Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
02	09-2014	Terza emissione a seguito relazione istruttoria n° 565 del 08-04-2014 Class.fasc.2014/G13.17.1/2 - PROCEDURA DI SCREENING		✓		✓		
01	10-2013	Seconda emissione-Istanza di Autorizzazione Unica		✓		✓		
00	06-2013	Prima emissione-Richiesta Concessione di Derivazione		✓		✓		

ing. ANDREA CASARIN
ingegneria civile e ambientale

via E.Bongioanni, 44/a - 31044 Montebelluna (TV)
C.F.: CSR NDR 77R01 F443V P.I. 04192270264
tel. 0423.600712 - fax. 0423.3445047 - cell. 347.3754915
email: ingcasarin@gmail.com - P.E.C. andrea.casarin@ingpec.eu

Committente:

SEAM
Società' Energetica Alpi del Mare
P. IVA 01422600088
C.so Garibaldi 126 18038
Sanremo (IM)

Tav. n°: | di n°:

Codice elaborato: R-I-01

Scale:

Oggetto:

----------PROGETTO DEFINITIVO----------

Progetto di un impianto idroelettrico ad acqua fluente sul torrente Mogliana in località "San Siro Foce"

Elaborato:

Relazione idrologica

Regione:	Provincia:	Comune:
Liguria	Genova	Mezzanego
Data:	**Disegnatore:**	**File:**
Settembre 2014	ing. Andrea Casarin	Cop.Rel._rev02.dwg

Il tecnico:

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI TREVISO
A 3173
Dott. Ing. ANDREA CASARIN

Casarin Andrea ingegnere
Ordine Ingegneri Provincia di Treviso n° A3173

Ai termini di legge si riserva la proprietà di questo elaborato che non potrà essere riprodotto, duplicato, e/o reso noto a terzi in tutto e/o in parte privo di firma autografa e del timbro o senza autorizzazione, secondo quanto previsto dalla Legge 22.04.41 n.° 633 - art. 2575

INDICE

1. Introduzione 2
2. Inquadramento geografico 3
3. Caratterizzazione morfologica del bacino sotteso 5
3.1. Caratterizzazione morfometrica del bacino sotteso all'opera di presa e di restituzione 11
3.2. Stima del tempo di corrivazione 23
4. Misurazioni dirette di portata. Campagna di misura delle portate 24
4.1. Metodo della diluizione salina. Descrizione generale del metodo applicato 24
4.2. Strumentazione utilizzata 27
4.3. Punto di misura 28
5. Analisi delle precipitazioni medie 31
6. Analisi delle portate disponibili. 37
7. Prelievi acquedottistici in essere 39
8. Portata di minimo deflusso vitale 41
9. Portata utilizzate dall'impianto. 60
10. Studio delle precipitazioni estreme 80
10.1. Analisi delle piogge intense delle curve di possibilità pluviometrica C.P.P. 80
11. Stima delle portate di piena del corso d'acqua 88

1. Introduzione

Il presente elaborato è la relazione idrologica relativa al progetto di un impianto idroelettrico ad acqua fluente sul torrente Mogliana, in località "San Siro Foce", affidato al tecnico scrivente su incarico della ditta SEAM Società energetica Alpi del Mare, con sede in via Corso Garibaldi , 126 a Sanremo (IM).

La relazione recepisce quanto emerso dalla RELAZIONE ISTRUTTORIA n° 565 del 08-04-2014 Class.fasc. 2014/G13.17.1/2 – PROCEDURA DI SCREENING (art. 10 della l.r. n.38/98 e art. 20 d.lgs 152/06 e ss.mm.ii.)

L'impianto in progetto prevede la realizzazione di una traversa di presa, posta immediatamente a valle della confluenza tra il torrente Mogliana e il suo tributario Rio Fossetto, con lo scopo di intercettare le acque da convogliare al dissabbiatore e alla vasca di carico attraverso una bocca di presa. Il livello del pelo morto superiore è pari a 438.50 m s.l.m. Dall'opera di presa partirà una condotta in PRFV in pressione di diametro DN500 e lunghezza pari a circa 1020 metri fino alla centrale di produzione. Le acque verranno turbinate da una turbina tipo Pelton ad asse verticale, con il livello di Pelo morto inferiore pari a 322.56 m s.l.m., per un salto idraulico lordo pari a 115.94 m. Le acque verranno restituite al torrente Mogliana a quota 315.24 m s.l.m. attraverso un canale interrato, composto da una tubazione in calcestruzzo, di lunghezza pari a 13.50 metri circa. Allo sbocco del canale di scarico si prevede di realizzare un manufatto di dissipazione protetto da una griglia antintrusione.

L'impianto sarà del tipo ad acqua fluente. I criteri di progettazione delle opere infrastrutturali e di utilizzo della risorsa idrica prevedono come obiettivo primario il massimo rispetto per le condizioni ambientali e paesaggistiche e la massimizzazione della producibilità dell'impianto per il miglior utilizzo della risorsa disponibile. L'opera di presa e la centrale di produzione verranno realizzate quanto più interrate allo scopo di limitare l'impatto visivo e ambientale delle opere.

Da non dimenticare che il fine dell'opera è comunque l'incremento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (nel rispetto degli obiettivi di pianificazione internazionale e nazionale in materia energetica).

Con gli adeguamenti progettuali previsti a seguito delle richieste emerse in sede di istruttoria sono stati modificati i dati caratteristici della derivazione come di seguito riportato. La giustificazione dettagliata numerica è riportata nella presente relazione al paragrafo dedicato alla stima della producibilità dell'impianto ed al calcolo dei suoi parametri caratteristici. L'impianto, derivando una portata media di 117 l/s, su un salto geodetico lordo di 115.94 m produrrà una potenza nominale di 132.99 kW, con una produzione di energia stimata in 950,537 kWh/anno, con un risparmio annuo stimato in circa 209 tonnellate equivalenti di petrolio (tep) e 884 tonnellate di CO_2.

In questa ottica, fissati i siti più adatti alla realizzazione dell'opera, la ditta richiedente ha incaricato lo scrivente professionista alla redazione del progetto, da presentare come allegato all'istanza di concessione.

2. Inquadramento geografico

L'area di intervento ricade all'interno del comune di Mezzanego (GE), in località "San Siro Foce". La località è raggiungibile dall'abitato di Mezzanego proseguendo in direzione nord- est lungo la strada provinciale 26bis per circa 7.5 km. L'area di realizzazione dell'opera di presa è individuabile immediatamente a valle di "San Siro Foce", mentre l'ubicazione del fabbricato adibito a centrale di produzione è individuabile immediatamente a valle della località "Ponte Giacomo". L'impianto in progetto insiste sul torrente Mogliana, tributario del torrente Sturla.



Fig. 1: *Inquadramento territoriale area di intervento.*

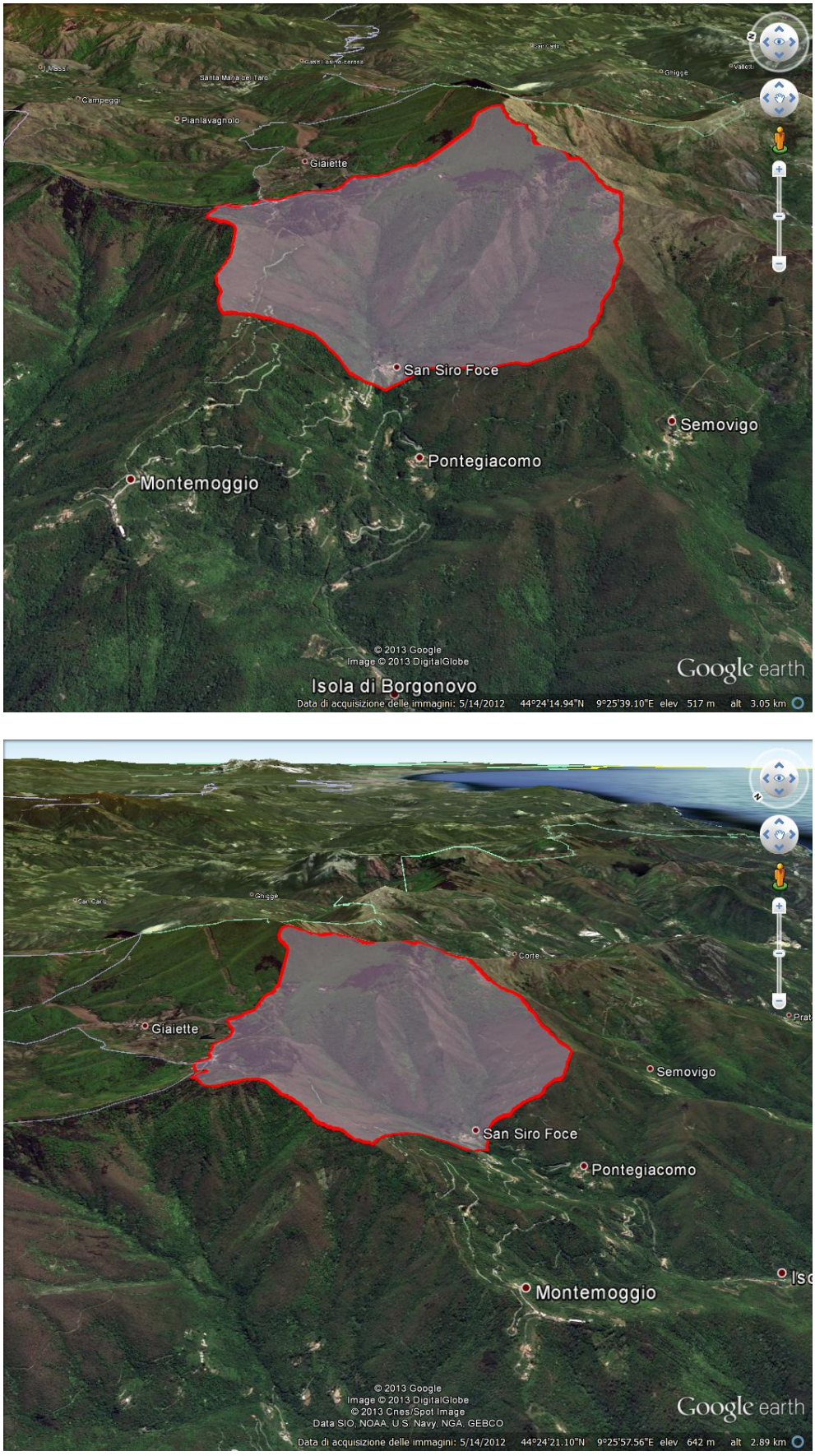


Fig. 2: *Bacino idrografico del torrente Mogliana sotteso dall'impianto di progetto.*

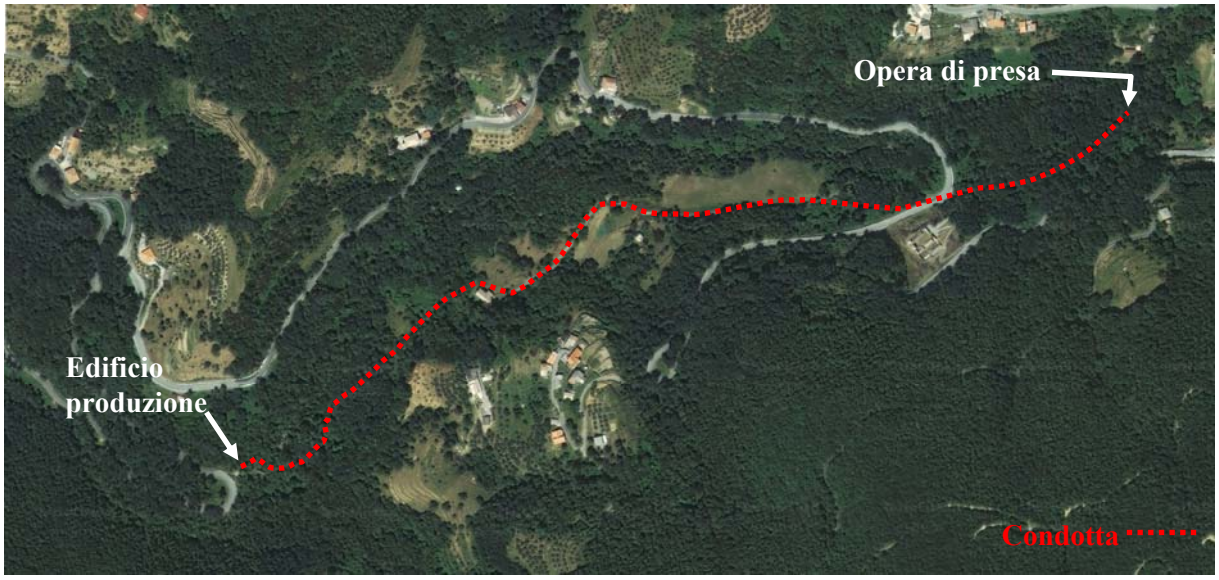


Fig. 3: *Individuazione area oggetto di studio. Indicazione dell'impianto in progetto.*

3. Caratterizzazione morfologica del bacino sotteso

Per le seguenti elaborazioni, si è partiti dai dati geografici reperiti presso lo sportello cartografico della Regione Liguria. In particolare i dati utilizzati nelle elaborazioni condotte sono i seguenti:

DTM - Modello Digitale del Terreno da CTR 1:5000 dal 2007 II ed. 3D/DB Topografico passo 5 m	
Origine del dato:	Elementi morfologici del DB Topografico sc.1:5000
Anno:	2009
Scala:	1:5000
Rappresentazione:	GAUSS BOAGA - MERCATORE TRASVERSO CONFORME DI GAUSS
Ellissoide e Datum:	INTERNAZIONALE (HAYFORD) - ROMA40/OVEST
Copertura:	Lotti del DB Topografico Arroscia - Armea, Genova - Portofino, Savonese, La Spezia e Scrivia - Trebbia - Alto Vara
Note:	Le informazioni da cui deriva il modello appartengono ad un periodo temporale tra gli anni 2006 e 2009; rispondono alle specifiche per i modelli digitali del terreno di livello 3 del CISIS - Centro Interregionale di Coordinamento e documentazione per le informazioni territoriali. Si precisa che la visualizzazione esposta è solo un immagine dimostrativa derivata dal DTM, pertanto non contiene informazioni, mentre il prodotto in distribuzione contiene dati e caratteristiche proprie del DTM

Gli elementi utilizzati sono i seguenti:

- DTM - Modello Digitale del Terreno da CTR 1:5000 dal 2007 II ed. 3D/DB Topografico passo 5 m ASCII - Per dati in formato standard ISO 646 - San Siro Foce; CODICE 215143;
- DTM - Modello Digitale del Terreno da CTR 1:5000 dal 2007 II ed. 3D/DB Topografico passo 5 m ASCII - Per dati in formato standard ISO 646 numerico raster a foglio - Monte Camilla;CODICE 232024;

- DTM - Modello Digitale del Terreno da CTR 1:5000 dal 2007 II ed. 3D/DB Topografico passo 5 m ASCII - Per dati in formato standard ISO 646 - Monte Zatta; CODICE 215142;
- DTM - Modello Digitale del Terreno da CTR 1:5000 dal 2007 II ed. 3D/DB Topografico passo 5 m ASCII - Per dati in formato standard ISO 646 - Borzonasca; CODICE 215132;
- DTM - Modello Digitale del Terreno da CTR 1:5000 dal 2007 II ed. 3D/DB Topografico passo 5 m ASCII - Per dati in formato standard ISO 646 - Mezzanego; CODICE 232011;

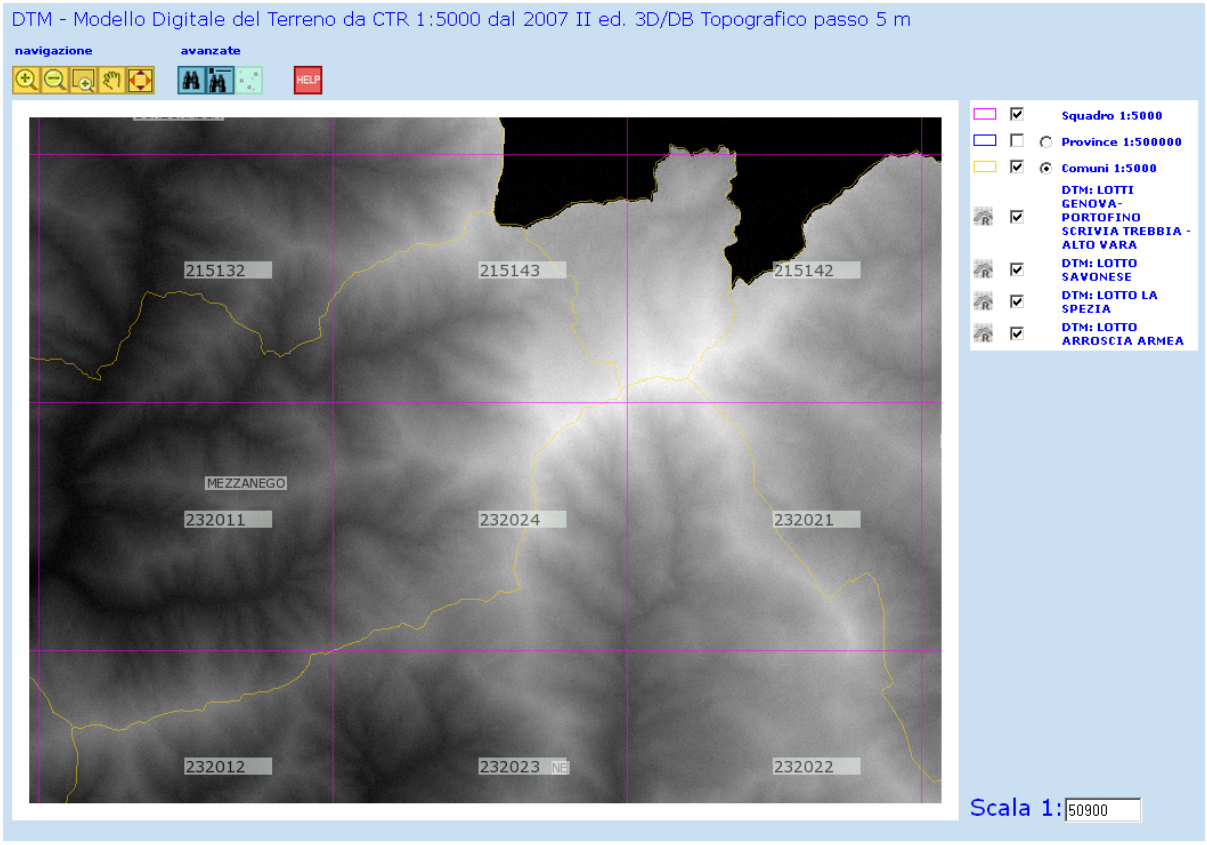


Fig. 4: *Squadro 1:5000 – Elementi DTM- Modello Digitale Terreno Regione Liguria-.*

Partendo dal modello delle quote applicato all'area delimitata dal bacino sotteso all'opera di presa ed in corrispondenza della cnetrale di produzione sono stati dedotti alcuni parametri morfometrici fondamentali del bacino in esame al fine di darne una sua caratterizzazione.

Parametri morfometrici principali bacino sotteso alla presa		
Descrizione parametro	Simbolo	Valore
Superficie [km^2]	S	5.19
Perimetro [km]	P	9.97
Altitudine massima [m s.l.m.]	H_{max}	1402
Altitudine media [m s.l.m.]	H_m	920.65
Altitudine minima [m s.l.m.] quota traversa di presa	H_{min}	439
Pendenza media [°]	p_m	24.8
Lunghezza reticolo principale [km]	L	2.38
Fattore di forma	F_1	0.928
Fattore di forma	F_2	1.225

Tab. 1: *Principali parametri morfometrici bacino alla sezione di presa.*

La forma planimetrica del bacino condiziona alcuni fenomeni idrologici che in esso si verificano come, per esempio, i tempi di trasferimento delle piogge nel meccanismo di trasformazione degli afflussi in deflussi. Per la caratterizzazione del bacino del torrente sotteso alla sezione di presa, si sono adottati due coefficienti di forma che danno un'indicazione sulla "compattezza del bacino".

$$F_1 = 0.89 \cdot \frac{L}{\sqrt{S}} = 0.928 \qquad \text{Eq. 1}$$

In particolare l'indice F_2 rappresenta il rapporto tra il perimetro P del bacino e la circonferenza del cerchio avente superficie pari a quella del bacino. Questo parametro assume valori tanto più prossimi all'unità, quanto più raccolta, o rotondeggiante, è la forma del bacino. Nel caso esaminato i valori sono rappresentativi di una forma sostanzialmente compatta.

$$F_2 = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}} = 1.225 \qquad \text{Eq. 2}$$

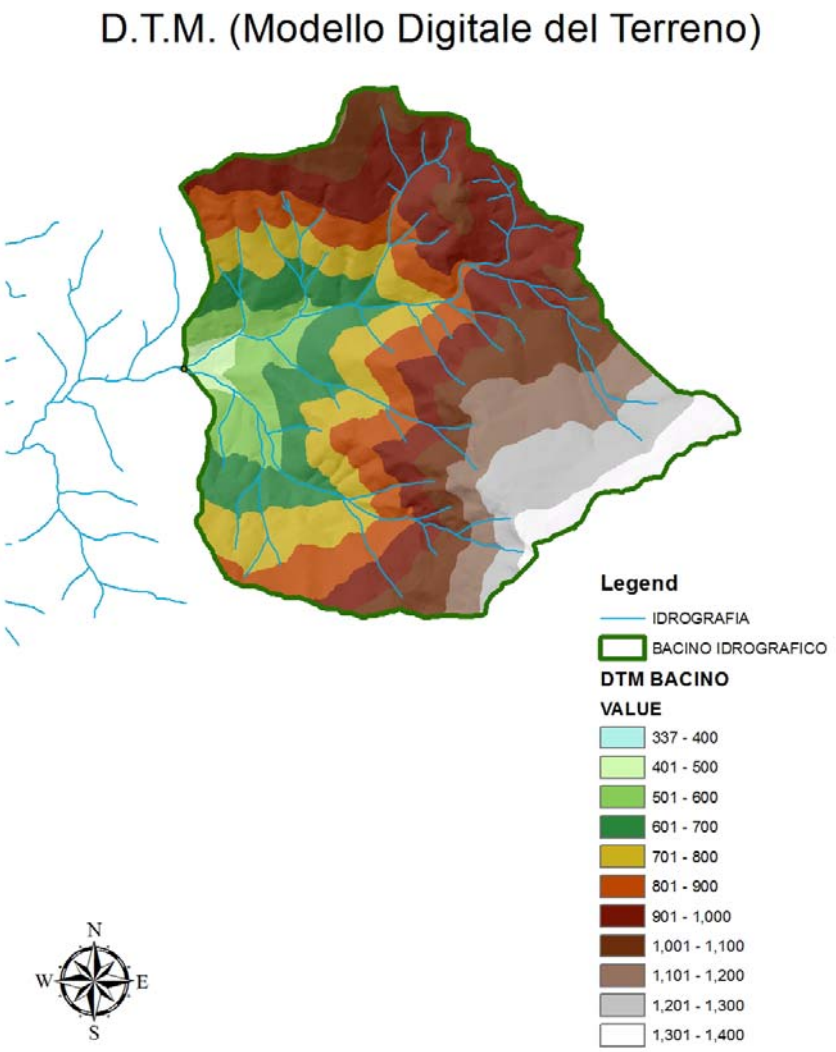


Fig. 5: *Elaborazione modello digitale delle altezze- D.T.M. bacino sotteso alla presa.*

Parametri morfometrici principali bacino sotteso alla restituzione		
Descrizione parametro	Simbolo	Valore
Superficie [km^2]	S	6.38
Perimetro [km]	P	10.94
Altitudine massima [m s.l.m.]	H_{max}	1402
Altitudine media [m s.l.m.]	H_m	851.19
Altitudine minima [m s.l.m.] quota restituzione	H_{min}	315
Pendenza media [°]	p_m	25
Lunghezza reticolo principale [km]	L	3.4
Fattore di forma	F_1	1.196
Fattore di forma	F_2	1.212

Tab. 2: *Principali parametri morfometrici bacino alla sezione di restituzione.*

La forma planimetrica del bacino condiziona alcuni fenomeni idrologici che in esso si verificano come, per esempio, i tempi di trasferimento delle piogge nel meccanismo di trasformazione degli afflussi in deflussi. Per la caratterizzazione del bacino del torrente sotteso alla sezione di presa, si sono adottati due coefficienti di forma che danno un'indicazione sulla "compattezza del bacino".

$$F_1 = 0.89 \cdot \frac{L}{\sqrt{S}} = 1.196 \qquad \text{Eq. 3}$$

In particolare l'indice F_2 rappresenta il rapporto tra il perimetro P del bacino e la circonferenza del cerchio avente superficie pari a quella del bacino. Questo parametro assume valori tanto più prossimi all'unità, quanto più raccolta, o rotondeggiante, è la forma del bacino. Nel caso esaminato i valori sono rappresentativi di una forma sostanzialmente compatta.

$$F_2 = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}} = 1.212 \qquad \text{Eq. 4}$$

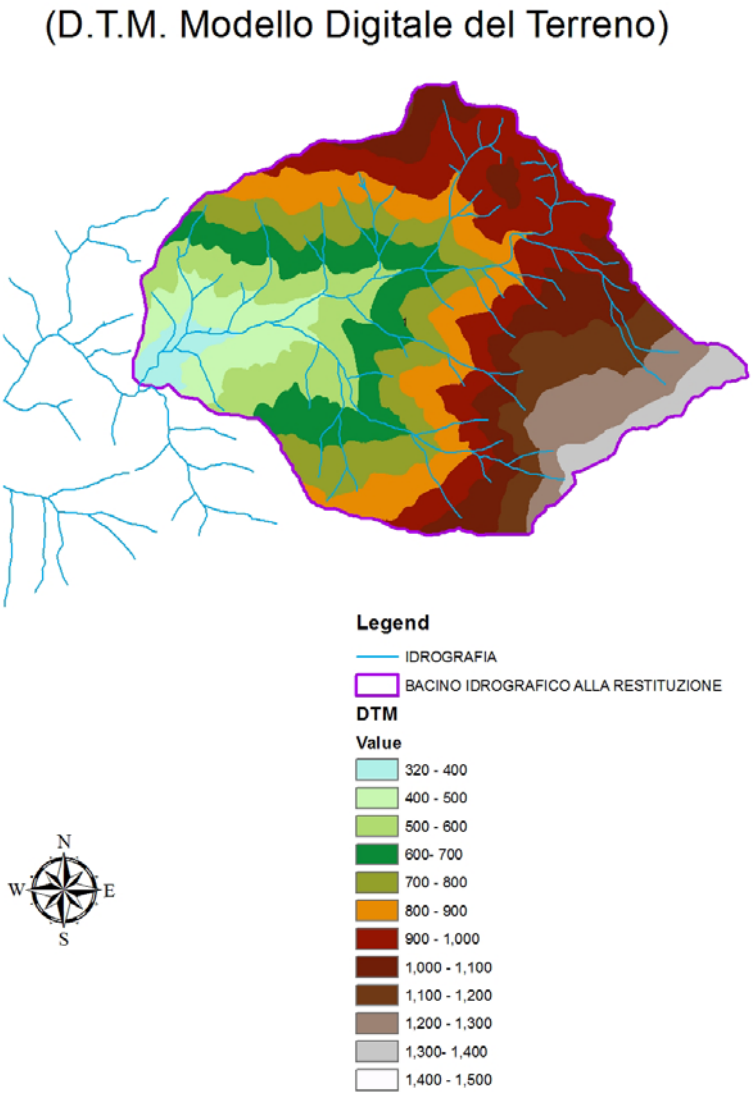


Fig. 6: *Elaborazione modello digitale delle altezze- D.T.M. bacino sotteso alla restituzione.*

3.1. Caratterizzazione morfometrica del bacino sotteso all'opera di presa e di restituzione

Per la caratterizzazione completa delle caratteristiche morfometriche principali del bacino sotteso dall'impianto è necessario stabilire la distribuzione delle aree elementari che compongono il bacino idrografico in relazione alla progressione delle curve di livello che delimitano le suddette aree. In altri termini occorre mettere in relazione le informazioni areali con le dimensioni verticali proprie del bacino. Per valutare l'altitudine media del bacino si suddivide la sua superficie S in aree parziali S_j comprese tra due curve di livello e a ciascuna area S_j si assegna la quota media h_j pari alla media delle quote delle curve di livello che la delimitano. L'analisi del D.T.M. fornisce tali informazioni di seguito raggruppate per classi di quota pari a 100 m di dislivello verticale.

