INDICE

1 PREMESSA ____ *2*

2 DESCRIZIONE BACINO IMBRIFERO ____ *2*

2.1 Caratteristiche territoriali ____ **2**

2.2 Reticolo idrografico ____ **4**

2.3 Aspetti geologici ____ **4**

2.4 Caratteristiche geomorfologiche ____ **5**

3 IDROLOGIA ____ *6*

3.1 Generalità ____ **6**

3.2 Dati caratteristici della stazione di Pogli ____ **7**

3.3 Analisi delle portate naturali ____ **10**

3.4 Definizione del DMV ____ **10**

3.5 Analisi delle portate disponibili e derivate ____ **12**

3.6 Sostenibilità della derivazione sul bilancio idrico ____ **15**

4 IDRAULICA ____ *16*

4.1 Verifiche idrauliche tratte dal Piano di Bacino ____ **16**

4.1.1 Tratto oggetto di indagine ____ 16

4.1.2 Metodologia di calcolo ____ 16

4.1.3 Schematizzazione di calcolo ____ 16

4.1.4 Profili di moto permanente ____ 17

4.2 Verifiche idrauliche effettuate ____ **18**

4.2.1 Tratto oggetto di indagine ____ 18

4.2.2 Metodologia di calcolo ____ 18

4.2.3 Schematizzazione di calcolo ____ 18

4.2.4 Risultati ____ 18

4.3 Considerazioni idrauliche di progetto ____ **19**

5 ALLEGATO 1 ____ *20*

1 PREMESSA

Nella presente Relazione idrologica, a seguito della descrizione delle principali caratteristiche geomorfologiche del bacino in esame, vengono riportate le principali caratteristiche idrologico-idrauliche della sezione in esame:

- ✓ la curva di durata delle portate naturali, disponibili e derivate, tale da permettere la valutazione dell'incidenza della derivazione ad uso idroelettrico oggetto del presente progetto sui deflussi naturali mensili del corso d'acqua;
- ✓ la portata di piena e i livelli idrici in corrispondenza della sezione oggetto dell'intervento in progetto, indispensabile per valutare la compatibilità idraulica dell'intervento in progetto.

2 DESCRIZIONE BACINO IMBRIFERO

2.1 Caratteristiche territoriali

Il bacino del Torrente Arroscia fa parte del più ampio bacino del fiume Centa che è formato dai due sottobacini dall'Arroscia-Lerrone e del Neva-Pennaria. La superficie dell'intero bacino è di 432 km^2 ed è divisa tra le provincie di Imperia, di Savona (Liguria) e la provincia di Cuneo (Piemonte): la parte imperiese ha una superficie di 210 km^2, quella savonese di 197 km^2, la frazione cuneese invece non supera i 25 km^2.

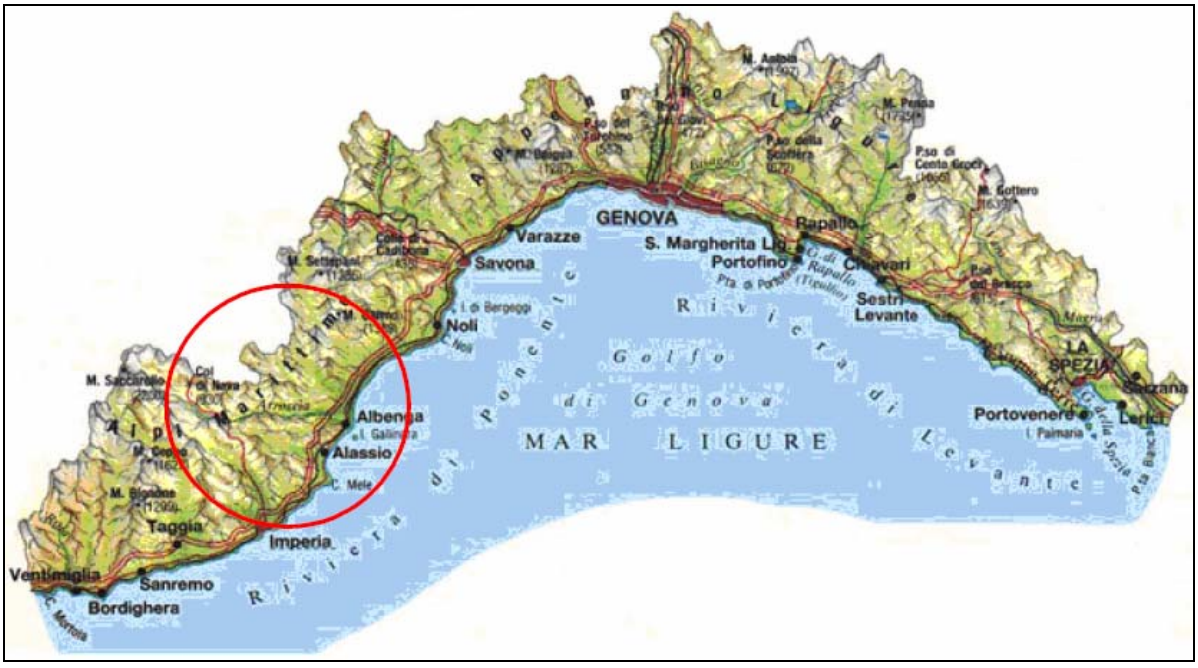


Figura 1. Inquadramento territoriale

Il bacino in esame si estende in direzione ovest-est ed ha forma irregolare, molto ampia nella parte alta e più ristretta in prossimità del limite di confine con la provincia di Savona, fisicamente costituito dal rio Cornareo (affluente sinistro) e rio Carpenti (affluente destro), che sfociano nel Torrente Arroscia nei pressi dell'abitato di Panterotto ad una quota di circa 100m s.l.m.

Lungo lo spartiacque piemontese la fascia settentrionale confina con il bacino del Tanaro, a sud-ovest con il bacino del Torrente Argentina e a sud con quello del Torrente Impero.

