività di un piccolo torrente di alta montagna e di un grande fiume di pianura. Le principali caratteristiche morfometriche ed idrologiche di un corso d'acqua possono essere così quantificate per mezzo di un unico valore che, unitamente alla classificazione del tipo di regime idrologico e al valore numerico dell'indice biotico rappresentativo della qualità delle acque, consente una visione immediata e sintetica della situazione ambientale.

In corrispondenza della sezione in oggetto risulta un valore pari a 2,82.

3.1.4.1.2 IDROLOGIA NATURALE

CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso alla chiusura è di 67.06 km^2 (vedi Tav. 001). Esso è costituito dal corso del Torrente Lavagna, disposto secondo un asse prevalente WNW - ESE, e dagli affluenti diretti di questo, distribuiti in modo decisamente asimmetrico: il versante Nord è molto più esteso rispetto al versante Sud, che invece risulta ridotto da un punto di vista della superficie e del contributo di volume d'acqua all'asta principale. Analogamente i versanti in sponda destra del Lavagna sono orientati principalmente a N, E, NE, mentre quelli in sponda sinistra hanno una distribuzione delle orientazioni più ampia dovuta ad una maggiore articolazione del reticolo idrografico (i versanti sono per lo più esposti a S, W e SW, ma non di rado a E e SE).

Per quanto riguarda gli affluenti, nel suo primo tratto, dalle sorgenti alla località Ferriere, il T. Lavagna non riceve tributari importanti se non il Rio di Vallebuona ed il Rio delle Ferriere, entrambi sulla destra orografica. Successivamente riceve, sempre in sponda destra, il Rio di Lumarzo, il T. Litteggia, il Rio della Bolle, il Rio Pendola, il Fosso di Roncazzi e quello di Camposasco, più altri di minore importanza.
Ma è la sponda orografica sinistra, come già accennato, a fornire i tributari maggiori: il Rio d'Urri, il T. Neirone, il Canale di Moconesi, il T. Malvaro ed il Canale di Isolona.

La particolare conformazione geografica del bacino determina una diversa esposizione alle perturbazioni meteorologiche che normalmente investono il litorale e una conseguente notevole variabilità spaziale delle precipitazioni, che risultano comprese tra i circa 1500 mm annui a ridosso dello spartiacque meridionale delle zone occidentali ed i 2000 mm della zona appenninica.

La distribuzione delle piogge presenta nell'arco dell'anno due massimi, uno primaverile ed uno autunnale, e due minimi, uno estivo ed uno invernale; ma sono naturalmente le perturbazioni autunnali a provocare le piogge più intense.

La massima cima è costituita dal gruppo del Monte Caucaso con i suoi 1237.40 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'impianto della Filanda a quota 111,40 m s.l.m., risulta essere di circa 612,53 m s.l.m.

Per determinare tale valore si è ritenuta valida l'espressione utilizzata dalla Regione Piemonte:

$$H = 0.5\,(0.9\,H_{max} + H_{min})$$

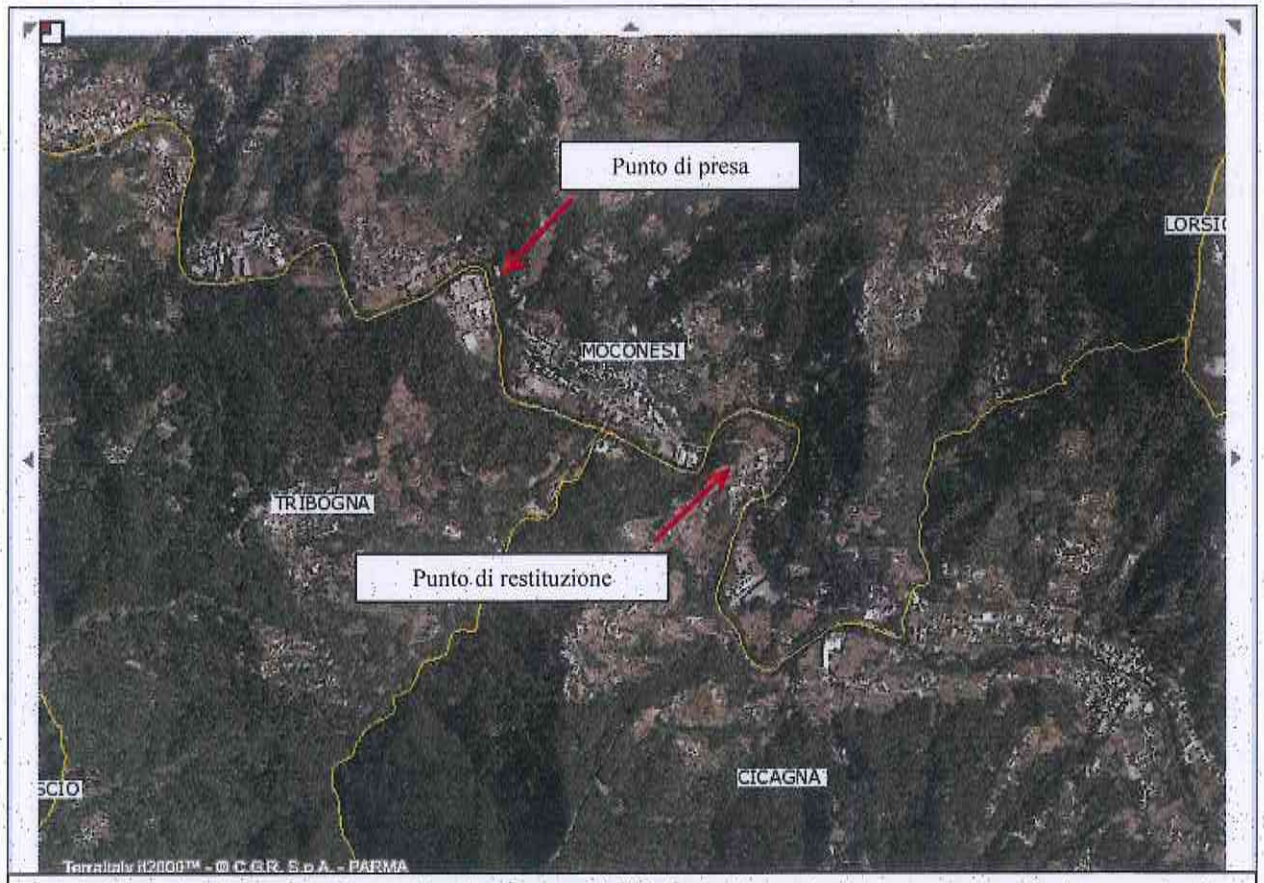
dove H_{max} = altezza massima del bacino in m s.l.m.

H_{min} = altezza minima della sezione di chiusura in m s.l.m.

Nel caso in esame tali valori sono:

Hmax = 1237.40 m s.l.m. (M. Caucaso)

Hmin = 111,40 m s.l.m. (opera di presa)



Tav. 6 –Individuazione del tratto del Torrente Lavagna interessato dall'intervento.

Al fine della determinazione della curva di durata delle portate si sono presi in considerazione i dati di pioggia giornalieri relativi a tre distinte stazioni pluviometriche distribuite nella parte prevalentemente superiore del bacino, coprendo un periodo di osservazione pari a 34 anni (1959-1987, 1994-1998), così da poter distribuire sulla superficie del bacino l'altezza di pioggia misurata e tener conto della già citata variabilità spaziale delle precipitazioni.

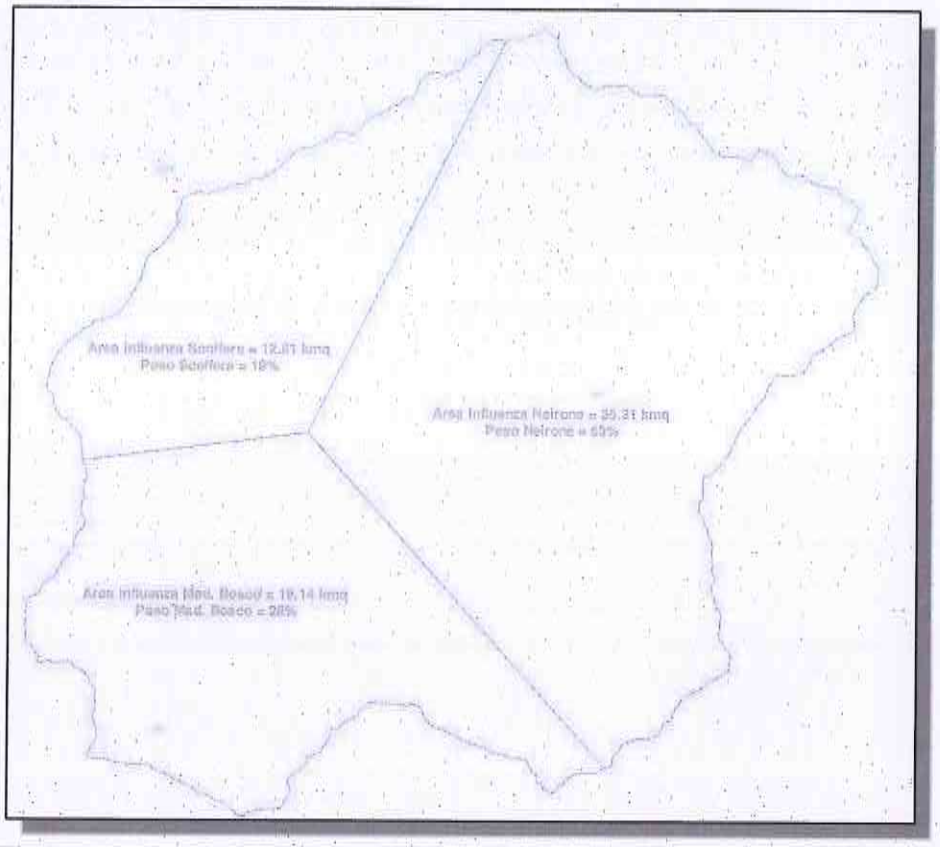
Le stazioni pluviometriche considerate sono dunque state:

Stazione	Comune	Lat. N	Lg. E	Quota
Scoffera	Torriglia	4925477	1510638	678
Madonna del Bosco	Lumarzo	4918071	1510650	376
Neirone	Neirone	4923633	1514618	332

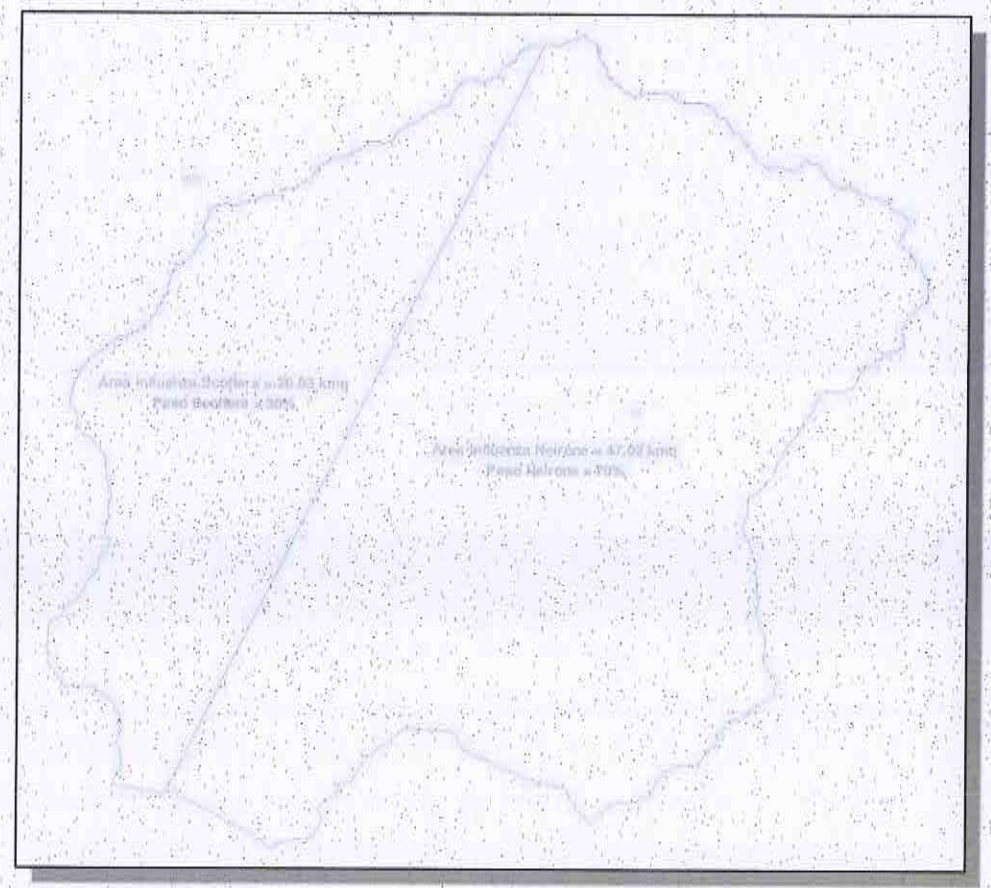
Di queste, solo la Scoffera è posta ad una quota superiore a quella media del bacino.

La distribuzione delle piogge è stata uniformata sulla superficie del bacino considerato utilizzando il metodo dei topoieti di Thiessen, e poiché i dati disponibili non coprono gli stessi anni in tutte e tre le stazioni di misura, sono state utilizzate tre diverse configurazioni:

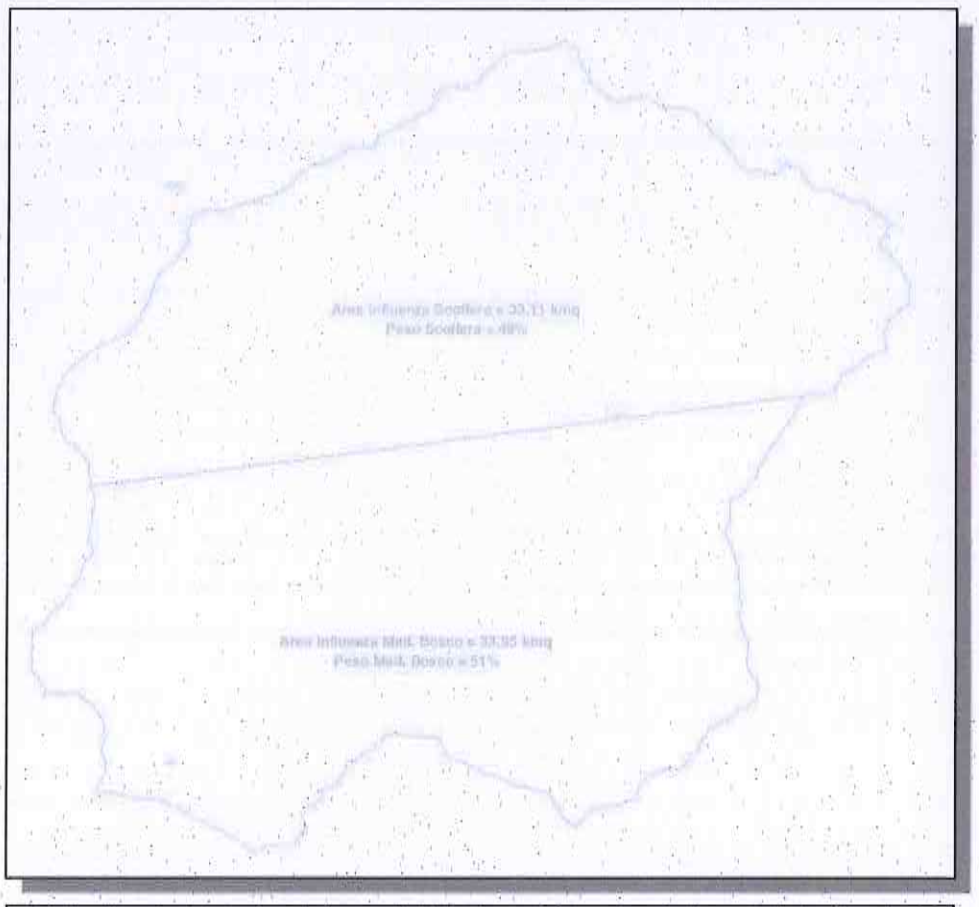
	Stazioni	Area di influenza (km^2)	Peso (%)	Anni di osservazione
Configurazione A	Madonna del Bosco Scoffera Neirone	19.14 12.61 35.31	28 19 53	1970-1976
Configurazione B	Scoffera Neirone	20.03 47.03	30 70	1960 1962-1967 1977-1981 1995-1996 1998
Configurazione C	Madonna del Bosco Scoffera	33.95 33.11	51 49	1968-1969



Tav. 7 – Metodo dei topoieti di Thiessen - Configurazione A.