SEZIONE ALLA CHIUSURA ALLA PRESA			
Fascia di quota [m s.l.m.]	**S_j [km^2]**	**h_j [m s.l.m.]**	**S cumulata [km^2]**
1402-1400	0.001	1401	0.00
1400-1300	0.202	1350	0.20
1300-1200	0.417	1250	0.62
1200-1100	0.444	1150	1.06
1100-1000	0.723	1050	1.79
1000-900	1.119	950	2.91
900-800	0.706	850	3.61
800-700	0.676	750	4.29
700-600	0.528	650	4.82
600-500	0.314	550	5.13
500-439	0.063	469.58	5.19

Tab. 3: *Dati altimetrici bacino sotteso alla sezione di presa.*

L'altitudine media h_m del bacino è la media pesata delle quote medie h_j pesate rispetto alla superficie parziale. In sintesi

$$h_m = \frac{\sum h_j \cdot S_j}{S} = 920.65_ms.l.m. \qquad \text{Eq. 5}$$

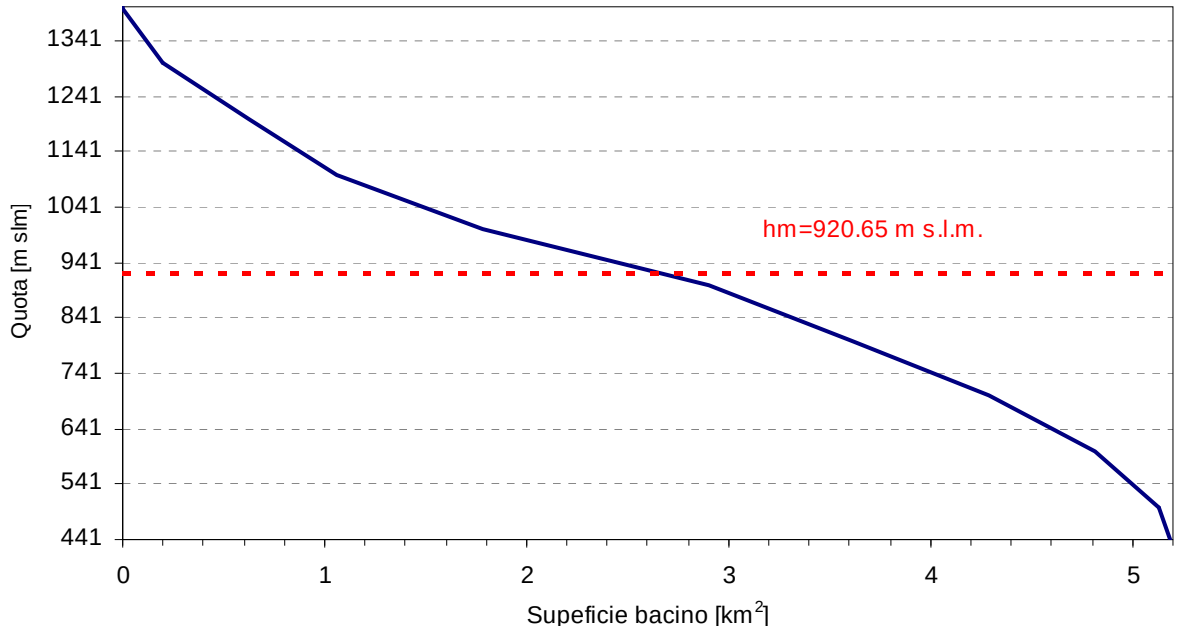


Fig. 7: *Curva ipsografica del bacino chiuso alla sezione di presa.*

Ogni punto della curva ipsografica sopra costruita, riporta in ordinata il valore di quota h_j ed in ascissa la superficie parziale del bacino S_j posta al di sopra della quota considerata. Ovviamente alla quota massima corrisponde una superficie nulla e alla quota minima, che coincide con quella di chiusura del bacino, corrisponde la superficie dell'intero bacino. L'altitudine media h_m è riferita alla quota rispetto al livello del mare. L'andamento della distribuzione areale alle varie fasce di quota, viene riportata nell'istogramma che segue:

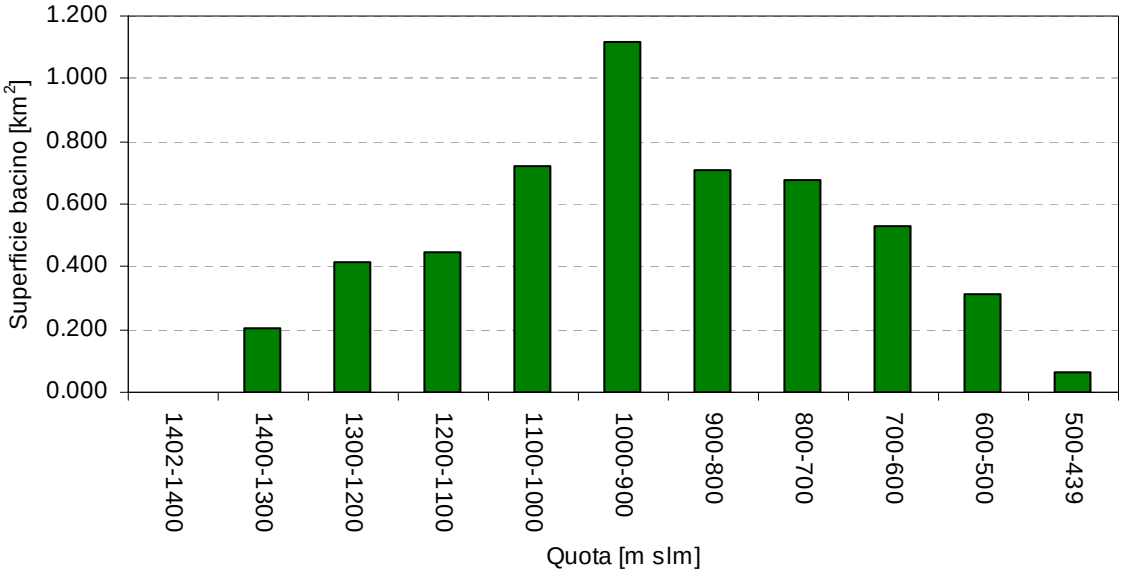


Fig. 8: *Distribuzione delle aree per fasce altimetriche di quota – bacino sotteso alla presa.*

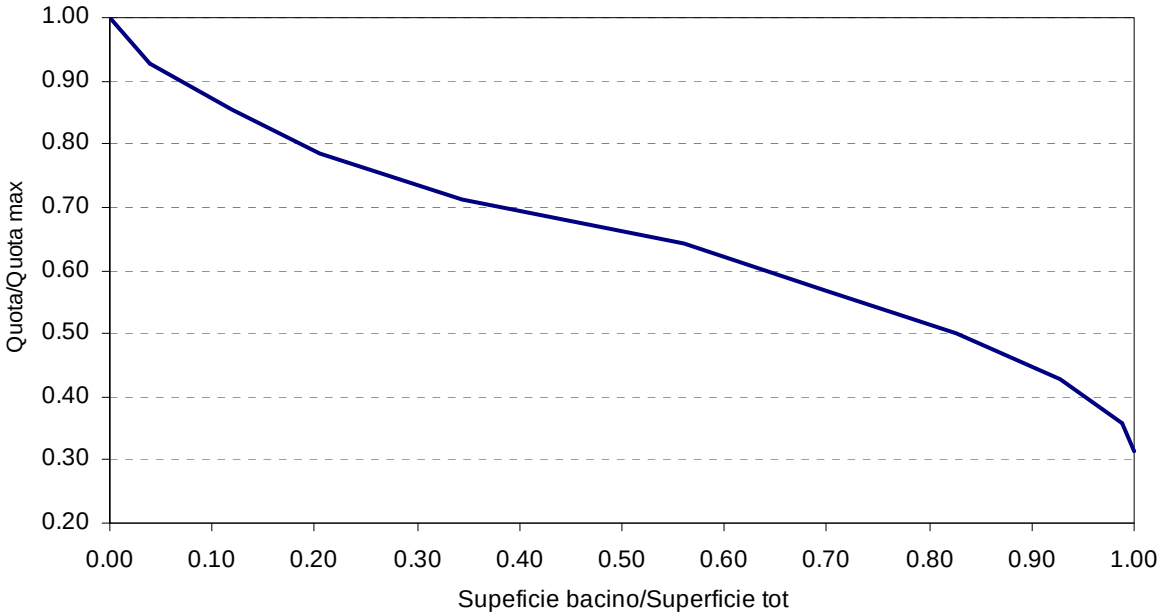


Fig. 9: *Curva ipsometrica del bacino chiuso alla sezione di presa.*

La curva ipsografica può essere rappresentata anche in forma adimensionale, riportando in ascissa la superficie S_j scalata con la superficie totale del bacino S, ed in ordinata la quota rapportata al valore massimo di quota raggiunto h_{max}. Tale curva viene denominata curva ipsometrica e permette, dal suo andamento di avere delle informazioni qualitative, relativamente al grado di evoluzione del bacino.

Considerando il diagramma sotto riportato la curva tipo "a" rappresenta lo stadio giovanile dell'evoluzione di un bacino (bacino in fase di erosione), la curva tipo "b" lo stadio di "maturità", in cui si può ipotizzare una sorta di condizione di equilibrio, infine la curva tipo "c" che rappresenta la fase di senilità. Nello specifico il bacino esaminato si trova verosimilmente in condizioni di "equilibrio".

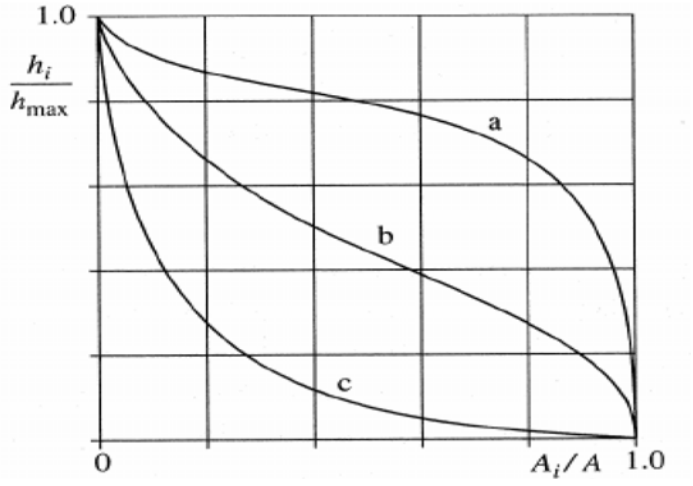


Fig. 10: *Differenti forme curva ipsometrica di un bacino idrografico.*

Partendo sempre dal modello digitale delle altezze si è ricavata la distribuzione delle pendenze, accorpate in classi di variazione di pendenza pari a 10°. La tabella seguente riporta tale distribuzione di valori:

Fascia di pendenza [°]	S_j [km^2]	p_j [°]	S cumulata [km^2]
0-10	0.369	5	0.37
10-20	1.329	15	1.70
20-30	1.841	25	3.54
30-40	1.357	35	4.90
40-50	0.271	45	5.17
50-60	0.023	55	5.19
60-70	0.003	65	5.19
70-80	0.000	75	5.19
80-90	0.000	85	5.19

Tab. 4: *Dati pendenze bacino sotteso alla sezione di presa.*

Infine si è analizzata la pendenza media del bacino, che condiziona la velocità di propagazione dei deflussi ed i meccanismi di trasporto e deposito dei sedimenti.

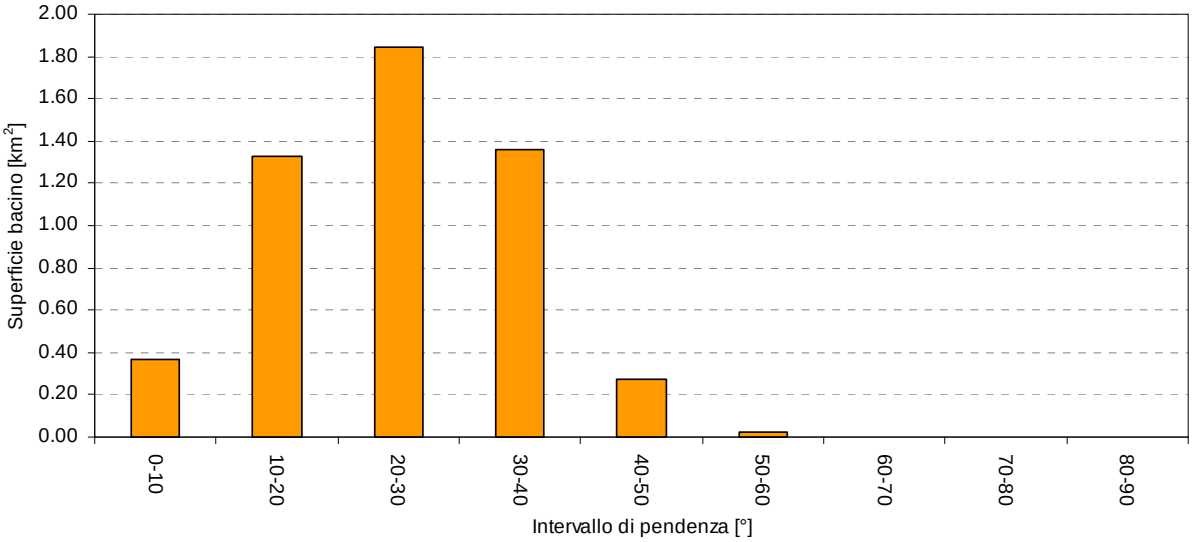


Fig. 11: *Distribuzione delle aree per fasce di pendenza alla sezione di presa.*

La pendenza media p_m del bacino è la media pesata delle pendenze medie p_j pesate rispetto alla superficie parziale. In sintesi

$$p_m = \frac{\sum p_j \cdot S_j}{S} = 24.8° \qquad \text{Eq. 6}$$

Di seguito si riporta la carta delle pendenze e delle esposizioni, elaborate partendo dal modello delle altezze del bacino. Viene anche riportata una vista tridimensionale del bacino, con la perimetrazione del bacino chiuso alla sezione dove è richiesta la derivazione.

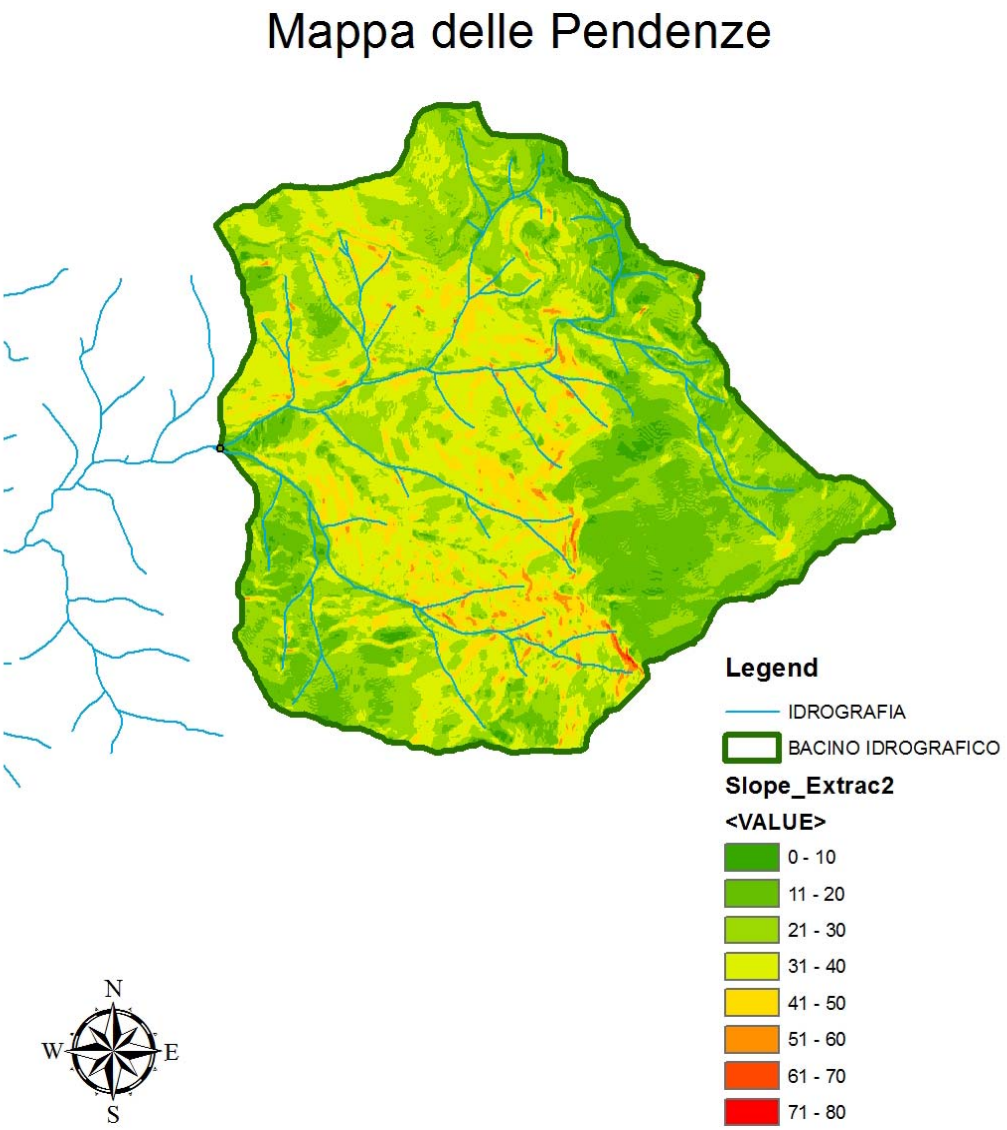


Fig. 12: *Elaborazione Carta delle pendenze – Bacino sotteso alla presa.*

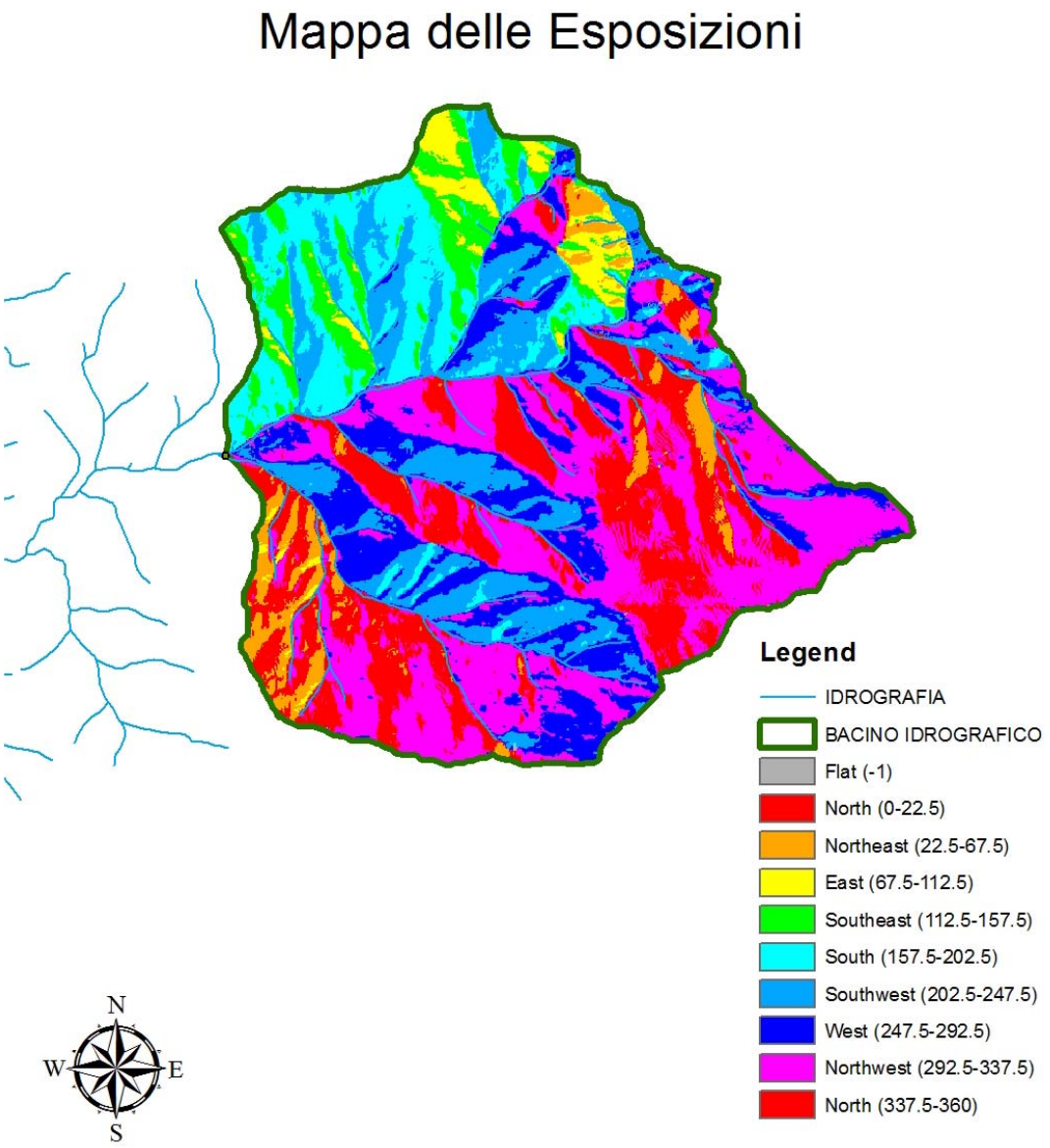


Fig. 13: *Elaborazione Carta delle esposizioni– Bacino sotteso alla presa.*

SEZIONE ALLA CHIUSURA ALLA RESTITUZIONE			
Fascia di quota [m s.l.m.]	**S_j [km^2]**	**h_j [m s.l.m.]**	**S cumulata [km^2]**
1402-1400	0.001	1401	0.00
1400-1300	0.203	1350	0.20
1300-1200	0.418	1250	0.62
1200-1100	0.444	1150	1.07
1100-1000	0.723	1050	1.79
1000-900	1.123	950	2.91
900-800	0.760	850	3.67
800-700	0.795	750	4.47
700-600	0.715	650	5.18
600-500	0.635	550	5.82
500-400	0.422	450	6.24
400-315	0.142	357.62	6.38

Tab. 5: *Dati altimetrici bacino sotteso alla sezione di restituzione.*

L'altitudine media h_m del bacino è la media pesata delle quote medie h_j pesate rispetto alla superficie parziale. In sintesi

$$h_m = \frac{\sum h_j \cdot S_j}{S} = 851.19_ms.l.m. \qquad \text{Eq. 7}$$

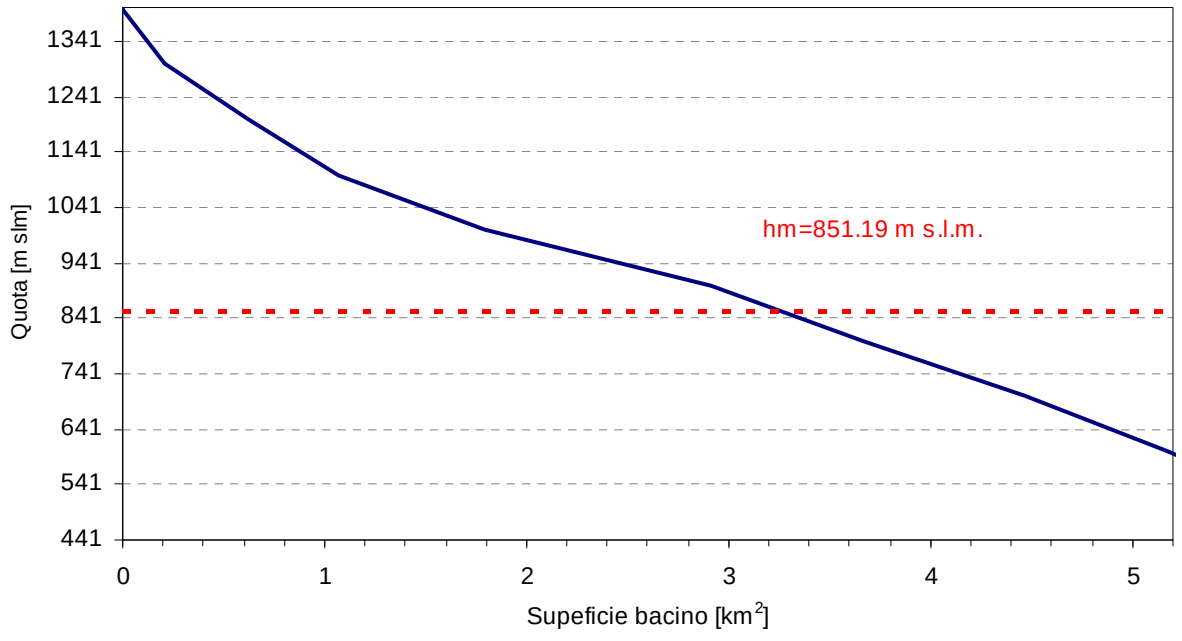


Fig. 14: *Curva ipsografica del bacino chiuso alla sezione di restituzione.*

Ogni punto della curva ipsografica sopra costruita, riporta in ordinata il valore di quota h_j ed in ascissa la superficie parziale del bacino S_j posta al di sopra della quota considerata. Ovviamente alla quota massima corrisponde una superficie nulla e alla quota minima, che coincide con quella di chiusura del bacino, corrisponde la superficie dell'intero bacino. L'altitudine media h_m è riferita alla quota rispetto al livello del mare. L'andamento della distribuzione areale alle varie fasce di quota, viene riportata nell'istogramma che segue:

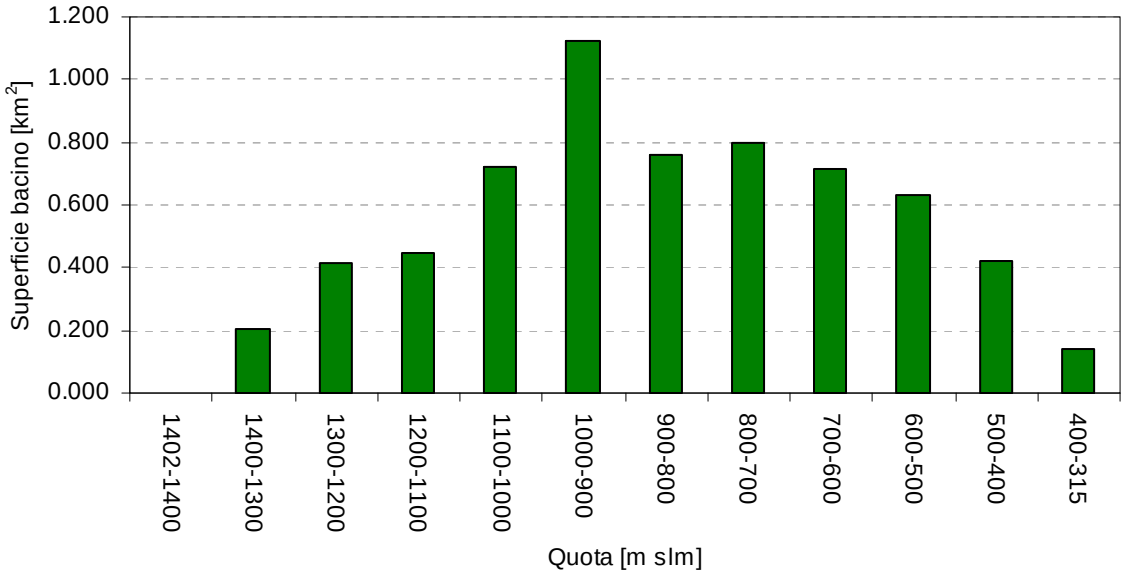


Fig. 15: *Distribuzione delle aree per fasce altimetriche di quota – bacino sotteso alla restituzione.*

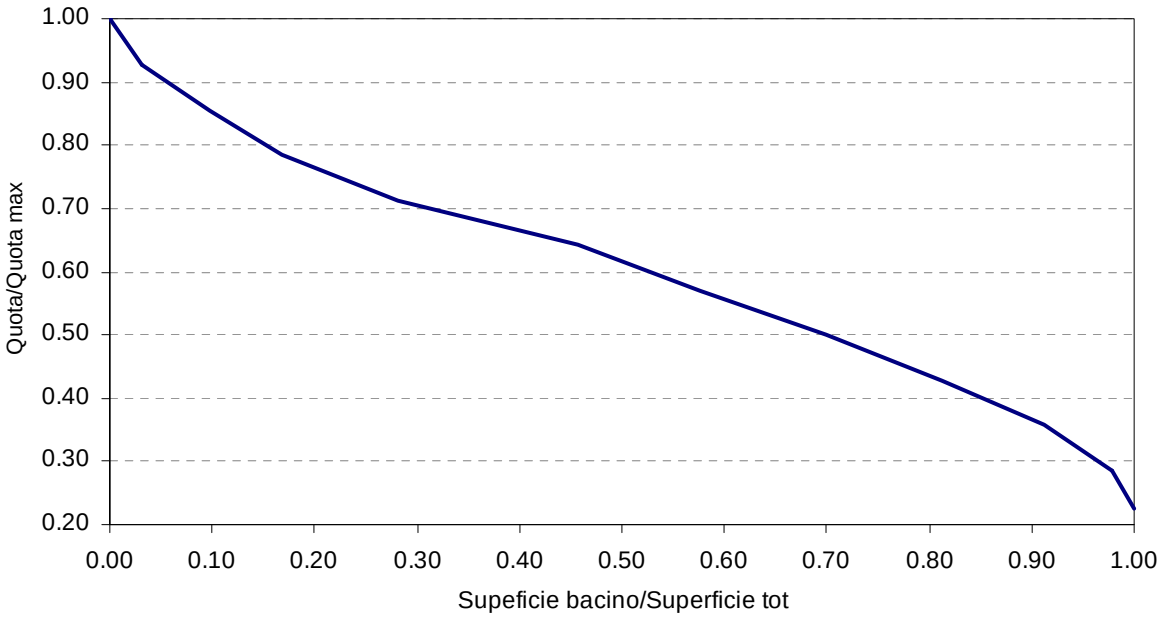


Fig. 16: *Curva ipsometrica del bacino chiuso alla sezione di restituzione.*

La curva ipsografica può essere rappresentata anche in forma adimensionale, riportando in ascissa la superficie S_j scalata con la superficie totale del bacino S, ed in ordinata la quota rapportata al valore massimo

di quota raggiunto h_{max}. Tale curva viene denominata curva ipsometrica e permette, dal suo andamento di avere delle informazioni qualitative, relativamente al grado di evoluzione del bacino.

Considerando il diagramma sotto riportato la curva tipo "a" rappresenta lo stadio giovanile dell'evoluzione di un bacino (bacino in fase di erosione), la curva tipo "b" lo stadio di "maturità", in cui si può ipotizzare una sorta di condizione di equilibrio, infine la curva tipo "c" che rappresenta la fase di senilità. Nello specifico il bacino esaminato si trova verosimilmente in condizioni di "equilibrio".

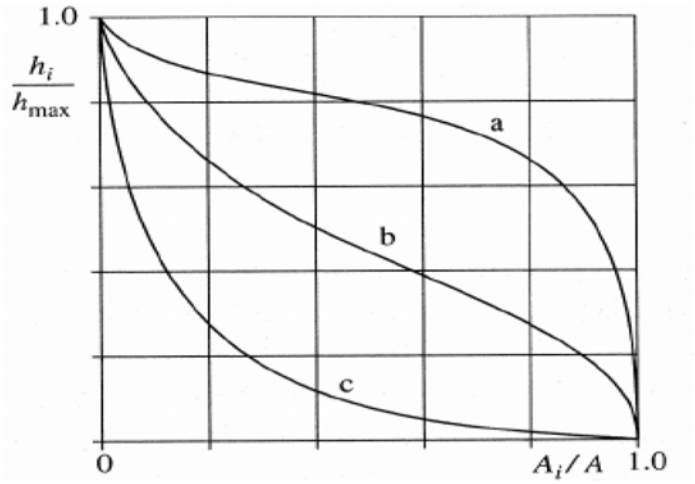


Fig. 17: *Differenti forme curva ipsometrica di un bacino idrografico.*

Partendo sempre dal modello digitale delle altezze si è ricavata la distribuzione delle pendenze, accorpate in classi di variazione di pendenza pari a 10°. La tabella seguente riporta tale distribuzione di valori:

Fascia di pendenza [°]	S_j [km^2]	p_j [°]	S cumulata [km^2]
0-10	0.447	5	0.45
10-20	1.549	15	2.00
20-30	2.350	25	4.35
30-40	1.683	35	6.03
40-50	0.325	45	6.35
50-60	0.026	55	6.38
60-70	0.002	65	6.38
70-80	0.000	75	6.38
80-90	0.000	85	6.38

Tab. 6: *Dati pendenze bacino sotteso alla sezione di restituzione.*

Infine si è analizzata la pendenza media del bacino, che condiziona la velocità di propagazione dei deflussi ed i meccanismi di trasporto e deposito dei sedimenti.

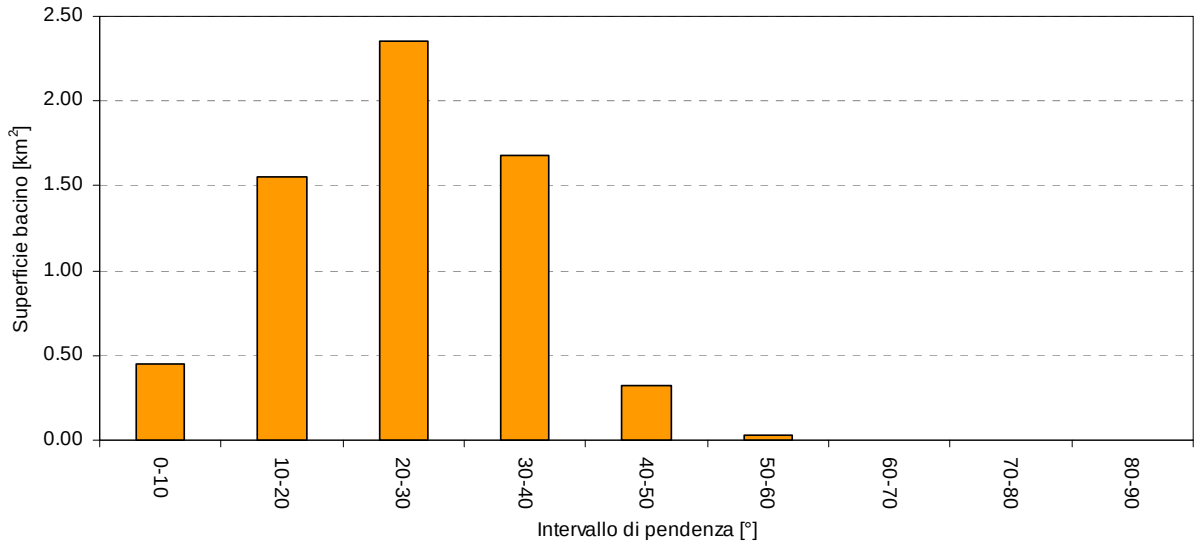


Fig. 18: *Distribuzione delle aree per fasce di pendenza alla sezione di restituzione.*

La pendenza media p_m del bacino è la media pesata delle pendenze medie p_j pesate rispetto alla superficie parziale. In sintesi

$$p_m = \frac{\sum p_j \cdot S_j}{S} = 25° \qquad \text{Eq. 8}$$

Di seguito si riporta la carta delle pendenze e delle esposizioni, elaborate partendo dal modello delle altezze del bacino. Viene anche riportata una vista tridimensionale del bacino, con la perimetrazione del bacino chiuso alla sezione dove è richiesta la derivazione.

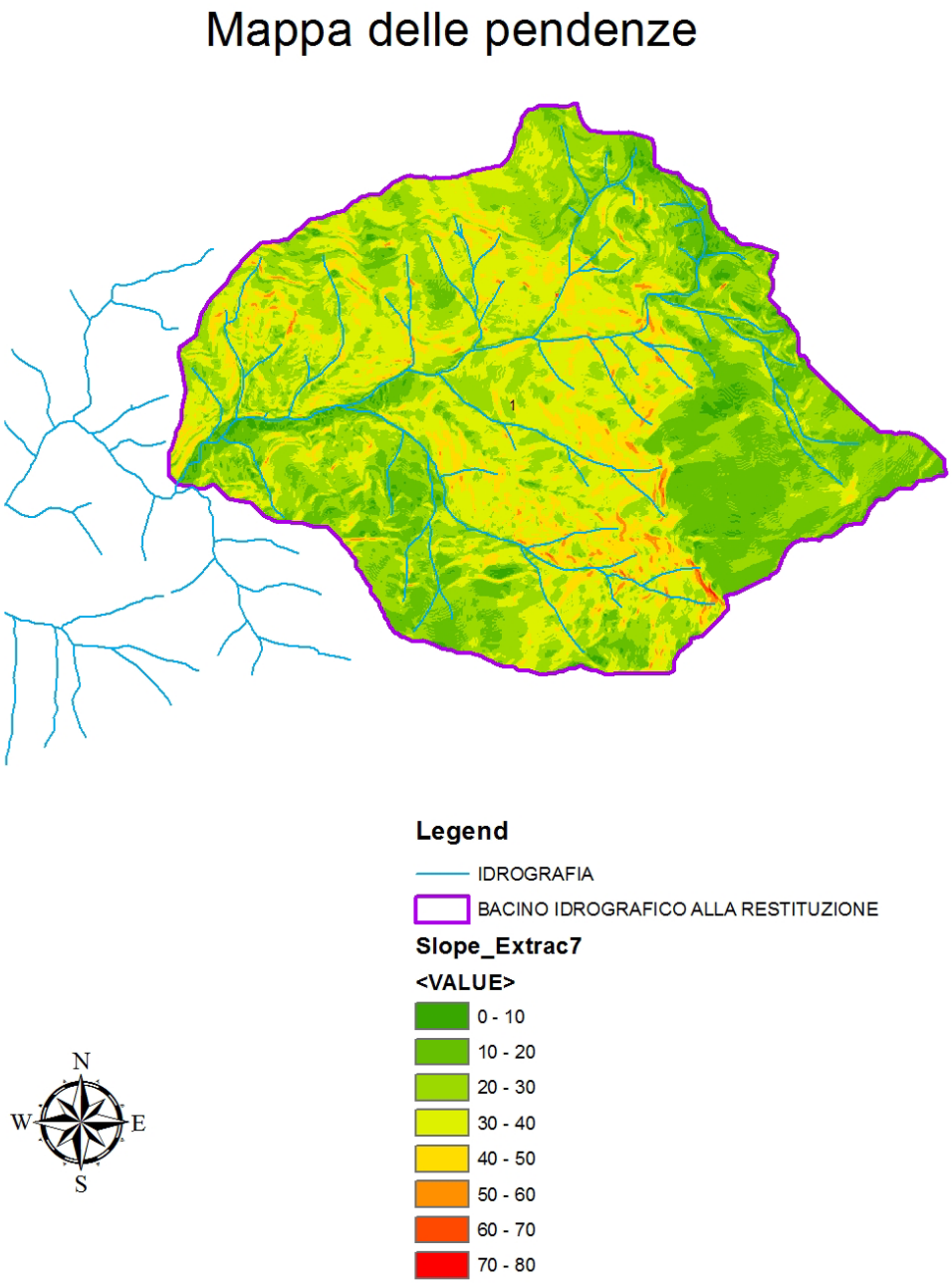


Fig. 19: *Elaborazione Carta delle pendenze – Bacino sotteso alla restituzione.*

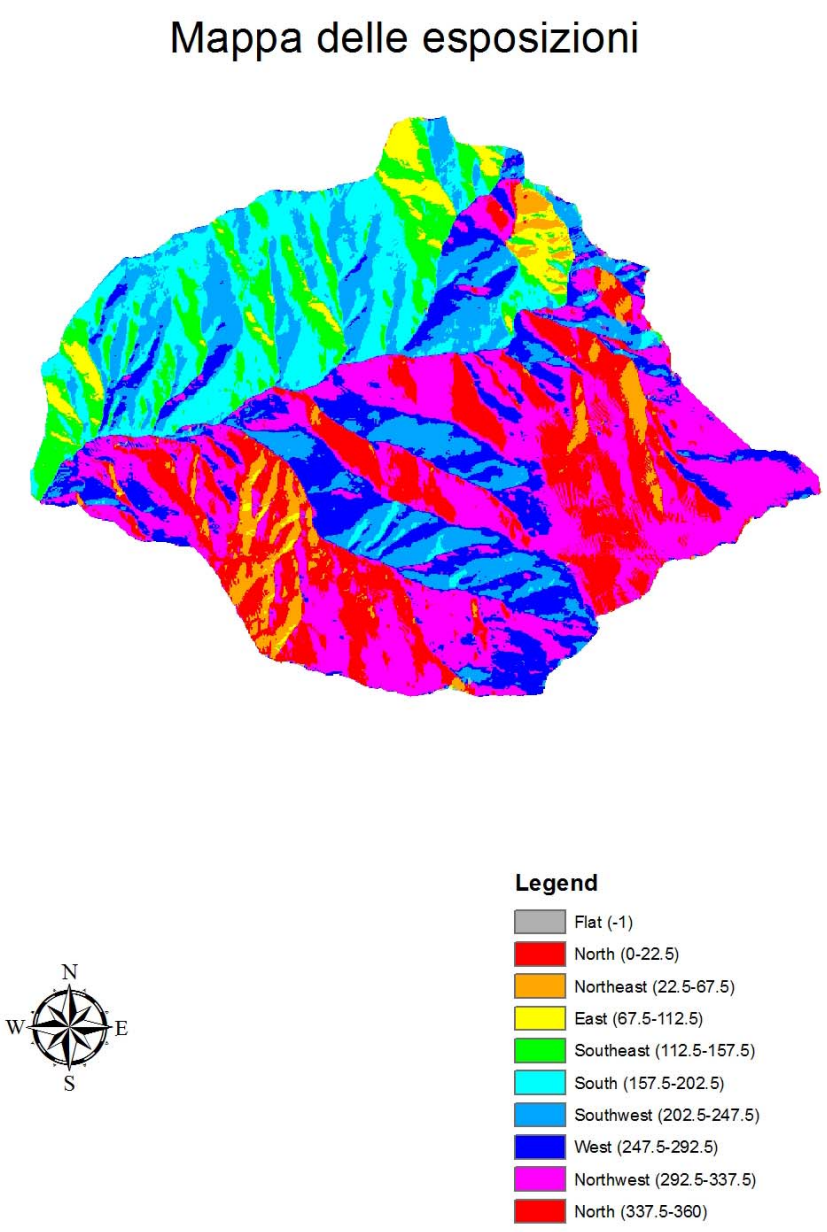


Fig. 20: *Elaborazione Carta delle esposizioni – Bacino sotteso alla restituzione.*

3.2. Stima del tempo di corrivazione

L'area del bacino sotteso alla traversa di presa individuabile in corrispondenza della traversa di sbarramento a quota 439.16 m .s.l.m., è pari a 5.19 km^2 circa con una lunghezza dell'asta principale pari a 2.38 km ed un'altezza media del bacino riferita alla sezione di presa pari a 481.49 m s.l.m.. Il tempo di corrivazione risulta secondo la formulazione del Giandotti pari a :

$$T_C = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H - h}} = 0.72 \qquad \text{Eq. 9}$$

Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Superficie bacino sotteso alla presa	S	5.19	Km^2
Altitudine massima [m s.l.m.]	H	1402	m s.l.m.
Altitudine sezione di presa	h	439.16	m s.l.m.
Lunghezza reticolo principale	L	2.38	km
Tempo di corrivazione	Tc	0.72	ore

Tab. 7: *Dati riassuntivi calcolo tempo di corrivazione alla sezione di presa.*

L'area del bacino sotteso alla sezione di restituzione in corrispondenza dell'opera di scarico è individuabile a quota di circa 315 m s.l.m., è pari a 6.38 km^2 circa con una lunghezza dell'asta principale pari a 3.4 km ed un'altezza media del bacino riferita alla sezione di restituzione pari a 535.95 m s.l.m.. Il tempo di corrivazione risulta secondo la formulazione del Giandotti pari a :

$$T_C = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H - h}} = 0.82 \qquad \text{Eq. 10}$$

Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Superficie bacino sotteso alla presa	S	6.38	Km^2
Altitudine massima [m s.l.m.]	H	1402	m s.l.m.
Altitudine sezione di restituzione	h	315.24	m s.l.m.
Lunghezza reticolo principale	L	3.4	km
Tempo di corrivazione	Tc	0.82	ore

Tab. 8: *Dati riassuntivi calcolo tempo di corrivazione alla sezione di restituzione.*

4. Misurazioni dirette di portata. Campagna di misura delle portate

4.1. Metodo della diluizione salina. Descrizione generale del metodo applicato

La misura della portata per mezzo di traccianti si basa sulla determinazione della concentrazione di queste sostanze aggiunte al liquido in movimento. Questo tipo di misure trova il suo campo ottimale nei seguenti casi:

- dove è problematico l'impiego di mulinelli a causa di alte velocità, turbolenza o trasporto solido;
- dove, per ragioni logistiche, il corso d'acqua non è facilmente accessibile con la strumentazione per la misura correntometrica o con altra strumentazione;
- quando nei periodi di magra il tirante idrico o le basse velocità non permettono l'impiego di mulinelli;
- dove l'area della sezione non può essere misurata accuratamente;
- in presenza di portate molto elevate, in particolare nel corso di eventi di piena.

Le tipologie fluviali tipiche per l'applicazione di questo metodo sono i corsi d'acqua montani a carattere torrentizio, i fiumi con elevato trasporto solido, i canali in cui si hanno elevate velocità.
I traccianti vengono immessi in acqua, dopo essere stati disciolti in soluzioni di concentrazione nota. A partire dal punto di immissione la soluzione viene mescolata a volumi sempre maggiori d'acqua dal movimento delle particelle fluide con rapidità di mescolamento direttamente proporzionale alla intensità della turbolenza. L a soluzione si diffonderà più rapidamente lungo l'asse dell'alveo, ove si hanno le maggiori velocità della corrente, e più lentamente nella direzione trasversale, generando una "nube" di estensione sempre maggiore e concentrazione sempre più uniforme e con minori valori di picco man mano che si procede verso valle.
Ad una certa distanza dal punti di immissione, funzione delle caratteristiche dell'alveo e della corrente, la distribuzione della soluzione nella sezione diviene uniforme come si può verificare dall'uguaglianza delle aree sottese dalle curve concentrazione-tempo rilevate in diversi punti della sezione.

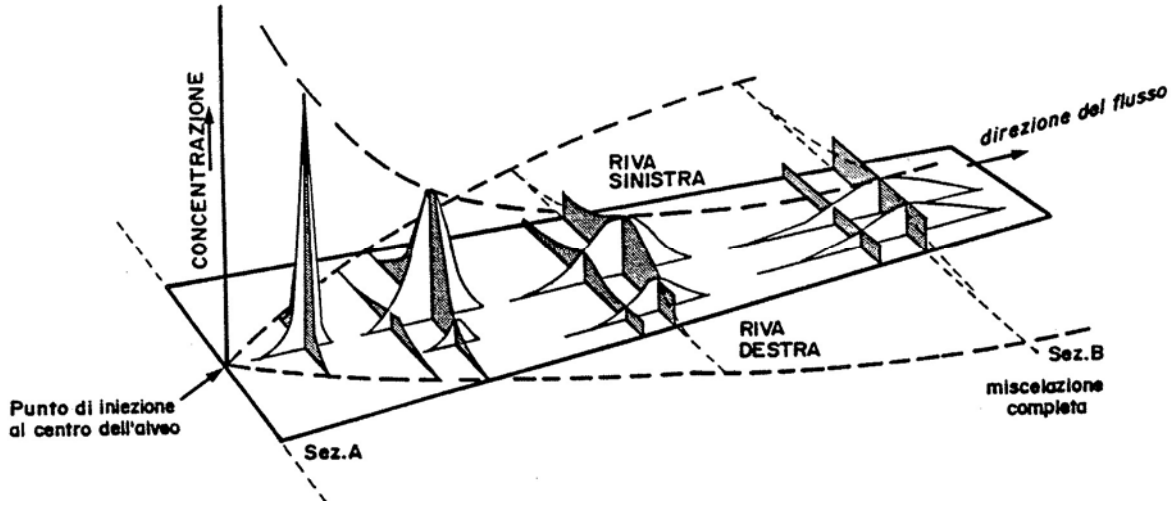


Fig. 21: *Dispersione laterale e longitudinale del tracciante a valle di un punto di immissione (tratto da Hubbard & Kilpatrick).*

A partire da questa sezione la dispersione della soluzione prosegue solo lungo l'asse della corrente ed il prelievo di un campione in un punto qualunque della sezione è significativo della concentrazione raggiunta dal tracciante in essa in un dato istante.

Metodo per integrazione (o di immissione istantanea):

un volume noto di una soluzione con concentrazione nota di tracciante viene immesso istantaneamente della sezione di immissione. Nella sezione di misura il campionamento viene protratto per tutto il tempo necessario per permettere tutto il passaggio di tutta la massa di tracciante immesso. La variazione di concentrazione nel tempo, nella sezione di misura, è rappresentata da una curva di andamento del tipo di seguito riportata.

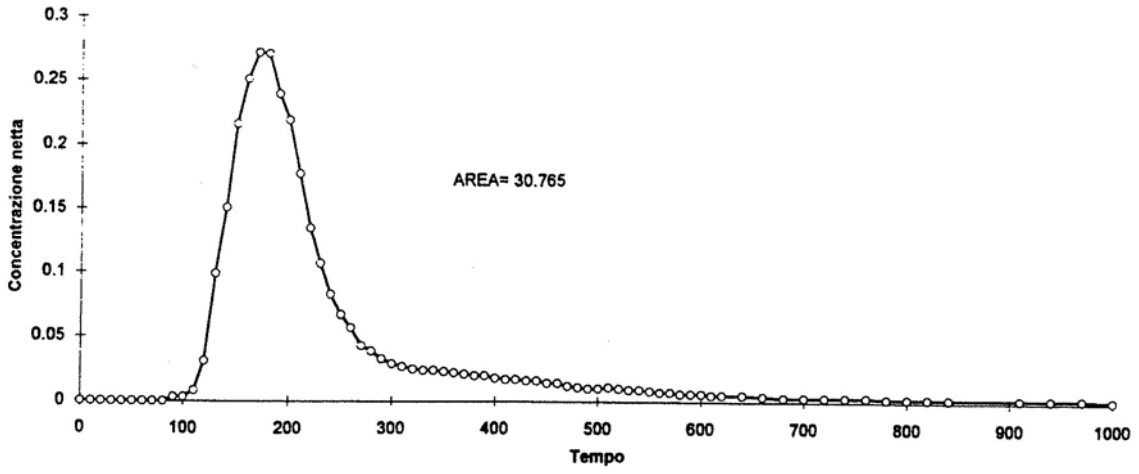


Fig. 22: *Variazione della concentrazione nel tempo, nella sezione di campionamento, nel metodo per integrazione.*

L'equazione per il calcolo della portata, basata sul principio di conservazione della massa, assumendo una concentrazione di fondo variabile nel tempo è la seguente:

$$Q = \frac{V_1 \cdot C_1}{\int_0^T [C_0(t) - C_b(t)]dt} \qquad \text{Eq. 11}$$

dove:

- V_1 volume della soluzione;
- C_1 concentrazione della soluzione;
- C_0 concentrazione misurata in un dato istante nella sezione di campionamento;
- C_b concentrazione di fondo dell'acqua naturale;
- T periodo necessario per il passaggio dell'intera nube di tracciante.