Il punto più alto dello spartiacque è rappresentato dal monte Frontè (2152 m) nell'estremo settore occidentale; procedendo poi da monte verso valle il limite del bacino è definito:

- a nord da Cima Garlenda (2143 m.), Cima Cauretta (1800 m.), Poggio La Croce(1332 m.), Poggio S.Martino (1401 m.), Poggio Carpano (1401 m.); Poggio Ciappa del Cuco (1303), Colla dei Boschetti (1226 m.), Poggio delle Forche (1193 m.), Poggio Possanghi (1174 m.), Colle di Nava (993 m.), Poggio richermo 81206 m.), Colla S.Bernardo (1057 m.), Monte Ariolo (1221 m.), Bric Castagnino /1216 m.), Passo di Prale (1243 m.), Colle Caprauna (1379 m.), Rocca delle Penne (1502 m.), Rocca Tramontina (1482 m.), Monte Bello (1318 m.), Rio Pennavaire, Cima Autero (852 m.)
- a sud da Colle di Garezzo (1771 m.), Cima dell'Ortica (1810 m.), Poggio Pearza (845 m.), Monte Moneta (1881 m.), Rocca dell'Agnello (1789 m.), Monte Bussana (1701 m.), Cima di Donzella (1636 m.), Monte Arborea (1549 m.), Carmo di Brocchi (1610 m.), Monte Pizzo (1418 m.), Monte Fenaira (1458 m.), Monte Carpasina (1413 m.), Monte Grande (1418 m.), S.Bernardo di Conio (987 m.), Monte Aurigo (1123 m.), Monte delle Vallasse (1207 m.), Monte Guardiabella (1219 m.), Picco Ritto (927 m.), Colle S.Bartolomeo (926 m.), Monte Mucchio di Pietre (770 m.), Torre d'Ubaga (827 m.), Monte Riondo (771 m.).

La conformazione del bacino, in base all'altimetria, alla tipologia di vegetazione e alla scarsa antropizzazione di ampie porzioni di territorio, è prevalentemente di tipo montana, caratterizzato da versanti con forte pendenza media e con creste erte e diramate; più molli e depresse risultano invece le forme a valle dell'abitato di Pieve di Teco dove sono presenti depositi alluvionali di fondovalle, con terrazzi fluviali.

La porzione di bacino oggetto di studio, con sezione di chiusura considerata in corrispondenza della traversa fluviale esistente ubicata circa 140 a monte del ponte stradale della SP.453 (poco a valle del centro abitato di Borghetto d'Arroscia), ricade nell'ambito 9 "Ponente" definito dall'Autorità di Bacino di interesse regionale ed è quasi interamente ubicata nel territorio dell' Imperiese.

2.2 Reticolo idrografico

Il torrente Arroscia che rappresenta uno degli affluenti principali del Fiume Centa, nasce nei pressi dell'abitato di Poilarocca ad una quota di circa 1400 m. s.l.m. e si snoda con andamento sinuoso secondo una direzione W-E.

Il reticolo idrografico si presenta di tipo detritico, con le aste principali dei torrenti disposte a raggiera, e si apre a ventaglio dall'abitato di Ponterotto verso monte.

L'organizzazione del reticolo evidenzia spesso valli parallele la cui impostazione sembra dettata da eventi tettonici, in particolare da una serie di faglie con direttrice NE-SW; talvolta si comporta differentemente seguendo percorsi dettati probabilmente dalla diversa erodibilità dei terreni.

Il corso d'acqua principale accoglie nei pressi di Pieve di Teco il Torrente Arogna (tributario sinistro) e poco più a valle il Torrente Giara di Rezzo (tributario destro); i corsi d'acqua citati rappresentano i due sottobacini principali.

Il primo è separato dalla dorsale individuata principalmente da Poggio Richermo (1206 m.), Monte Bellarasco (1180 m.) e Monte S.Bernardo (813 m.); il secondo dal Monte Moneta (1881 m.), Poggi Pian Latte (1780 m.), Monte Bisciaire (1521 m.), Monte Prebarba (1445 m.), Monte Ciazza del Bauso (1230 m.), Monte dell'Averna (1044 m.), Pizzo Acuto (931 m.) e Monte Baraccone (856 m.)

Nel caso in esame si può osservare una buona organizzazione dei corsi d'acqua che confluiscono per dar origine a corsi d'acqua maggiori.

2.3 Aspetti geologici

Il bacino oggetto di studio è caratterizzato geologicamente da una discreta percentuale in affioramento di diverse litologie; le formazioni affioranti appartengono ai Domini Brianzonese, Piemontese e Piemontese-Ligure ed alle coperture tardo-orogene.

La struttura tettonica generale del sistema è caratterizzata dal contatto tra la Zona dei Flysch nella porzione meridionale e la zona Brianzonese e Piemontese nella parte settentrionale. La zona dei Flysch della Liguria occidentale è costituita da un gruppo di quattro unità, il suo affioramento forma un grosso triangolo con vertice nella zona del colle di Tenda e base parallela alla costa tra Alberga e Bordighera.

L'unità di Colla Domenica-Leverone comprende terreni che la rappresentano sia con la formazione di Alberga, sulla quale giace, sia con la successione di Borghetto-Alassio, dalla quale è ricoperta. Affiora in limitate aree tra Garlenda, Ortovero e Pogli ed è rappresentata da argilliti grigio scuro e calcari simili a quelli di Ubaga.

L’unità di Borghetto d’Arroscia-Alassio affiora estesamente tra Capo Santa Croce e Alassio e tra Monte Bignone e Punta Vegliasco, per poi restringersi verso Garldena.

2.4 Caratteristiche geomorfologiche

Le principali caratteristiche geomorfologiche del bacino del Torrente Arroscia alla sezione di chiusura considerata, ubicata in corrispondenza della traversa fluviale esistente, posta a valle del dentro abitato di Borghetto d’Arroscia sono le seguenti:

Superficie bacino imbrifero = ***164.3*** *km^2*
Altezza massima bacino = ***2152*** *m. s.l.m*
Altezza sezione di chiusura = ***165.5*** *m. s.l.m.*
Lunghezza asta principale = ***20.65*** *km*
Pendenza media asta fluviale = ***3-4****%*

3 IDROLOGIA

Il presente capitolo dimostra, attraverso la classificazione idrologica dell'area su cui il progetto viene sviluppato, come la derivazione richiesta si inserisca in un sistema di razionale utilizzo del corso d'acqua e del relativo bacino imbrifero, interessati dall'intervento in progetto. Per le valutazioni idrologiche si è fatto riferimento al Piano di Bacino stralcio sul Bilancio Idrico del Torrente Arroscia e ai valori registrati dal 1925 al 1958 e dal 1961 al 1970 dalla stazione idrometrica di Pogli, poco distante dal centro abitato di Ortovero .