Tav. 8 – Metodo dei topoieti di Thiessen - Configurazione B.



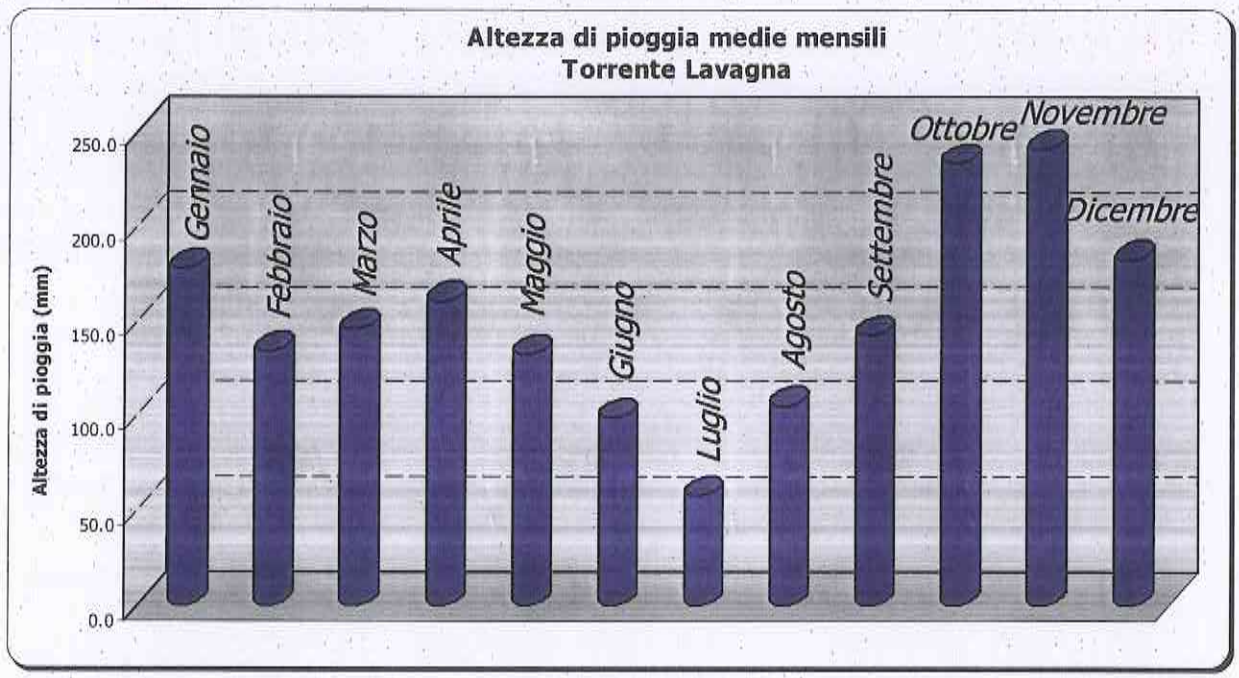
Tav. 9 – Metodo dei topoieti di Thiessen - Configurazione C.

Gli altri anni di osservazione comunque compresi dello studio sono stati coperti da un solo pluviometro, a causa dell'assenza dei dati necessari:

Stazioni	*Area di influenza (km²)*	*Peso (%)*	*Anni di osservazione*
Scoffera	67.06	100	1959 1982-1987 1997
Neirone	67.06	100	1961 1994

Tali dati sono stati elaborati utilizzando il metodo del Curve Number modificato come di seguito esplicato, e da essi è stata ricavata la curva di durata delle portate caratteristica del corso d'acqua in oggetto.-

Di seguito sono riassunti i valori medi mensili del periodo.-



Tav. 10 –Torrente Lavagna – Altezze di pioggia medie mensili.

Mesi	*Altezza di pioggia (mm)*
Gennaio	177.7
Febbraio	134.4
Marzo	146.0
Aprile	160.6
Maggio	132.7
Giugno	98.9
Luglio	58.2
Agosto	105.3
Settembre	142.7
Ottobre	232.8
Novembre	240.7
Dicembre	182.3

Modello esteso del Curve Number

Il modello utilizzato per un'analisi idrologica a scala di bacino deve tener conto delle modalità secondo cui le acque superficiali e sotterranee si muovono, ed essere in grado di riprodurre nel modo più completo e corretto possibile l'evento reale, fornendone una simulazione affidabile; allo stesso tempo deve sapersi adattare a possibili variazioni delle caratteristiche proprie dell'area oggetto di studio.

I problemi principali derivano dalla stima dei parametri impiegati dal modello stesso, e dalle correlazioni che fra questi possono esistere, essendo spesso i parametri dipendenti gli uni dagli altri.

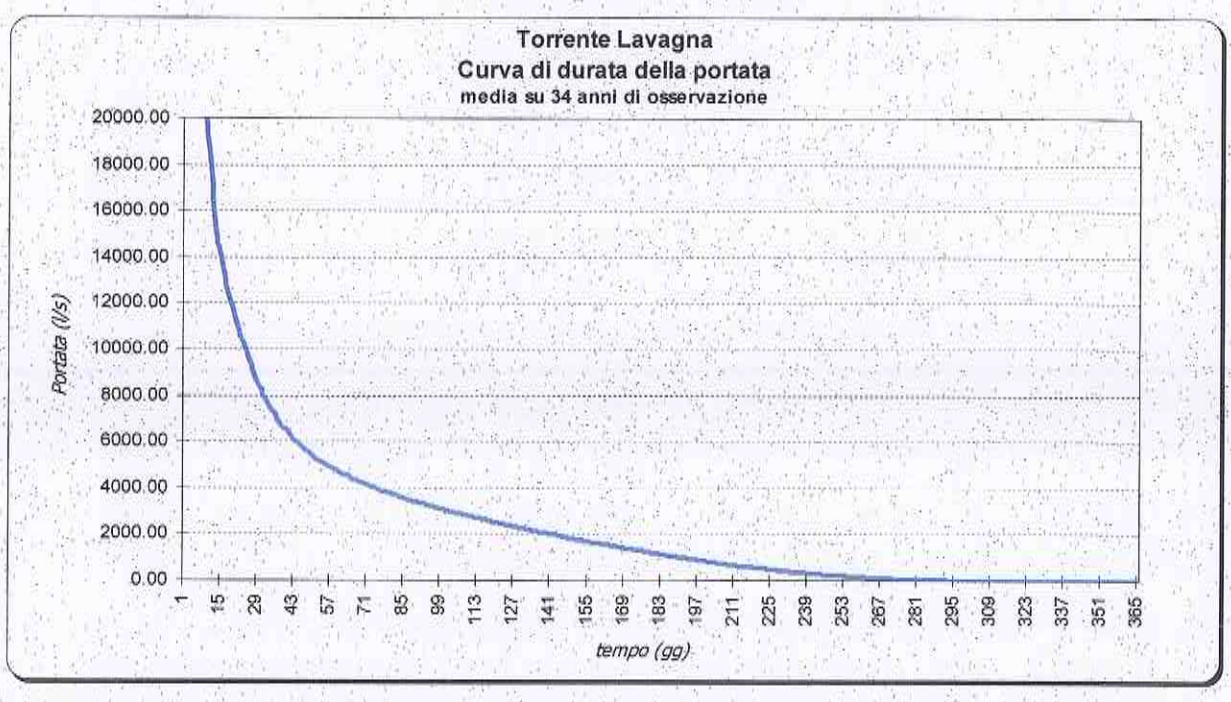
Il modello che classicamente viene utilizzato è quello proposto dal Soil Conservation Service, che riassume in un unico parametro, il Curve Number, rilevanti informazioni distribuite sul territorio, quali litologia e uso del suolo. È un modello tipicamente ad evento che presuppone l'inizializzazione dello stato del sistema.

In questa sede si è utilizzata una modellazione col metodo del CN estesa: partendo dalle caratteristiche del modello proposto dal Soil Conservation Service, si è inserito un modulo di memoria del processo di precipitazione antecedente. In questo modo si è ottenuta la possibilità di valutare lo stato di imbibizione del suolo e la conseguente curva di esaurimento nel tempo, stimando i contributi di ruscellamento e deflusso subsuperficiale avendo utilizzato come dati diretti unicamente le altezze di pioggia giornaliere.

Rispetto al classico modello del Soil Conservation Service, che tiene unicamente conto del ruscellamento superficiale, quello ora proposto consente di tener conto del volume d'acqua presente all'interno del sistema prima di eseguire un nuovo step temporale.

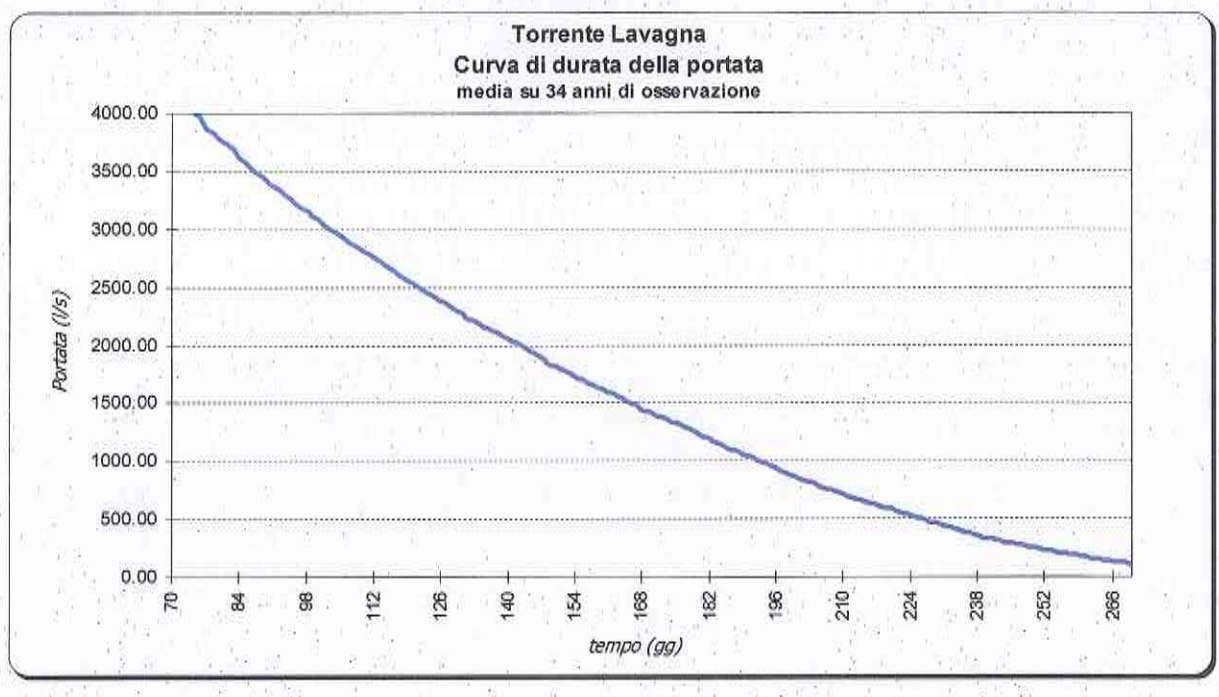
Curva di durata delle portate

L'elaborazione dei dati di pioggia giornalieri relativi alle stazioni pluviometriche di Scoffera, Madonna del Bosco e Neirone, per un periodo di osservazione pari a 34 anni (1959-1987, 1994-1998) secondo l'approccio metodologico appena proposto, ha portato alla determinazione della seguente curva di durata delle portate:



Tav. 11 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate – Media su 34 anni di osservazione.

Di seguito viene proposto uno stralcio della curva sopra riportata che meglio inquadra l'area di interesse specifico:



Tav. 12 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate – Media su 34 anni di osservazione.

Dalla curva sopra proposta si evince come il modello preveda periodi di assenza di portata, corrispondenti ai mesi estivi, ed un valore di portata massima pari a 70 m^3/s circa.

Considerando quanto fino a qui enunciato, si riportano di seguito i principali valori di interesse progettuale:

Q massima naturale [m^3/s]	71.20	da analisi dati di pioggia storici
Q media naturale [m^3/s]	3.11	da analisi dati di pioggia storici
Q media analitica [m^3/s]	2.76	da analisi del Piano di Bacino

3.1.4.1.3 IDROLOGIA ATTUALE

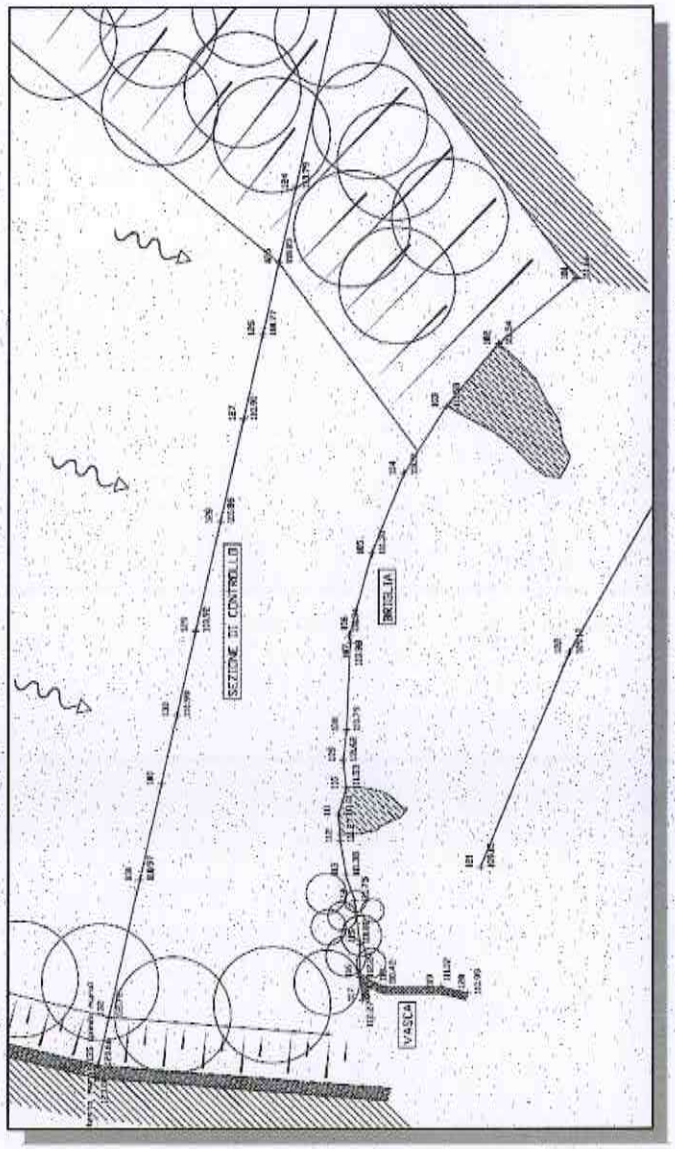
MISURE DIRETTE DI PORTATA

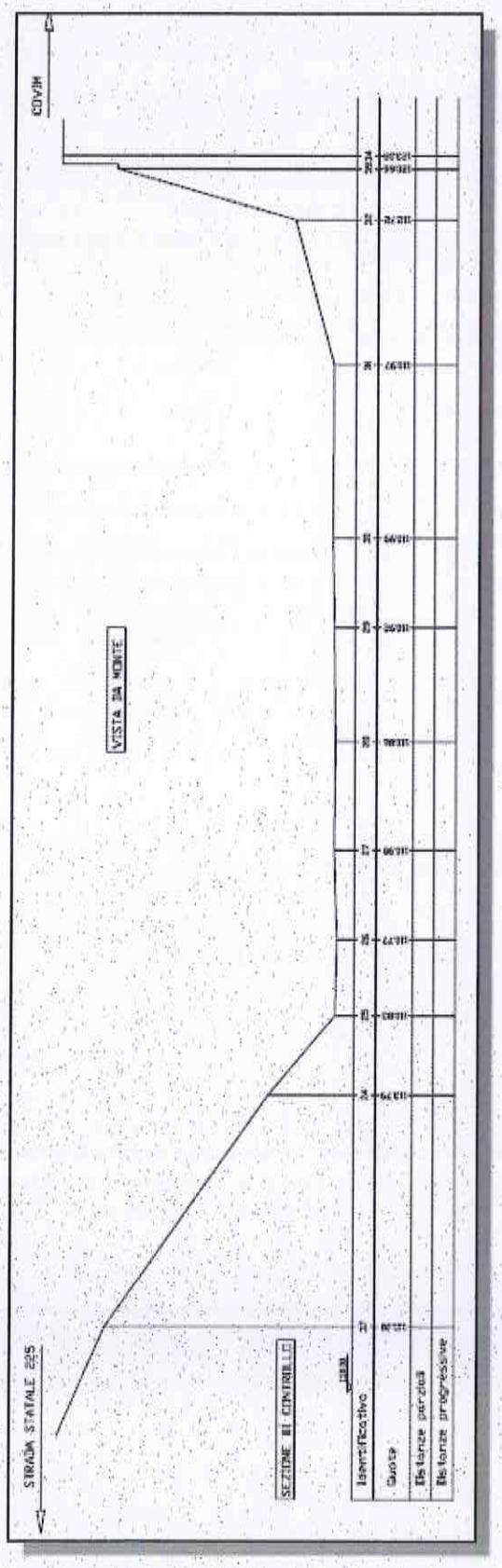
Al fine di fornire un'indicazione quantitativa attuale della portata e del comportamento del Torrente Lavagna in corrispondenza del punto di derivazione, è stato effettuato un monitoraggio della durata di un anno, con misure dirette di portata in alveo.