Il denominatore dell'equazione sopra riportata, rappresenta l'area totale sottesa dalla curva tempo-concentrazione del tracciante immesso; qualora la concentrazione di base del corso d'acqua fosse costante nel tempo nel periodo di misura, l'equazione si trasforma come segue:

$$Q = \frac{V_1 \cdot C_1}{\int_0^T C_0(t)dt - C_b \cdot T} \qquad \text{Eq. 12}$$

Le sostanze traccianti devono idealmente soddisfare i seguenti requisiti:

- essere solubili in acqua a temperatura ordinaria;
- essere rilevabili anche in piccole concentrazioni;
- essere stabili in acqua ed alla luce e non reattive rispetto alle sostanze trasportate in soluzione, in sospensione o sul fondo;
- essere compatbili con i requisiti ambientali imposti dalla corrente legislazione sulle acque;
- essere presenti in concentrazioni minime nell'acqua naturale;
- avere un costo limitato.

La misura con i sali, ed in particolare quella con il cloruro di sodio è quella di più immediata esecuzione dai l'ampia disponibilità, la semplicità, ed il limitato costo della strumentazione necessaria.
Il cloruro di sodio (NaCl), con solubilità indicativa alle condizioni medie che si riscontrano nelle acque naturali, pari a 350 kg/m^3, è il sale più impiegato grazie alla semplicità di utilizzo, alla assenza di

ripercussioni ambientali, viste le basse concentrazioni utilizzate. (concetrazioni finali minime pari a $10^{-6} \div 10^{-7}$ kg/m^3). L'impiego di sostanze traccianti deve avvenire nel rispetto delle caratteristiche ambientali dove si esegue la misura. Il suo utilizzo in acque superficiali non è vincolato da leggi specifiche. Tuttavia alcune indicazioni rispetto alle massime concentrazioni ammissibili si ricavano dalle leggi sugli scarichi. La normativa ISO consiglia di attenersi a quanto riportato nel regolamento n° 49 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità che fissa, per il solo cloruro di sodio le seguenti soglie:

- concentrazione accettabile 200 mg/l;
- massima concentrazione ammissibile pari a 600mg/l.

4.2. Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata per la misurazione della conducibilità è HD 2106.2 della Delta Ohm è uno strumento portatile con display LCD di grandi dimensioni. Misura la conducibilità, la resistività nei liquidi, i solidi totali disciolti (TDS) e la salinità con sonde combinate di conducibilità e temperatura a 2 e 4 anelli. Misura la sola temperatura con sonde con sensore Pt100 o Pt1000 ad immersione, penetrazione o contatto. La calibrazione della sonda può essere effettuata in automatico su una delle soluzioni standard a 147µS/cm, 1413µS/cm, 12880µS/ cm o 111800µS/cm. Le sonde di temperatura, dotate di modulo di riconoscimento automatico SICRAM, memorizzano al loro interno i dati di calibrazione di fabbrica. Lo strumento HD2106.2 è un datalogger, memorizza fino a 36.000 campioni di conducibilità e temperatura che possono essere trasferiti ad un PC collegato allo strumento tramite la porta seriale multi-standard RS232C e USB 2.0. Da menu è possibile configurare l'intervallo di memorizzazione, la stampa, il baud rate. Il modello HD2106.2 è dotato di porta seriale RS232C e può trasferire, in tempo reale, le misure acquisite ad un PC o ad una stampante portatile. La funzione Max, Min e Avg calcola i valori massimo, minimo e medio.



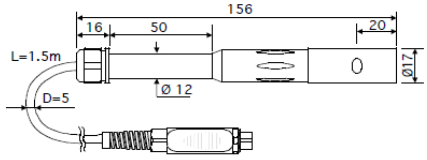
CAMPO DI MISURA	DIMENSIONI
K=0.7 5µS…200mS/cm 0…90°C Cella a 4 elettrodi Pocan/Platino	

Fig. 23: *Datalogger di misura e caratteristiche sonda utilizzata.*

4.3. Punto di misura

La campagna di misura è stata condotta della ditta richiedente in una sezione a valle della sezione prevista di realizzazione dell'opera di presa. La sezione di misura è stata accuratamente scelta tenendo in considerazione gli aspetti tecnici, al fine di ottenere una misura ottimale.

Il tratto d'alveo selezionato risulta essere privo di zone morte che ritardano la miscelazione e il flusso verso valle del tracciante, risulta privo di diramazioni o diversioni tra il punto di immissione e quello di misura. Inoltre la corrente garantisce, vista la morfologia dell'alveo, una completa miscelazione sulla sezione di misura in maniera da soddisfare le ipotesi di base di applicazione del metodo con buona precisione.

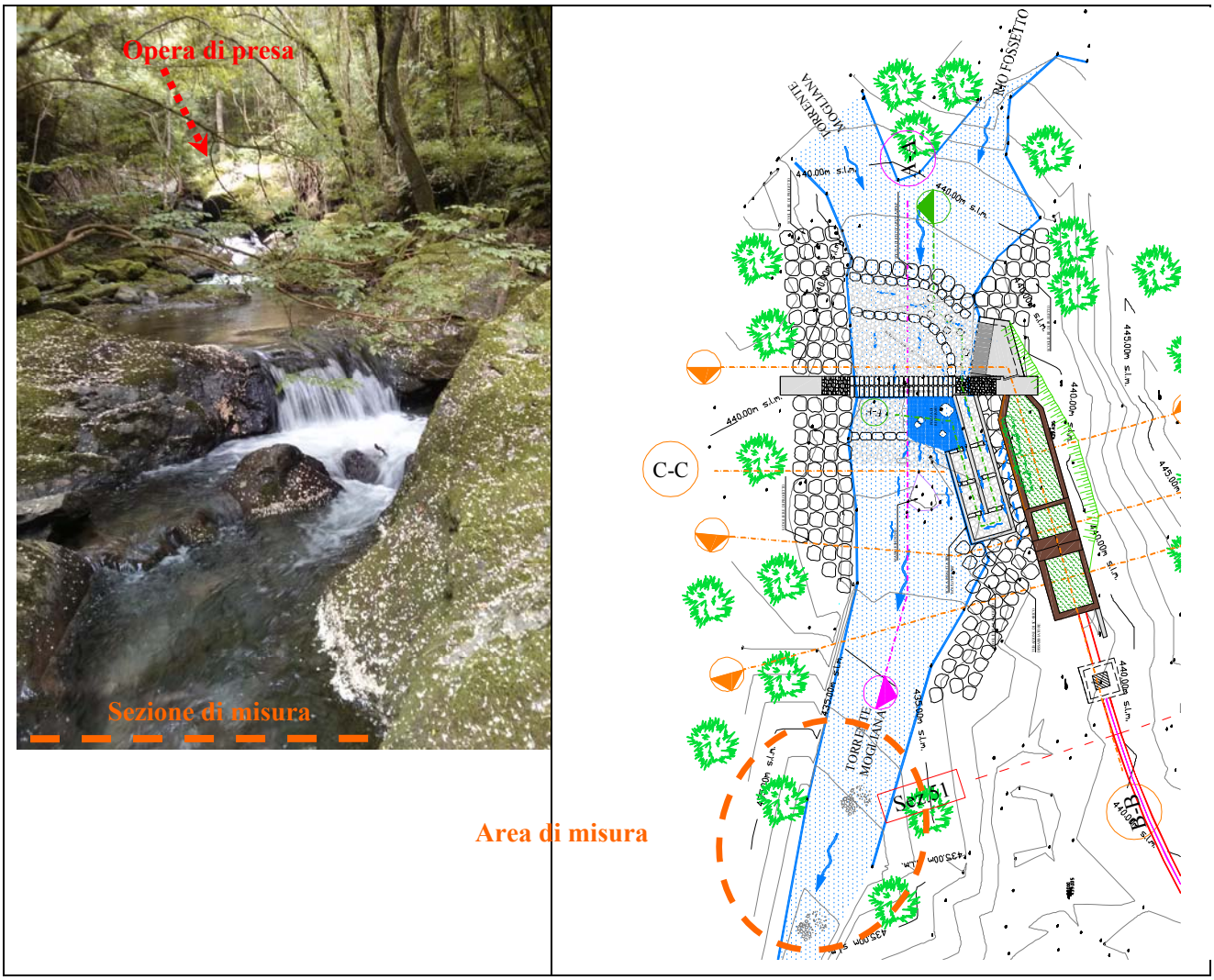


Fig. 24: *Inquadramento area di misura portate.*



Fig. 25: *Sezione di misura e conducimetro utilizzato nei campionamenti.*

Di seguito si riporta una sintesi delle misure eseguite e il dettaglio due misure tipo eseguite per meglio evidenziare l'applicazione della metodologia di misura e di elaborazione dei dati acquisiti dalla sonda.

Data misura	Massa sale M_{sale}[kg]	C_b [µS/cm]	$\int_0^T C_0(t)dt - C_b \cdot T$	Portata Q [l/s]
06-06-2013	1.0	53.7	8660	115

$$Q = \frac{V_1 \cdot C_1}{\int_0^T C_0(t)dt - C_b \cdot T} = \frac{M_{Sale}}{\int_0^T C_0(t)dt - C_b \cdot T} = 115 l/s$$

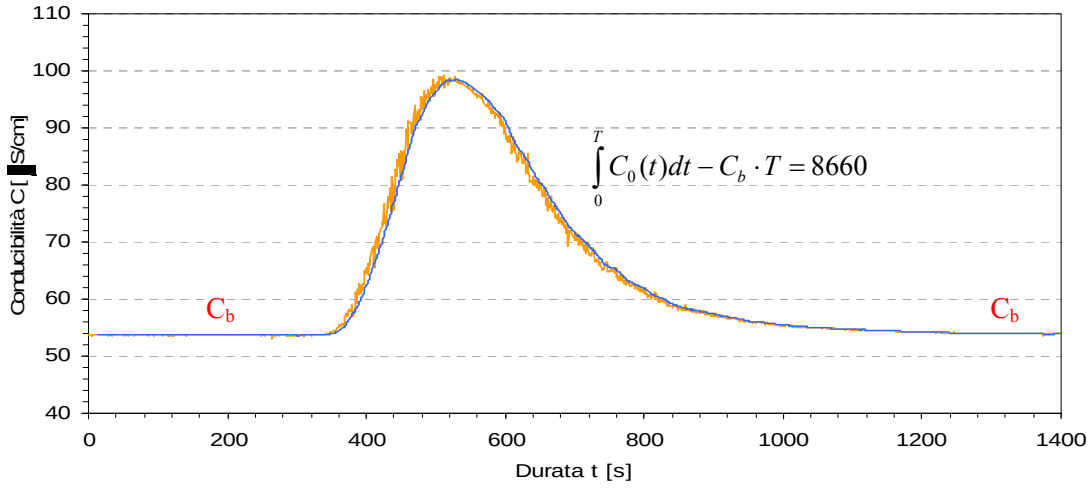


Fig. 26: *Onda di concentrazione rilevata in occasione misura del 06-06-2013.*

Data misura	Massa sale M_{sale}[kg]	C_b [µS/cm]	$\int_0^T C_0(t)dt - C_b \cdot T$	Portata Q [l/s]
27-03-2013	2.0	35.60	6125	327

$$Q = \frac{V_1 \cdot C_1}{\int_0^T C_0(t)dt - C_b \cdot T} = \frac{M_{Sale}}{\int_0^T C_0(t)dt - C_b \cdot T} = 327 l/s$$

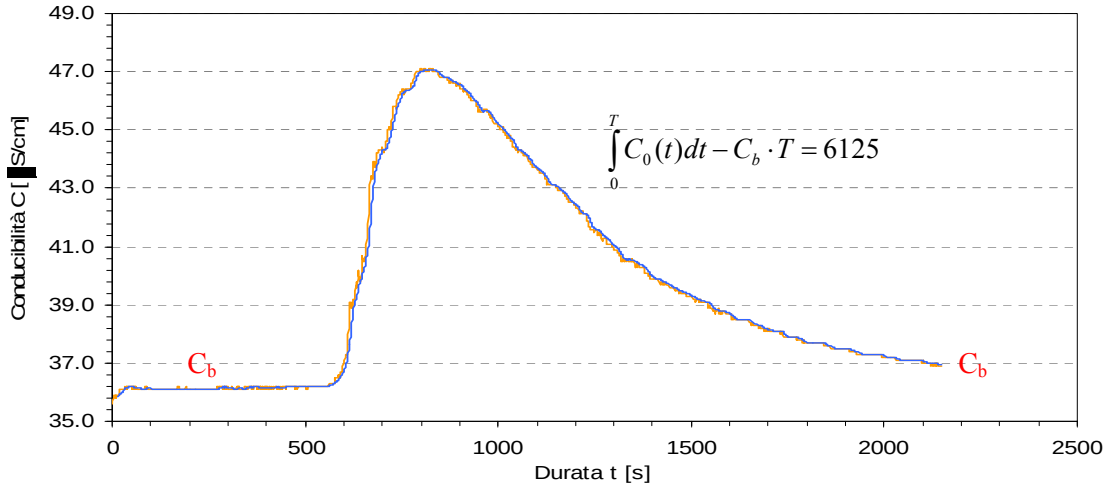


Fig. 27: *Onda di concentrazione rilevata in occasione misura del 27-03-2013.*

Riassunto misure eseguite dalla ditta richiedente:

Data misura	Portata Q [l/s]
25/04/2012	430
03/05/2012	380
09-06-2012	165
03-07-2012	24
05-08-2012	22
05-09-2012	225
13-11-2012	1680
30-11-2012	296
16-12-2012	353
22-03-2013	460
27-03-2013	327
06-06-2013	115

Tab. 9: *Tabella riassuntiva misure di portata condotte da SEAM srl.*

Le misure sono state eseguite dalla ditta richiedente con cadenza sostanzialmente mensile dopo eventi piovosi significativi e, nel periodo estivo, durante fase di mancanza di eventi piovosi, al fine di ben cogliere le condizioni di magra del torrente.

Le misure di portata acquisite sono state considerate nel calibrare al meglio la taglia dell'impianto, in termini di portata massima derivata, diametro della tubazione, e conseguentemente, all'ottimizzazione per utilizzare al meglio il sito in termini di sfruttamento della risorsa disponibile.

5. Analisi delle precipitazioni medie



Fig. 28: *Indicazione delle stazioni di misura.*

BACINO E STAZIONE	Tipo dell'apparecchio	Quota sul mare m	Altezza dell'apparecchio sul suolo m	Anno d'inizio delle osservazioni
ENTELLA				
Neirone	Pr	332	2.00	1928
Piana di Soglio	Pr	75	6.00	1936
Tigliolo	Pr	293	6.50	1924
Giacopiane ♦	Pn	1016	1.90	1924
S. Michele	Pe	170	1.90	1924
Cichero	Pe	480	1.90	1963
Reppia	Pe	546	1.90	1972
Statale	Pr	570	2.20	1934
Cassagna	Pr	432	1.80	1972
Chiavari - Caperana	Pe	6	4.50	2002
Panesi	Pe	25	1.90	1933

STAZIONE DI MISURA DI SAN MICHELE anno 1951-2006.

Totali annui e riassunto dei totali mensili delle quantità di precipitazione in mm.

Dati estratti dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico Italiano, compartimento di Genova.

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
1951	270.6	408.4	284.4	79.2	269.4	58.2	42.8	27.4	160.6	78.4	625.2	168.2	2473
1952	31.6	79.2	147.4	99.6	131.8	13.2	162.8	189.6	202.8	251.8	120.6	211.0	1641
1953	37.2	20.6	1.2	79.6	35.0	103.2	78.8	50.4	270.8	383.2	33.0	137.0	1230
1954	70.2	80.8	213.0	130.0	249.8	64.8	65.6	269.0	63.6	166.6	255.4	213.6	1842
1955	144.0	247.6	118.6	0.0	42.8	109.2	65.8	57.4	89.2	75.6	149.4	175.6	1275
1956	137.8	17.6	212.0	265.6	88.2	78.4	77.4	4.2	91.2	56.6	84.8	44.6	1158
1957	84.2	217.4	69.6	167.4	164.0	60.4	53.8	22.8	20.6	53.2	237.4	330.4	1481
1958	78.8	130.2	67.2	178.6	79.8	88.6	58.6	66.8	67.8	177.8	100.0	414.8	1509
1959	101.8	3.4	93.8	162.8	91.0	50.4	37.6	61.2	125.2	259.6	300.0	507.0	1794
1960	108.0	264.4	161.2	19.2	21.0	61.0	109.6	98.8	334.8	392.0	350.4	247.8	2168
1961	256.8	37.4	35.2	193.8	47.4	92.4	31.0	31.6	84.0	330.4	425.6	128.6	1694
1962	103.4	85.6	207.0	175.8	59.4	35.4	12.4	0.4	29.4	111.8	245.6	83.6	1150
1963	182.8	147.0	245.2	153.0	46.4	88.6	86.4	132.4	224.8	54.4	269.6	103.6	1734
1964	61.0	184.2	192.0	115.0	41.4	50.8	194.8	79.0	42.8	311.2	119.0	122.4	1514
1965	129.2	9.2	201.6	28.4	33.8	55.0	26.2	56.6	371.4	59.4	236.4	120.4	1328
1966	73.6	141.2	16.2	168.6	28.0	98.0	23.0	83.6	97.4	445.8	257.2	100.2	1533
1967	60.2	86.8	49.4	62.6	77.6	44.6	14.0	97.4	58.6	53.0	253.4	62.0	920
1968	10.8	554.6	60.6	98.6	121.2	45.6	51.6	129.5	60.6	247.6	23.8	1569.0	2974
1969	181.2	75.0	101.8	57.6	64.2	46.4	66.4	241.4	0.0	194.4	32.6	1192.0	2253
1970	411.8	48.2	136.8	75.0	103.4	42.0	17.8	97.6	4.8	46.0	357.0	158.4	1499
1971	271.6	120.0	216.4	87.2	211.6	182.0	81.4	10.2	19.0	46.0	151.8	52.8	1450
1972	144.2	207.8	165.6	156.6	82.6	98.4	20.6	63.4	234.0	240.4	159.6	182.0	1755
1973	106.0	75.2	38.2	173.4	16.6	120.8	68.2	34.6	105.8	109.6	106.0	168.0	1122
1974	114.2	182.6	63.2	126.0	61.6	80.2	21.0	7.8	147.4	81.4	173.6	46.6	1106
1975	217.2	90.4	200.2	123.4	147.6	77.8	6.6	101.2	80.2	92.6	209.2	138.6	1485
1976	1.0	28.2	41.4	54.8	53.6	7.8	102.0	270.4	224.8	394.4	248.2	182.4	1609
1977	507.2	289.6	212.4	54.2	181.0	111.0	133.4	297.8	51.4	209.4	45.6	164.0	2257
1978	305.8	168.2	74.4	110.6	119.2	76.4	48.0	27.6	2.0	44.0	43.2	207.4	1227
1979	322.4	144.2	296.4	168.6	19.6	86.4	12.2	67.6	169.2	411.6	99.8	204.8	2003
1980	117.0	96.6	144.4	22.8	100.6	120.2	19.0	85.8	61.4	317.6	139.2	63.0	1288
1981	8.0	25.2	102.2	63.0	188.6	68.4	115.0	137.8	258.6	158.2	10.4	126.8	1262
1982	85.6	44.0	83.6	21.6	97.6	25.2	191.2	95.4	180.6	291.6	412.8	nd	1529
1984	132.2	20.8	193.6	118.8	339.2	101.0	2.2	49.0	146.4	187.2	192.8	169.8	1653
1985	266.4	83.2	263.2	75.8	178.6	90.6	3.8	25.2	18.4	16.6	144.8	82.2	1249
1986	109.4	65.0	80.4	228.0	23.0	83.8	177.2	133.6	34.2	46.8	87.0	74.0	1142
1987	146.6	150.6	55.8	189.0	124.2	210.6	284.4	136.4	97.8	384.6	136.8	116.8	2034
1988	300.8	163.6	121.8	147.4	149.2	119.4	35.0	28.2	78.8	264.2	6.6	125.4	1540
1989	19.4	213.2	86.8	368.0	11.8	59.0	34.6	135.2	100.4	36.0	131.2	116.6	1312
1990	19.4	213.2	86.8	368.0	11.8	59.0	34.6	135.2	100.4	36.0	131.2	116.6	1312
1991	90.8	38.6	105.4	28.6	89.4	79.0	60.2	38.2	188.4	239.2	180.0	1.8	1140
1992	55.4	50.4	45.0	150.8	46.2	176.0	116.8	87.8	189.8	389.8	146.8	339.4	1794
1994	251.4	87.6	9.2	117.6	116.2	129.2	12.6	13.0	304.2	190.0	224.2	99.8	1555
1995	153.0	138.3	61.4	99.8	158.0	54.6	17.4	135.8	189.6	319.8	274.2	194.8	1797
1996	275.6	122.2	19.2	129.0	271.8	240.8	53.0	210.4	123.0	213.8	391.8	358.2	2409
1997	151.6	52.2	4.4	17.0	46.0	207.4	51.4	92.2	14.6	119.4	391.6	263.0	1411

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
1998	184.0	35.2	3.2	195.2	91.8	32.8	12.6	42.4	170.0	271.6	103.0	40.2	1182
2004	108.6	257.2	106.4	98.6	nd	22.4	12.6	nd	59.6	304.4	197.2	138.4	1305
2005	21.8	21.8	64.6	140.6	58.0	16.4	126.2	117.4	135.2	162.0	234.0	200.6	1299
2006	83.0	206.6	130.2	36.2	29.8	11.4	74.6	194.6	110.8	160.0	138.8	227.0	1403
Media	145.0	127.2	116.1	122.1	100.4	82.3	65.4	95.2	122.4	193.6	191.6	214.4	**1567**
Massimo	507.2	554.6	296.4	368.0	339.2	240.8	284.4	297.8	371.4	445.8	625.2	1569.0	**2974**
Minimo	1.0	3.4	1.2	0.0	11.8	7.8	2.2	0.4	0.0	16.6	6.6	1.8	**920**

Tab. 10: *Dati piogge cumulate mensili.*

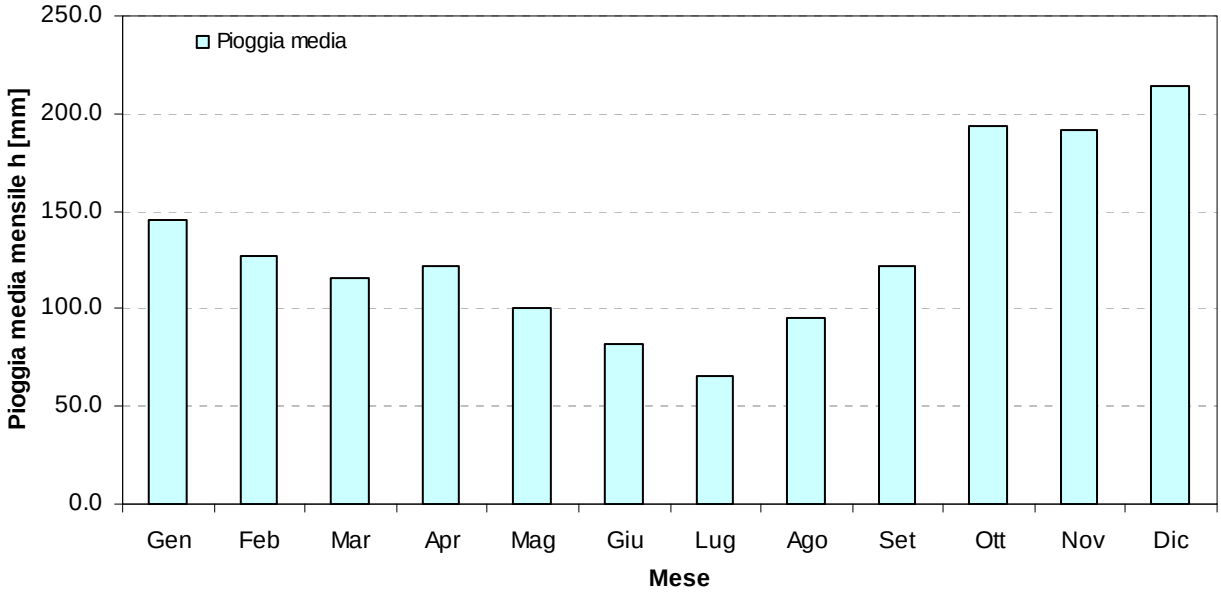


Fig. 29: *Piogge cumulate medie mensili stazione di San Michele - APAT 1951-2006.*

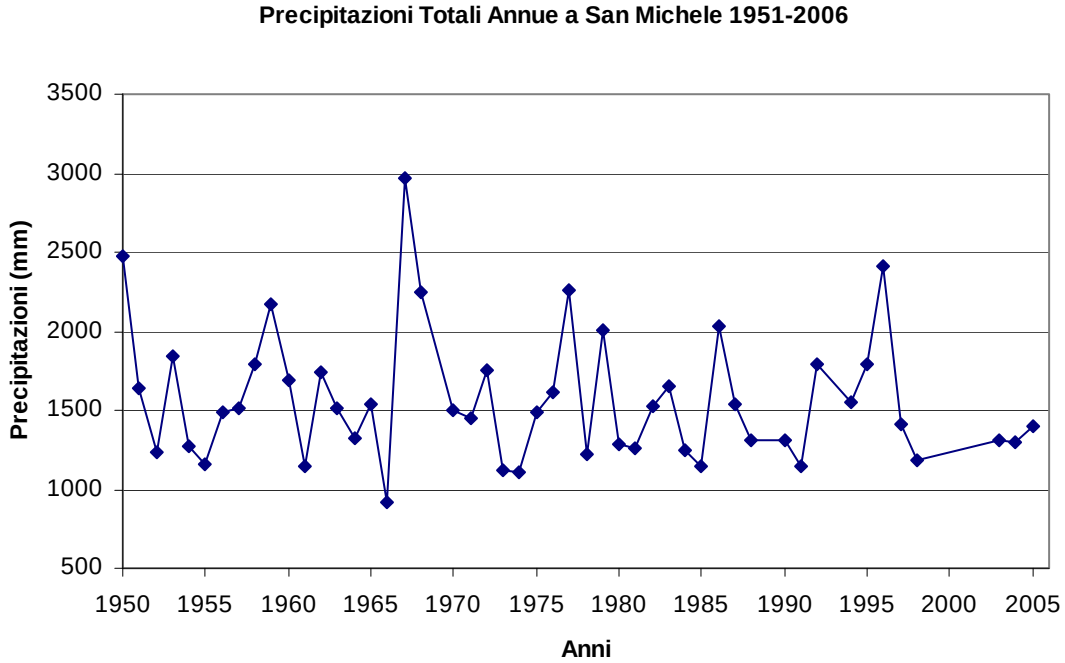


Fig. 30: *Andamento piogge cumulate annue stazione di San Michele - APAT 1951-2006.*

STAZIONE DI MISURA DI GIACOPIANE anno 1950-2006.

Totali annui e riassunto dei totali mensili delle quantità di precipitazione in mm.

Dati estratti dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico Italiano, compartimento di Genova.