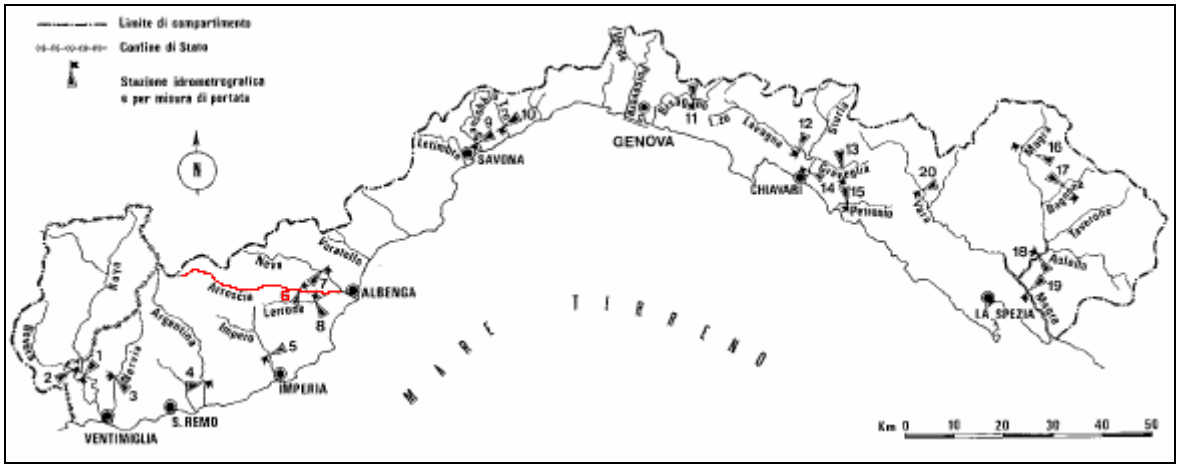


Figura 2. Carta delle stazioni idrometriche della Regione Liguria.

3.1 Generalità

Nel caso in esame si è ritenuto più corretto utilizzare i dati registrati per la stazione di Pogli anziché procedere ad una valutazione delle portate tramite l'analisi delle precipitazioni ricorrendo ad un modello di afflussi-deflussi. Questo metodo, infatti, risulta notevolmente più impreciso per l'arbitrarietà dei coefficienti che concorrono nel modello di analisi.

Si precisa che la stazione di Pogli è ubicata circa 8.2 km a valle dell'impianto in questione e che il bacino idrologico afferente alla sezione di chiusura della stazione è di 202 km^2, mentre il bacino relativo alla sezione chiusa in prossimità dell'impianto in progetto è di 164.3km^2.

Considerando tale differenza di superficie del bacino imbrifero si provvede ad una variazione proporzionale all'area afferente dei valori di portata registrata.

Si sottolinea inoltre il fatto che la scelta, dal punto di vista della valutazione delle portate derivabili, risulta essere cautelativa. I valori di portata utilizzati per il dimensionamento dell'opera di presa sono infatti al più leggermente inferiori a quelli che si potrebbero avere realmente, piccola differenza dovuta all'ipotizzare il contributo specifico di deflusso della porzione di bacino non considerata pari al contributo specifico della restante parte del bacino. In realtà man mano che ci si sposta verso valle il solido di pioggia diminuisce con conseguente diminuzione delle portate specifiche valutate a km^2.

3.2 Dati caratteristici della stazione di Pogli

Si riportano le principali caratteristiche della stazione di Pogli.

Bacino di dominio: ***202,00*** *Km^2 (permeabile per il 2 %)*
Altitudine massima del bacino: ***2.141*** *m s.l.m. (Cima Garlenda)*
Altitudine media del bacino: ***700*** *m s.l.m.*
Zero idrometrico: ***59,80*** *m s.l.m.*
Distanza dalla confluenza nel Centa: ***10,4*** *Km*
Inizio osservazioni: gennaio 1922
Inizio misure: maggio 1922

Dati riferiti al periodo 1925-1970

Altezze idrometriche:	*massima*	*4,80 m*	*(17 nov 1940,28 nov 1954))*
	minima	*-0,34 m*	*(settembre .- otobret. 1970)*
Portate:	*massima*	*528 m^3/s*	*(17 novembre 1954)*
	minima	*0,12 m^3/s*	*(23 agosto 1963)*
	media	*4,31 m^3/s*	*(1931-1968)*

Seguono le tabelle con i valori registrati e i grafici relativi alla variazione della portata minima, massima, media mensile e la Curva di Durata delle Portate per il periodi 1925-1970 nella stazione di misura di Pogli.