È stato eseguito un rilievo puntuale della sezione trasversale del corso d'acqua in corrispondenza del punto di misura prescelto, situato circa 20 m a monte della briglia – posizione in cui l'alveo risulta piuttosto regolare ed ampio per un tratto tale da poter considerare in prima approssimazione il moto dell'acqua uniforme - ed ivi sono state eseguite le misure di portata succitate.

Si propongono di seguito il rilievo plano- altimetrico della sezione di controllo, ed i dati forniti dalla campagna di misure.

Tav. 13 –Torrente Lavagna – Rilievo plano- altimetrico della sezione di controllo.





Tav. 14 – Torrente Lavagna – Sezione trasversale di controllo.

È stata rilevata tanto la sezione trasversale in corrispondenza della quale sono state effettuate le misure dirette di portata, quanto la briglia, posta circa 20 m a valle della sezione di controllo. Inoltre, per verifica del dislivello esistente, sono stati battuti due punti ai piedi della briglia.

A causa della fitta vegetazione non è stato possibile fornire un rilievo dettagliato della sponda sinistra, ma se ne è potuto ugualmente determinare l' andamento complessivo.

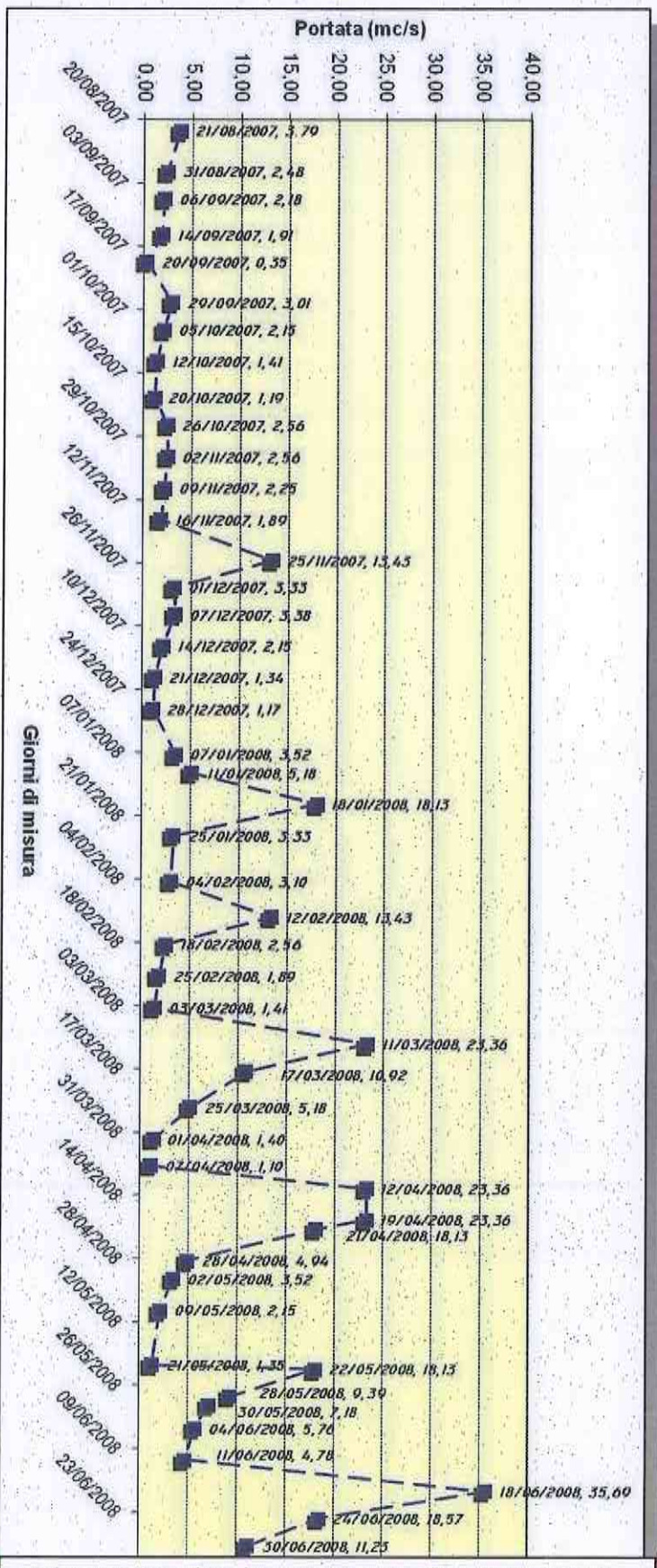
L'accesso alla briglia è permesso da un sentiero ubicato in sponda destra.

Data	Evento significativo	Data dell'evento significativo	Portata misurata [m³/s]
22/08/2007	x	20-21/08/2007	3.79
31/08/2007	x	31/08/2007	2.48
06/09/2007	-	-	2.18
14/09/2007	-	-	1.91
20/09/2007	-	-	0.35
29/09/2007	x	28/09/2007	3.01
05/10/2007	-	-	2.15
12/10/2007	-	-	1.41
20/10/2007	-	-	1.19
26/10/2007	x	25-26/10/2007	2.56
02/11/2007	-	-	2.56
09/11/2007	-	-	2.25
16/11/2007	-	-	1.89
25/11/2007	x	22-23-24/11/2007	13.43
01/12/2007	-	-	3.33
07/12/2007	x	07/12/2007	3.38
14/12/2007	-	-	2.15
21/12/2007	-	-	1.34
28/12/2007	-	-	1.17
07/01/2008	x	nevicata	3.52
11/01/2008	-	-	5.18
18/01/2008	x	x	18.13
25/01/2008	-	-	3.33
04/02/2008	-	-	3.10
12/02/2008	x	11/02/2008	13.43

18/02/2008	-	-	2.56
25/02/2008	-	-	1.89
03/03/2008	-	-	1.41
11/03/2008	x	10/03/2008	23.36
17/03/2008	-	-	10.92
25/03/2008	-	-	5.18
01/04/2008	-	-	1.40
07/04/2008	-	-	1.10
12/04/2008	x	08-11/04/2008	23.36
19/04/2008	x	14-18/04/2008	23.36
21/04/2008	x	17-18/04/2008	18.13
28/04/2008	-	-	4.94
02/05/2008	-	-	3.52
09/05/2008	-	-	2.15
21/05/2008	-	-	1.35
22/05/2008	x	-	18.13
28/05/2008	-	-	9.39
30/05/2008	-	-	7.18
04/06/2008	-	-	5.76
11/06/2008	-	-	4.78
18/06/2008	x	14-18/06/2008	35.69
24/06/2008	-	-	18.57
30/06/2008	-	-	11.23

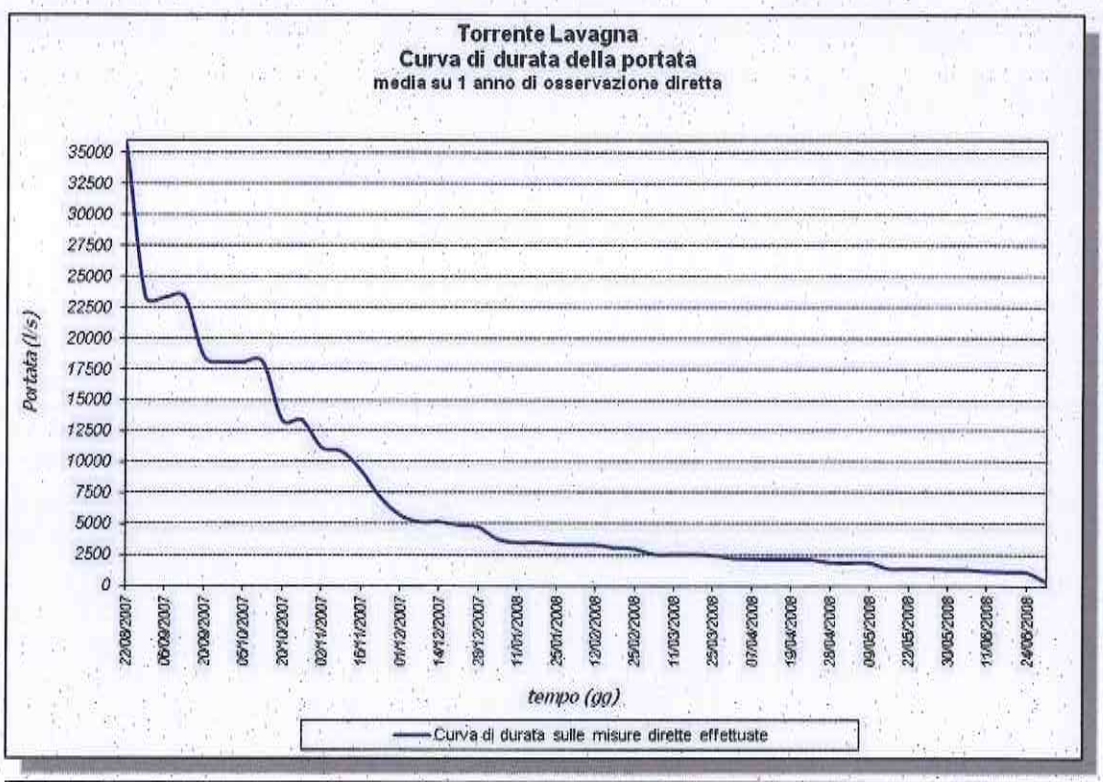
Tav. 15 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata.

Le misure sono state effettuate con cadenza pressoché costante, settimanalmente, ponendo particolare attenzione agli eventi pluviometrici significativi – di cui si è data nota nella tabella sopra proposta.

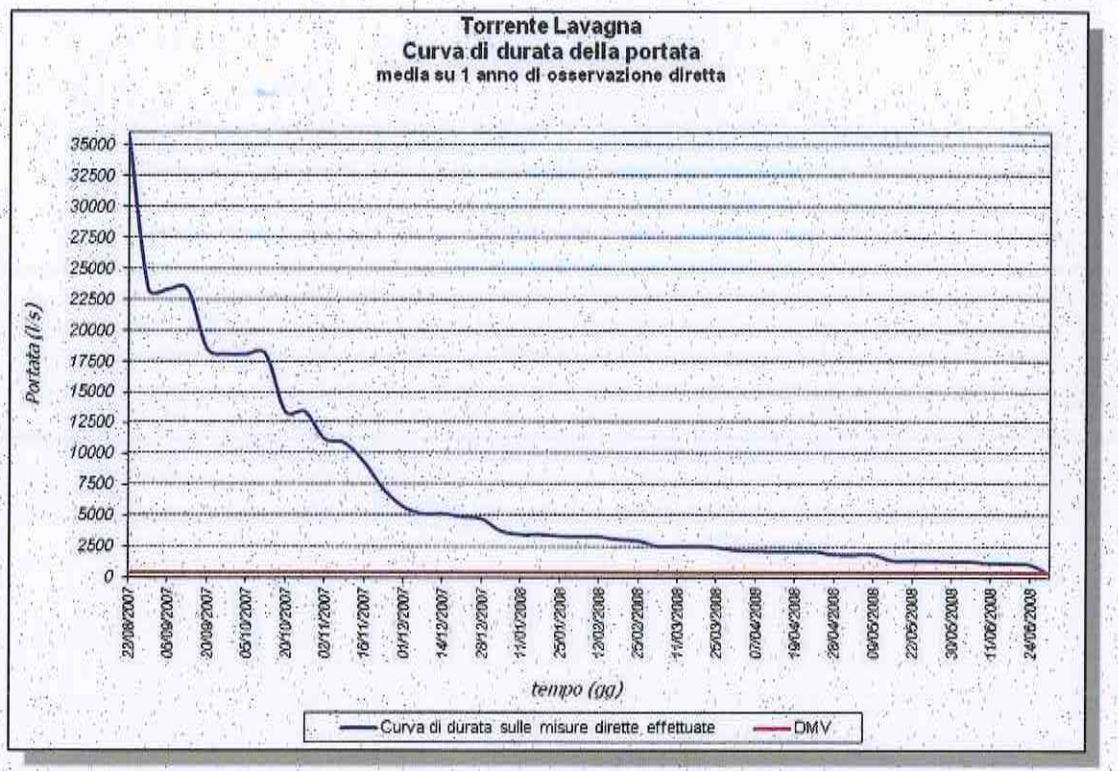


Tav. 16 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata.

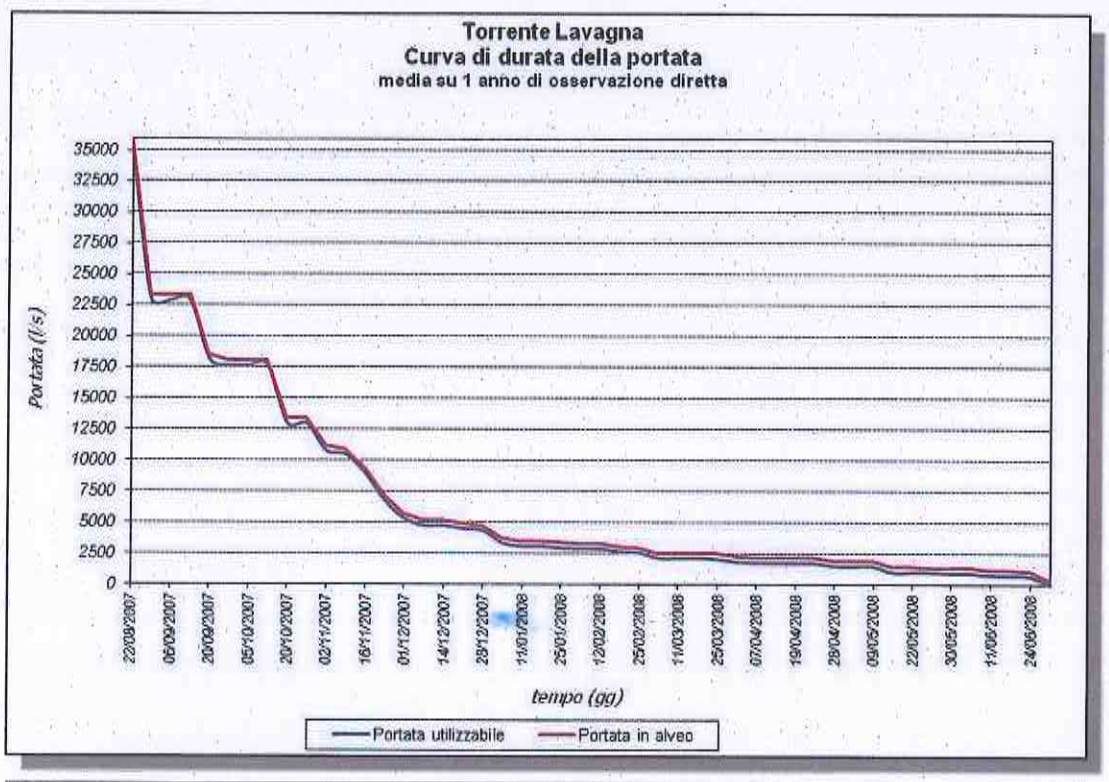
Lo studio delle misure effettuate ha permesso di rappresentare la curva di durata della portata presente in alveo e le analisi che di seguito si propongono:



Tav. 17 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Curva di durata.