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
1950	46.8	308.6	15.0	323.6	53.6	27.8	0.4	2.6	42.5	62.8	312.0	275.0	1471
1951	294.2	443.8	383.0	101.6	312.6	40.6	68.0	32.8	183.2	93.0	574.2	179.0	2706
1952	36.2	77.2	127.2	157.6	190.0	35.0	149.8	304.8	416.2	570.2	159.8	292.4	2516
1953	41.0	35.6	1.4	136.2	48.0	127.2	91.4	77.6	279.0	438.6	43.6	163.6	1483
1954	75.6	107.0	294.0	162.4	324.6	104.6	67.6	320.8	52.6	275.4	338.8	256.0	2379
1955	201.2	313.2	149.8	1.0	114.8	225.8	71.4	103.8	112.0	128.6	203.6	233.8	1859
1956	233.2	37.2	243.2	397.4	103.4	85.4	132.4	18.6	80.8	157.0	98.2	101.4	1688
1957	111.6	289.8	82.6	214.4	253.6	101.0	61.4	39.0	25.0	85.8	301.6	398.0	1964
1958	165.0	219.4	111.8	240.0	155.4	149.2	96.2	106.6	84.0	359.4	135.6	523.4	2346
1959	127.8	4.2	77.6	145.0	72.6	60.0	77.2	108.0	132.2	395.2	327.0	633.0	2160
1960	188.0	344.0	206.4	57.8	43.6	127.8	185.2	192.2	383.2	531.6	198.4	308.0	2766
1961	308.0	54.8	65.2	256.6	88.2	167.4	56.4	17.6	87.6	410.6	527.6	251.0	2291
1962	174.2	98.6	326.0	209.0	104.6	46.6	38.8	4.2	30.8	159.6	299.6	104.6	1597
1963	234.0	138.0	305.4	191.2	59.6	122.8	110.4	224.8	351.0	69.4	538.8	153.6	2499
1964	88.0	215.0	320.0	187.4	47.0	100.8	203.6	84.2	57.4	451.4	155.2	115.0	2025
1965	169.8	15.6	262.4	37.4	61.6	107.4	12.8	83.4	489.0	83.4	305.8	177.0	1806
1966	99.4	236.6	39.8	296.1	58.4	46.6	41.0	41.6	70.6	635.8	317.0	101.0	1984
1967	61.4	50.2	141.4	99.0	161.8	49.6	20.6	74.0	82.2	163.6	433.0	113.0	1450
1968	18.8	731.0	119.0	152.4	160.8	86.6	37.4	226.2	285.0	181.4	436.2	53.8	2489
1970	453.8	46.6	195.6	113.0	216.8	39.8	35.0	169.2	5.0	76.6	463.8	143.4	1959
1971	353.4	123.0	238.4	141.4	281.4	260.2	103.0	12.6	39.0	83.6	253.2	97.6	1987
1972	145.2	214.8	173.4	225.6	209.4	122.6	68.4	74.4	624.0	254.4	206.0	258.4	2577
1973	149	105.4	19.8	206.0	32.4	138.0	117.4	73.8	124.8	183.4	106.8	190.8	1299
1974	138.8	175.0	74.2	157.0	139.8	102.2	56.6	23.2	197.4	163.8	246.4	88.0	1562
1975	221.0	96.0	253.2	185.2	184.2	122.0	8.6	140.2	207.0	111.4	272.0	173.0	1974
1976	27.6	63.0	52.4	107.2	74.2	31.6	86.6	329.0	271.0	492.6	301.2	237.6	2074
1977	671.8	349.4	257.2	80.0	269.2	59.6	387.6	283.2	59.2	230.2	57.8	219.6	2925
1978	261.8	169.0	107.4	149.4	167.0	93.8	90.8	60.8	4.6	57.8	35.4	270.0	1468
1979	379.8	149.8	473.8	223.8	45.4	99.2	29.4	160.4	200.2	409.0	124.8	245.2	2541
1980	143.0	110.0	181.0	35.4	161.6	164.8	58.6	121.8	45.0	535.4	195.2	67.8	1820
1981	11.2	23.2	124.8	83.8	238.6	104.8	130.4	220.0	305.6	217.6	23.0	234.4	1717
1982	137.6	45.6	78.4	11.4	128.0	45.6	79.8	64.8	506.2	364.6	426.0	268.8	2157
1983	38.6	56.6	107.2	85.0	138.2	39.4	7.4	63.4	40.8	78.6	17.4	182.0	816
1984	31.4	1.2	50.6	25.0	285.0	70.2	1.6	116.6	193.2	224.0	132.6	90.2	1222
1985	215.2	32.4	79.4	87.4	222.4	168.2	25.4	52.4	34.4	25.6	258.0	264.0	1465
1986	262.4	218.8	149.2	350.8	38.0	102.8	174.2	128.8	60.2	100.2	166.0	115.0	1866
1987	109	163.8	108	263.4	117.6	216.2	231	129	107.4	487.6	106	112.2	2151
1988	262.4	218.8	149.2	350.8	38	102.8	174.2	128.8	60.2	100.2	166	115	1866
1990	7.4	227.4	118.6	433.2	23.8	125.6	52.8	88.4	137.6	71.2	372	199.4	1857
1991	111.4	9	84.8	46	43	87.6	57.6	64.6	204	291.4	268.2	3.4	1271
1992	95.6	95.8	50.4	213.6	71.8	288.2	195.6	117.6	204.4	552.4	228.2	472	2586
1994	255	101.4	15.4	139.2	200.6	174.4	40.8	55	351.8	311.8	278.6	182	2106
1995	279.2	186.4	80.2	135	203.6	86.6	47.2	189.4	239.6	333.6	343.6	248.4	2373
1996	275.6	122.2	19.2	129	271.8	240.8	53	210.4	123	213.8	391.8	358.2	2409

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
1997	300.8	96	16	154.8	88.8	335.6	60.8	120.4	54.2	136.8	530.4	310.6	2205
1998	313.6	40.6	11.8	266.4	120.4	66	24	38.8	239.4	341.2	115.6	60.6	1638
2003	111.4	3.0	28.8	131.8	11.6	27.0	23.6	55.0	26.0	394.8	380.4	246.0	1439
2004	88.2	223.8	88.2	82.0	130.8	53.4	24.8	41.6	60.8	363.6	133.0	66.8	1357
2005	31.2	32.2	70.2	226.2	86.0	14.8	123.0	92.0	153.8	293.8	170.0	248.8	1542
2006	63.8	246.0	215.0	64.0	54.6	16.2	80.4	208.2	156.0	242.4	181.2	279.8	1808
Media	172.4	149.3	138.9	165.4	134.2	108.2	83.4	113.9	165.6	259.9	253.1	209.6	**1950**
Massimo	671.8	731.0	473.8	433.2	324.6	335.6	387.6	329.0	624.0	635.8	574.2	633.0	**2925**
Minimo	7.4	1.2	1.4	1.0	11.6	14.8	0.4	2.6	4.6	25.6	17.4	3.4	**816**

Tab. 11: *Dati piogge cumulate mensili.*

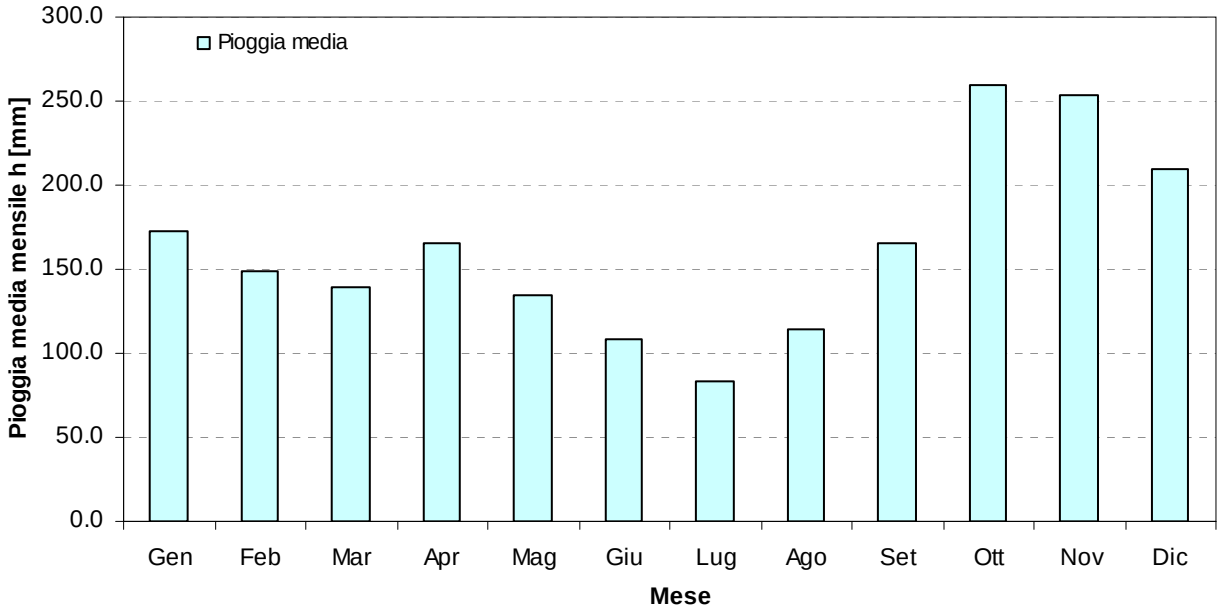


Fig. 31: *Piogge cumulate medie mensili stazione di Giacopiane - APAT 1950-2006.*

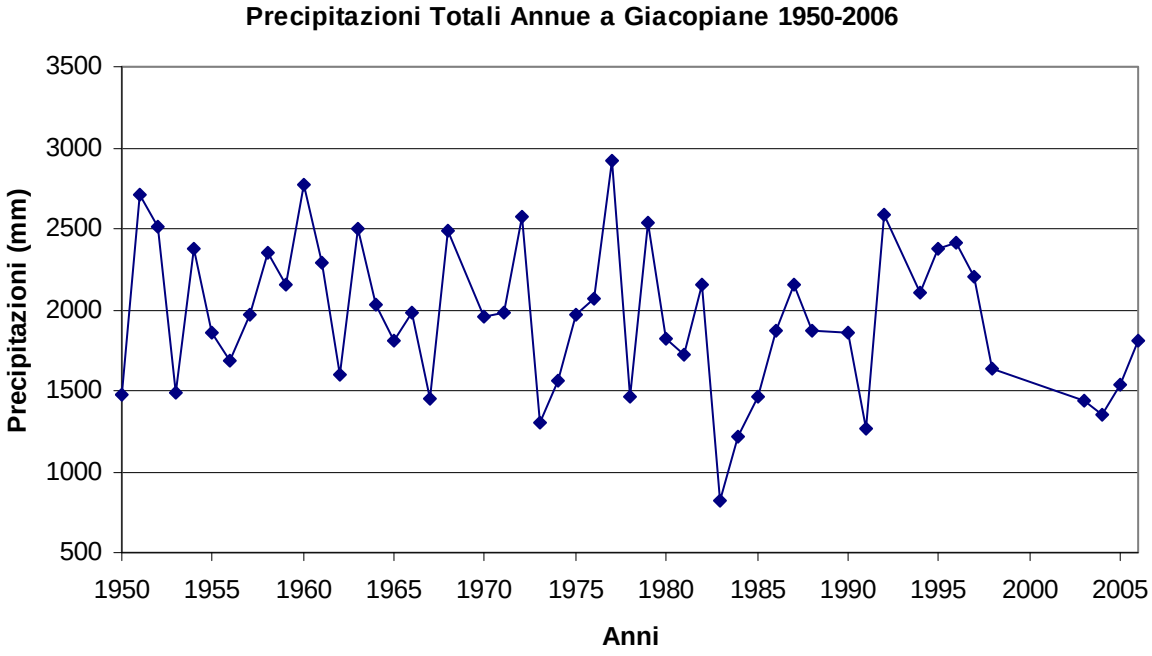


Fig. 32: *Andamento piogge cumulate annue stazione di Giacopiane - APAT 1950-2006.*

STAZIONE	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
GIACOPIANE	172.4	149.3	138.9	165.4	134.2	108.2	83.4	113.9	165.6	259.9	253.1	209.6	1950.3
SAN MICHELE	145.0	127.2	116.1	122.1	100.4	82.3	65.4	95.2	122.4	193.6	191.6	214.4	1567.3
MEDIA	158.7	138.2	127.5	143.7	117.3	95.3	74.4	104.6	144.0	226.8	222.4	212.0	1764.9

Tab. 12: *Dati piogge cumulate medie mensili.*

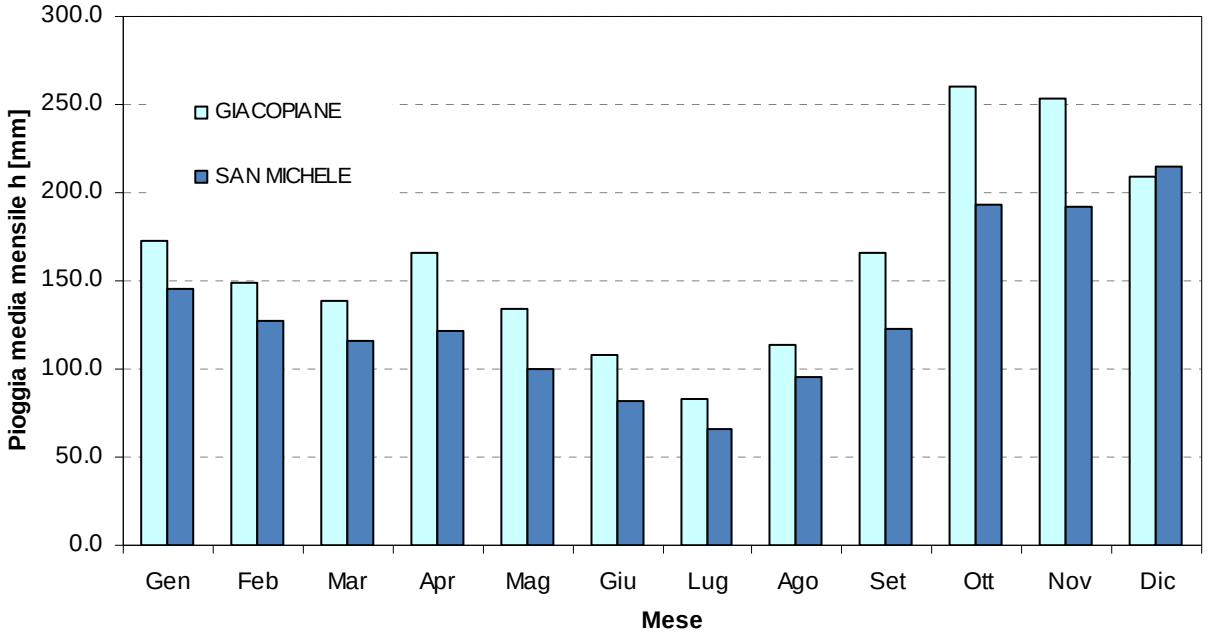


Fig. 33: *Pioggie cumulate medie mensili.*

6. Analisi delle portate disponibili.

Per la definizione delle portate disponibili ci si è riferiti ai valori di deflussi indicati nel Piano di Tutela delle Acque del Fiume Entella (P.T.A. approvato con D.C.P. n°19 del 15/04/2009). I valori di deflusso sono stati con una modellazione idrogeologica a scala regionale. In particolare il modello Hydro-co consente di stimare i deflussi reali considerando anche i prelievi antropici, ed è stato tarato sui dati acquisiti dalle stazioni di misura del livello idrometrico presenti sull'asa del fiume Entella e su stazioni meteo climatiche presenti nel bacino. In particolare il P.T.A. riporta la stima dei deflussi del torrente Mogliana in una sezione in prossimità della confluenza con il Torrente Sturla a Borgonovo. In questa sezione viene sotteso sostanzialmente tutto il bacino del Mogliana, per una superficie complessiva pari a 10.9 km^2. Tale bacino è riportato nel P.T.A. come "Tratto a monte sezione 7" – Vedi Allegato Stralcio Carta dei deflussi e DMV.
Il bacino del torrente Mogliana, secondo il P.T.A. è caratterizzato dalle presenza di poche derivazioni per prelievi idrici e scarichi reflui, entrambi caratterizzati da portate modeste.

Bacino sotteso alla sezione 7 del P.T.A.		
Superficie del bacino	10.9	Km^2
Portata media annua	0.46	m^3/s
Portata media annua specifica	42.2	l/s
Deflusso minimo vitale DMV	0.0393	m^3/s

Durata [giorni]	Portata Q sez 7 [m^3/s]
60	0.6049
90	0.4982
120	0.4186
150	0.3389
180	0.2784
210	0.2216
240	0.1717
270	0.1264
300	0.093
330	0.0701
360	0.0449

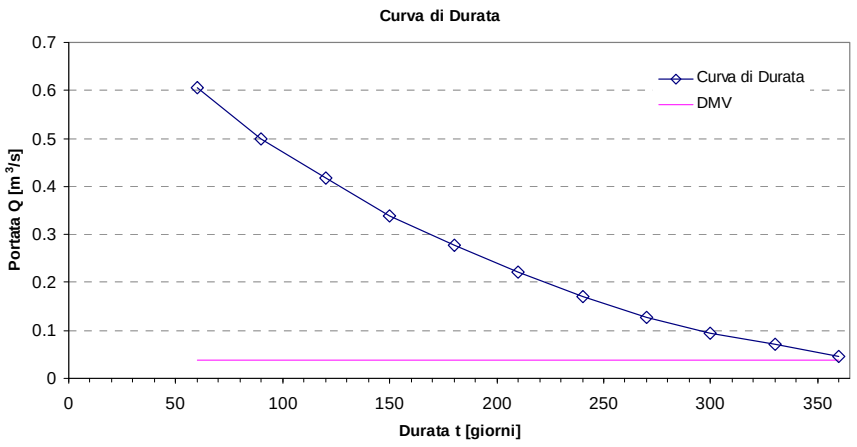


Fig. 34: *Dati tratto omogeneo Sezione 7 P.T.A.*

Lo studio riportato dal P.T.A. nel tratto omogeneo riportato permette la stima della curva delle durate nella sezione di interesse del prelievo secondo il principio della similitudine idrologica in quanto si considera un'area omogenea dal punto di vista geomorfoclimatico e nello specifico risultata una porzione del medesimo bacino afferente. Sulla base di questo principio si è considerata una proporzionalità diretta fra i due bacini ottenendo quanto riportato di seguito.

Bacino sotteso alla sezione di prelievo dell'impianto		
Superficie del bacino	5.19	Km^2
R=Sup.Sez.prelievo/Sup.Sez.7 del PTA	0.476	-
Portata media annua	0.219	m^3/s
Deflusso minimo vitale	0.019	m^3/s
Deflusso minimo vitale DMV calcolato da PBS con fattori correttivi	26	l/s

Durata [giorni]	Portata Q [m^3/s]	Note
10	0.654	3 x Portata media annua
60	0.2880	Rx Qsez 7
90	0.2372	
120	0.1993	
150	0.1614	
180	0.1326	
210	0.1055	
240	0.0818	
270	0.0602	
300	0.0443	
330	0.0334	
360	0.0214	

Fig. 35: *Dati tratto Sezione di prelievo impianto.*

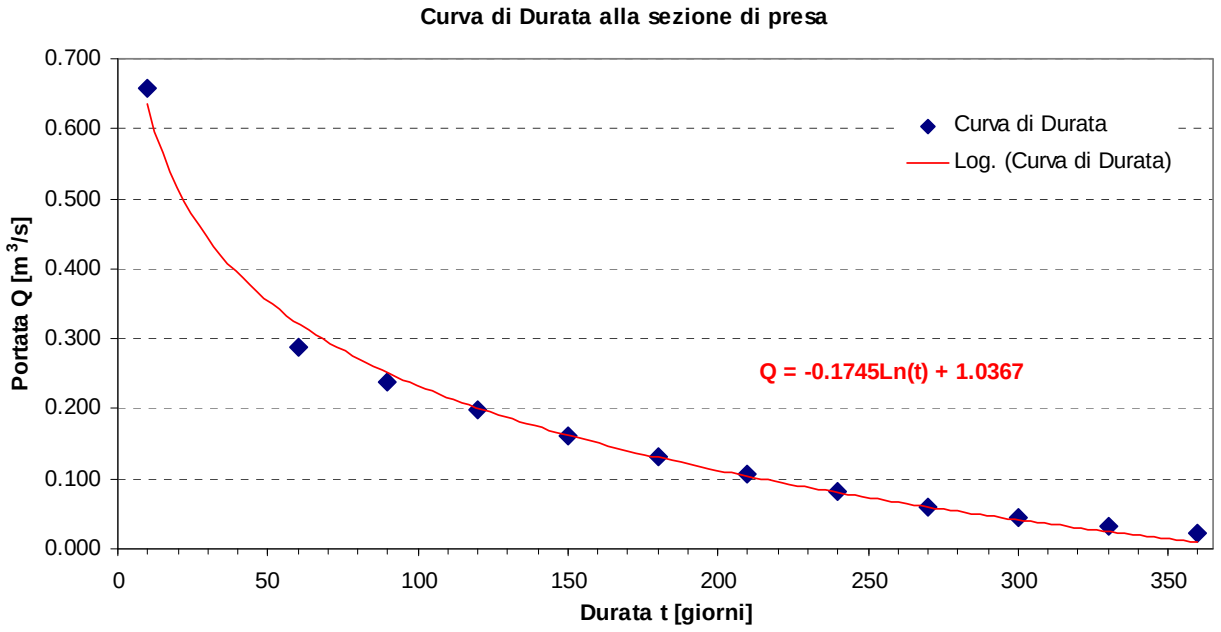


Fig. 1: *Curva di durata portate attese all'impianto.*

7. Prelievi acquedottistici in essere

Sul territorio comunale di Mezzanego sono presenti 8 acquedotti al servizio delle principali località:

- Borgonovo-Saccagni;
- Corerallo;
- Mezzanego Alto;
- Pontegiacomo;
- Prati-Vignolo;
- S.Siro foce Alto;
- S.Siro foce Basso;
- Valcarnella.

RISORSE

Le risorse derivano:

- dalla sorgente Cipollai, situata a quota 490 m s.l.m., che capta mediamente 0,3 l/s; l'opera si presenta in cattive condizioni;
- dalla sorgente Pian del fieno, situata a 395 m s.l.m. , che capta mediamente 0,08 l/s e risulta in cattive condizioni;
- dalle sorgenti Valle del Ronco 1 e 2, situate a quota 388 m s.l.m, che captano mediamente 0,75 l/s. Entrambe le opere di presa risultano in pessime condizioni;
- dalla sorgente Tombejo, situata a 395 m s.l.m, che capta mediamente 0,33 l/s e risulta in pessime condizioni;
- dalla sorgente Palmira Spinetto, situata a 190 m s.l.m., che capta mediamente 1,02 l/s. Lo stato di conservazione dell'opera di presa è pessimo;
- dalla sorgente delle Rose situata a 202 m s.l.m., che capta mediamente 0,40 l/s. Lo stato di conservazione dell'opera di presa è buono;
- dalla sorgente Ronchetto situata a 250 m s.l.m., che capta mediamente 0,44 l/s. Lo stato di conservazione dell'opera di presa è buono;
- dalla sorgente Cembrano, che capta mediamente 0,4 l/s, il cui stato di conservazione risulta buono;
- dalla captazione superficiale dal Torrente Mezzanego, ca. 100 l/s. L'opera è stata realizzata nel 1985 e risulta in discrete condizioni;
- dalla sorgente Funtanin, situata a 470 m s.l.m., che capta mediamente 0,18 l/s. il cui stato di conservazione risulta cattivo;
- dalla sorgente Seulle, situata a 470 m s.l.m., attualmente non in uso;
- dalla sorgente Rezemi situata a 895 m s.l.m., che capta mediamente 1 l/s e risulta in cattive condizioni;

- dalla sorgente Rio Pinello situata a 656 m s.l.m., che capta mediamente 0,70 l/s e il cui stato di conservazione è discreto;
- dall'opera di presa superficiale Rio Pinello, ca. 2 l/s concessi. Risalente al 1995 e in buono stato di conservazione;
- dalla sorgente Sereie, situata a 515 m s.l.m., che capta ca. 0,5 l/s e risulta in cattivo stato di conservazione;
- dalla sorgente Maggioli, situata a quota 377 m s.l.m., che capta ca. 0,2 l/s ed è in cattive condizioni;
- dalla sorgente Surlicana, situata a quota 385 m s.l.m., che capta da 0,05 a 0,17 l/s e il cui stato di conservazione è pessimo;dalla sorgente Ligge a quota 308 m s.l.m., che capta ca. 0,03 l/s. ed è in cattive condizioni;
- dalla presa in alveo dal Torrente Mogliana, che capta mediamente 100 l/s. L'opera risale al 1990 ed è in buono stato di conservazione;
- Dalla sorgente Costa Piana, costituita da tre scaturigini.

Il volume totale annuo captato su tutte le derivazioni è di circa 6.591.592 m^3.

Di seguito si riportano i due prelievi all'interno del bacino sotteso dall'impianto. Tali prelievi, nonostante siano di trascurabile entità, sono stati conteggiati nel calcolo della risorsa disponibile, e quindi detratti dalla curva delle portate naturali del Mogliana alla presa, e correttamente conteggiati nella simulazione di redditività dell'impianto. La portata totale delle due concessioni evidenziate pari a 1.3 l/s è decurtata alle portate totali naturali come riportato nella tabella di sintesi di calcolo della stima della produzione.

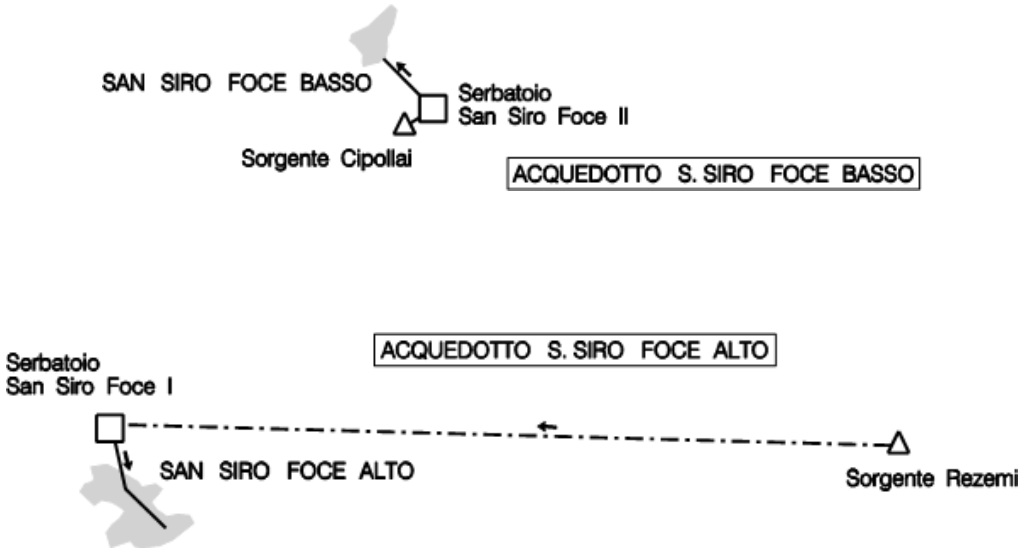


Fig. 2: *Indicazione prelievi acquedottistici interferenti con l'impianto in progetto.*

8. Portata di minimo deflusso vitale

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV), come definito dalle " Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino"ex art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152, è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che garantisce la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

Il Deflusso Minimo Vitale di un corso d'acqua (DMV) è stato introdotto nel quadro legislativo nazionale dalla legge 183/1989 (art. 3, comma 1, lettera i). Successivamente è stato ripreso dalle seguenti normative:

- D.Lgs. 275/1993;
- L.R. 28 gennaio 1993, n. 9;
- Legge 36/1994;
- D.Lgs. 152/1999;
- D.M. 28/7/2004 "Linee Guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la determinazione del minimo deflusso vitale";
- D.Lgs. 152/2006;
- L.R. 12 marzo 2003, n. 6;
- L.R. 16 novembre 2004, n. 21;
- DPCM del 21/9/2007.