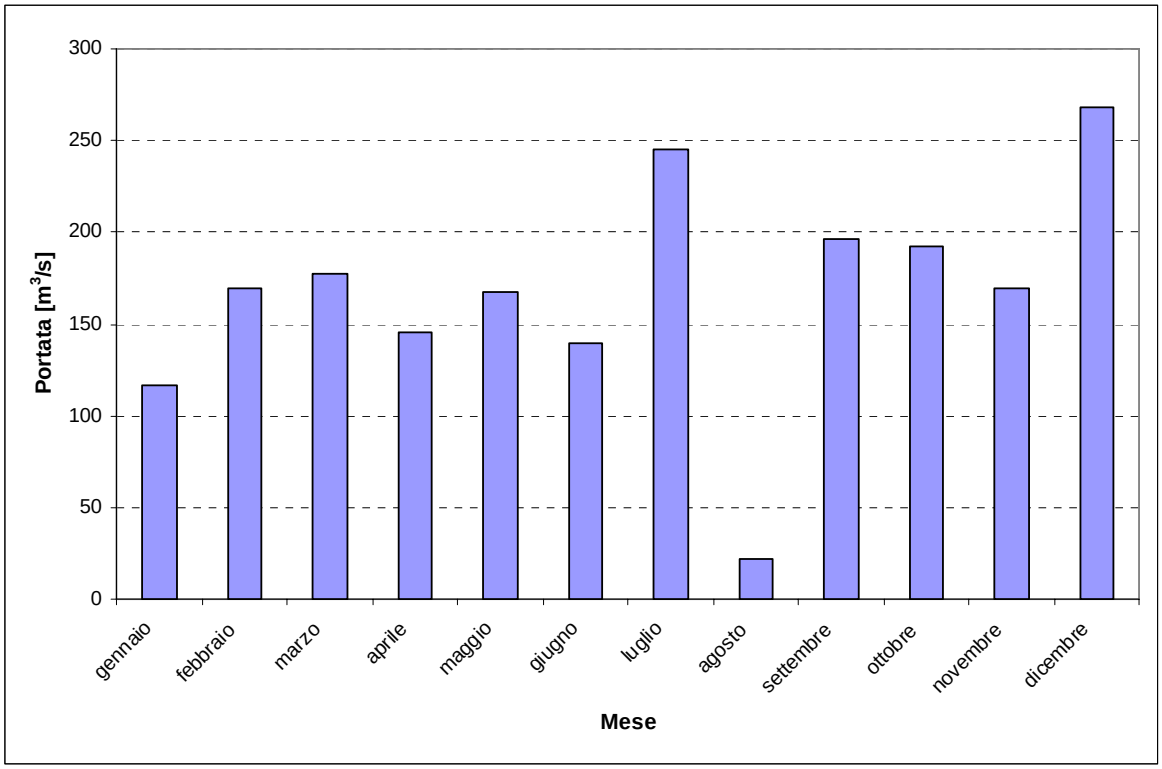


Figura 3. Portate massime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1970.

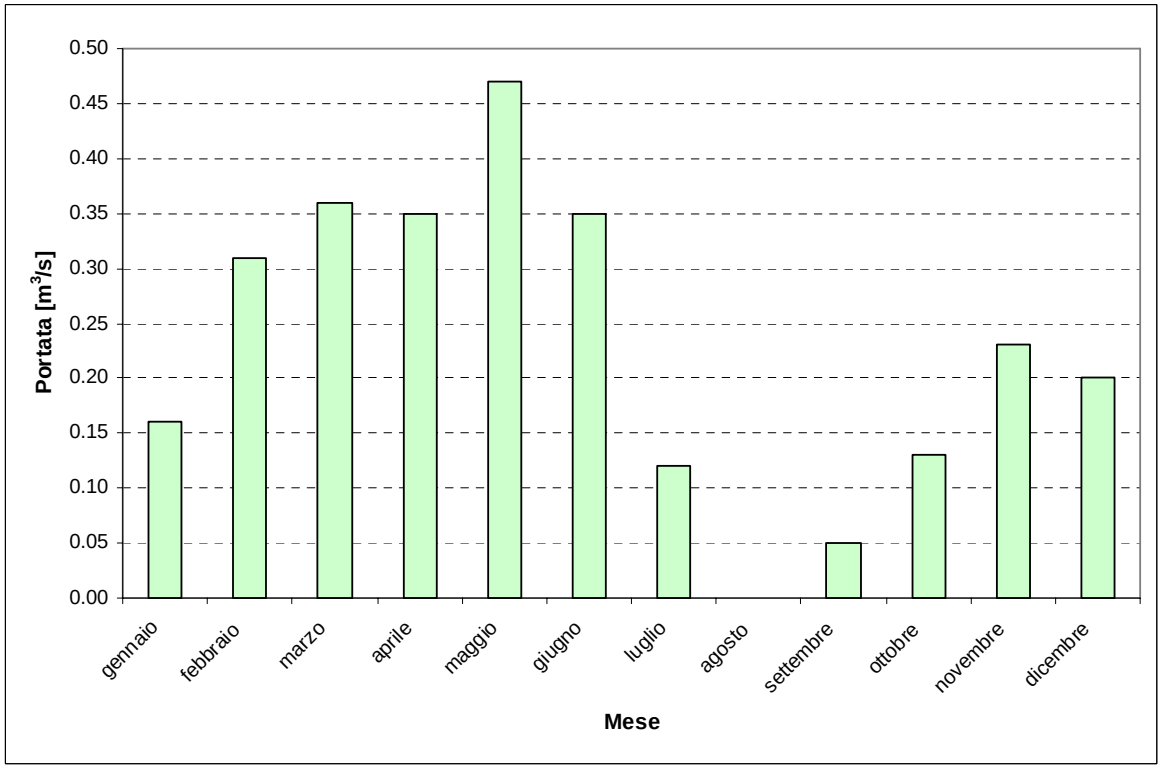


Figura 4. Portate minime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1970.

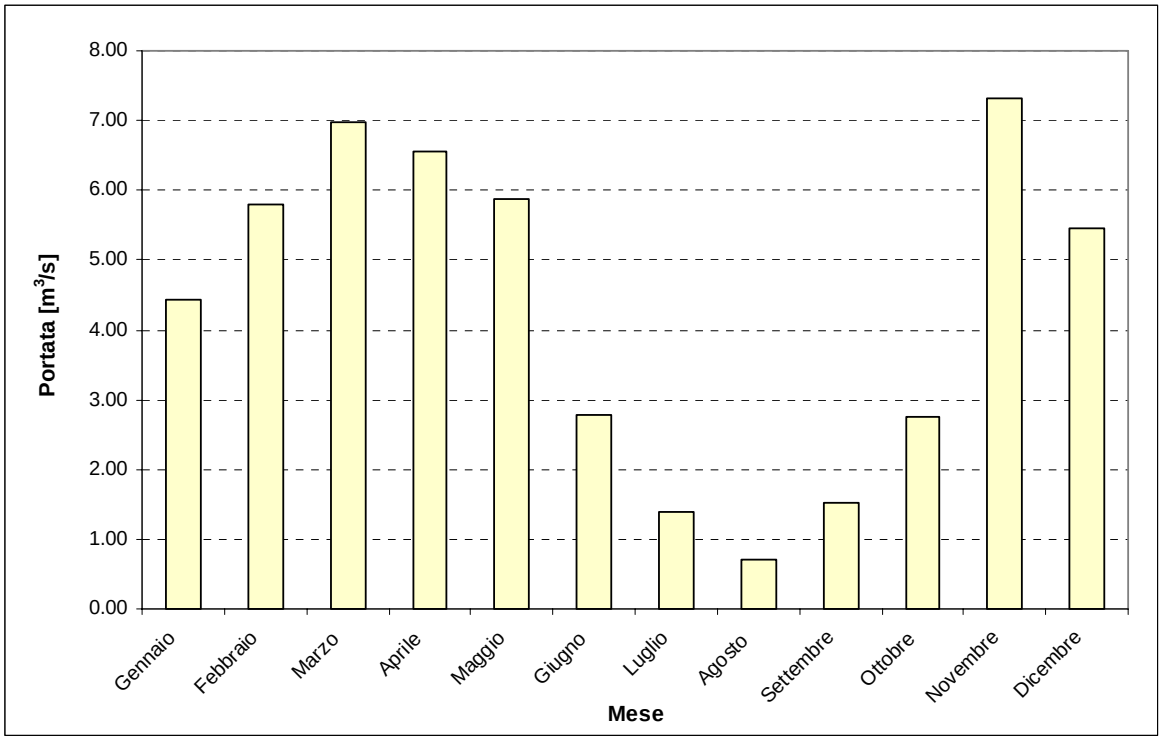


Figura 5. Portate medie mensile relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1970