Tav. 18 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Curva di durata – Portate misurate in alveo e e DMV = 0.443 m³/s.



Tav. 19 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Curva di durata – Confronto tra portate misurate in alveo e portate utilizzabili al netto del DMV.

I grafici sopra riportati espongono la risposta del Torrente Lavagna agli eventi pluviometrici occorsi (di cui però non è stato possibile avere le altezze di pioggia relative). Si nota come nell'anno durante il quale sono state effettuate le misure dirette in alveo (anno 2007-2008), la massima portata registrata sia stata quella del 18/06/2008, pari a 35.69 m^3/s, e la minima quella del 20/09/2007, pari a 0.35 m^3/s.

Considerando il Deflusso Minimo Vitale che si propone di garantire in alveo, pari a 0.443 m^3/s, si nota come tra il 22/08/2007 ed il 30/06/2008 la portata è risultata inferiore ad esso in una sola occasione. Anche se è verosimile che nelle giornate, soprattutto estive, che non sono state oggetto di misura si siano verificate portate inferiori al DMV, è altrettanto vero che la frequenza delle osservazioni dirette è stata tale da permettere di considerare ragionevole quanto sopra esposto.

In tabella, di seguito, si propone il confronto tra i valori di portata misurata e quelli che si sarebbero potuti derivare garantendo il DMV, pur rispettando la prescrizione di mantenere in alveo 1.00 m^3/s nel periodo Maggio-Giugno.

Risulta evidente, sulla base dei risultati ottenuti, la fattibilità della derivazione nelle more della salvaguardia dell'ecosistema fluviale esistente: se il regime pluviometrico ed il comportamento del Torrente Lavagna fossero rispecchiabili nei dati sotto riportati, il ripristino della Filanda, nei numeri propri del progetto che qui si propone, si dimostrerebbe non solo fattibile ma soprattutto sostenibile.

Data	Portata misurata [m³/s]	DMV [m³/s]	Portata derivabile [m³/s]	Portata derivata [m³/s]	Portata transitante in alveo [m³/s]
22/08/2007	3.79	0.443	3.347	1.550	2.24
31/08/2007	2.48	0.443	2.037	1.550	0.93
06/09/2007	2.18	0.443	1.737	1.550	0.63
14/09/2007	1.91	0.443	1.477	1.477	**0.443**
20/09/2007	0.35	0.443	-	-	-
29/09/2007	3.01	0.443	2.567	1.550	1.46
05/10/2007	2.15	0.443	1.707	1.550	0.60
12/10/2007	1.41	0.443	0.967	0.967	**0.443**
20/10/2007	1.19	0.443	0.747	0.747	**0.443**
26/10/2007	2.56	0.443	2.117	1.550	1.01
02/11/2007	2.56	0.443	2.117	1.550	1.01
09/11/2007	2.25	0.443	1.807	1.550	0.70
16/11/2007	1.89	0.443	1.447	1.447	**0.443**
25/11/2007	13.43	0.443	12.987	1.550	11.88
01/12/2007	3.33	0.443	2.887	1.550	1.78
07/12/2007	3.38	0.443	2.937	1.550	1.83
14/12/2007	2.15	0.443	1.707	1.550	0.60
21/12/2007	1.34	0.443	0.897	0.897	**0.443**
28/12/2007	1.17	0.443	0.727	0.727	**0.443**
07/01/2008	3.52	0.443	3.077	1.550	1.97
11/01/2008	5.18	0.443	4.737	1.550	3.63
18/01/2008	18.13	0.443	17.687	1.550	16.58
25/01/2008	3.33	0.443	2.887	1.550	1.78
04/02/2008	3.10	0.443	2.657	1.550	1.55
12/02/2008	13.43	0.443	12.987	1.550	11.88
18/02/2008	2.56	0.443	2.117	1.550	1.01
25/02/2008	1.89	0.443	1.447	1.447	**0.443**
03/03/2008	1.41	0.443	0.967	0.967	**0.443**
11/03/2008	23.36	0.443	22.917	1.550	21.81
17/03/2008	10.92	0.443	10.477	1.550	9.37

25/03/2008	5.18	0.443	4.737	1.550	3.63
01/04/2008	1.40	0.443	0.957	0.957	**0.443**
07/04/2008	1.10	0.443	0.657	0.657	**0.443**
12/04/2008	23.36	0.443	22.917	1.550	21.81
19/04/2008	23.36	0.443	22.917	1.550	21.81
21/04/2008	18.13	0.443	17.687	1.550	16.58
28/04/2008	4.94	0.443	4.497	1.550	3.39
02/05/2008	3.52	1.000	3.077	1.550	1.97
09/05/2008	2.15	1.000	1.15	1.150	**1.00**
21/05/2008	1.35	1.000	0.35	0.350	**1.00**
22/05/2008	18.13	1.000	17.13	1.550	16.58
28/05/2008	9.39	1.000	8.39	1.550	7.84
30/05/2008	7.18	1.000	6.18	1.550	5.63
04/06/2008	5.76	1.000	4.76	1.550	4.21
11/06/2008	4.78	1.000	3.78	1.550	3.23
18/06/2008	35.69	1.000	34.69	1.550	34.14
24/06/2008	18.57	1.000	17.57	1.550	17.02
30/06/2008	11.23	1.000	10.23	1.550	9.68

Tav. 20 –Torrente Lavagna – Sezione di controllo - Misure dirette di portata – Tabella di analisi.

Analizzando l'ultima colonna a destra è dimostrabile come la risposta del Torrente Lavagna, nell'anno di misure, sia stato tale da permettere un'ipotesi ideale di sfruttamento quasi ininterrotto della risorsa idrica, arrivando a limitare la portata derivata per garantire il DMV indicato, solo 13 volte sulle 48 misure rilevate.
In realtà il fermo macchine, nei due mesi estivi, verrà dato comunque.

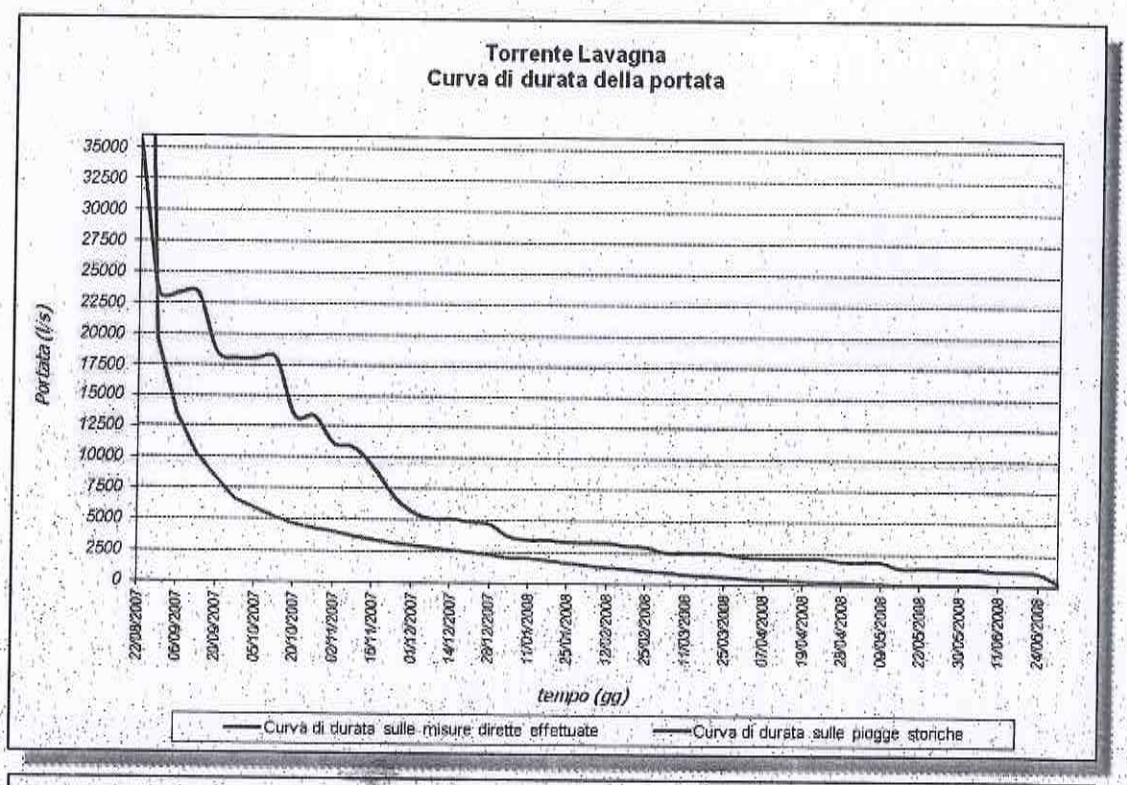
Si ribadisce come tutti i calcoli sopra proposti siano stati effettuati sulla base dell'approccio proposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra, che interpreta il DMV nel senso più ampio, con lo scopo di tutelare la totalità degli "organismi acquatici, la funzionalità globale e la naturalità degli ecosistemi fluviali", e che a tal fine adotta il modello proposto dall' Autorità di Bacino del Po per i corsi d'acqua della Valtellina.
Si rimanda alle valutazioni ittiologico- ambientali del Dott. Ciuffardi ed alle indagini ambientali dello Studio Aquaterra per analisi più specifiche e dettagliate in merito.

CONFRONTO TRA DATI STATISTICI E MISURE REALI

Lo scopo della presente trattazione è, naturalmente, puramente indicativo, perché tale confronto non può avere valore statistico date le diverse scale temporali e spaziali su cui le due curve si basano; ma può fornire un'utile indicazione in merito al loro eventuale scostamento, fornendone una quantificazione numerica e comportamentale.

La curva di durata delle portate stimate in base ai dati storici pluviometrici è stata sovrapposta a quella ottenuta a partire dalle misure dirette di portata, distribuendone i valori in base alla stessa scala temporale.

Il risultato è riportato di seguito:



Tav. 21 – Torrente Lavagna – Confronto tra la curva di durata ottenuta a partire dai valori di portata direttamente misurati (anno 2007-2008), e la curva di durata ottenuta a partire dai dati pluviometrici storici (1959-1987, 1994-1998). La scala temporale considerata è quella delle misure dirette.

La curva di durata estrapolata dalle misure di portata è stata assunta, con un'approssimazione concordata con i tecnici dell'Ufficio V.I.A. della Regione Liguria, come rappresentativa del comportamento medio del tratto di corso d'acqua investigato.

Si può notare come i valori delle portate differiscano molto, da una curva all'altra: la prima, derivata dalle misure dirette in alveo, mostra valori decisamente più elevati, mentre la seconda, frutto di un'analisi a partire dai dati di pioggia storicamente rilevati, mostra un andamento più lineare e valori più contenuti. Naturalmente la prima curva fotografa il comportamento del Torrente Lavagna, chiuso in corrispondenza dell'opera di presa, durante un solo anno, pertanto le condizioni sono totalmente influenzate da una piovosità che non può essere mediata; la seconda curva invece rispecchia un'analisi pluriennale, pertanto ogni valore estremo viene mediato ed il comportamento complessivo linearizzato.

3.1.4.1.4 DEFLUSSO MINIMO VITALE

Essendo al momento della presentazione della domanda di concessione presso i competenti uffici della Regione Liguria (***Pratica D/6246***) ancora in fase di studio, da parte della Provincia di Genova, il testo che normasse definizione e valutazione del DMV, si era fatto riferimento a quello previsto dall'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra.

Il Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino Regionale in data 15/03/2007 aveva espresso parere favorevole, con prescrizioni, all'avvio del procedimento per il rilascio di concessione di derivazione idrica (***Parere Prot. n. 42855 del 03/04/2007***), pertanto si ritiene opportuno confermare anche in questa sede il valore di DMV allora stimato, malgrado i più recenti studi a scala di bacino abbiano nel frattempo prodotto i risultati che nel seguito della trattazione verranno riportati.

Il DMV è la portata che deve scorrere effettivamente in alveo nel tratto compreso tra il punto di presa e quello di restituzione.

Tra i diversi approcci presenti in letteratura, l'Autorità di Bacino del Fiume Magra interpreta il DMV nel senso più ampio, con lo scopo di tutelare la totalità degli "organismi acquatici, la funzionalità globale e la naturalità degli ecosistemi fluviali", e a tal fine adotta il modello proposto dall' Autorità di Bacino del Po per i corsi d'acqua della Valtellina.-

Per meglio individuare e tarare i parametri più rappresentativi della natura del bacino idrografico, e per verificarne l'applicabilità, sono state effettuate numerose simulazioni su casi reali di domande di derivazione, testando diverse combinazioni dei valori di DMV specifico e dei parametri P,A, N, Lx e Mx.-

A seguito di tali simulazioni è stato scelto lo scenario ritenuto più soddisfacente e adeguato, sia perché tiene conto delle principali condizioni idrologiche, morfologiche ed ecologiche locali, sia perché è in grado di assegnare ad ogni parametro il peso corretto per rispettare l'importanza ecologica e le finalità di Piano volute dall'Autorità di Bacino stessa.-

Per le derivazioni ad uso idroelettrico, industriale o altri che non siano potabile ed irriguo, pertanto, la formula di calcolo cui si fa riferimento è la seguente:

$$DMV = S\ R_S\ P\ A\ Q_B\ Q_R\ N\ G\ L_{7,5} + M_{10}$$

dove S = superficie del bacino espressa in km^2

R_S = portata minima assoluta di rilascio proporzionale alla superficie del bacino sotteso dalla derivazione;

P = fattore che tiene conto dell'altezza media di precipitazione, espressa in mm;

A = fattore che tiene conto dell'altitudine media del bacino, espressa in m s.l.m.;

Q_B = fattore di qualità biologica del corso d'acqua;

Q_R =fattore di qualità delle acqua restituite;

N = fattore di naturalità, finalizzato a garantire una maggior tutela degli ambienti a più elevata naturalità, imponendo rilasci più elevati alle derivazioni che interessano aree di maggior pregio ambientale;

G = fattore geomorfologico, che consente di adeguare l'entità dei rilasci alla morfologia dell'alveo;

$L_{7,5}$ =fattore di lunghezza, che tiene conto della distanza tra il punto di presa e quello i restituzione;

M_{10} = fattore di modulazione di portata, finalizzato a garantire all'alveo una se pur minima variazione di portata che caratterizza in generale un corso d'acqua allo stato naturale, quando non sottoposto a prelievi.