In particolare, secondo il D.M. 28/7/2004 la quantificazione del DMV deve essere contenuta nel "Piano di Tutela delle Acque", un piano stralcio di settore del piano di bacino redatto dalle Regioni e dalle Province Autonome sulla base di obiettivi e priorità definiti dalle Autorità di Bacino.
Caratteri Idrologici: stima dei valori di Portata e dalla Delibera di Giunta Regionale n° 1175/2013 dove viene esaustivamente riportata la metodologia di calcolo del DMV previsto dalla normativa vigente.

Secondo quanto approvato dal Piano di Tutela delle Acque, in particolare dall'Allegato II, Il Bilancio Idrico si pone, come obiettivo, quello di sviluppare una gestione di tipo sostenibile della risorsa idrica, in grado di garantire la tutela quali-quantitativa del bene acqua, e di preservare l'equilibrio dell'ecosistema fluviale.
Il bilancio idrico viene calcolato prendendo in considerazione sia le caratteristiche fisiche, ambientali ed ecologiche del bacino idrografico, sia le principali pressioni antropiche che agiscono sul regime dei deflussi naturali del corpo idrico.
In particolare, per quanto riguarda le acque superficiali, un elemento vincolante la condizione di equilibrio dell'ecosistema fluviale risulta essere il Minimo Deflusso Vitale (DMV). Il Deflusso Minimo Vitale (DMV),

così come anche definito dalle " Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino (art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152)", approvate nella seduta della Conferenza Stato – Regioni del 17 giugno 2004, è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, al fine di:

- garantire l'integrità ecologica del corso d'acqua con particolare riferimento alla tutela della vita acquatica; in tal senso il minimo deflusso vitale deve essere inteso come quella portata residua in grado di permettere a lungo termine la salvaguardia della struttura naturale del corso d'acqua e la presenza di una biocenosi che siano corrispondenti alle condizioni naturali locali;
- assicurare un equilibrato utilizzo della risorsa idrica, salvaguardando le esigenze di soddisfacimento dei diversi fabbisogni sotto il profilo qualitativo e quantitativo;
- tutelare l'equilibrio del bilancio idrico ed idrogeologico.

La normativa vigente prevede che le Regioni determino il Deflusso Minimo Vitale in base ai criteri individuati dalle Autorità di Bacino.
Il territorio della Regione Liguria ricade sotto la competenza di tre diverse autorità di bacino:
l'Autorità di bacino nazionale del F. Po, l'Autorità di bacino di rilievo regionale, l'Autorità di bacino interregionale del F. Magra.
Si riporta di seguito come è stato individuato il DMV dall'Autorità di bacino competente territorialmente per lo specifico progetto.

Autorita' di Bacino di Rilievo Regionale

Per il calcolo del DMV sono stati utilizzati gli stessi criteri già individuati per il territorio ricadente nella competenza dell'Autorità di Bacino Nazionale del Po che vengono qui di seguito riportati:

Calcolo del deflusso minimo vitale

Le delibere del 7/2002 e 7/2004 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, stabiliscono che per calcolare il deflusso minimo vitale (DMV), cioè il deflusso che in un corso d'acqua deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi in una determinata sezione del corso d'acqua, si applichi, ad esclusione dell'asta del Po, la formula seguente:

DMV = k qmedia S M Z A T (in l/s)

Dove:

- k = parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche;
- qmedia = portata specifica media annua per unità di superficie del bacino ((Qmedia/S)in l/s km^2);
- S = superficie del bacino sottesa dalla sezione del corso d'acqua (in km^2);
- M = parametro morfologico;
- Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, calcolati distintamente, dove:
    - N = parametro naturalistico;
    - F = parametro di fruizione;
    - Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali.
- A = parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee;
- T = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV.
-

Il valore del termine kxqmediaxS rappresenta la componente idrologica del DMV da definire a valle di ogni derivazione che insiste sul reticolo idrografico naturale.
Gli altri parametri vengono indicati negli atti dell'Autorità di bacino del Po come fattori di correzione che tengono conto, ove necessario, delle particolari condizioni locali ed in particolare:

- i parametri M ed A esprimono la necessità di adeguamento della componente idrologica del DMV alle particolari caratteristiche morfologiche dell'alveo e delle modalità di scorrimento della corrente, nonché degli scambi idrici tra le acque superficiali e sotterranee;
- I parametri N, F, Q esprimono la maggiorazione della componente idrologica del DMV necessaria in relazione alle condizioni di pregio naturalistico, alla specifica destinazione d'uso della risorsa idrica e al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Tutela delle Acque o in altri piani settoriali. Nel caso in cui ricorrano le condizioni per l'applicazione di almeno due dei suddetti parametri, si dovrà considerare il valore numericamente più elevato, idoneo a garantire una adeguata tutela anche per le altre componenti.

Determinazione del parametro k

Il parametro k esprime la percentuale della portata media che deve essere considerata nel calcolo del deflusso minimo vitale.
Il valore del parametro k è compreso tra 0 e 1, estremi esclusi, ed è diversificato per aree omogenee nei regimi idrologici di magra.

Determinazione di qmedia

La metodologia per la valutazione della portata specifica media annua per unità di superficie del bacino qmeda deve considerare le seguenti possibilità:

- espressioni di regionalizzazione adatte alla dimensione del bacino idrografico in esame;
- trasferimento dei dati di monitoraggio delle stazioni esistenti di misura delle portate, fatti salvi gli opportuni vincoli in merito alla rappresentatività della stazione rispetto alla sezione di interesse e alla idoneità dei dati ad esprimere la situazione idrologica naturale di riferimento;
- impianto di una stazione di monitoraggio specifica e acquisizione di almeno un quinquennio di osservazioni (anche in questo caso da ricondurre alla situazione naturale di riferimento);
- analisi idrologica avanzata, con il supporto di modellistica idrologico-idraulica specifica.

Per i bacini regolati qmeda deve rappresentare, con la migliore approssimazione consentita dai dati idrometrici disponibili, il valore medio annuale delle portate specifiche naturali defluenti nella sezione del corso d'acqua, in assenza delle derivazioni idriche e degli invasi.

Determinazione del parametro S

Il parametro S rappresenta la superficie del bacino idrografico sotteso dalla sezione del corso d'acqua nella quale è calcolato il deflusso minimo vitale.

Determinazione del parametro M

Il parametro morfologico M esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni compatibili, dal punto di vista della distribuzione del flusso, con gli obiettivi di habitat e di fruizione. I valori del parametro M sono compresi tra 0.7 e 1.3. La metodologia per la determinazione del parametro M deve considerare almeno i seguenti aspetti: pendenza dell'alveo, tipologia morfologica, presenza di pools, permeabilità del substrato.

Determinazione del parametro N

Il parametro N esprime le esigenze di maggiore tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità.
I valori del parametro N sono maggiori o uguali a 1; devono essere previsti valori di N maggiori di 1 almeno per:

- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi e riserve naturali regionali;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio delle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il decreto del Presidente della Repubblica del 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuate ai sensi delle direttive 92/43/CEE "Conservazione degli habitat" e 79/409/CEE, di cui al decreto ministeriale 3 aprile 2000 del Ministro dell'Ambiente, pubblicato sulla G.U. 22 aprile 2000, n.95, supplemento ordinario n.65;

- i corsi d'acqua che, ancorché non compresi nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica, che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica. Su questi tratti per la determinazione del coefficiente N può essere consigliabile approfondire le esigenze di deflusso legate alla tutela della vita acquatica, mediante l'applicazione di metodologie sperimentali, quali il metodo dei microhabitat.

Determinazione del parametro F

Il parametro F esprime le esigenze di maggiore tutela per gli ambienti fluviali oggetto di particolare fruizione turistico-sociale, compresa la balneazione. I valori del parametro F sono maggiori o uguali a 1.

Determinazione del parametro Q

Il parametro Q esprime le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nei corsi d'acqua in funzione delle attività antropiche esistenti. I valori del parametro Q sono maggiori o uguali a 1. Valori maggiori di 1 devono essere previsti laddove la riduzione dei carichi inquinanti provenienti da sorgenti puntiformi, ottenuta applicando le più efficaci tecniche di depurazione, e da sorgenti diffuse non sia sufficiente a conseguire gli obiettivi di qualità.

Determinazione del parametro A

Il parametro A descrive le esigenze di maggiore o minore rilascio dovute al contributo delle falde sotterranee nella formazione del deflusso minimo vitale. I valori del parametro A sono compresi tra 0.5 e 1.5.

Si ritiene opportuno che le analisi relative all'interazione delle acque superficiali con le acque sotterranee siano svolte almeno per i tratti di alveo ad elevata permeabilità del substrato.

Determinazione del parametro T

Il parametro T descrive le esigenze di variazione nell'arco dell'anno dei rilasci determinate dagli obiettivi di tutela dei singoli tratti di corso d'acqua. Di seguito si riportano alcune indicazioni relative agli obiettivi di tutela in relazione ai quali deve essere valutata l'opportunità di modulare il valore del deflusso minimo vitale durante determinati periodi dell'anno:

Esigenze di tutela dell'ittiofauna. Può essere necessario aumentare i rilasci in alveo nei periodi critici per l'ittiofauna: la riproduzione e la prima fase del ciclo vitale. Tale valutazione deve essere effettuata prioritariamente per i corsi idrici evidenziati per la determinazione del parametro N. I periodi di riferimento variano da bacino a bacino in funzione delle specie di riferimento e dei parametri climatici. E' pertanto

ipotizzabile una modulazione diversificata per bacino e riferita a specifici tratti fluviali di interesse. A titolo orientativo si può fare riferimento ai periodi sotto indicati:

- salmonidi in ambiente alpino: novembre¸ gennaio;
- salmonidi in ambiente appenninico: dicembre¸ febbraio;
- ciprinidi: maggio¸ luglio.

Nella fase riproduttiva devono essere evitate brusche variazioni delle portate in alveo prodotte dalle opere di derivazione, che possono provocare l'asciutta delle aree di frega o comunque alterazioni delle caratteristiche idrauliche del deflusso non compatibili con il necessario equilibrio degli habitat riproduttivi.

Fruizione turistico-sociale. L'aumento delle portate in alveo come strumento per tutelare la fruizione turistico-sociale dei corsi d'acqua già stato esaminato nell'ambito della determinazione del parametro F. L'utilizzo a tal fine del parametro T può avvenire in quei casi in cui la fruizione sia limitata a brevi periodi dell'anno (ad esempio in caso di forti variazioni dell'affluenza turistica).

Diluizione di inquinanti. L'aumento delle portate in alveo come strumento per aumentare la diluizione dei carichi inquinanti è già stato esaminato nell'ambito della determinazione del parametro Q. L'utilizzo a tal fine del parametro T può avvenire in quei casi in cui la necessità di diluire gli inquinanti sia limitata a brevi periodi dell'anno (ad esempio in caso di aumento del carico antropico per affluenza turistica).

Diversificazione del regime di deflusso. La diversificazione del regime di deflusso può essere necessaria per mitigare situazioni di stress sulle biocenosi indotte dalla costanza del regime idraulico. L'opportunità di tale provvedimento deve essere valutata prioritariamente nei corsi idrici evidenziati nella determinazione del parametro N.

Definizione del DMV in ambito regionale

Sulla base di quanto indicato dagli atti dell'Autorità di bacino del Po spetta alle Regioni:

- definire le modalità di calcolo dei fattori che concorrono alla determinazione della componente idrologica *qmeda* e fattore K;
- individuare i corsi d'acqua superficiali o tratti omogenei di essi su cui applicare i parametri correttivi (M,A,Z,T);
- assegnare per tali tratti specifici valori dei parametri correttivi (M,A,Z,T).

Come precedentemente detto il valore del DMV deve salvaguardare le caratteristiche fisiche del corpo idrico, quelle chimico-fisiche delle acque e le biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali. La salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corso d'acqua riguarda il mantenimento delle sue naturali tendenze evolutive sia morfologiche che idrologiche. Mentre la salvaguardia delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque

deve tendere al raggiungimento e mantenimento nel tempo degli obiettivi di qualità previsti dal D.Lgs.152/99. Per quanto riguarda le biocenosi tipiche per salvaguardia si intende il mantenimento nel tempo delle stesse nelle aree di riferimento. Spesso in considerazione delle notevoli trasformazioni avvenute sul territorio risulta estremamente difficoltoso reperire aree che presentino una condizione di piena naturalità sia con assenza di derivazioni a monte sia per situazioni di alveo e sponde ed aree di pertinenza del fiume completamente naturali. E risulta anche molto complesso immaginare la originaria naturalità e le conseguenti misure per recuperarla. Allo stato attuale risulta quindi importante individuare un regime idrologico e quindi un conseguente DMV che risulti idoneo, in sinergia con gli altri interventi sulla pressione antropica quantitativa e qualitativa sui corsi d'acqua, a garantire e condizioni ambientali del corso d'acqua prefigurate dal Piano di Tutela e che non penalizzi oltre misura i prelievi in atto e futuri.

Metodologia per il calcolo della componente idrologica

Per quanto riguarda portata media e superficie sottesa in riferimento a quanto richiesto dall'autorità di Bacino regionale competente, si è utilizzato il "Modello" di bilancio idrico Hydro-CO in grado, in ciascuna sezione, di individuare il bacino sotteso e di fornire un valore di deflusso.
Per quanto riguarda il coefficiente «k», questo rappresenta un fattore di tipo idrologico che esprime la percentuale di portata media da considerarsi nel calcolo del DMV. Tale valore non è costante su tutto il territorio di competenza dell'AdB regionale; in particolare il coefficiente «k» assume i seguenti valori:

- $k = - 2.24 \cdot 10\text{-}5\ S + 0.086$; [S in km^2] (per i bacini siti a est del Torrente Bisagno in comune di Genova, questo escluso);
- $k = - 2.39 \cdot 10\text{-}5\ S + 0.058$; [S in km^2] (per i bacini siti a ovest del Torrente Bisagno in comune di Genova, questo compreso)

Si riporta per la trattazione integrale del DMV si rimanda ai Piani di bacino stralcio per il bilancio idrico relativi a corpi idrici sia superficiali che sotterranei di competenza dell'Autorità di bacino di rilevo regionale così come individuati dalla DGR 1705/2003.

Lo studio attuato dall'autorità di bacino di Genova definisce la quantificazione del DMV su vari tratti definiti omogenei.
Per quanto concerne il bacino di riferimento, ovvero quello dell'Entella si dafiniscono i seguenti tratti:
Tratto a monte sezione 1 - Fiume Entella
In tale tratto sono presenti poche derivazioni e scarichi e comunque caratterizzati da portate modeste.
Tratto a monte sezione 2 - Torrente Graveglia

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

Tratto a monte sezione 3 - Torrente Graveglia

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

Tratto a monte sezione 4 - Torrente Sturla

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

Tratto a monte sezione 5 - Torrente Cicana

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

Tratto a monte sezione 6 - Torrente Mezzanego

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

Tratto a monte sezione 7 - Torrente Mogliana

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

Tratto a monte sezione 8 - Torrente Penna

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

Tratto a monte sezione 9 - Torrente Sturla

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e una grande concessione destinata alla produzione di energia idroelettrica (portata concessa pari a circa 800 l/s, restituita in alveo dopo l'uso). *Tratto a monte sezione 10 - Torrente Lavagna*

In questo tratto sono presenti alcune derivazioni di modesta entità e due grandi concessioni destinate alla produzione di energia idroelettrica (portate concesse pari a circa 37 l/s e 70 l/s, restituite in alveo dopo l''uso). È presente inoltre uno scarico industriale caratterizzato da una portata rilevante (quasi 400 l/s). *Tratto a monte sezione 11 - Torrente Isolone*

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

Tratto a monte sezione 12 - Torrente Malvaro

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

Tratto a monte sezione 13 - Torrente Cornia

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

Tratto a monte sezione 14 - Torrente Moconesi

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

Tratto a monte sezione 15 - Torrente di Neirone

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

Tratto a monte sezione 16 - Torrente d'Urri

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

Tratto a monte sezione 17 - Torrente Lavagna

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

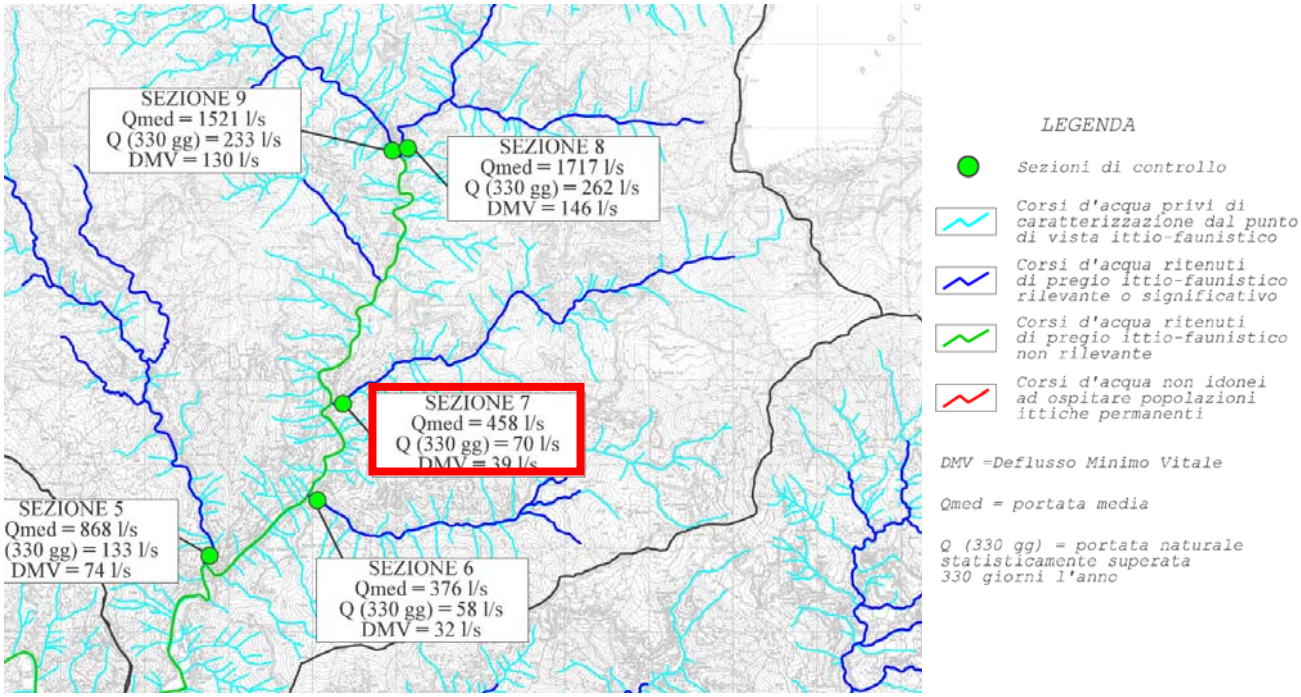


Fig. 3: *Piano di Bacino stralcio sul bilancio idrico (L.R. 18/99 art.91) – Approvato con D.C.P. n°19 del 15/04/2009 – Carta del Minimo deflusso vitale (DMV)- Bacino del Fiume Entella.*

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

Per l'area oggetto di studio, appartenente alla sezione 7, si prevede la seguente formula di quantificazione del DMV:

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

$$DMV_{IDROLOGICO} = k \cdot q_{media} \cdot S$$
$$k = -2.24 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.086 \qquad \text{Eq. 13}$$

con:

- con S in km^2;
- q_{media} S ottenute dalle elaborazioni del modello di bilancio idrico Hydro

Bacino sotteso alla sezione di prelievo dell'impianto		
Superficie del bacino	5.19	Km^2
Portata media annua specifica q_{media}	458/10.9=42.0	$l/s/km^2$
Portata media annua (q_{media} x S)	218.08	l/s
$k=-2.24*10^{-5}*5.19+0.086$	0.0859	
Deflusso minimo vitale da PBS componente idrologica	**18.73**	**l/s**

Per il calcolo del DMV tenedo in considerazione dei fattori correttivi si è applicata la metodologia di calcolo prevista dal Piano di Tutela Acque, con le ulteriori specificazioni della D.G.R. 1175/2013 che da le prime definizione applicativa dei fattori correttivi. Di seguito si riporta parte della delibera suddetta:

CRITERI PER LA DETERMINAZIONE DEI FATTORI CORRETTIVI M, N e Q DETERMINAZIONE FATTORE M

Il parametro morfologico M esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni compatibili, dal punto di vista della distribuzione del flusso, con gli obiettivi di habitat e di fruizione. In relazione al livello conoscitivo attuale ed al fine di ricercare la necessaria coerenza e omogeneità a livello regionale si assumono i valori del parametro M espressi dall'Autorità di Bacino del Po, nel cui ambito di competenza ricade quasi il 29% del territorio regionale, compresi tra 0,7 e 1,3 associandoli a 4 classi morfologiche (tabella 1). La definizione delle classi morfologiche e del conseguente valore del parametro M associato è stata predisposta in base a classi di pendenza (tabella 2) e a fasce altimetriche (tabella 3) sotto riportate e considerando la suddivisione areale definita dalle tre Idro-Ecoregioni (HER 4 Alpi Meridionali - HER 9 Alpi Mediterranee e HER 10 Appennino Settentrionale) in cui è compreso il territorio regionale. La definizione delle Idro-Ecoregioni, 21 sul territorio italiano, discende da quanto previsto dalla Direttiva europea 2000/60 che per definire tali idrosistemi considera la geologia, l'orografia e il clima, che regolano la morfodinamica e i parametri idrochimici a scala di tratto fluviale, i principali fattori che determinano le caratteristiche degli ecosistemi d'acqua corrente a scala di bacino. Pertanto all'interno di ogni HER, gli ecosistemi di acqua corrente presentano una variabilità limitata per le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, oltre che un simile pattern di variazione longitudinale.

Tabella 1 - Classi morfologiche

CLASSE MORFOLOGICA (CM)		VALORE M
CM1	Reticolo di versante in ambiente montano alpino	0,90
CM2	Aste di fondovalle in ambiente montano alpino con alveo-tipo tendenzialmente unicursale o pluricursale con pendenze inferiori/uguali al 10%	1,10
CM3	Reticolo di versante e di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare	1,10
CM4	Reticolo idrografico naturale di pianura	1,15

Tabella 2 - Fasce altimetriche

FASCE ALTIMETRICHE (metri)	
0 – 300	PIANURA
301 - 600	COLLINA
> 600	MONTAGNA

Tabella 3 - Pendenze

PENDENZE %
0-10
11-35
>35

L'individuazione delle diverse classi morfologiche si ottiene attraverso una matrice che incrocia le fascealtimetriche con le pendenze e contemplando anche le Idro-Ecoregioni consente di ottenere quanto riportato nella Tabella 4 seguente:

Tabella 4 - Classi Morfologiche

	PENDENZE %		
	0-10	**11-35**	**> 35**
FASCE ALTIMETRICHE (metri)			
0 - 300	CM4	CM3	CM3
300 - 600	CM3	CM 3	CM3
> 600	HER 4/HER 9 CM2	CM3	HER4/HER 9 CM1
	HER 10 CM3		HER 10 CM3

Utilizzando tale matrice è stata predisposta la rappresentazione cartografica allegata, Carta n. 1, in cui, oltre alla suddivisione areale risultante relativa al valore del parametro M da utilizzare per il calcolo del DMV, viene anche riportato, per facilità di consultazione, il reticolo di riferimento di cui al Piano di Tutela delle Acque regionale.

DETERMINAZIONE DEL FATTORE N

Il parametro N esprime le esigenze di maggiore tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità. I valori del parametro N, come indicato all'Allegato II del Piano di Tutela delle Acque, sono maggiori o uguali a 1; devono essere previsti valori di N maggiori di 1 almeno per:

- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi e riserve naturali regionali;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio delle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il decreto del Presidente della Repubblica del 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuate ai sensi delle direttive 92/43/CEE "Conservazione degli habitat" e 79/409/CEE, di cui al decreto ministeriale 3 aprile 2000 del Ministro dell'Ambiente, pubblicato sulla G.U. 22 aprile 2000, n. 95, supplemento ordinario n. 65;
- i corsi d'acqua che, ancorché non compresi nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica, che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica.

Le informazioni regionali disponibili sulla presenza degli habitat di cui all'Allegato I della direttiva 92/43/CEE si basano attualmente sulla cartografia "Biodiversità – habitat natura 2000" pubblicata sul repertorio cartografico regionale; tale livello informativo è solo parzialmente adeguato allo scopo in quanto la carta ha copertura territoriale parziale ed inoltre è in fase di revisione. Si rende tuttavia necessario pervenire, nelle more di un maggior dettaglio delle conoscenze sulle emergenze naturalistiche e della revisione della carta degli habitat, alla determinazione di un valore del Parametro N maggiore di 1 che tuteli, in regime di salvaguardia, le seguenti aree:

- Area SIC individuata ai sensi della Direttiva 92/43/CEE;
- Area ZPS individuata ai sensi della Direttiva 79/409/CEE;
- Aree Protette Nazionali o Regionali.

Nello specifico il valore del parametro N assume valore 1,8 se:

- l'opera di presa a derivare ricade all'interno di una qualunque delle suddette aree sulla base dei livelli informativi cartografici ufficiali pubblicati dalla Regione;
- l'opera di presa non ricade all'interno delle suddette aree, ma: il corso d'acqua interessato dalla derivazione attraversa un SIC ove sono presenti i seguenti habitat:
- tutti gli Habitat di acqua dolce (identificati dai codici della serie 3000 e precisamente da 3110 a 3290);
- Habitat forestale con codice 91E0 "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*)";
- il corso d'acqua interessato dalla derivazione attraversa un'area protetta nazionale o regionale, sulla base dei livelli informativi cartografici ufficiali pubblicati dalla Regione.