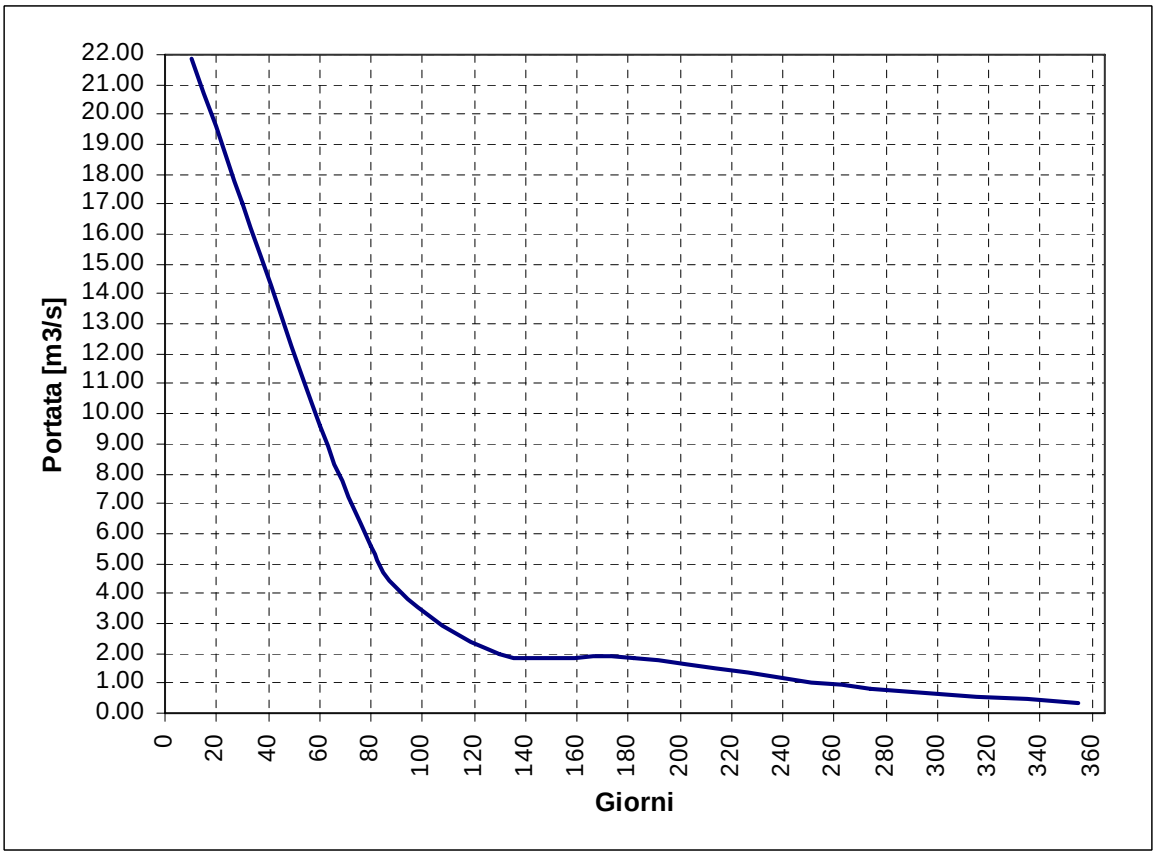


Figura 6. Curva di durata delle portate relativa alla stazione idrometrica di Pogli1925-1970

3.3 Analisi delle portate naturali

Le misure di portata sono relative al periodo 1925 -1970 con alcune interruzioni nei periodi 1944-45, 1958-1961, 1962, come riportato negli Annali Idrologici.

Da una loro sommaria analisi si evince che le precipitazioni, così come è caratteristico del clima continentale, hanno due massimi annuali: uno primaverile (Marzo) e l'altro autunnale (Novembre).

Nel periodo primaverile le precipitazioni si distribuiscono nel tempo ma con bassa intensità, cosicché i deflussi conseguenti risultano regolari e difficilmente si arriva a portate massime elevate.

Nel periodo autunnale, invece, le precipitazioni sono più violente; dando origine a deflussi ragguardevoli e, occasionalmente, ad eventi di piena improvvisi e violenti; fatto da imputarsi alla conformazione della valle ed alla struttura propria del terreno, caratterizzato da un elevato coefficiente di deflusso.

Valori elevati di portata massima sono anche stati registrati nel periodo estivo, in cui fenomeni brevi ma molto intensi possono generare portate considerevoli. Le portate medie registrate nel periodo estivo, in particolar modo luglio-settembre, tuttavia, risultano notevolmente inferiori rispetto ai valori medi degli altri mesi dell'anno.

Il minimo storico della portata defluita nella sezione di Pogli è stato di 0,12 m^3/s per il giorno 23 agosto 1963, la massima portata al colmo registrata è stata di 528 m^3/s per il giorno 17 novembre 1954. Dalla Scala di Durata della portate relativa al Torrente Arrosica si può dedurre che il deflusso in alveo per 355 giorni/anno è di 0,36 m^3/s.

3.4 Definizione del DMV

Secondo i criteri dell'Autorità di Bacino del Fiume Po il valore del parametro k risulta diversificato per bacini appartenenti ai diversi areali geografici, che sono stati oggetto di studio nell'ambito del Progetto speciale P.S. 2.5. L'analisi dei risultati del suddetto studio, in relazione alla tipologia di bacini liguri considerati, porta a ritenere che la funzione di inviluppo del bacino del Torrente Orba possa essere adottata per tutti i corsi d'acqua significativi (ad esclusione del Torrente Aveto e del Torrente Trebbia). Pertanto, al fine di ottenere a livello di pianificazione regionale una omogeneità e coerenza dei risultati, il valore di soglia minima

della componente idrologica del DMV è determinato mediante l'applicazione della seguente formula:

$$DMV_{base} = k \cdot q_{meda} \cdot S \cdot$$

dove:

- *k* parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche, che esprime la percentuale della portata media che deve essere considerata; tale parametro viene stimato mediante la relazione:

$$k = -2.39 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.058$$

- q_{meda} = portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (in l/s km^2);
- S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corso d'acqua (in km^2).