$R_{specifico}$ (Rilascio Specifico)

Dopo aver sperimentato i valori 3 – 2.5 – 2.2 – 2 – 1.6, l'Autorità di Bacino ha adottato il valore più basso:

$$R_{specifico} = 1.6 \text{ l/s/km}^2$$

Fattore P (Precipitazioni)

Le classi da utilizzare sono le seguenti:

Precipitazioni medie bacino sotteso alla derivazione (mm/anno)	*Fattore P*
< 1200	1
1200 – 1400	1.2
1400 – 1600	1.4
1600 – 1800	1.6
>1800	1.8

Fattore A

Non avendo l'Autorità di Bacino del Po ancora avanzato alcuna proposta, quella del Magra ha individuato i seguenti valori:

Altitudine media bacino (m s.l.m.)	*Fattore A*
0 – 400	1.2
400 - 600	1.0
600 - 800	1.1
> 800	1.2

Si noti come il fattore A assuma i valori più elevati in corrispondenza degli estremi: la finalità perseguita dall'Autorità di Bacino è quella di tenere conto della riduzione dei deflussi tanto alle quote più alte a causa delle precipitazioni nevose, quanto a quelle più basse a causa delle maggiori evapotraspirazione ed infiltrazione in falda.-

Fattore Q_B (Qualità Biologica del corso d'acqua)

I valori associati al fattore Q_B, uno per ogni classe di qualità, sono 5, e sono stati assegnati in base alla qualità biologica misurata con l'Indice Biotico Esteso (IBE), metodo basato sullo studio della struttura delle comunità di macroinvertebrati che colonizzano i substrati fluviali:

Classe di qualità biologica (Metodo IBE)	*Fattore Q_B*
1^ (non inquinato)	1.0
2^ (leggermente inquinato)	1.1
3^ (inquinato)	1.2
4^ (nettamente inquinato)	1.3
5^ (fortemente inquinato)	1.4

Si può notare come tale scala prediliga le derivazioni di acque di buona qualità ed imponga invece rilasci maggiori nel caso di derivazioni di acque inquinate.

Questo è dovuto al fatto che in caso di acque inquinate è necessaria una diluizione maggiore degli inquinanti presenti, ed è pertanto necessario un rilascio maggiore di quanto invece non venga prescritto per acque pulite.

Tale norma persegue anche lo scopo di stimolare eventuali azioni di risanamento e mantenimento della qualità delle acque, col vantaggio di associare il miglioramento della qualità ecologica di un corso d'acqua con un incremento produttivo.-

Fattore Q_R (Qualità delle Acque Restituite)

La qualità delle acque restituite viene valutata attraverso un programma di controlli analitici che l'Autorità competente al rilascio della concessione ed alla sua vigilanza può eventualmente prescrivere.-

Si fa riferimento alla Tabella 7 (Livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori) dell'All. 1 al D. Lgs. N. 152/99. Le analisi di cui sopra vengono effettuate su campioni d'acqua prelevati tanto a monte dell'opera di presa quanto a valle della restituzione: in base alla Tab. 7 si stabilisce il livello di inquinamento delle acque prelevate e restituite, e in base al numero di livelli di caduta della qualità dell'acqua si ricava il fattore Q_R:

Peggioramento registrato (n. livelli di inquinamento)	Fattore Q_R
0	1.0
1	1.2
2	1.4
3	1.6
4	1.8

Per la valutazione dello stato chimico, inoltre, vengono presi in considerazione, in funzione del tipo di utilizzo delle acque, uno o più dei macroinquinanti presenti nella Tab. 1 dell'All.1 al succitato Decreto Legislativo.

Sulla base dei risultati si perviene ad un giudizio finale che può essere buono, scadente o pessimo: nel caso di giudizio scadente o pessimo il valore di Q_R andrà moltiplicato per 1.5 o 2 rispettivamente.

Fattore N (Naturalità)

E' il fattore finalizzato alla protezione degli ambienti a più elevata naturalità, e impone rilasci maggiori alle derivazioni che interessano le aree di maggior pregio ambientale.

Per la sua definizione si applicano due metodi, il primo per l'ambiente fluviale ed il secondo per i sistemi ambientali che caratterizzano il territorio circostante; in ciascuno dei due casi si definisce un indice di naturalità, il più elevato dei quali andrà a determinare il fattore N complessivo.

- *Indice di naturalità per l'ambiente fluviale*

La valutazione viene effettuata applicando l'IFF (Indice di Funzionalità Fluviale) secondo la tabella seguente:

IFF	Livello di Funzionalità	Giudizio	Indice di Naturalità
261 – 300	I	Ottimo	5
251 – 260	I – II	Ottimo / buono	4
201 – 250	II	Buono	4
181 – 200	II – III	Buono / mediocre	3
121 – 180	III	Mediocre	3
101 – 120	III – IV	Mediocre / scadente	2
61 – 100	IV	Scadente	2
51 – 60	IV – V	Scadente / pessimo	1
14 - 50	V	Pessimo	1

Naturalmente nel tratto in esame si considera l'indice di naturalità più elevato riscontrato.-

Nel caso in cui tra il punto di derivazione e quello di restituzione si immetta un affluente con superficie cumulativa del bacino pari ad almeno metà della superficie del bacino sotteso all'opera di presa, si considera solo il tratto compreso tra il punto di presa e tale affluente.

- *Indice di naturalità per i sistemi ambientali che caratterizzano il territorio circostante*

In questo caso vengono considerati i versanti che insistono sul tratto di corso d'acqua considerato, e si effettua una valutazione sulla base del rapporto tra vegetazione reale e potenziale, secondo la tabella seguente:

Valore	***Classe***	***Caratteristiche ambientali***	***Indice di naturalità***
55	I	Ambienti a naturalità ottima (corrispondenti alla vegetazione potenziale: climax, subclimax, paraclimax, pseudoclimax e comunità prossime al climax)	5
20	II	Ambienti a naturalità forte (formazioni o stadi nella serie potenziale)	4
8	III	Ambienti seminaturali (arbusteti e boschi di chiara origine antropica: pinete, cedui di castagno, boscaglie degradate, ecc.)	3
2	IV	Ambienti a naturalità debole (pioppeti, oliveti, castagneti da frutto, orti, ecc.)	2
1	V	Ambienti artificiali con coperture vegetali (giardini, parchi urbani, ecc.)	1
0	-	Ambienti estremamente artificiali con copertura vegetale assente (città, strade, cave, discariche)	1

La definizione del fattore N si ottiene effettuando una media ponderata, moltiplicando i valori rilevati per le singole tipologie di vegetazione per la percentuale di superficie occupata da ciascuna di esse.

- *Fattore N*

Si ricava dalla seguente tabella, utilizzando l'indice di naturalità più elevato fra quelli ottenuti con i due metodi sopra esposti:

Indice di Naturalità	*Fattore N*
1 aree antropizzate fortemente compromesse	1
2 aree antropizzate ma con possibilità di naturalizzazione	1.15
3 aree naturali / seminaturali con evidenti interventi antropici	1.30
4 aree naturali / seminaturali	1.45
5 aree naturali di grande pregio	1.60

Il fattore N sarà aumentato di 0.1 nel caso in cui il tratto di corso d'acqua interessato ricada nell'areale trofico- riproduttivo di "specie ombrello" di interesse comunitario (aquila, lupo, ecc.).

Fattore G (Geomorfologico)

Attualmente il valore di questo fattore è stato fissato pari a 1, in quanto considerato ininfluente, alla luce dell'attuale livello di approfondimento disponibile delle conoscenze sulle caratteristiche del bacino, nel calcolo del DMV.

In realtà esso dovrebbe consentire di adeguare l'entità dei rilasci alla morfologia dell'alveo, tenendo anche conto dello spessore del materasso alluvionale, delle condizioni geomorfologiche dei versanti, della presenza di coltri incoerenti e di corpi detritici i di frana, ecc.

Fattore $L_{7.5}$ (Lunghezza)

Questo fattore è stato introdotto per tener conto della distanza tra l'opera di presa ed il punto di restituzione delle acque, e per favorire le derivazioni che, restituendo l'acqua a breve distanza, esercitino un impatto su tratti di alveo il più brevi possibile:

$$L_{7,5} = 1 + (D \times 0.075)$$

Questo sta a significare che per ogni chilometro di distanza (D) tra presa e restituzione, il fattore L7,5 aumenta del 7,5 % la portata da rilasciare in alveo.

Il fattore $L_{7,5}$ rispecchia la volontà dell'Autorità di Bacino del Magra di favorire l'utilizzo idroelettrico nelle situazioni più vocate, dove cioè elevata pendenza o portata consentono restituzioni a più breve distanza, riducendo l'estensione lineare dell'impatto ambientale dell'intervento.

Nel caso in cui nel tratto considerato si immetta un affluente di rilievo (con superficie cumulativa del bacino pari ad almeno la metà della superficie del bacino sotteso l'opera di presa, e privo di derivazioni che

trasferiscano le acque ad altri sottobacini senza restituirle al corso d'acqua stesso) è possibile richiedere una riduzione del fattore $L_{7,5}$.

Il Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino esprime parere vincolante e obbligatorio sull'ammissibilità della richiesta, è fissa un valore del fattore $L_{7,5}$ commisurato agli effettivi apporti degli affluenti e alla loro distanza dall'opera di presa.

Fattore M_{10} (Modulazione di Portata)

Lo scopo dell'introduzione di questo fattore è stato quello di garantire all'alveo almeno una percentuale delle variazioni di portata che caratterizzano il regime idrologico naturale e che influenzano i cicli biologici degli organismi e della vegetazione spondale:

$$M_{10} = 0.1\ (Q_{naturale} - DMV_{NonModulato})$$

La modulazione di portata è posta dunque pari al 10 % della differenza tra la portata naturale ed il DMV senza modulazione.

Nel caso in esame i valori sono i seguenti, tenuto conto delle peculiarità del Torrente Lavagna:

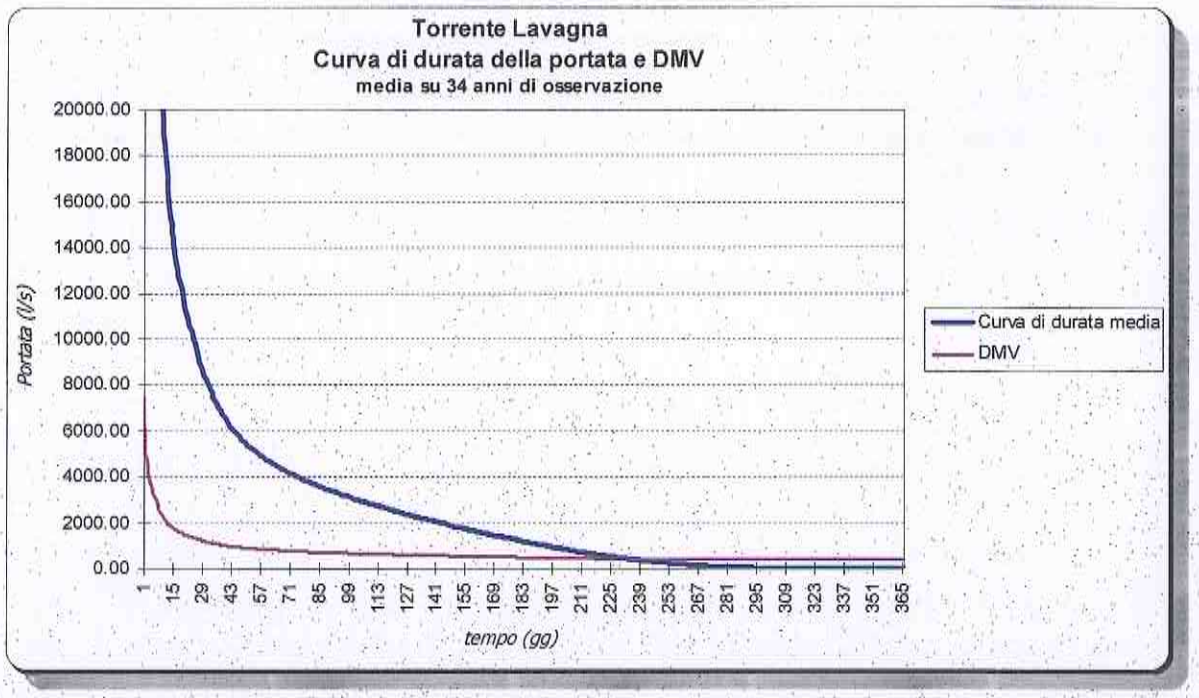
Precipitazione [mm/anno]	1812.3	$R_{specifico}$ [l/s/km^2]	1.6
Altitudine bacino [m s.l.m.]	612,53	Fattore P	1.8
Classe qualità biologica	1^	Fattore A	1.1
Peggioramento acque	0	Fattore Q_B	1
IFF	260	Fattore Q_R	1
Valore di naturalità	20	Fattore N	1.45
Indice di naturalità	4	Fattore G	1
Lunghezza presa - restituzione [km]	2.075	Fattore $L_{7,5}$	1.16
S_{bacino} [km^2]	67.06	$DMV_{non\ modulato}$ [l/s]	355.99
		Fattore M_{10} [l/s]	77.62
DMV [l/s]	**433.61**		

Applicando dunque la formula proposta al principio del capitolo, si ricava un valore medio indicativo di DMV pari a 433.61 l/s.-

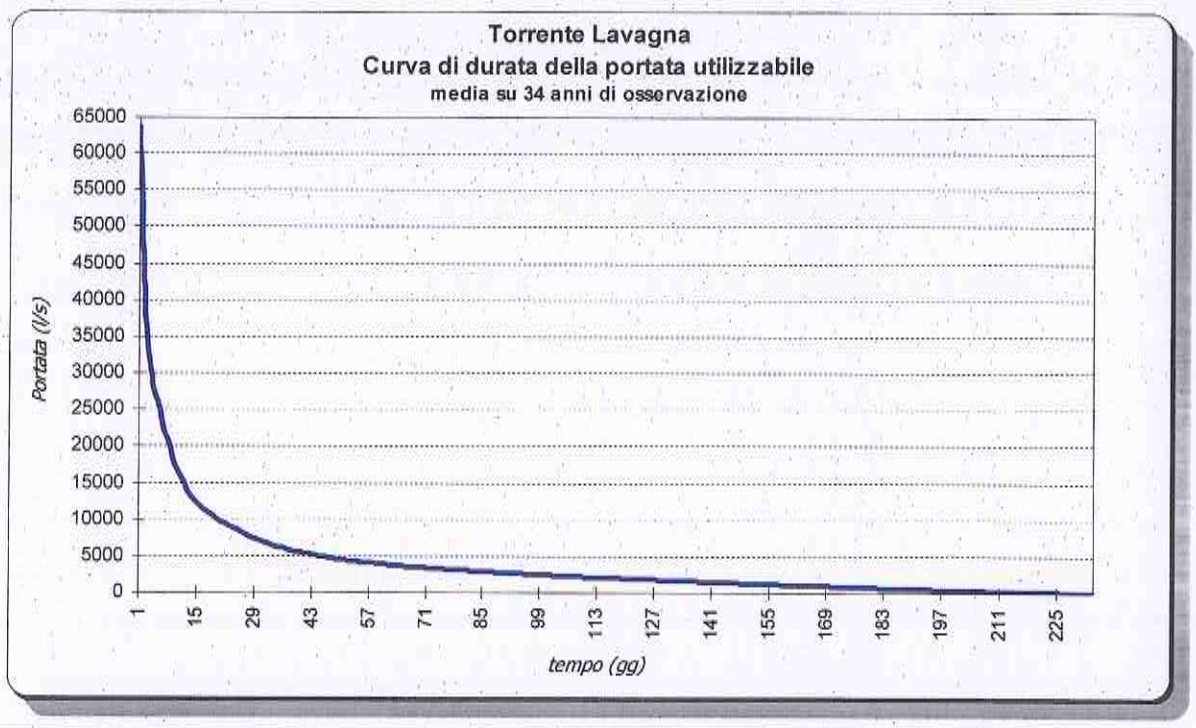
Si fa notare come nel caso in esame non sia stata eseguita alcuna analisi per la stima del fattore N: pertanto la sua valutazione è stata effettuata in termini del tutto cautelativi, utilizzando il secondo valore di Indice di Naturalità più elevato (pari a 4, cui corrisponde N = 1.45).