E' fatta eccezione nel caso di impianti con punto di restituzione a monte della perimetrazione delle suddette aree; in questo caso il valore di N è posto uguale a 1.

Restano ferme le misure di conservazione e salvaguardia di cui alle D.G.R. n. 1507/2009 e n. 2040/2009 ed i criteri di localizzazione degli impianti mini idroelettrici di cui al punto 4 delle linee guida allegate alla D.G.R. n. 1122/2012 2012 "D.M. 10/09/2010. L.R. 38/98 art. 16 Approvazione linee guida impianti produzione energia da fonti rinnovabili".

DETERMINAZIONE DEL FATTORE Q

Il parametro Q esprime le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nei corsi d'acqua in funzione delle attività antropiche esistenti. I valori del parametro Q sono maggiori o uguali a 1. Valori maggiori di 1 devono essere previsti laddove la riduzione dei carichi inquinanti provenienti da sorgenti puntiformi, ottenuta applicando le più efficaci tecniche di depurazione, e da sorgenti diffuse non sia sufficiente a conseguire gli obiettivi di qualità. Il parametro Q viene modulato in un intervallo compreso tra 1 e 1,6, assegnando i valori in base allo stato dei corpi idrici superficiali tipizzati con D.G.R. n. 430/2009. Nella modulazione del parametro si è stabilito di dare più peso allo Stato Ecologico (SE) rispetto allo Stato Chimico (SC), in quanto la classificazione ecologica, in base al principio ispiratore della Direttiva 2000/60/CE, è il criterio di valutazione principale; infatti l'efficienza dei processi dell'ecosistema e la sua capacità di ospitare comunità animali e vegetali sufficientemente ricche e diversificate sono direttamente correlati con l'obiettivo di salvaguardia ambientale.

La formula adottata è la seguente :

Q = 0,3 SC + 0,7 SE (1)

dove:

- 0,3 e 0,7 sono i pesi attribuiti rispettivamente allo SC e allo SE,
- lo SC e lo SE sono i valori attribuiti allo SC ed allo SE, come sotto riportato:

Stato Chimico	**Valore**
Buono	1
Non Buono	1,2
Stato Ecologico	**Valore**
Elevato	1
Buono	1
Sufficiente	1,4
Scarso	1,6
Cattivo	1,8

Tabella 5 – Valori SC e SE

Applicando alla formula (1) i valori SC ed SE riportati nella Tabella 5 si ottengono i seguenti valori di Q:

		Stato Chimico	
		Buono	**Non Buono**
Stato Ecologico	*Elevato*	1,0	1,1
	Buono	1,0	1,1
	Sufficiente	1,3	1,3
	Scarso	1,4	1,5
	Cattivo	1,6	1,6

Tabella 6 – Calcolo del valore Q in funzione dello SC e SE

Q è applicato al corpo idrico superficiale tipizzato e all'area idrografica a questo afferente individuata partendo dal reticolo idrografico tipizzato con D.G.R. n. 430/2009 e dal modello digitale del terreno (DTM) a maglia 50mx50m, generato da una "ricampionatura'' del DTM 5mx5m. Per le aree non individuate come afferenti ai corpi idrici tipizzati il valore di Q è posto uguale ad 1. Inoltre se a valle dell'area idrografica ove ricade l'intervento si trova un corpo idrico con un valore di Q maggiore di quello a monte deve essere considerato il valore di Q più elevato. La suddetta "correzione" non si applica nel caso di impianti con restituzione nella stessa area idrografica in cui è presente l'opera di presa.

Nel caso in cui il corpo idrico superficiale risulti nella D.G.R. n. 1615/2012 nello stato "Da monitorare 2012-2014" è stato usato il dato della classificazione contenuto nel Piano di Tutela delle Acque di cui alla D.C.R. n. 32/2009. Infine nel caso di impianti mini idroelettrici il valore di SC deve essere sempre posto uguale ad 1, indipendentemente dagli esiti della classificazione dello SC.

ALLEGATO 2
RAPPRESENTAZIONI CARTOGRAFICHE A SUPPORTO DELLA PRIMA INDIVIDUAZIONE DEI FATTORI CORRETTIVI RELATIVI ALLA MORFOLOGIA DEL TERRITORIO (M) E ALLA QUALITÀ DELLE ACQUE FLUVIALI (Q)

DEFLUSSO MINIMO VITALE

FATTORE M

Morfologico

Legenda

Autorità di Bacino del Fiume Magra

Fattori Morfologici

CM1 - Reticolo di versante in ambiente montano alpini

CM2 - Aste di fondovalle in ambiente montano alpino

CM3 - Reticolo di versante di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare

CM4 - Reticolo idrografico di pianura



Fig. 4: *D.G.R. 1175/2003 Allegato 2 – DEFLUSSO MINIMO VITALE FATTORE M Morfologico.*

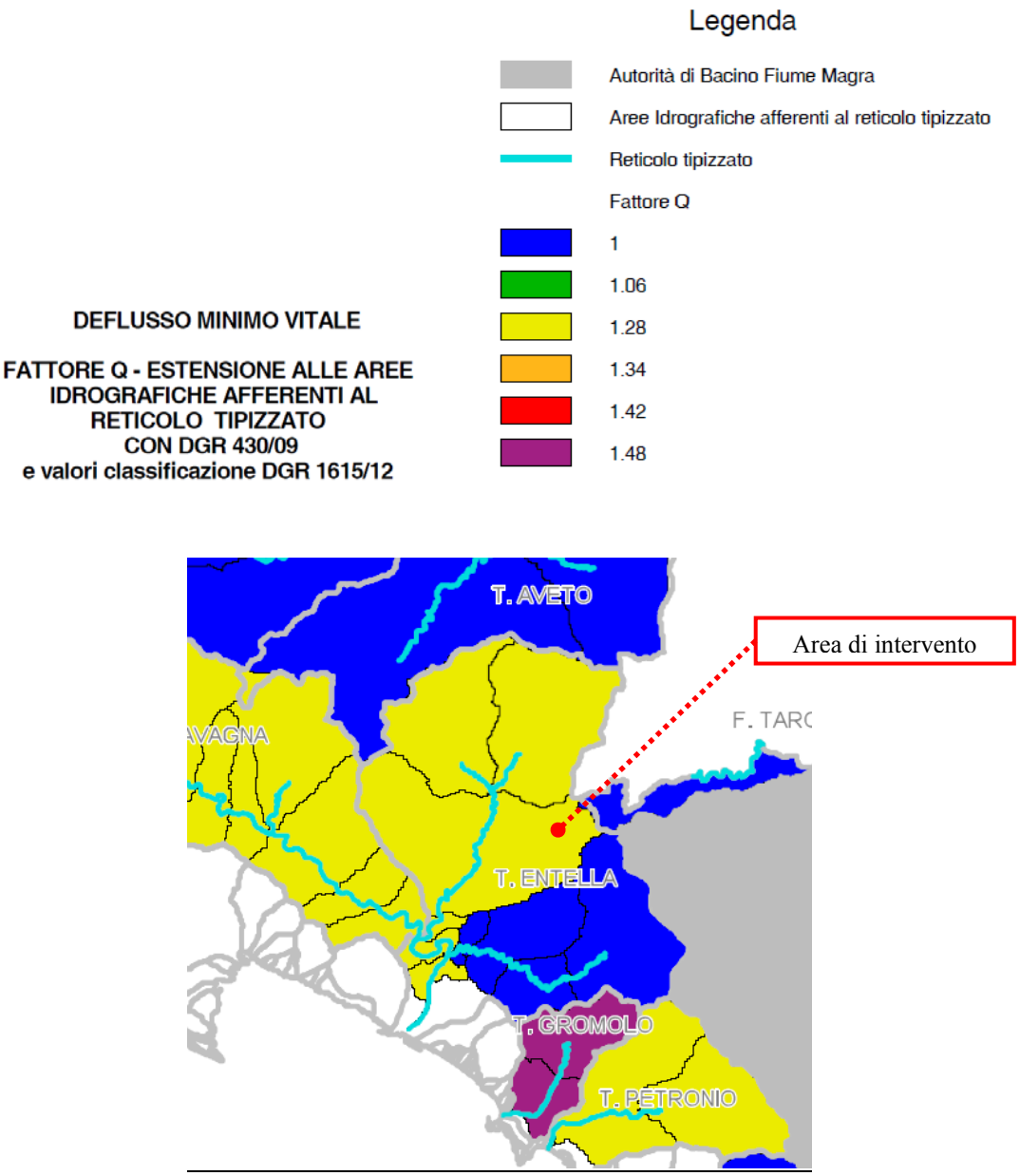


Fig. 5: *D.G.R. 1175/2003 Allegato 2 – DEFLUSSO MINIMO VITALE FATTORE Q - ESTENSIONE ALLE AREE IDROGRAFICHE AFFERENTI AL RETICOLO TIPIZZATOCON DGR 430/09 e valori classificazione DGR 1615/12*

Per l'area oggetto di studio, si prevede la seguente formula di quantificazione del DMV comprensivo dei fattori correttivi:

$$DMV = DMV_{IDROLOGICO} \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T \qquad \text{Eq. 14}$$

Bacino sotteso alla sezione di prelievo dell'impianto		
Deflusso minimo vitale da PBS componente idrologica	**18.73**	**l/s**
M	**1.10**	
Z =max(N,F,Q)	**1.28**	
A	**1**	
T	**1**	
Deflusso minimo vitale da PBS con fattori correttivi	**26**	**l/s**
Deflusso minimo vitale assunto	**26**	**l/s**

Il DMV verrà garantito tramite una soglia ribassata in corrispondenza della sezione di ingresso della scala di risalita per la fauna ittica. Nel caso in cui fosse apportate all'interno del procedimento autorizzativo e, successivamente durante la fase di esercizio dell'impianto, di diversi valori della portata di ripsetto accordati con gli enti preposti, viene prevista la possibilità di adattare il setto amovibile di rilascio, al fine di adattarsi alle nuove possibili condizioni di rilascio richieste.

In tal modo la dittà garantirà l'dattabilità del sistema di rilascio. In questo modo, pur a scapito di una perdita di produzione nel caso di DMV maggiori a quanto proposto, verrà sempre garantita la continuità dal punto di vista biologico.

L'intervento in progetto ad inserirsi in una logica di produzione di energia rinnovabile, collocandosi in maniera coerente con gli obiettivi di qualità della risorsa idrica e degli ambienti connessi previsti dal Piano di Tutela delle Acque volti al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale di cui agli artt. 76 e 77 del D.Lgs 152/2006 contenente le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico ai sensi dell'art. 13 della Direttiva 2000/60/CE.

DMV all'opera di presa:

Superficie sottesa [km^2]	Portata di rispetto minima assunta [l/s]
5.19	**26**

Tab. 13: *Portata di rispetto minima non derivta all'opera di presa.*

Per la realizzazione pratica del rilascio si prevede l'apertura, sul corpo della briglia, di una luce libera presidiata da un lamierino metallico amovibile per cui il suo funzionamento è assimilabile a quello di uno stramazzo rettangolare in parete sottile mediante l'espressione:

$$Q = C_q \cdot B \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \qquad \text{Eq. 15}$$

dove:

- C_Q è il coefficiente di portata per parete sottile (0.41);
- B è la larghezza della luce (0.25 m);
- h è l'altezza del battente a monte dello stramazzo (0.149 m).

Un particolare schematico sulla geometria della luce di rilascio è riportato di seguito:

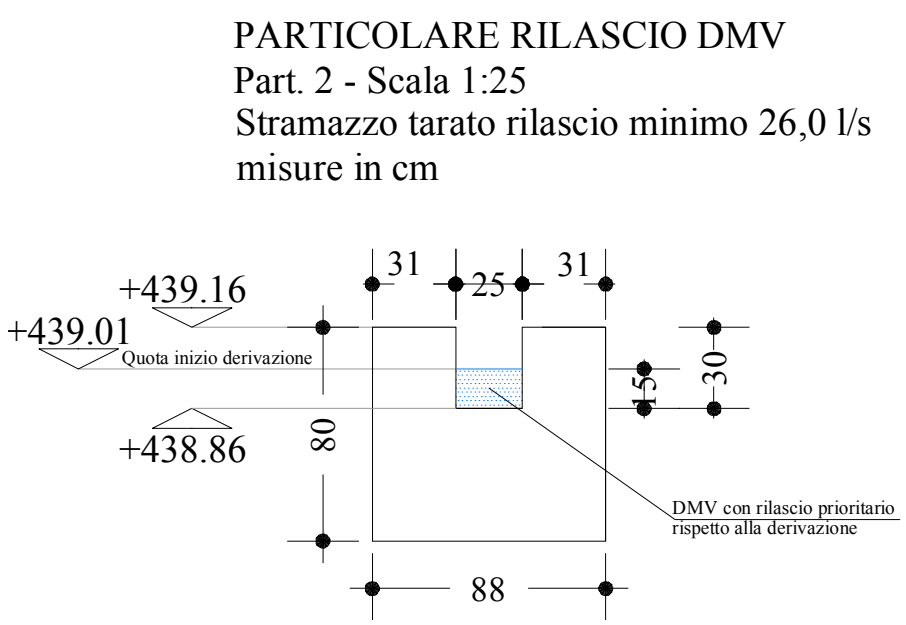


Fig. 36: *Geometria e schema funzionamento soglia di rilascio DMV presa.*

Le modifiche apportate al sistema di rilascio e di derivazione garantiscono la priorità del rilascio rispetto alla derivazione. Come dallo schema riportato il rilascio della portata di rispetto assunta in questa proposta progettuale pari a quanto prescritto dal PBS per il bacino dell'Entella applicando i fattori correttivi di cui alla D.G.R. 1175/2013.

Si sottolinea che il deflusso minimo vitale previsto è solo la portata minima prevista, in quanto in regime di funzionamento necessariamente il rilascio risulterà sempre superiore.

La quantificazione precisa dei valori istantaneamente rilasciati dalla luce di rilascio è stata calcolata per tutte le durate della curva delle portate, in maniera da capire quale fosse la portata rilasciata ad ogni regime idraulico previsto.

Sinteticamente il principio di funzionamento della soglia di derivazione e della luce di rilascio è spiegato di seguito.

1. Portata in arrivo alla non superiore al DMV (26 l/s): Tutta la portata viene rilasciata dalla luce di rilascio in quanto la derivazione non si attiva dato che la soglia di derivazione è ad una quota superiore;
2. Portata in arrivo superiore al DMV (26 l/s) e inferiore alla portata minima turbinabile (35 l/s): La luce di rilascio scarica il DMV più un'ulteriore quota di portata data dall'innalzamento del livello sopra la quota della soglia di derivazione, la portata eccedente viene rilasciata dallo sfioratore laterale del dissabbiatore in quanto la turbina idraulica non si attiva;
3. Portata in arrivo superiore al DMV (26 l/s) e non superiore alla portata massima turbina bile+DMV (354 l/s+26l/s): La luce di rilascio scarica il DMV più un'ulteriore quota di portata data

dall'innalzamento del livello sopra la quota della soglia di derivazione, la portata eccedente viene turbinata dall'impianto e lo sfioratore laterale della vasca di carico non si attiva; In questa configurazione il livello dell'acqua è compreso tra la quota della soglia di derivazione e la quota del ciglio della traversa di sbarramento;

4. Portata in arrivo superiore al DMV (26 l/s) e superiore alla portata massima turbina bile+DMV (354 l/s+26l/s): La luce di rilascio scarica il DMV più un'ulteriore quota di portata data dall'innalzamento del livello sopra la quota della soglia di derivazione, la portata eccedente viene in parte rilasciata frontalmente dalla traversa di sbarramento, turbinata dall'impianto alla massima portata (354 l/s) e lo sfioratore laterale della vasca di carico si attiva per rilasciare l'eccedenza di portata in ingresso; In questa configurazione il livello dell'acqua è superiore alla quota del ciglio della traversa di sbarramento;

Il dimensionamento della soglia di derivazione, della luce di rilascio ed il calcolo dei corrispondenti livelli al variare della portata in arrivo è dettagliatamente riportato e descritto nella relazione idraulica.

(Vedi Elaborato 04 Relazione idraulica R-I-02 rev 02).

Di seguito viene sinteticamente riportato il risultato dei calcoli effettuati in maniera sintetica

9. Portata utilizzate dall'impianto.

Considerando la curva di durata estrapolata si è proceduto alla stima dei volumi idrici caratteristici e quindi della produttività dell'impianto. Si riportano sinteticamente tutti i parametri utilizzati per la simulazione della produttività dell'impianto.

Superficie Bacino	**5.19**	[km^2]
Q media calcolo DMV	42.2	[$l/s/km^2$]
K=-2.24*10^-5**S+0.086	0.0859	
DMV minimo assunto	26	[l/s]
DMV minimo assunto specifico	5	[$l/s/km^2$]

Portate di progetto		
t	**50**	[gg]
Qtotale	0.354	[m^3/s]
Qmax turbinabile	0.354	[m^3/s]

Quote di progetto		
P.M.S.	438.50	[m s.l.m.]
P.M.I.	322.56	[m s.l.m.]
Salto lordo H_L	115.94	[m]
Salto netto	111.47	[m]
DH/H_L	3.854	[%]

Scelta delle turbine

	Tipo turbina	ripartizione Q	QmaxT	QminT	k
Turbina 1	p1	1.00	0.354	0.035	1.000
Turbina 2	p1	0.00	0.000	0.000	0.000
Rapporto		0.00			
Totale			0.354	0.035	

Dati della condotta

Materiale		PRFV
Sviluppo condotta	[m]	**1020**
DN	[mm]	**500**
Dest	[mm]	**530**
Spesssore	[mm]	**12.1**
Dint	[mm]	**505.8**
ε	mm	0.010
g	m/s^2	9.8065
viscosità cin n a 10°C	m/s^2	1.310E-06
velocità	[m/s]	1.76
incidenza perdite concentrate	[%]	**10.0%**

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
1	1.037	1.30	1.035	1035	0.285	0.433	129	0.906	0.354	0.354	0.681	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	7884.94	0.8162
2	0.916	1.30	0.914	914	0.261	0.409	119	0.795	0.354	0.354	0.560	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	15769.88	0.816
3	0.845	1.30	0.844	844	0.247	0.395	113	0.731	0.354	0.354	0.490	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	23654.82	0.816
4	0.795	1.30	0.793	793	0.236	0.385	108	0.685	0.354	0.354	0.439	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	31539.77	0.816
5	0.756	1.30	0.755	755	0.228	0.377	105	0.650	0.354	0.354	0.401	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	39424.71	0.816
6	0.724	1.30	0.723	723	0.221	0.370	102	0.621	0.354	0.354	0.369	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	47309.65	0.816
7	0.697	1.30	0.696	696	0.215	0.364	100	0.596	0.354	0.354	0.342	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	55194.59	0.816
8	0.674	1.30	0.673	673	0.210	0.359	98	0.575	0.354	0.354	0.318	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	63079.53	0.816
9	0.653	1.30	0.652	652	0.206	0.354	96	0.556	0.354	0.354	0.298	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	70964.47	0.816
10	0.635	1.30	0.634	634	0.201	0.350	94	0.540	0.354	0.354	0.280	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	78849.41	0.816
11	0.618	1.30	0.617	617	0.198	0.346	92	0.524	0.354	0.354	0.263	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	86734.36	0.816
12	0.603	1.30	0.602	602	0.194	0.343	91	0.511	0.354	0.354	0.248	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	94619.30	0.816
13	0.589	1.30	0.588	588	0.191	0.339	90	0.498	0.354	0.354	0.234	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	102504.24	0.816
14	0.576	1.30	0.575	575	0.188	0.336	89	0.486	0.354	0.354	0.221	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	110389.18	0.816
15	0.564	1.30	0.563	563	0.185	0.334	88	0.475	0.354	0.354	0.209	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	118274.12	0.816
16	0.553	1.30	0.552	552	0.182	0.331	86	0.465	0.354	0.354	0.198	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	126159.06	0.816
17	0.542	1.30	0.541	541	0.180	0.328	85	0.456	0.354	0.354	0.187	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	134044.00	0.816
18	0.532	1.30	0.531	531	0.178	0.326	85	0.446	0.354	0.354	0.177	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	141928.95	0.816
19	0.523	1.30	0.522	522	0.175	0.324	84	0.438	0.354	0.354	0.168	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	149813.89	0.816
20	0.514	1.30	0.513	513	0.173	0.322	83	0.430	0.354	0.354	0.159	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	157698.83	0.816
21	0.505	1.30	0.504	504	0.171	0.320	82	0.422	0.354	0.354	0.150	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	165583.77	0.816
22	0.497	1.30	0.496	496	0.169	0.318	81	0.415	0.354	0.354	0.142	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	173468.71	0.816
23	0.490	1.30	0.488	488	0.167	0.316	81	0.408	0.354	0.354	0.134	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	181353.65	0.816
24	0.482	1.30	0.481	481	0.165	0.314	80	0.401	0.354	0.354	0.127	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	189238.59	0.816
25	0.475	1.30	0.474	474	0.163	0.312	79	0.395	0.354	0.354	0.120	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	197123.53	0.816
26	0.468	1.30	0.467	467	0.162	0.310	78	0.388	0.354	0.354	0.113	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	205008.48	0.816
27	0.462	1.30	0.460	460	0.160	0.309	78	0.382	0.354	0.354	0.106	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	212893.42	0.816
28	0.455	1.30	0.454	454	0.158	0.307	77	0.377	0.354	0.354	0.100	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	220778.36	0.816
29	0.449	1.30	0.448	448	0.157	0.305	77	0.371	0.354	0.354	0.094	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	228663.30	0.816
30	0.443	1.30	0.442	442	0.155	0.304	76	0.366	0.354	0.354	0.088	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	236548.24	0.816

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
31	0.437	1.30	0.436	436	0.154	0.303	76	0.361	0.354	0.354	0.082	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	244433.18	0.816
32	0.432	1.30	0.431	431	0.153	0.301	75	0.356	0.354	0.354	0.077	4.490	111.450	346.085	328.54	7884.94	252318.12	0.816
33	0.427	1.30	0.425	425	0.151	0.300	75	0.351	0.351	0.351	0.075	4.414	111.526	343.229	325.79	7819.02	260137.14	0.817
34	0.421	1.30	0.420	420	0.150	0.298	74	0.346	0.346	0.346	0.074	4.305	111.635	339.229	321.95	7726.74	267863.88	0.818
35	0.416	1.30	0.415	415	0.148	0.297	74	0.341	0.341	0.341	0.074	4.201	111.739	335.392	318.26	7638.20	275502.07	0.820
36	0.411	1.30	0.410	410	0.147	0.296	73	0.337	0.337	0.337	0.073	4.101	111.839	331.706	314.72	7553.18	283055.26	0.821
37	0.407	1.30	0.405	405	0.146	0.294	73	0.333	0.333	0.333	0.073	4.005	111.935	328.131	311.28	7470.72	290525.98	0.823
38	0.402	1.30	0.401	401	0.145	0.293	72	0.329	0.329	0.329	0.072	3.912	112.028	324.666	307.95	7390.81	297916.79	0.824
39	0.397	1.30	0.396	396	0.143	0.292	72	0.324	0.324	0.324	0.072	3.823	112.117	321.277	304.69	7312.67	305229.46	0.826
40	0.393	1.30	0.392	392	0.142	0.291	71	0.320	0.320	0.320	0.071	3.737	112.203	317.972	301.52	7236.46	312465.92	0.828
41	0.389	1.30	0.387	387	0.141	0.290	71	0.317	0.317	0.317	0.071	3.654	112.286	314.720	298.40	7161.51	319627.43	0.829
42	0.384	1.30	0.383	383	0.140	0.289	70	0.313	0.313	0.313	0.070	3.574	112.366	311.534	295.34	7088.08	326715.50	0.830
43	0.380	1.30	0.379	379	0.139	0.287	70	0.309	0.309	0.309	0.070	3.496	112.444	308.408	292.33	7016.01	333731.52	0.832
44	0.376	1.30	0.375	375	0.138	0.286	70	0.305	0.305	0.305	0.070	3.421	112.519	305.315	289.37	6944.76	340676.28	0.833
45	0.372	1.30	0.371	371	0.137	0.285	69	0.302	0.302	0.302	0.069	3.349	112.591	302.273	286.44	6874.67	347550.95	0.834
46	0.369	1.30	0.367	367	0.136	0.284	69	0.298	0.298	0.298	0.069	3.279	112.661	299.277	283.57	6805.65	354356.60	0.836
47	0.365	1.30	0.364	364	0.135	0.283	68	0.295	0.295	0.295	0.068	3.211	112.729	296.316	280.73	6737.43	361094.03	0.837
48	0.361	1.30	0.360	360	0.134	0.282	68	0.292	0.292	0.292	0.068	3.145	112.795	293.396	277.92	6670.19	367764.22	0.838
49	0.358	1.30	0.356	356	0.133	0.281	68	0.289	0.289	0.289	0.068	3.081	112.859	290.506	275.15	6603.64	374367.86	0.839
50	0.354	1.30	0.353	353	0.132	0.280	67	0.285	0.285	0.285	0.067	3.019	112.921	287.635	272.40	6537.52	380905.38	0.840
51	0.351	1.30	0.349	349	0.131	0.279	67	0.282	0.282	0.282	0.067	2.959	112.981	284.811	269.69	6472.51	387377.89	0.840
52	0.347	1.30	0.346	346	0.130	0.278	67	0.279	0.279	0.279	0.067	2.901	113.039	282.023	267.01	6408.34	393786.24	0.841
53	0.344	1.30	0.343	343	0.129	0.277	66	0.276	0.276	0.276	0.066	2.844	113.096	279.251	264.36	6344.54	400130.77	0.842
54	0.341	1.30	0.339	339	0.128	0.277	66	0.273	0.273	0.273	0.066	2.788	113.152	276.514	261.73	6281.54	406412.31	0.842
55	0.337	1.30	0.336	336	0.127	0.276	66	0.270	0.270	0.270	0.066	2.735	113.205	273.811	259.14	6219.35	412631.66	0.843
56	0.334	1.30	0.333	333	0.126	0.275	65	0.268	0.268	0.268	0.065	2.682	113.258	271.142	256.58	6157.95	418789.61	0.843
57	0.331	1.30	0.330	330	0.125	0.274	65	0.265	0.265	0.265	0.065	2.632	113.308	268.496	254.05	6097.08	424886.69	0.844