Una volta conosciuto il valore della superficie del bacino sotteso, cioè 189.3 kmq, è possibile in primo luogo procedere alla determinazione del parametro k:

$$k = -2.39 \cdot 10^{-5} \cdot 164.3 + 0.058 = 0.0541$$

La valutazione della portata specifica media annua naturale di un corso d'acqua per unità di superficie del bacino (q_{meda}) è effettuata calcolando la media delle portate rilevate alla stazione di misura di Pogli, e dividendo tale valore per la superficie del bacino sotteso nella sezione di misura.

Tabella 1. portate medie mensili per il torrente Arroscia, misurate a Pogli

	u.m.	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Q Pogli	[m^3/s]	4.42	5.79	6.98	6.56	5.88	2.79	1.38	0.72	1.52	2.75	7.33	5.45

Il valore di q_{meda} ottenuto è di 21.27 l/s/km^2.

Il DMV calcolato è quindi pari a :

DMV = 0.0541 · 164.3 · 21.27= 189.1 l/s

3.5 Analisi delle portate disponibili e derivate

Alla luce dell'analisi delle portate naturali registrate a Pogli si calcolano i valori delle portate disponibili e derivate dall'impianto idroelettrico di progetto a Borghetto d'Arroscia.

Nella valutazione della portata naturali e disponibili si è tenuto in considerazione un coefficiente riduttivo delle portate registrate dalla stazione idrometrica di Pogli ottenuto dividendo l'area del bacino imbrifero in esame per la superficie complessiva sottesa dalla stazione idrometrica stessa.

$$Q_{BORGHETTO_D'ARROSCIA} = Q_{POGLI} \cdot \frac{S_{BORGHETTO_D'ARROSCIA}}{S_{POGLI}}$$

I risultati sono riportati in forma numerica nella seguente tabella.

Tabella 2. Valori di portata naturale, derivata e rilasciata

Giorni	Q Pogli	Q Borghetto d'arroscia	DMV	Q disp	Q der	Q ril	V der
[gg]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3]
10	21.860	17.780	0.189	17.591	6.000	11.780	5184000
30	17.000	13.827	0.189	13.638	6.000	7.827	10368000
50	12.500	10.167	0.189	9.978	6.000	4.167	10368000
60	9.600	7.808	0.189	7.619	6.000	1.808	5184000
80	5.600	4.555	0.189	4.366	4.366	0.189	8956096
91	4.080	3.319	0.189	3.130	3.130	0.189	3561807
130	2.000	1.627	0.189	1.438	1.438	0.189	7694932
182	1.820	1.480	0.189	1.291	1.291	0.189	6130559
274	0.820	0.667	0.189	0.478	0.478	0.189	7031855
355	0.360	0.29	0.189	0.104	0.104	0.189	2035738
							66514987

Q Pogli	portata misurata dalla stazione idrometrica
Q borghetto d'arroscia	portata naturale in corrispondenza della traversa
DMV	Deflusso Minimo Vitale
Q disp	portata disponibile alla derivazione
Q der	portata derivata
Q ril	portata effettivamente rilasciata
V der	volume derivabile

Nel grafico seguente è rappresentato sotto forma di curva di durata l'andamento della portata naturale presente in alveo, della portata disponibile e di quella effettivamente derivata.

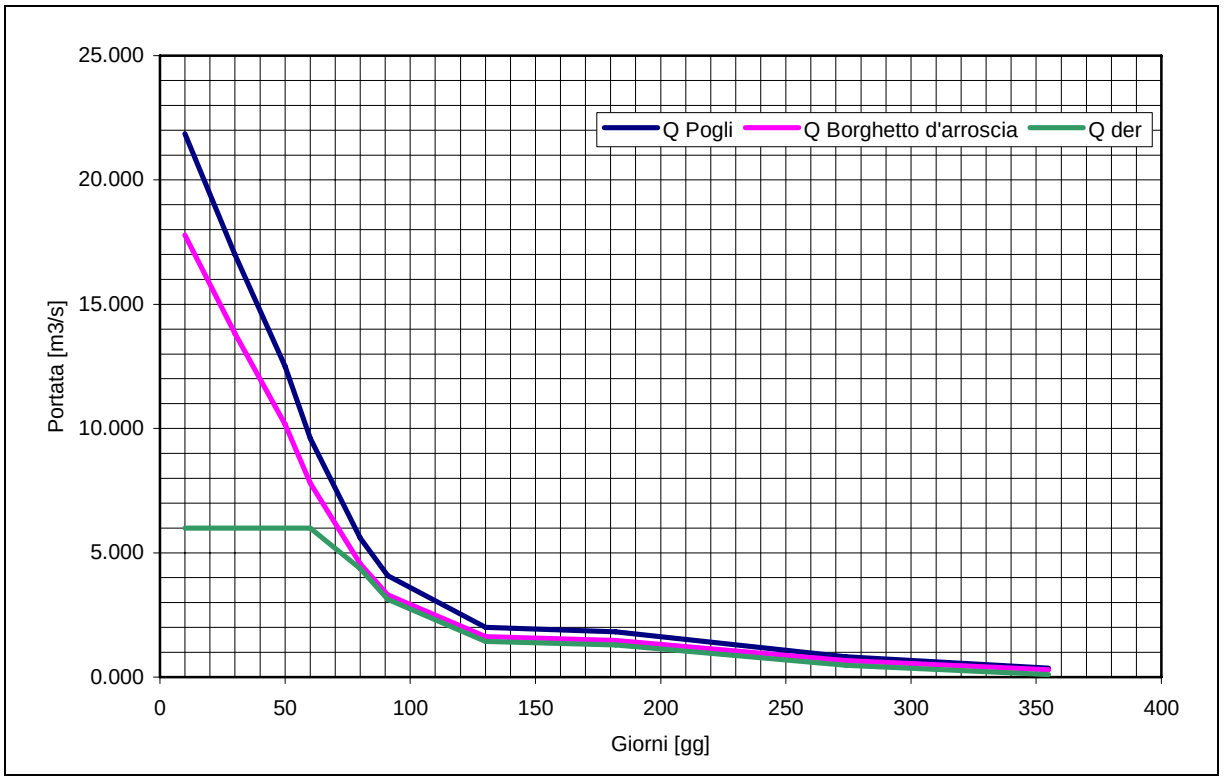


Figura 7. Andamento della scala di durata delle portata naturale a Pogli, portata naturale a Borghetto d'Arroscia e derivata.