Si è deciso invece di considerare comunque pari a 1 i fattori Q_R e Q_B, poiché la derivazione avviene in un tratto sufficientemente elevato del corso d'acqua da poterlo ritenere in ottima approssimazione non inquinato; inoltre per definizione un impianto idroelettrico non altera in alcun modo la qualità delle acque utilizzate, e pertanto non si ritiene di poter registrare alcun peggioramento del livello di inquinamento delle acque stesse.-

Di seguito si riporta l'andamento del DMV così valutato confrontato con la curva di durata delle portate, e la curva di durata della portata effettivamente utilizzabile, tenendo conto, appunto, della necessità di mantenere in alveo il DMV:



Tav. 13 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate e DMV – Media su 34 anni di osservazione.



Tav. 14 –Torrente Lavagna – Curva di durata delle portate utilizzabili – Media su 34 anni di osservazione.

Il calcolo del DMV, considerate valide le ipotesi di lavoro assunte, permette di stabilire a priori la quantità minima di portata che dovrà comunque essere garantita in alveo.

Occorre inoltre sottolineare che il Comitato Tecnico Provinciale (di cui si allega copia del parere – Pratica D/6246), fornendo parere favorevole all'ammissione della domanda di concessione all'istruttoria prevista dalla normativa vigente, ha prescritto, tra le altre condizioni, "la regolazione automatica del prelievo al fine di garantire il rispetto della portata limite stabilita in 433 l/s. Al di sotto del valore di 433 l/s di portata naturale il prelievo deve essere sospeso".

Pertanto tali accorgimenti tecnico- costruttivi verranno posti in atto, e contribuiranno alla determinazione ed al controllo delle modalità ed entità di captazione della portata naturale. Verrà così garantito, istante per istante, il DMV, aspetto fondamentale per il rilascio delle autorizzazioni necessarie e la salvaguardia della qualità delle acque e delle specie viventi.

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

La Provincia di Genova nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, approvato con D.C.P. n. 19 del 15/04/2009, ha fornito uno studio contenente la definizione del bilancio idrico e del DMV relativi a diversi tratti dei corsi d'acqua compresi nel bacino del Fiume.

In particolare, due sezioni sono relative al Torrente Lavagna: la n. 10 e la n. 17, rispettivamente caratterizzate da bacini con superficie pari a 165.39 km² e 18.08 km². Si riportano di seguito le principali grandezze di interesse:

Sez. 17		***Sez. 10***	
Q media [m³/s]	0.78	Q media [m³/s]	6.47
DMV [m³/s]	0.0668	DMV [m³/s]	0.5321
PORTATA MEDIA MENSILE			
Gen	1.3275	Gen	8.6751
Feb	1.0456	Feb	8.4091
Mar	1.0198	Mar	8.2770
Apr	0.8589	Apr	7.6585
Mag	0.5911	Mag	6.5233
Giu	0.1443	Giu	4.8163
Lug	0.0000	Lug	3.5380
Ago	0.0527	Ago	2.8534
Set	0.5352	Set	3.8276
Ott	1.1630	Ott	6.4104
Nov	1.4395	Nov	8.0987
Dic	1.1819	Dic	8.5081

Facendo riferimento ai dati sopra riportati, è stata effettuata una stima degli stessi relativi al bacino chiuso alla briglia di derivazione, che sottende un bacino, come già ampiamente specificato, di superficie pari a 67.06 km².

Di seguito si riferiscono i calcoli eseguiti ed i risultati ottenuti:

Mese	Spdb [km2]	Qpdb [m3/s]	Sfil [km2]	Qfil [m3/s]
gen	18,08	1,3275	67,06	4,9238
feb	18,08	1,0456	67,06	3,8782
mar	18,08	1,0198	67,06	3,7825
apr	18,08	0,8589	67,06	3,1857
mag	18,08	0,5911	67,06	2,1924
giu	18,08	0,1443	67,06	0,5352
lug	18,08	0,0000	67,06	0,0000
ago	18,08	0,0527	67,06	0,1955
set	18,08	0,5352	67,06	1,9851
ott	18,08	1,1630	67,06	4,3136
nov	18,08	1,4395	67,06	5,3392
dic	18,08	1,1819	67,06	4,3838

Mese	Spdb [km2]	Qpdb [m3/s]	Sfil [km2]	Qfil [m3/s]	QFilanda
gen	165,39	8,6751	67,06	3,5175	4,2206
feb	165,39	8,4091	67,06	3,4096	3,6439
mar	165,39	8,2770	67,06	3,3560	3,5693
apr	165,39	7,6585	67,06	3,1053	3,1455
mag	165,39	6,5233	67,06	2,6450	2,4187
giu	165,39	4,8163	67,06	1,9528	1,2440
lug	165,39	3,5380	67,06	1,4345	0,7173
ago	165,39	2,8534	67,06	1,1570	0,6762
set	165,39	3,8276	67,06	1,5520	1,7685
ott	165,39	6,4104	67,06	2,5992	3,4564
nov	165,39	8,0987	67,06	3,2837	4,3115
dic	165,39	8,5081	67,06	3,4497	3,9167

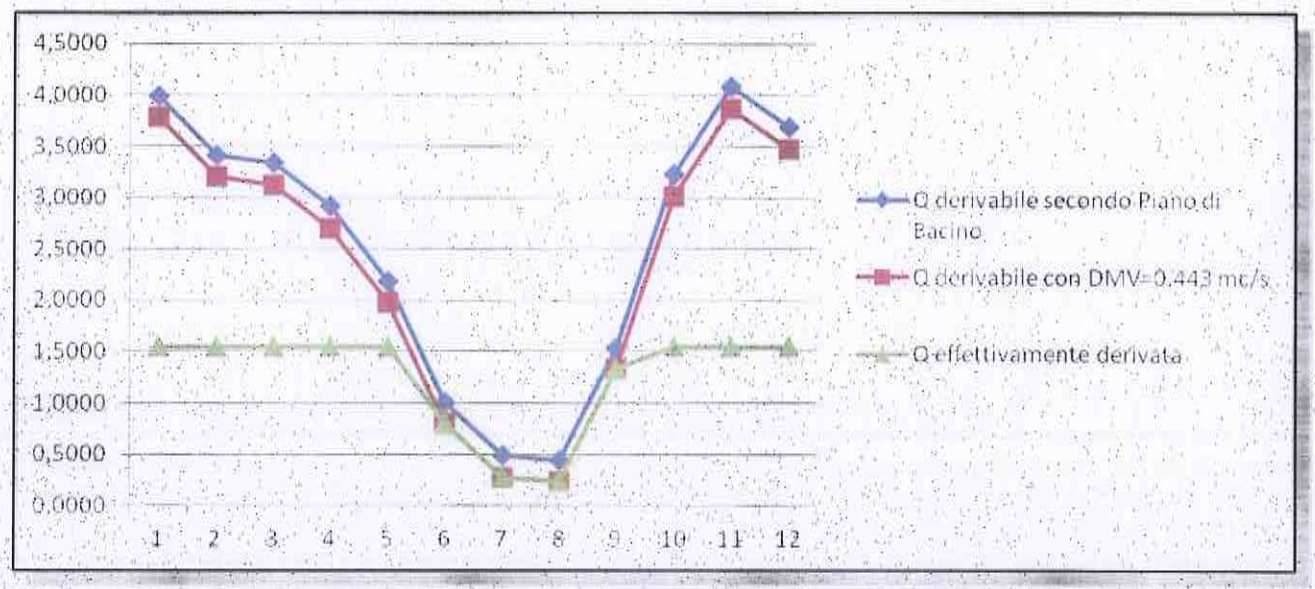
Mese	Spdb [km2]	DMVpdb [m3/s]	Sfil [km2]	DMVfil [m3/s]
gen	18,08	0,0668	67,06	0,2478
feb	18,08	0,0668	67,06	0,2478
mar	18,08	0,0668	67,06	0,2478
apr	18,08	0,0668	67,06	0,2478
mag	18,08	0,0668	67,06	0,2478
giu	18,08	0,0668	67,06	0,2478
lug	18,08	0,0668	67,06	0,2478
ago	18,08	0,0668	67,06	0,2478
set	18,08	0,0668	67,06	0,2478
ott	18,08	0,0668	67,06	0,2478
nov	18,08	0,0668	67,06	0,2478
dic	18,08	0,0668	67,06	0,2478

Mese	Spdb [km2]	DMVpdb [m3/s]	Sfil [km2]	DMVfil [m3/s]	DMVFilanda
gen	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
feb	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
mar	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
apr	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
mag	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
giu	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
lug	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
ago	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
set	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
ott	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
nov	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318
dic	165,39	0,5321	67,06	0,2157	0,2318

Spdb = Area sottesa fornito da Piano di Bacino; **Sfil** = Area sottesa alla briglia di derivazione; **Qpdb** = portata fornita dal Piano di Bacino; **Qfil** = portata mediata; **QFilanda** = portata stimata; **DMVpdb** = deflusso minimo vitale fornito dal Piano di Bacino; **DMVfil** = deflusso minimo vitale mediato; **DMVFilanda** = deflusso minimo vitale stimato.

DMV1	Q1	DMV2	Q2	Q2derivata
0,2318	3,9889	0,4430	3,7776	1,5500
0,2318	3,4121	0,4430	3,2009	1,5500
0,2318	3,3375	0,4430	3,1263	1,5500
0,2318	2,9137	0,4430	2,7025	1,5500
0,2318	2,1869	0,4430	1,9757	1,5500
0,2318	1,0123	0,4430	0,8010	0,8010
0,2318	0,4855	0,4430	0,2743	0,2743
0,2318	0,4445	0,4430	0,2332	0,2332
0,2318	1,5368	0,4430	1,3255	1,3255
0,2318	3,2247	0,4430	3,0134	1,5500
0,2318	4,0797	0,4430	3,8685	1,5500
0,2318	3,6850	0,4430	3,4737	1,5500

DMV1 = deflusso minimo vitale fissato da Piano di Bacino; **Q1** = portata derivabile da Piano di bacino; **DMV2** = deflusso minimo vitale stimato in sede di richiesta di concessione, e **ADOTTATO**; **Q2** = portata derivabile stimata in funzione dei calcoli sopra riportati; **Q2derivata** = portata che verrà **DERIVATA.**



Tav. 15 –Torrente Lavagna – Confronto tra la portata derivabile ricavata dalle analisi del Piano di Bacino con DMV=0.2318 m³/s, la portata derivabile ottenuta a partire dai dati del Piano di Bacino ma mantenendo in alveo DMV=0.443 m³/s, e portata effettivamente derivata.

Quanto sopra rende evidente come il mantenimento del valore di DMV calcolato come prima riportato - secondo le direttive stabilite dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra - e poste in essere al momento della presentazione della domanda di concessione, rendano la curva della portata derivabile più bassa rispetto a quella derivata dall'analisi dei dati del Piano di Bacino.

Le analisi del Piano di Bacino, infatti, fissano a 2.7574 m^3/s la portata media derivabile nel caso di bacino sotteso di superficie pari a 67.06 km^2 e considerando un DMV1 pari a 0.2318 m^3/s; mantenendo invece valido il valore di DMV2 calcolato in fase di domanda di concessione, pari a 0.4430 m^3/s, la portata media derivabile scende a 2.3144 m^3/s, garantendo uno sfruttamento della risorsa idrica più conservativo, in termini naturalistici, e meno impattante sulla vita dell'asta di torrente sottesa alle opere idrauliche.

CONFRONTO TRA VALORI DI DMV STIMATI

Il presente documento intende fornire una panoramica il più possibile esaustiva anche degli studi già effettuati a corollario del progetto, che dello stesso fanno parte integrante ed a cui si allegano. Pertanto si riporta di seguito un confronto tra i diversi valori di DMV stimati negli elaborati a firma Dott. Luca Ciuffardi, in quelli a firma Studio Aquaterra - Studio Associato di Enrico Pini Prato e Sebastian Schweizer ed in quelli, sopra citati, presentati a supporto della domanda di concessione.

DMV_C [l/s]	250.80
DMV_A [l/s]	443.00 – 1000.00
DMV_{PdB}	231.80
DMV_{Conc} [l/s]	443.00

Tav. 16 –Torrente Lavagna – Confronto tra i diversi valori di DMV fissati nelle diverse fasi di studio. **DMV_C** = valore di DMV stimato negli studi ittiologici a cura del Dott. Luca Ciuffardi **DMV_A** = valore di DMV stimato negli studi naturalistici a cura di Aquaterra **DMV_{PdB}** = valore di DMV stimato negli studi del Piano di Bacino Torrente Lavagna **DMV_{Conc}** = valore di DMV fissato in sede di domanda di concessione

Tale disparità di valori discende dalla diversa tipologia di metodi utilizzata, e di conseguenza dai diversi parametri entrati in gioco: ad esempio il DMV_C è stato stimato secondo la metodologia indicata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, mentre DMV_{Conc} secondo quella dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra.

Si sottolinea come le differenti analisi abbiano portato a evidenziare che il valore di DMV presentato in sede di domanda di concessione, e naturalmente qui confermato, proponga una portata garantita quasi doppia rispetto a quelle stimate tanto dal Dott. Ciuffardi quanto dagli studi del Piano di Bacino.

Per quanto attiene la valutazione dello Studio Aquaterra, il range di portata indicato è legato al fatto che le indagini ambientali sono state rivolte alla verifica del DMV da noi proposto e non tanto alla stima di un valore specifico. Pertanto il parametro DMV = 0.443 m^3/s viene confermato. La proposta tecnica aggiuntiva consiste nel garantire in alveo una portata pari a 1.00 m^3/s nel tipico periodo riproduttivo dei Ciprinidi reofili (Maggio – Giugno). Tale indicazione verrà rispettata.

INTERAZIONI ITTIOLOGICO- IDRAULICHE

A seguito degli approfondimenti proposti dal Dott. Ciuffardi, è stata stabilita la necessità di garantire un tirante idrico minimo, necessario alla conservazione dei popolamenti ittici e macrobentonitici, stimato in 40 cm circa.

Sulla base di quanto sopra ed in osservanza delle valutazioni geologiche e naturalistico- ambientali, sono state prese in considerazione tre sezioni – una volta investigati geomorfologicamente quattro tratti (riportati all'Allegato 1), e stabilite tre stazioni IFF per gli aspetti naturalistico- ambientali (le cui valutazioni sono riportate all'Allegato 2).

In corrispondenza di ciascuna sezione è stato quindi stimato il tirante idrico (vedi *Schede Tecniche Riassuntive* allegate), nelle seguenti condizioni:

- Pendenza costante nel tratto investigato
- Corrente a pelo libero
- Alveo cilindrico
- Superficie libera parallela al fondo
- Condizioni di moto uniforme

I valori di portata utilizzati sono stati i seguenti:

- La massima portata misurata, pari a **36 m³/s** circa;
- Il valore di DMV già accettato dal Comitato Tecnico Provinciale, pari a **0.43 m³/s** circa;
- Il valore di DMV fornito in sede di Valutazioni Ittiologico- Ambientali, pari a **0.30 m³/s** circa.

I risultati della modellazione vengono proposti nelle *Schede Tecniche Riassuntive* allegate.

Per gli approfondimenti si rimanda alle Relazioni a firma Dott. Ciuffardi e Studio Aquaterra.

3.1.4.1.5 IDROLOGIA PREVISTA ALLA SEZIONE DI PRESA

Nella tabella sotto riportata si illustra lo scenario idrologico teorico ottenuto:

- applicando la metodologia SOPRARIPORTATE per la determinazione delle portate naturali presenti in alveo;
- definendo il deflusso minimo vitale;
- Sottraendo il DMV dalle portate naturali transitanti in alveo otteniamo le disponibilità idrica derivabile dall'impianto in progetto, applicando in questo caso una limitazione al valore di portata massima derivabile.