Dalla figura si evince che la portata massima derivata è di 6 m^3/s che risulta disponibile per un periodo superiore a 60 giorni/anno. Dividendo inoltre il volume totale derivato, di circa 66'500'000 mc (area sottesa dalla curva delle portate derivate nel grafico precedente), per l'intero periodo di derivazione, si ottiene la portata derivata media annua derivata, pari a 2,16 m^3/s.

Nella tabella e nella figura sottostante vengono riassunti e rappresentati, infine, i valori di portata derivata e rilasciata sulla base dei valori medi mensili.

Tabella 3. Portata naturale misurata a Pogli, naturale a Borghetto d'Arroscia e derivata mensile

	u.m.	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Q Pogli	[m^3/s]	4.42	5.79	6.98	6.56	5.88	2.79	1.38	0.72	1.52	2.75	7.33	5.45
Q Borghetto d'arroscia	[m^3/s]	3.60	4.71	5.68	5.34	4.78	2.27	1.12	0.59	1.24	2.24	5.96	4.43
Q der	[m^3/s]	3.41	4.52	5.49	5.15	4.59	2.08	0.93	0.40	1.05	2.05	5.77	4.24

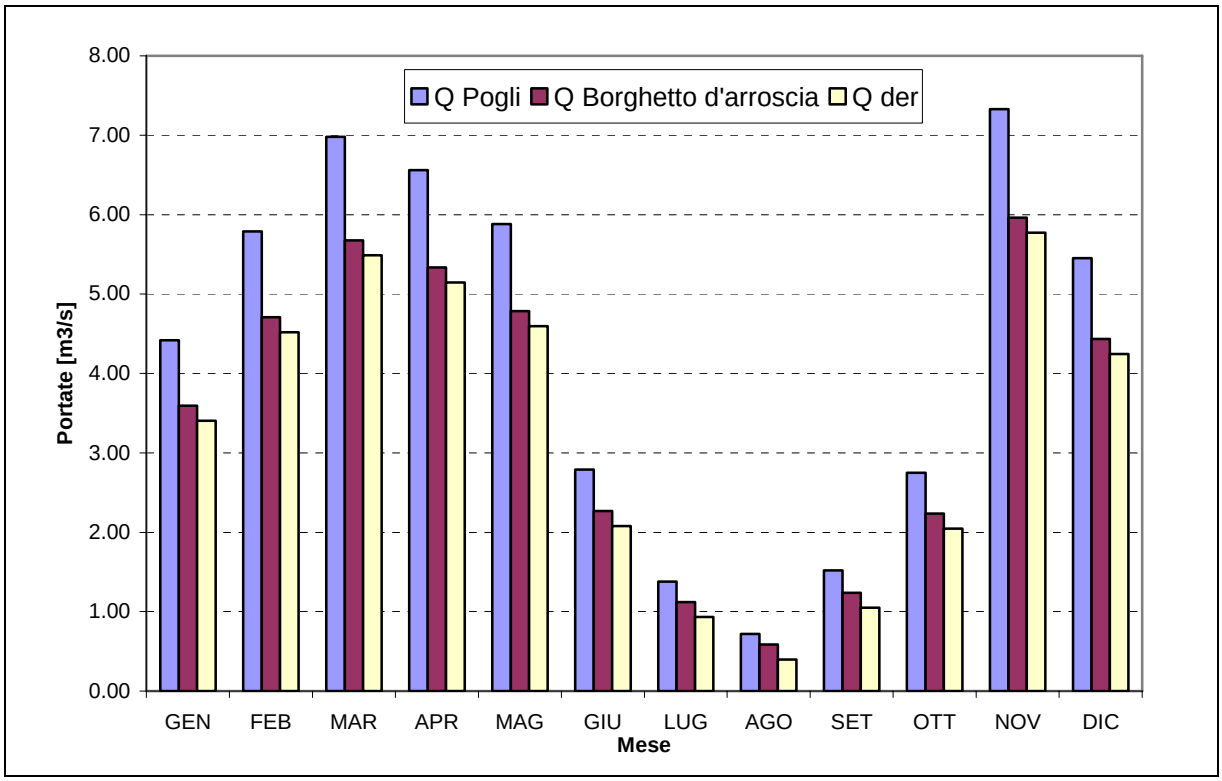


Figura 8. Portata naturale misurata a Pogli, naturale a Canata e derivata mensile.

Come si evince dalla tabella e dal grafico riportati la portata derivata non supera mai la portata disponibile, a dimostrazione che la derivazione richiesta si inserisce in un sistema di razionale utilizzo del corso d'acqua oggetto dell'intervento (Torrente Arroscia) e del relativo bacino imbrifero. Si evidenzia, inoltre, che la portata prelevata viene restituita al corso d'acqua immediatamente a valle del punto di prelievo, ovvero 10 m circa a valle della soglia esistente. A conclusione dell'analisi idrologica si afferma, pertanto, che il prelievo richiesto, oltre ad essere, compatibile con le portate naturali disponibili, non altera in alcun modo il regime idrologico del bacino stesso a valle della sezione considerata.

3.6 Sostenibilità della derivazione sul bilancio idrico

La derivazione oggetto della presente richiesta presenta le seguenti caratteristiche:

- portata massima derivata = 6 m^3/s disponibile per più di 60 gg/anno;
- portata minima derivata = 0.12 m^3/s disponibile fino a 355 gg/anno;

Si riporta nella seguente tabella i valori della portata ed i volumi effettivamente derivati.

Tabella 4 Curva di durata della portata e del volume derivato e portata media derivata.

Giorni	**Q der**	**V der**
[gg]	[m^3/s]	[m^3]
10	6.000	5184000
30	6.000	10368000
50	6.000	10368000
60	6.000	5184000
80	4.366	8956096
91	3.130	3561807
130	1.438	7694932
182	1.291	6130559
274	0.478	7031855
355	0.104	2035738
	Vderivato	**66514987**
	Qmedia	**2.169**

4 IDRAULICA

Al fine di verificare e valutare che l'intervento in progetto non alteri il regime idraulico del corso d'acqua, relativamente allo stato di fatto, si fa riferimento alle verifiche idrauliche condotte sul torrente Arroscia in località Borghetto d'Arroscia per la redazione del Piano di Bacino del Torrente Arroscia.

Una precisa definizione delle aree storicamente inondate rappresenta, quindi, un elemento di riferimento fondamentale per lo sviluppo della progettazione.

4.1 Verifiche idrauliche tratte dal Piano di Bacino

Al fine di individuare le principali criticità idrauliche dei corsi d'acqua del bacino e delle aree soggette a rischio di inondazione è necessario lo svolgimento di un'indagine in merito alla dinamica dei fenomeni di piena. Nel caso in esame l'indagine è stata condotta attraverso la verifica idraulica, in ipotesi di moto in regime permanente.

4.1.1 Tratto oggetto di indagine

L'area oggetto di indagine interessa solo il tratto del Torrente Arroscia che si sviluppa nella parte terminale all'interno del centro urbano del paese per una lunghezza complessiva del tratto di circa 1.5 Km, tra la sezione 40 sino alla sezione 44 in corrispondenza del nuovo ponte A.n.a.s.

4.1.2 Metodologia di calcolo

Il programma utilizzato nel calcolo è il programma Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center – River Analys System, della US Army Corps Engineers). Il modello determina il profilo di moto permanente per ogni tratto scegliendo tra i possibili profili di corrente lenta e di corrente veloce quello a cui corrisponde la spinta totale maggiore.

4.1.3 Schematizzazione di calcolo

La verifica idraulica del corso d'acqua principale è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni. La schematizzazione di calcolo adottata si basa sulle seguenti assunzioni:

- portata costante in ogni tratto considerato anche nell'eventualità di superamento dei punti estremi delle sezioni: il procedimento consiste nell'immaginare che la sezione sia limitata da argini infinitamente alti;
- riduzione del 20% della luce libera degli attraversamenti dotati di pile in considerazione di possibili ostruzioni in caso di piene rilevanti.

La scelta dei parametri di scabrezza (coefficienti di Manning) è stata effettuata considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetazionale delle sponde e di zone d'alveo nei diversi tratti esaminati. Nel caso in esame si è assunto un valore pari a 0.030 $m^{-1/3}/s$ per l'intero tratto centrale dell'alveo e 0.035/0.040 per le aree golenali.

La simulazioni è stata condotta sulla base di 17 sezioni, numerate progressivamente da monte verso valle. La prima sezione è indicata con il numero 40, mentre l'ultima è indicata con il numero 44.4.

La verifica è stata condotta assumendo le seguenti condizioni al contorno in termini di carico piezometrico *h*:

- la condizione di valle per il calcolo del profilo di moto permanente è stata posta pari all'altezza critica, cioè il valore limite di profondità che può raggiungere una corrente veloce;
- considerata la pendenza media del tratto iniziale nell'asta montana del torrente, caratteristica di correnti veloci, anche al condizione di monte è stata posta pari all'altezza critica.

4.1.4 Profili di moto permanente

Dall'analisi idraulica condotta si è potuto appurare come le tre correnti riescano a defluire liberamente in alveo sino alla sezione 41; subito a valle del ponte A.n.a.s (sezione 41). di recente costruzione i profili di corrente risentono della presenza del ponte della sezione 42 dove le tre correnti presentano un carico specifico insufficiente per passare in condizioni critiche sotto il ponte determinando così un sopralzo dei peli liberi, nella sezione di monte del ponte ed andando ad influenzare i profili a monte. Il ponte (sezione 43) subito a valle della sezione 42 risulta quindi totalmente sommerso dalle tre portate, anche se si tratta di un ponte antico e non carrabile.

Si riporta nella seguente figura la rappresentazione grafica delle fasce fluviali ottenute dallo studio.

4.2 Verifiche idrauliche effettuate

Al fine di verificare e valutare che l'intervento in progetto non alteri il regime idraulico del corso d'acqua, relativamente allo stato di fatto, si sono realizzate le verifiche idrauliche nello stato attuale e nello stato di progetto.

4.2.1 Tratto oggetto di indagine

L'area oggetto di indagine interessa solo un tratto del Torrente Arroscia di lunghezza di circa 100 metri in corrispondenza del sito di costruzione del nuovo impianto. In tale tratto sono sono state identificate 11 sezioni trasversali all'alveo (numerate in senso decrescente da monte verso valle).

4.2.2 Metodologia di calcolo

Il programma utilizzato nel calcolo è il programma Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center – River Analys System, della US Army Corps Engineers). Il modello determina il profilo di moto permanente per ogni tratto scegliendo tra i possibili profili di corrente lenta e di corrente veloce quello a cui corrisponde la spinta totale maggiore.

4.2.3 Schematizzazione di calcolo

La verifica idraulica del corso d'acqua principale è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 200 anni. Come indicato dal piano di bacino dell'Arroscia, *nelle sezioni dei corsi d'acqua ove il Piano non indica il valore della portata di piena duecentennale, si applica il valore individuato nella prima sezione immediatamente a valle di quella considerata lungo lo stesso tratto di asta fluviale*. Per il sito in questione si è scelto la sezione nominata "Arroscia a monte della confluenza con il Rio S. Giacomo " che indica una portata con tempo di ritorno 200 anni pari a 1580m^3/s.

La scelta dei parametri di scabrezza (coefficienti di Manning) è stata effettuata considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetazionale delle sponde e di zone d'alveo nei diversi tratti esaminati.

4.2.4 Risultati

I risultati sono riportati nell'Allegato 1. Da questi si può notare che non vi sono variazioni significative per il deflusso della piena prima e dopo la costruzione dell'impianto.

4.3 Considerazioni idrauliche di progetto

Nella configurazione di progetto, l'inserimento del manufatto in c.a. costituente la centralina idroelettrica in sponda sinistra, nel tratto immediatamente a valle la soglia esistente, non modifica le principali caratteristiche di deflusso già riscontrate allo stato attuale per le portate con tempo di ritorno di 200 anni.

Si segnala, inoltre, che data la particolare morfologia del torrente nel tratto interessato, incassato da due scoscese sponde, anche un eventuale innalzamento non comporterebbe l'esondazione in aree laterali. L'intervento, pertanto, non alterando i parametri idraulici caratteristici del corso d'acqua allo stato attuale, non modifica il fattore di rischio per le persone, l'ambiente e le opere pre-esistenti.

5 ALLEGATO 1