Stabilita la portata minima di rilascio, si procede al confronto fra i regimi idrologici medi precedenti e seguenti la realizzazione dell'impianto idroelettrico in oggetto. In particolare la **tab. 3** riporta sia i valori medi mensili delle portate nella situazione attuale (cioè le portate che possono essere considerate quelle naturali; il deflusso minimo vitale di base **DMV = 433 l/s**, il **DMV,** la portata massima ad uso idroelettrico **Qmax = 1550 l/s** e le portate rilasciate in alveo.

portate	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Naturali	4,220	3,644	3,569	3,145	2,418	1,244	0,717	0,676	1,768	3,456	4,311	3,916	2,757
DMV base	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433
derivabili	3,777	3,200	3,126	2,702	1,975	0,801	0,274	0,233	1,325	3,013	3,868	3,473	2,314
Derivate uso idroel.	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	0,801	0,274	0,233	1,325	1,55	1,55	1,55	1,252
Rilasciate	2,227	2,094	2,019	1,595	0,868	0,433	0,433	0,433	0,433	1,906	2,761	2,366	1,661

Tab. 17 – **Anno idrologico medio - Portate medie mensili** (l/s) **naturali** (attuali; in assenza di prelievi), **Dmv di base, Dmv, derivabili** (portate naturali al netto del Dmv), **derivate** (la portata di concessione), **rilasciate** (impianto idroelettrico in esercizio; valori ottenuti sottraendo dalle portate derivabili la portata massima derivabile uso idroelettrico Qmax = 1550 l/s, ma garantendo il DMV.

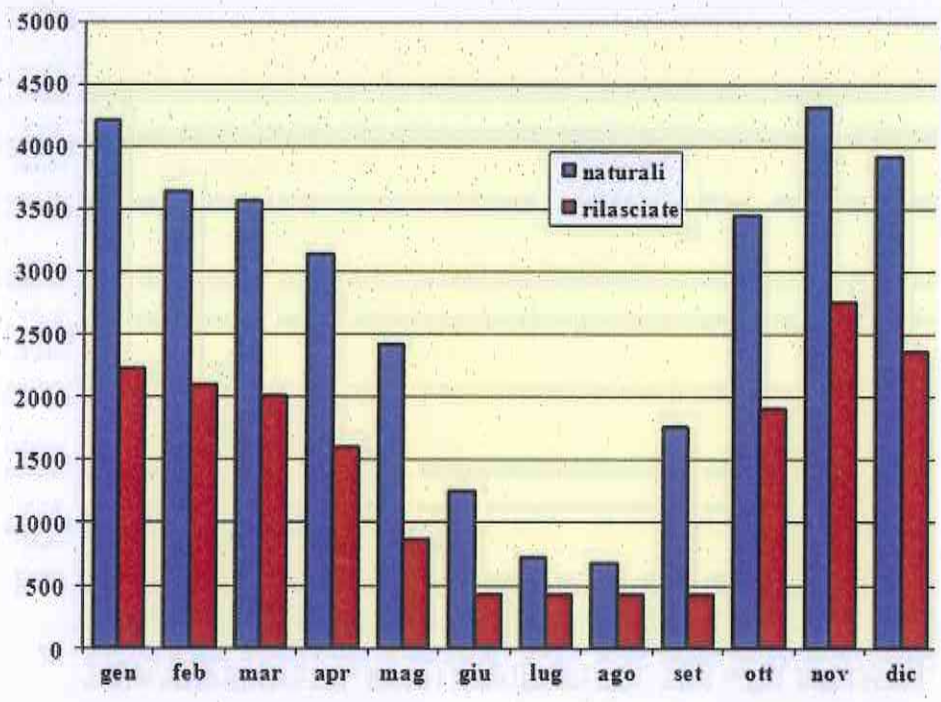


Fig. 18 - Regimi delle portate medie mensili (l/s) **naturali** (**istogrammi azzurri**) e **rilasciate** (**istogrammi rossi**) nella situazione dell'impianto idroelettrico in esercizio.

3.1.4.1.6.1 IDROLOGIA PREVISTA NEL TRATTO SOTTESO

L'analisi fin qui eseguita ha portato a determinare:

- La curva di durata delle portate utilizzabili relativa al Torrente Lavagna, ottenuta a partire da 34 anni di dati pluviometrici storici;
- La portata derivabile e quella che verrà effettivamente derivata, fornendone una stima a scala mensile
- Il DMV (Deflusso Minimo Vitale) che è necessario garantire in alveo tra il punto di presa e quello di restituzione per tutelare la totalità degli "organismi acquatici, la funzionalità globale e la naturalità degli ecosistemi fluviali": diversi studi, tra cui lo stesso Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, hanno portato a stimare diversi valori possibili di DMV, ma come ampiamente esplicitato in precedenza è stato mantenuto il valore più alto fra quelli di cui sopra, con la volontà di confermare quello già approvato dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino Regionale in data 15/03/2007.

Le indagini hanno portato però ad evidenziare la presenza di due affluenti rilevanti del Torrente Lavagna – Torrente Litteglia e Torrente Moconesi, nel tratto compreso fra il punto di captazione e quello di restituzione, che sottendono un bacino di superficie pari rispettivamente a 4.03 km² e 5.30 km².
Nel tratto sotteso dall'impianto in progetto son presenti due affluenti importanti, non considerati nell'analisi delle portate del Torrente Lavagna, il primo in destra orografica posto a circa 1/3 del percorso ed è il torrente Littegglia, il secondo che si innesta a circa 2/3 del tratto sotteso ed è il torrente di Moconesi è tributario di sinistra del Torrente Lavagna, e vi confluisce a valle dell'abitato di Ferrada, in corrispondenza della grande ansa creata dal Lavagna.

3.1.4.1.6 TORRENTE LITTEGLIA - IDROLOGIA NATURALE

CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

Il Torrente Litteglia è tributario di destra del Torrente Lavagna, e vi confluisce in corrispondenza dell'abitato di Ferrada, immediatamente a valle del ponte che attraversa il Lavagna, lungo il tratto rettilineo della S.S. n. 225.
Affluendo nel Torrente Lavagna in un punto compreso fra la presa e la restituzione dell'impianto in oggetto, garantisce un apporto idrico utile a integrare e rafforzare il DMV, pertanto se ne propone di seguito un'analisi, se pure non dettagliata, dell'idrologia naturale.

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso all'affluenza del Torrente Litteglia nel Lavagna è di 4.03 km² (vedi Tav. 01). Esso è costituito dal corso del Torrente Litteglia, disposto secondo un asse prevalente SW-NE di lunghezza pari a circa 2.8 km, e dagli affluenti diretti di questo, distribuiti in modo piuttosto simmetrico e con uno

sviluppo maggiore e maggiormente ramificato nel tratto più alto del Litteglia stesso; il tratto più prossimo all'immissione nel Lavagna ha invece affluenti caratterizzati da minore lunghezza e assenza quasi totale di subaffluenti.
Il Torrente Litteglia nasce dalla confluenza del Rio Grande del Litteglia, che scorre sul versante di sinistra, ed il Rio Zerbone, che giunge da SSE. Subito a valle di tale confluenza, il Rio Coleio si immette nel Litteglia in sponda sinistra, rappresentando l'unico effettivo affluente di dimensioni significative, con il suo 1.2 km circa di sviluppo longitudinale. Da questo punto in poi, gli affluenti sono brevi e per lo più privi di ramificazioni, con bacini ridotti e quindi di limitato apporto idrico.

La massima cima è costituita dal Monte Borgo con i suoi 728.00 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'immissione del Torrente Litteglia nel Torrente Lavagna a quota 115.00 m s.l.m. circa, risulta essere di circa 385.10 m s.l.m.

Per determinare tale valore si è ritenuta valida l'espressione utilizzata dalla Regione Piemonte:

$$H = 0.5\ (0.9\ H_{max} + H_{min})$$

dove H_{max} = altezza massima del bacino in m s.l.m.
H_{min} = altezza minima della sezione di chiusura in m s.l.m.

Nel caso in esame tali valori sono:

Hmax = 728.00 m s.l.m. (M. Borgo)
Hmin = 115.00 m s.l.m. (affluenza nel T. Lavagna)

PORTATE MEDIE MENSILI

Poiché non sono stati effettuati, da parte della Provincia di Genova, studi di dettaglio relativi al Torrente Litteglia, è stato deciso di stimarne i valori di portata media mensile basandosi sui dati relativi al Torrente Moconesi, tributario di sinistra del Lavagna il cui bacino si può ritenere con buon grado di approssimazione analogo a quello sotteso al Torrente Litteglia.

La Provincia di Genova nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, approvato con D.C.P. n. 19 del 15/04/2009, ha fornito uno studio contenente la definizione del bilancio idrico e del DMV relativi a diversi tratti dei corsi d'acqua compresi nel bacino del Fiume.
In particolare, una sezione è relativa al Torrente Moconesi - la n. 14 - caratterizzata da un bacino con superficie pari a 5.30 km^2. Si riportano di seguito le principali grandezze di interesse:

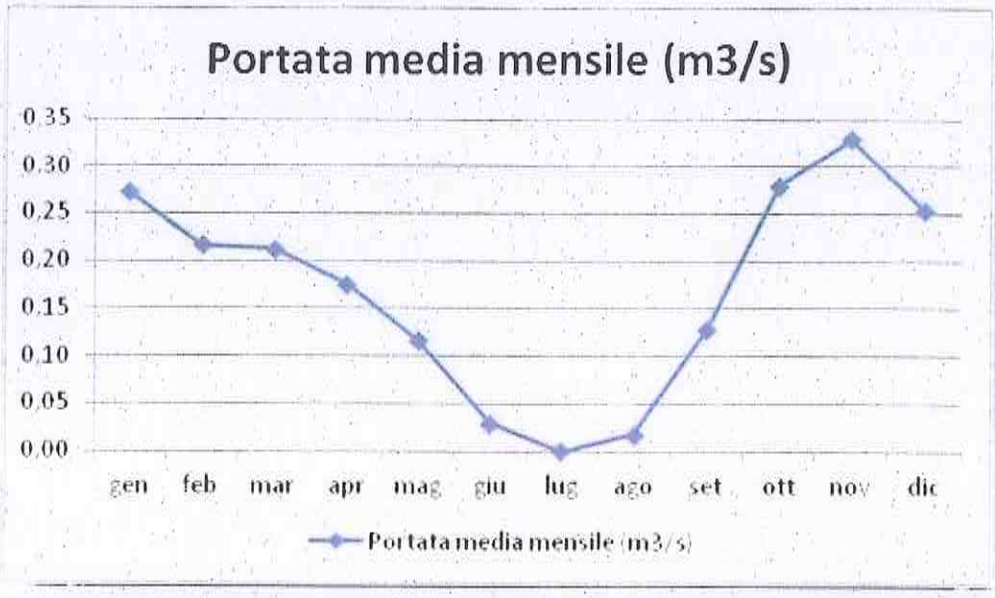
Sez. 14	
Q media [m³/s]	0.22
DMV [m³/s]	0.0191
PORTATA MEDIA MENSILE	
Gen	0.3584
Feb	0.2855
Mar	0.2795
Apr	0.2308
Mag	0.1522
Giu	0.0382
Lug	0.0000
Ago	0.0231
Set	0.1687
Ott	0.3683
Nov	0.4340
Dic	0.3337

Facendo riferimento ai dati sopra riportati, è stata effettuata una stima degli stessi relativi al bacino del Torrente Litteglia, che sottende un bacino, come già specificato, di superficie pari a 4.03 km².

Di seguito si riferiscono i calcoli eseguiti ed i risultati ottenuti:

Mese	Spdb [km2]	Qpdb [m3/s]	SLit [km2]	QLit [m3/s]
gen	5,3	0,3584	4,03	0,2725
feb	5,3	0,2855	4,03	0,2171
mar	5,3	0,2795	4,03	0,2125
apr	5,3	0,2308	4,03	0,1755
mag	5,3	0,1522	4,03	0,1157
giu	5,3	0,0382	4,03	0,0290
lug	5,3	0,0000	4,03	0,0000
ago	5,3	0,0231	4,03	0,0176
set	5,3	0,1687	4,03	0,1283
ott	5,3	0,3683	4,03	0,2800
nov	5,3	0,4340	4,03	0,3300
dic	5,3	0,3337	4,03	0,2537

Spdb = Area sottesa fornito da Piano di Bacino; SLit = Area sottesa al Torrente Litteglia;
Qpdb = portata fornita dal Piano di Bacino; QLit = portata pesata Torrente Litteglia.



Tav. 19 –Torrente Litteglia –Portata media mensile, ottenuta a partire dai dati del Piano di Bacino relativi al Torrente Moconesi, pesati sulla superficie del bacino stesso.

In questo caso, venendo meno l'analogia con quanto calcolato per il Torrente Lavagna, non viene preso in considerazione il calcolo del DMV poiché, naturalmente, le acque del Torrente Litteglia, non essendo oggetto di derivazione, non vengono sfruttate come risorsa idroelettrica ma anzi, concorrono ad incrementare la portata minima garantita che transiterà nel Torrente Lavagna a valle delle opere di captazione.

3.1.4.1.7 TORRENTE MOCONESI - IDROLOGIA NATURALE

CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

Il Torrente Moconesi è tributario di sinistra del Torrente Lavagna, e vi confluisce a valle dell'abitato di Ferrada, in corrispondenza della grande ansa creata dal Lavagna.
Affluendo nel Torrente Lavagna in un punto compreso fra la presa e la restituzione dell'impianto in oggetto, garantisce un apporto idrico utile a integrare e rafforzare il DMV, pertanto se ne propone di seguito un'analisi, se pure non dettagliata, dell'idrologia naturale.

L'area della superficie del bacino imbrifero sotteso all'affluenza del Torrente Moconesi nel Lavagna è di 5.30 km² (vedi Tav. 01). Esso è costituito dal corso del Torrente Moconesi, disposto secondo un asse prevalente N-S di lunghezza pari a circa 3.5 km circa, e dagli affluenti diretti di questo, distribuiti in modo piuttosto asimmetrico, con uno sviluppo maggiore in sponda sinistra piuttosto che in destra.
Il Torrente Moconesi nasce dalla confluenza del Rio Grosso, che scorre in direzione N-S nel quadrante NW del bacino occupandone un'ampia porzione, ed il Rio dei Campi, che origina nel quadrante NE e segue anch'esso

una direzione prevalente N-S. Subito a valle di tale confluenza, gli affluenti del Moconesi sono brevi (il maggiore ha uno sviluppo inferiore al chilometro) e per lo più privi di ramificazioni, con bacini ridotti e quindi di limitato apporto idrico.

La massima cima è costituita dal Monte Caucaso con i suoi 1250.30 m s.l.m, mentre l'altitudine media del bacino, chiuso in corrispondenza dell'immissione del Torrente Moconesi nel Torrente Lavagna a quota 110.00 m s.l.m. circa, risulta essere di circa 617.63 m s.l.m.

Per determinare tale valore si è ritenuta valida l'espressione utilizzata dalla Regione Piemonte:

$$H = 0.5\ (0.9\ H_{max} + H_{min})$$

dove H_{max} = altezza massima del bacino in m s.l.m.

H_{min} = altezza minima della sezione di chiusura in m s.l.m.

Nel caso in esame tali valori sono:

Hmax = 1250.30 m s.l.m. (M. Caucaso)

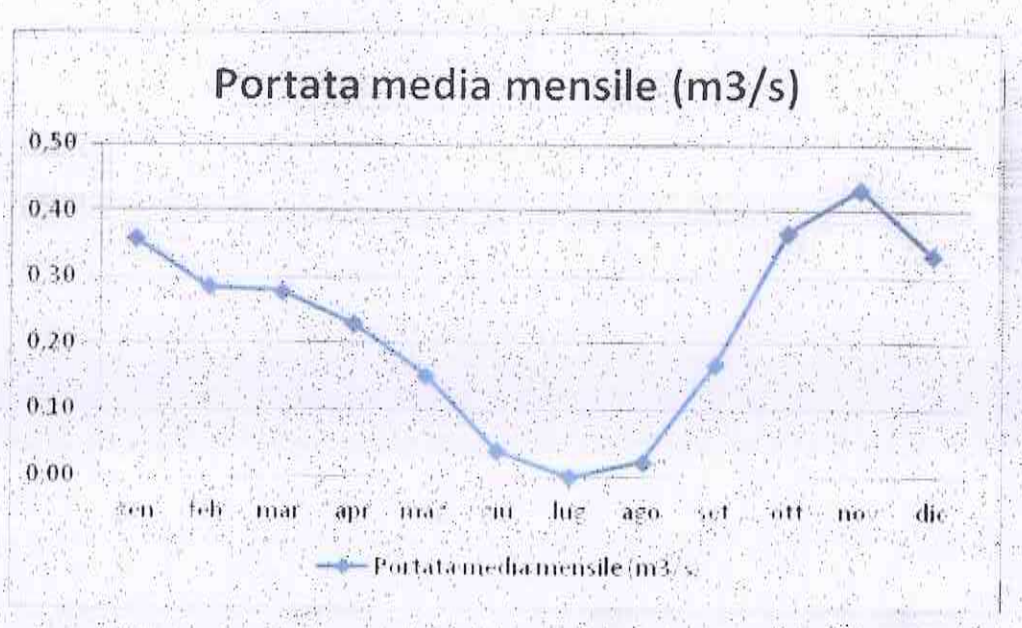
Hmin = 110.00 m s.l.m. (affluenza nel T. Lavagna)

PORTATE MEDIE MENSILI

La Provincia di Genova nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico relativo al bacino del Fiume Entella, approvato con D.C.P. n. 19 del 15/04/2009, ha fornito uno studio contenente la definizione del bilancio idrico e del DMV relativi a diversi tratti dei corsi d'acqua compresi nel bacino del Fiume.

In particolare, una sezione è relativa al Torrente Moconesi - la n. 14 - caratterizzata da un bacino con superficie pari a 5.30 km^2. Si riportano di seguito le principali grandezze di interesse:

Sez. 14	
Q media [m^3/s]	0.22
DMV [m^3/s]	0.0191
PORTATA MEDIA MENSILE	
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



Tav. 20 –Torrente Moconesi –Portata media mensile, ottenuta dai dati del Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Fiume Entella – Sezione 14.

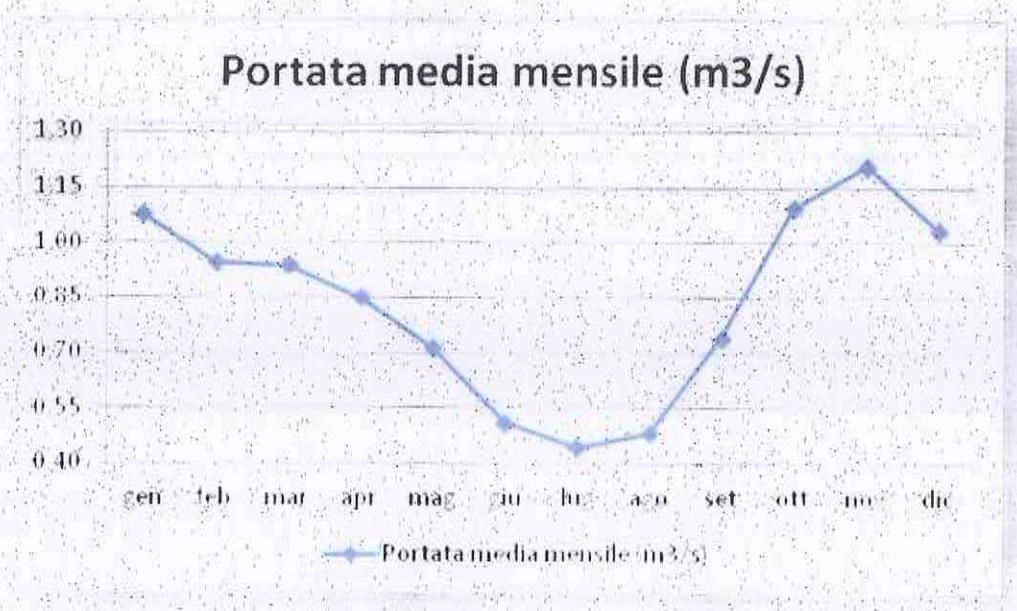
In questo caso non viene preso in considerazione il calcolo del DMV poiché, naturalmente, le acque del Torrente Moconesi, non essendo oggetto di derivazione, non vengono sfruttate come risorsa idroelettrica ma anzi, concorrono ad incrementare la portata minima garantita che transiterà nel Torrente Lavagna a valle delle opere di captazione.

CONCLUSIONI

Essi, con le loro portate, garantiscono una rilevante integrazione al DMV, la cui entità è stimabile nei valori che seguono, espressi sempre su scala mensile:

Mese	Q_{pdb} [m^3/s]
gen	0,633
feb	0,502
mar	0,491
apr	0,405
mag	0,267
giu	0,0672
lug	0
ago	0,0407
set	0,296
ott	0,648
nov	0,764
dic	0,59

Tali valori possono essere rappresentati dal grafico che segue:



Tav. 21 –Torrente Lavagna –Portata media mensile nel tratto compreso fra il punto di presa e quello di restituzione, ottenuta considerando gli apporti del DMV, del Torrente Litteglie e del Torrente Moconesi.

portate	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Naturali	2,227	2,004	2,019	1,595	0,868	0,433	0,433	0,433	0,433	1,906	2,761	2,366	1,464
Apporto Litteglia	0,275	0,217	0,212	0,175	0,115	0,029	0,000	0,0176	0,128	0,280	0,330	0,257	0,167
Apporto Moconesi	0,358	0,285	0,279	0,230	0,152	0,0382	0,000	0,0231	0,168	0,368	0,434	0,333	0,220
Derivate uso idroel.	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	0,801	0,274	0,233	1,325	1,55	1,55	1,55	1,252
In alveo tratto sotteso	2,860	2,596	2,510	2,000	1,185	0,660	0,433	0,474	0,729	2,554	3,525	2,956	1,951

Tab. 22 – Anno idrologico medio - Portate medie mensili (l/s) **naturali** (attuali; in assenza di prelievi), **Dmv di base, Dmv, derivabili** (portate naturali al netto del Dmv), **derivate** (la portata di concessione), **rilasciate** (impianto idroelettrico in esercizio; valori ottenuti sottraendo dalle portate derivabili la portata massima derivabile uso idroelettrico Qmax = 1550 l/s, ma garantendo il DMV.

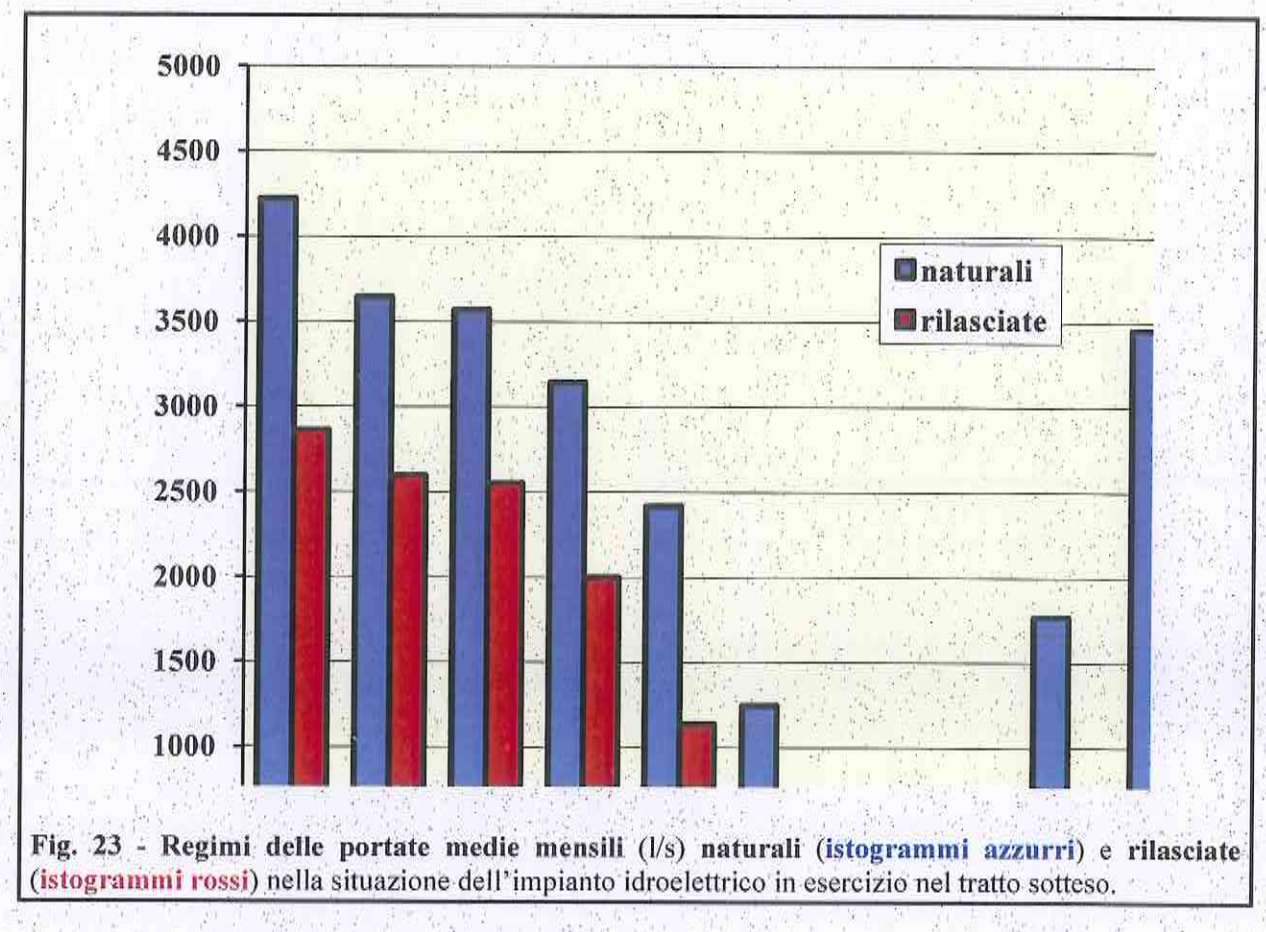


Fig. 23 - Regimi delle portate medie mensili (l/s) **naturali** (**istogrammi azzurri**) e **rilasciate** (**istogrammi rossi**) nella situazione dell'impianto idroelettrico in esercizio nel tratto sotteso.

3.1.4.1.8 QUALITÁ BIOLOGICA DELLE ACQUE

3.1.4.1.9 FUNZIONALITÁ FLUVIALE

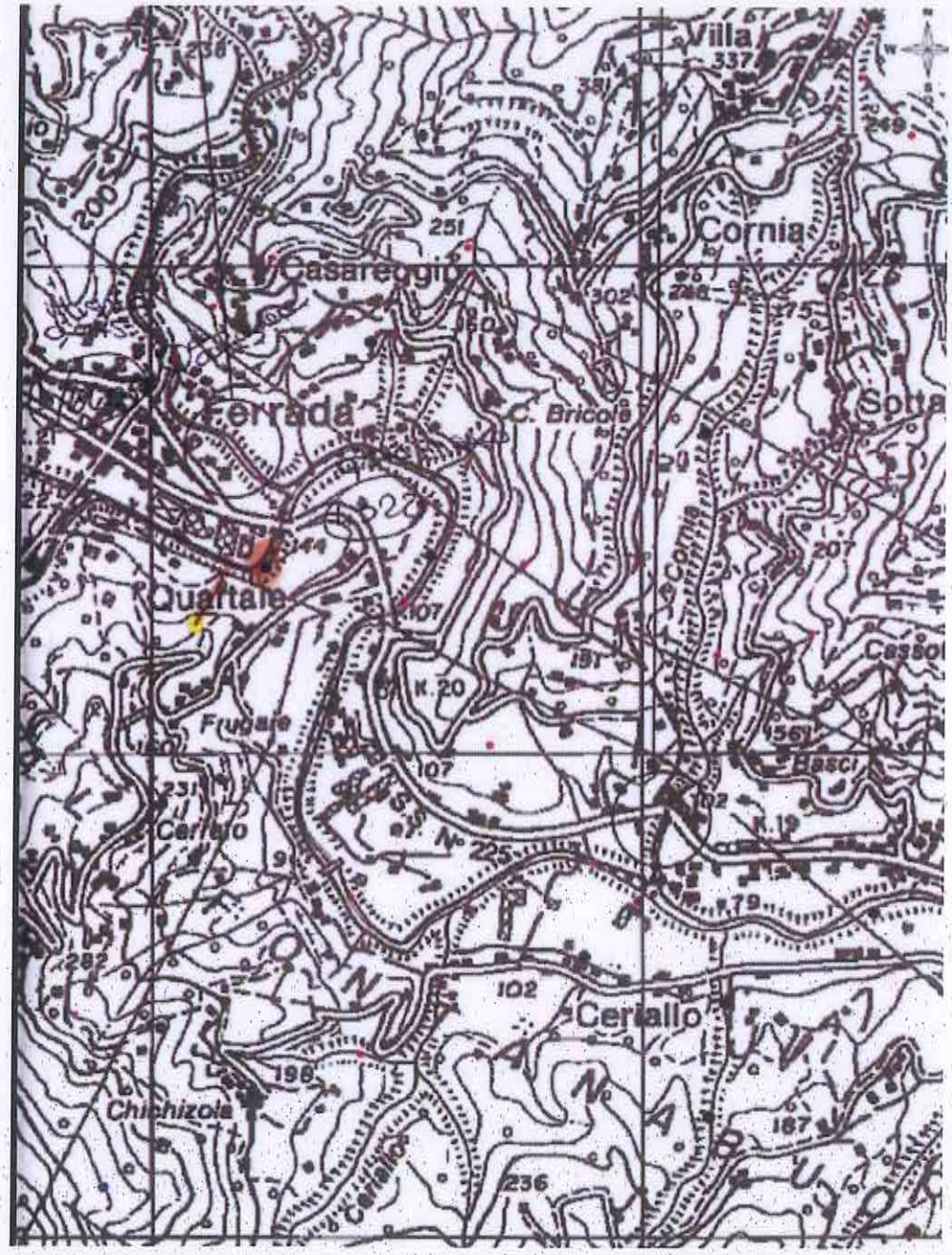
3.1.4.1.10 ITTIOFAUNA

Per la caratterizzazione dell'ittiofauna presente nel tratto di torrente Lavagna in oggetto, si rimanda alla relazione stilata appositamente dal Dott. Luca Ciuffardi, allegata al presente documenti e di cui fa parte integrante.

3.1.4.1.11 ELENCO DERIVAZIONI/POZZI

N° denuncia	N.C.T. FOGLIO	MAPPALE	VIA UBICAZIONE	GBN	GBE	UTILIZZATO	USO	PROPRIETA' ISO	UTILIZZATORE	in terreno di proprietà	in terreno di terzi
1	7	130				no					
2	17	293	loc. monleone			si	irriguo	si	si		
3	12	81				si	irriguo	si			
4	9	196	loc. monleone								
5	17	140	iv novembre						si	si	
6								si			
7	6		loc. pian degli alberi			no		si			
8	17	113				si	irriguo	si			
9	17	450/115				si	irriguo	si			
10	15		loc. molinazzo			si	idropotabile				
11	17		loc. molinazzo			si	idropotabile				
12	17		loc.molino			no					
13						no		si			
14	6	459	via malvero 13					si		si	
15	7	117	loc. carpenete			no		si		si	
16	15	20				si	irriguo	si		si	
17	6	619	via pian deglia alberi, 28						si		
18	8	298	via prato,34			si	domestico				
19	7	130	loc. basici			no		si			
20											
21											
22											
23											

N° denuncia	N.C.T. FOGLIO	MAPPALE	VIA UBICAZIONE	GBN	GBE	UTILIZZATO	USO	PROPRIETA' Rid	UTILIZZATO Rit	in terreno di proprietà	
1	22	300	loc. farnaia			no		si			
2	16	689	loc. ferrarese colombo	4091160130	105150880	si	domestico	si			


Villa
337
Cornia
Casareggio
Terrada
C. Bricole
Sotta
Quartale
Cassol
Fubare
Basci
K.20
K.19
Cerraio
N° 225
P.79
Ceriallo
Chichizola
Cerialto
236
187
102
107
191
207
561
198
282
231
251
302
269


Bassi
Terrarossa
Rezzonasca
Lavagna
Garbarini
Aveno
Serra
Monticelli
Rio
Croce
Cava