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
58	0.328	1.30	0.327	327	0.124	0.273	65	0.262	0.262	0.262	0.065	2.582	113.358	265.873	251.53	6036.75	430923.44	0.844
59	0.325	1.30	0.324	324	0.124	0.272	64	0.259	0.259	0.259	0.064	2.534	113.406	263.283	249.05	5977.18	436900.62	0.844
60	0.322	1.30	0.321	321	0.123	0.271	64	0.257	0.257	0.257	0.064	2.487	113.453	260.725	246.60	5918.36	442818.98	0.845
61	0.319	1.30	0.318	318	0.122	0.270	64	0.254	0.254	0.254	0.064	2.441	113.499	258.200	244.18	5860.29	448679.27	0.845
62	0.317	1.30	0.315	315	0.121	0.270	64	0.252	0.252	0.252	0.064	2.396	113.544	255.696	241.78	5802.72	454481.99	0.845
63	0.314	1.30	0.312	312	0.120	0.269	63	0.249	0.249	0.249	0.063	2.353	113.587	253.223	239.41	5745.88	460227.87	0.845
64	0.311	1.30	0.310	310	0.120	0.268	63	0.247	0.247	0.247	0.063	2.310	113.630	250.760	237.05	5689.26	465917.14	0.845
65	0.308	1.30	0.307	307	0.119	0.267	63	0.244	0.244	0.244	0.063	2.268	113.672	248.349	234.74	5633.87	471551.01	0.845
66	0.306	1.30	0.304	304	0.118	0.267	62	0.242	0.242	0.242	0.062	2.228	113.712	245.948	232.45	5578.69	477129.70	0.845
67	0.303	1.30	0.302	302	0.117	0.266	62	0.239	0.239	0.239	0.062	2.188	113.752	243.599	230.20	5524.71	482654.41	0.845
68	0.300	1.30	0.299	299	0.116	0.265	62	0.237	0.237	0.237	0.062	2.150	113.790	241.257	227.96	5470.93	488125.34	0.845
69	0.298	1.30	0.297	297	0.116	0.264	62	0.235	0.235	0.235	0.062	2.112	113.828	238.946	225.74	5417.83	493543.17	0.845
70	0.295	1.30	0.294	294	0.115	0.263	61	0.233	0.233	0.233	0.061	2.075	113.865	236.664	223.56	5365.42	498908.59	0.845
71	0.293	1.30	0.292	292	0.114	0.263	61	0.230	0.230	0.230	0.061	2.038	113.902	234.388	221.38	5313.17	504221.76	0.845
72	0.290	1.30	0.289	289	0.113	0.262	61	0.228	0.228	0.228	0.061	2.003	113.937	232.164	219.25	5262.09	509483.86	0.845
73	0.288	1.30	0.287	287	0.113	0.261	61	0.226	0.226	0.226	0.061	1.969	113.971	229.945	217.13	5211.16	514695.02	0.845
74	0.286	1.30	0.284	284	0.112	0.261	60	0.224	0.224	0.224	0.060	1.935	114.005	227.777	215.06	5161.39	519856.41	0.845
75	0.283	1.30	0.282	282	0.111	0.260	60	0.222	0.222	0.222	0.060	1.902	114.038	225.614	212.99	5111.74	524968.15	0.844
76	0.281	1.30	0.280	280	0.111	0.259	60	0.220	0.220	0.220	0.060	1.869	114.071	223.478	210.95	5062.73	530030.87	0.844
77	0.279	1.30	0.277	277	0.110	0.259	60	0.218	0.218	0.218	0.060	1.838	114.102	221.369	208.93	5014.33	535045.20	0.844
78	0.276	1.30	0.275	275	0.109	0.258	59	0.216	0.216	0.216	0.059	1.807	114.133	219.287	206.94	4966.54	540011.75	0.844
79	0.274	1.30	0.273	273	0.109	0.257	59	0.214	0.214	0.214	0.059	1.776	114.164	217.230	204.97	4919.36	544931.11	0.844
80	0.272	1.30	0.271	271	0.108	0.257	59	0.212	0.212	0.212	0.059	1.746	114.194	215.177	203.01	4872.26	549803.37	0.843
81	0.270	1.30	0.269	269	0.107	0.256	59	0.210	0.210	0.210	0.059	1.717	114.223	213.171	201.09	4826.26	554629.63	0.843
82	0.268	1.30	0.266	266	0.107	0.255	59	0.208	0.208	0.208	0.059	1.689	114.251	211.168	199.18	4780.31	559409.94	0.843
83	0.266	1.30	0.264	264	0.106	0.255	58	0.206	0.206	0.206	0.058	1.661	114.279	209.211	197.31	4735.45	564145.39	0.842
84	0.264	1.30	0.262	262	0.105	0.254	58	0.204	0.204	0.204	0.058	1.633	114.307	207.256	195.44	4690.63	568836.02	0.842

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
85	0.261	1.30	0.260	260	0.105	0.253	58	0.202	0.202	0.202	0.058	1.606	114.334	205.325	193.60	4646.36	573482.38	0.842
86	0.259	1.30	0.258	258	0.104	0.253	58	0.200	0.200	0.200	0.058	1.580	114.360	203.417	191.78	4602.63	578085.01	0.841
87	0.257	1.30	0.256	256	0.103	0.252	57	0.199	0.199	0.199	0.057	1.554	114.386	201.532	189.98	4559.42	582644.43	0.841
88	0.255	1.30	0.254	254	0.103	0.251	57	0.197	0.197	0.197	0.057	1.529	114.411	199.670	188.20	4516.74	587161.17	0.841
89	0.253	1.30	0.252	252	0.102	0.251	57	0.195	0.195	0.195	0.057	1.504	114.436	197.829	186.44	4474.57	591635.74	0.840
90	0.251	1.30	0.250	250	0.102	0.250	57	0.193	0.193	0.193	0.057	1.479	114.461	196.010	184.70	4432.90	596068.65	0.840
91	0.250	1.30	0.248	248	0.101	0.250	57	0.192	0.192	0.192	0.057	1.456	114.484	194.213	182.99	4391.73	600460.38	0.840
92	0.248	1.30	0.246	246	0.100	0.249	56	0.190	0.190	0.190	0.056	1.432	114.508	192.414	181.27	4350.53	604810.91	0.839
93	0.246	1.30	0.244	244	0.100	0.248	56	0.188	0.188	0.188	0.056	1.409	114.531	190.659	179.60	4310.32	609121.23	0.839
94	0.244	1.30	0.243	243	0.099	0.248	56	0.187	0.187	0.187	0.056	1.386	114.554	188.901	177.92	4270.07	613391.29	0.839
95	0.242	1.30	0.241	241	0.099	0.247	56	0.185	0.185	0.185	0.056	1.364	114.576	187.163	176.26	4230.27	617621.56	0.838
96	0.240	1.30	0.239	239	0.098	0.247	56	0.183	0.183	0.183	0.056	1.342	114.598	185.467	174.64	4191.44	621813.01	0.838
97	0.238	1.30	0.237	237	0.097	0.246	55	0.182	0.182	0.182	0.055	1.320	114.620	183.768	173.02	4152.55	625965.55	0.838
98	0.237	1.30	0.235	235	0.097	0.245	55	0.180	0.180	0.180	0.055	1.299	114.641	182.087	171.42	4114.09	630079.64	0.837
99	0.235	1.30	0.234	234	0.096	0.245	55	0.179	0.179	0.179	0.055	1.278	114.662	180.426	169.84	4076.05	634155.69	0.837
100	0.233	1.30	0.232	232	0.096	0.244	55	0.177	0.177	0.177	0.055	1.258	114.682	178.782	168.27	4038.44	638194.13	0.836
101	0.231	1.30	0.230	230	0.095	0.244	55	0.175	0.175	0.175	0.055	1.238	114.702	177.156	166.72	4001.24	642195.38	0.836
102	0.230	1.30	0.228	228	0.095	0.243	54	0.174	0.174	0.174	0.054	1.218	114.722	175.548	165.19	3964.45	646159.82	0.836
103	0.228	1.30	0.227	227	0.094	0.243	54	0.172	0.172	0.172	0.054	1.199	114.741	173.957	163.67	3928.05	650087.87	0.835
104	0.226	1.30	0.225	225	0.094	0.242	54	0.171	0.171	0.171	0.054	1.180	114.760	172.383	162.17	3892.04	653979.92	0.835
105	0.225	1.30	0.223	223	0.093	0.242	54	0.169	0.169	0.169	0.054	1.161	114.779	170.803	160.66	3855.92	657835.84	0.834
106	0.223	1.30	0.222	222	0.092	0.241	54	0.168	0.168	0.168	0.054	1.143	114.797	169.261	159.19	3820.67	661656.51	0.834
107	0.221	1.30	0.220	220	0.092	0.240	54	0.166	0.166	0.166	0.054	1.125	114.815	167.736	157.74	3785.79	665442.30	0.834
108	0.220	1.30	0.218	218	0.091	0.240	53	0.165	0.165	0.165	0.053	1.107	114.833	166.204	156.28	3750.77	669193.07	0.833
109	0.218	1.30	0.217	217	0.091	0.239	53	0.164	0.164	0.164	0.053	1.090	114.850	164.710	154.86	3716.61	672909.69	0.833
110	0.216	1.30	0.215	215	0.090	0.239	53	0.162	0.162	0.162	0.053	1.073	114.867	163.209	153.43	3682.30	676591.99	0.832
111	0.215	1.30	0.214	214	0.090	0.238	53	0.161	0.161	0.161	0.053	1.056	114.884	161.722	152.01	3648.33	680240.32	0.832

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
112	0.213	1.30	0.212	212	0.089	0.238	53	0.159	0.159	0.159	0.053	1.039	114.901	160.272	150.63	3615.20	683855.53	0.831
113	0.212	1.30	0.210	210	0.089	0.237	53	0.158	0.158	0.158	0.053	1.023	114.917	158.815	149.25	3581.90	687437.43	0.831
114	0.210	1.30	0.209	209	0.088	0.237	52	0.157	0.157	0.157	0.052	1.007	114.933	157.372	147.87	3548.93	690986.36	0.831
115	0.209	1.30	0.207	207	0.088	0.236	52	0.155	0.155	0.155	0.052	0.991	114.949	155.942	146.51	3516.27	694502.64	0.830
116	0.207	1.30	0.206	206	0.087	0.236	52	0.154	0.154	0.154	0.052	0.975	114.965	154.526	145.16	3483.93	697986.57	0.830
117	0.206	1.30	0.204	204	0.087	0.235	52	0.153	0.153	0.153	0.052	0.960	114.980	153.123	143.83	3451.90	701438.47	0.829
118	0.204	1.30	0.203	203	0.086	0.235	52	0.151	0.151	0.151	0.052	0.945	114.995	151.734	142.51	3420.17	704858.63	0.829
119	0.203	1.30	0.201	201	0.086	0.234	52	0.150	0.150	0.150	0.052	0.930	115.010	150.357	141.20	3388.73	708247.37	0.828
120	0.201	1.30	0.200	200	0.085	0.234	51	0.149	0.149	0.149	0.051	0.915	115.025	148.993	139.90	3357.59	711604.96	0.828
121	0.200	1.30	0.199	199	0.085	0.233	51	0.147	0.147	0.147	0.051	0.901	115.039	147.641	138.61	3326.74	714931.69	0.827
122	0.198	1.30	0.197	197	0.084	0.233	51	0.146	0.146	0.146	0.051	0.887	115.053	146.302	137.34	3296.16	718227.85	0.827
123	0.197	1.30	0.196	196	0.084	0.232	51	0.145	0.145	0.145	0.051	0.873	115.067	144.974	136.08	3265.86	721493.72	0.826
124	0.196	1.30	0.194	194	0.083	0.232	51	0.144	0.144	0.144	0.051	0.859	115.081	143.658	134.83	3235.84	724729.55	0.826
125	0.194	1.30	0.193	193	0.083	0.231	51	0.142	0.142	0.142	0.051	0.846	115.094	142.332	133.57	3205.59	727935.14	0.825
126	0.193	1.30	0.191	191	0.082	0.231	50	0.141	0.141	0.141	0.050	0.833	115.107	141.039	132.34	3176.09	731111.23	0.825
127	0.191	1.30	0.190	190	0.082	0.230	50	0.140	0.140	0.140	0.050	0.820	115.120	139.758	131.12	3146.85	734258.09	0.825
128	0.190	1.30	0.189	189	0.081	0.230	50	0.139	0.139	0.139	0.050	0.807	115.133	138.465	129.89	3117.38	737375.46	0.824
129	0.189	1.30	0.187	187	0.081	0.229	50	0.137	0.137	0.137	0.050	0.794	115.146	137.205	128.69	3088.64	740464.11	0.824
130	0.187	1.30	0.186	186	0.080	0.229	50	0.136	0.136	0.136	0.050	0.781	115.159	135.934	127.49	3059.67	743523.77	0.823
131	0.186	1.30	0.185	185	0.080	0.229	50	0.135	0.135	0.135	0.050	0.769	115.171	134.695	126.31	3031.42	746555.19	0.823
132	0.185	1.30	0.183	183	0.080	0.228	49	0.134	0.134	0.134	0.049	0.757	115.183	133.445	125.12	3002.92	749558.11	0.822
133	0.183	1.30	0.182	182	0.079	0.228	49	0.133	0.133	0.133	0.049	0.745	115.195	132.227	123.96	2975.14	752533.26	0.821
134	0.182	1.30	0.181	181	0.079	0.227	49	0.132	0.132	0.132	0.049	0.733	115.207	130.997	122.80	2947.11	755480.37	0.821
135	0.181	1.30	0.179	179	0.078	0.227	49	0.130	0.130	0.130	0.049	0.722	115.218	129.776	121.64	2919.30	758399.67	0.820
136	0.179	1.30	0.178	178	0.078	0.226	49	0.129	0.129	0.129	0.049	0.710	115.230	128.587	120.51	2892.21	761291.88	0.820
137	0.178	1.30	0.177	177	0.077	0.226	49	0.128	0.128	0.128	0.049	0.699	115.241	127.386	119.37	2864.84	764156.72	0.819
138	0.177	1.30	0.176	176	0.077	0.225	49	0.127	0.127	0.127	0.049	0.688	115.252	126.194	118.24	2837.69	766994.41	0.819

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
139	0.176	1.30	0.174	174	0.076	0.225	48	0.126	0.126	0.126	0.048	0.677	115.263	125.012	117.11	2810.76	769805.17	0.818
140	0.174	1.30	0.173	173	0.076	0.224	48	0.125	0.125	0.125	0.048	0.666	115.274	123.838	116.00	2784.03	772589.20	0.818
141	0.173	1.30	0.172	172	0.075	0.224	48	0.124	0.124	0.124	0.048	0.656	115.284	122.695	114.92	2758.00	775347.19	0.817
142	0.172	1.30	0.171	171	0.075	0.224	48	0.123	0.123	0.123	0.048	0.645	115.295	121.539	113.82	2731.68	778078.87	0.816
143	0.171	1.30	0.169	169	0.075	0.223	48	0.122	0.122	0.122	0.048	0.635	115.305	120.392	112.73	2705.56	780784.43	0.816
144	0.169	1.30	0.168	168	0.074	0.223	48	0.120	0.120	0.120	0.048	0.625	115.315	119.253	111.65	2679.64	783464.08	0.815
145	0.168	1.30	0.167	167	0.074	0.222	48	0.119	0.119	0.119	0.048	0.615	115.325	118.123	110.58	2653.92	786118.00	0.815
146	0.167	1.30	0.166	166	0.073	0.222	47	0.118	0.118	0.118	0.047	0.605	115.335	117.001	109.52	2628.39	788746.39	0.814
147	0.166	1.30	0.165	165	0.073	0.221	47	0.117	0.117	0.117	0.047	0.595	115.345	115.888	108.46	2603.05	791349.43	0.813
148	0.165	1.30	0.163	163	0.072	0.221	47	0.116	0.116	0.116	0.047	0.586	115.354	114.782	107.41	2577.89	793927.32	0.813
149	0.164	1.30	0.162	162	0.072	0.220	47	0.115	0.115	0.115	0.047	0.576	115.364	113.684	106.37	2552.92	796480.24	0.812
150	0.162	1.30	0.161	161	0.072	0.220	47	0.114	0.114	0.114	0.047	0.567	115.373	112.573	105.32	2527.64	799007.88	0.811
151	0.161	1.30	0.160	160	0.071	0.220	47	0.113	0.113	0.113	0.047	0.557	115.383	111.491	104.29	2503.03	801510.91	0.811
152	0.160	1.30	0.159	159	0.071	0.219	47	0.112	0.112	0.112	0.047	0.548	115.392	110.416	103.27	2478.60	803989.51	0.810
153	0.159	1.30	0.158	158	0.070	0.219	46	0.111	0.111	0.111	0.046	0.540	115.400	109.350	102.26	2454.34	806443.85	0.809
154	0.158	1.30	0.156	156	0.070	0.218	46	0.110	0.110	0.110	0.046	0.531	115.409	108.290	101.26	2430.25	808874.10	0.809
155	0.157	1.30	0.155	155	0.069	0.218	46	0.109	0.109	0.109	0.046	0.522	115.418	107.217	100.24	2405.85	811279.95	0.808
156	0.156	1.30	0.154	154	0.069	0.218	46	0.108	0.108	0.108	0.046	0.514	115.426	106.172	99.25	2382.10	813662.05	0.807
157	0.154	1.30	0.153	153	0.069	0.217	46	0.107	0.107	0.107	0.046	0.505	115.435	105.134	98.27	2358.52	816020.56	0.807
158	0.153	1.30	0.152	152	0.068	0.217	46	0.106	0.106	0.106	0.046	0.497	115.443	104.082	97.28	2334.62	818355.18	0.806
159	0.152	1.30	0.151	151	0.068	0.216	46	0.105	0.105	0.105	0.046	0.489	115.451	103.058	96.31	2311.36	820666.54	0.805
160	0.151	1.30	0.150	150	0.067	0.216	46	0.104	0.104	0.104	0.046	0.481	115.459	102.042	95.34	2288.26	822954.79	0.804
161	0.150	1.30	0.149	149	0.067	0.215	45	0.103	0.103	0.103	0.045	0.473	115.467	101.011	94.37	2264.84	825219.63	0.804
162	0.149	1.30	0.148	148	0.066	0.215	45	0.102	0.102	0.102	0.045	0.465	115.475	100.007	93.42	2242.05	827461.68	0.803
163	0.148	1.30	0.147	147	0.066	0.215	45	0.101	0.101	0.101	0.045	0.457	115.483	99.011	92.48	2219.42	829681.10	0.802
164	0.147	1.30	0.145	145	0.066	0.214	45	0.100	0.100	0.100	0.045	0.449	115.491	98.000	91.52	2196.47	831877.57	0.801
165	0.146	1.30	0.144	144	0.065	0.214	45	0.100	0.100	0.100	0.045	0.442	115.498	97.016	90.59	2174.14	834051.71	0.801

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
166	0.145	1.30	0.143	143	0.065	0.213	45	0.099	0.099	0.099	0.045	0.434	115.506	96.018	89.65	2151.49	836203.20	0.800
167	0.144	1.30	0.142	142	0.064	0.213	45	0.098	0.098	0.098	0.045	0.427	115.513	95.048	88.73	2129.46	838332.66	0.799
168	0.143	1.30	0.141	141	0.064	0.213	45	0.097	0.097	0.097	0.045	0.420	115.520	94.063	87.80	2107.10	840439.76	0.798
169	0.142	1.30	0.140	140	0.064	0.212	44	0.096	0.096	0.096	0.044	0.413	115.527	93.084	86.87	2084.89	842524.64	0.797
170	0.141	1.30	0.139	139	0.063	0.212	44	0.095	0.095	0.095	0.044	0.406	115.534	92.132	85.97	2063.29	844587.94	0.796
171	0.139	1.30	0.138	138	0.063	0.211	44	0.094	0.094	0.094	0.044	0.399	115.541	91.165	85.06	2041.37	846629.30	0.796
172	0.138	1.30	0.137	137	0.062	0.211	44	0.093	0.093	0.093	0.044	0.392	115.548	90.226	84.17	2020.05	848649.35	0.795
173	0.137	1.30	0.136	136	0.062	0.211	44	0.092	0.092	0.092	0.044	0.385	115.555	89.271	83.27	1998.41	850647.76	0.794
174	0.136	1.30	0.135	135	0.062	0.210	44	0.091	0.091	0.091	0.044	0.379	115.561	88.323	82.37	1976.90	852624.66	0.793
175	0.135	1.30	0.134	134	0.061	0.210	44	0.091	0.091	0.091	0.044	0.372	115.568	87.401	81.50	1956.00	854580.66	0.792
176	0.134	1.30	0.133	133	0.061	0.209	44	0.090	0.090	0.090	0.044	0.366	115.574	86.464	80.62	1934.77	856515.43	0.791
177	0.133	1.30	0.132	132	0.060	0.209	43	0.089	0.089	0.089	0.043	0.359	115.581	85.533	79.74	1913.67	858429.10	0.790
178	0.132	1.30	0.131	131	0.060	0.209	43	0.088	0.088	0.088	0.043	0.353	115.587	84.629	78.88	1893.17	860322.27	0.789
179	0.132	1.30	0.130	130	0.060	0.208	43	0.087	0.087	0.087	0.043	0.347	115.593	83.709	78.01	1872.34	862194.61	0.788
180	0.131	1.30	0.129	129	0.059	0.208	43	0.086	0.086	0.086	0.043	0.341	115.599	82.796	77.15	1851.64	864046.25	0.787
181	0.130	1.30	0.128	128	0.059	0.207	43	0.085	0.085	0.085	0.043	0.335	115.605	81.888	76.29	1831.07	865877.31	0.786
182	0.129	1.30	0.127	127	0.059	0.207	43	0.085	0.085	0.085	0.043	0.329	115.611	80.985	75.44	1810.62	867687.94	0.785
183	0.128	1.30	0.126	126	0.058	0.207	43	0.084	0.084	0.084	0.043	0.323	115.617	80.088	74.60	1790.31	869478.25	0.784
184	0.127	1.30	0.125	125	0.058	0.206	43	0.083	0.083	0.083	0.043	0.317	115.623	79.217	73.77	1770.59	871248.84	0.783
185	0.126	1.30	0.124	124	0.057	0.206	42	0.082	0.082	0.082	0.042	0.311	115.629	78.331	72.94	1750.53	872999.37	0.782
186	0.125	1.30	0.124	124	0.057	0.206	42	0.081	0.081	0.081	0.042	0.306	115.634	77.450	72.11	1730.60	874729.96	0.781
187	0.124	1.30	0.123	123	0.057	0.205	42	0.080	0.080	0.080	0.042	0.300	115.640	76.575	71.28	1710.79	876440.75	0.780
188	0.123	1.30	0.122	122	0.056	0.205	42	0.080	0.080	0.080	0.042	0.295	115.645	75.726	70.48	1691.56	878132.31	0.779
189	0.122	1.30	0.121	121	0.056	0.204	42	0.079	0.079	0.079	0.042	0.289	115.651	74.861	69.67	1672.00	879804.31	0.778
190	0.121	1.30	0.120	120	0.055	0.204	42	0.078	0.078	0.078	0.042	0.284	115.656	74.002	68.86	1652.56	881456.87	0.777
191	0.120	1.30	0.119	119	0.055	0.204	42	0.077	0.077	0.077	0.042	0.279	115.661	73.148	68.05	1633.24	883090.11	0.776
192	0.119	1.30	0.118	118	0.055	0.203	42	0.076	0.076	0.076	0.042	0.274	115.666	72.299	67.25	1614.04	884704.14	0.775

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
193	0.118	1.30	0.117	117	0.054	0.203	41	0.076	0.076	0.076	0.041	0.269	115.671	71.455	66.46	1594.96	886299.10	0.773
194	0.117	1.30	0.116	116	0.054	0.202	41	0.075	0.075	0.075	0.041	0.264	115.676	70.616	65.67	1576.00	887875.09	0.772
195	0.117	1.30	0.115	115	0.054	0.202	41	0.074	0.074	0.074	0.041	0.259	115.681	69.783	64.88	1557.15	889432.25	0.771
196	0.116	1.30	0.114	114	0.053	0.202	41	0.073	0.073	0.073	0.041	0.254	115.686	68.954	64.10	1538.43	890970.67	0.770
197	0.115	1.30	0.113	113	0.053	0.201	41	0.072	0.072	0.072	0.041	0.249	115.691	68.131	63.33	1519.82	892490.49	0.769
198	0.114	1.30	0.113	113	0.052	0.201	41	0.072	0.072	0.072	0.041	0.244	115.696	67.312	62.56	1501.33	893991.82	0.768
199	0.113	1.30	0.112	112	0.052	0.201	41	0.071	0.071	0.071	0.041	0.240	115.700	66.499	61.79	1482.95	895474.77	0.766
200	0.112	1.30	0.111	111	0.052	0.200	41	0.070	0.070	0.070	0.041	0.235	115.705	65.690	61.03	1464.69	896939.45	0.765
201	0.111	1.30	0.110	110	0.051	0.200	41	0.069	0.069	0.069	0.041	0.230	115.710	64.887	60.27	1446.54	898385.99	0.764
202	0.110	1.30	0.109	109	0.051	0.199	40	0.069	0.069	0.069	0.040	0.226	115.714	64.088	59.52	1428.51	899814.50	0.763
203	0.110	1.30	0.108	108	0.051	0.199	40	0.068	0.068	0.068	0.040	0.221	115.719	63.295	58.77	1410.59	901225.09	0.761
204	0.109	1.30	0.107	107	0.050	0.199	40	0.067	0.067	0.067	0.040	0.217	115.723	62.506	58.03	1392.78	902617.87	0.760
205	0.108	1.30	0.107	107	0.050	0.198	40	0.066	0.066	0.066	0.040	0.213	115.727	61.722	57.30	1375.08	903992.95	0.759
206	0.107	1.30	0.106	106	0.049	0.198	40	0.066	0.066	0.066	0.040	0.209	115.731	60.942	56.56	1357.50	905350.45	0.757
207	0.106	1.30	0.105	105	0.049	0.198	40	0.065	0.065	0.065	0.040	0.204	115.736	60.148	55.82	1339.58	906690.03	0.756
208	0.105	1.30	0.104	104	0.049	0.197	40	0.064	0.064	0.064	0.040	0.200	115.740	59.378	55.09	1322.22	908012.24	0.755
209	0.104	1.30	0.103	103	0.048	0.197	40	0.063	0.063	0.063	0.040	0.196	115.744	58.614	54.37	1304.96	909317.21	0.753
210	0.104	1.30	0.102	102	0.048	0.197	40	0.063	0.063	0.063	0.040	0.192	115.748	57.854	53.66	1287.82	910605.03	0.752
211	0.103	1.30	0.102	102	0.048	0.196	39	0.062	0.062	0.062	0.039	0.188	115.752	57.098	52.95	1270.79	911875.82	0.751
212	0.102	1.30	0.101	101	0.047	0.196	39	0.061	0.061	0.061	0.039	0.184	115.756	56.328	52.23	1253.42	913129.24	0.749
213	0.101	1.30	0.100	100	0.047	0.195	39	0.061	0.061	0.061	0.039	0.181	115.759	55.582	51.53	1236.61	914365.85	0.748
214	0.100	1.30	0.099	99	0.047	0.195	39	0.060	0.060	0.060	0.039	0.177	115.763	54.840	50.83	1219.90	915585.75	0.746
215	0.100	1.30	0.098	98	0.046	0.195	39	0.059	0.059	0.059	0.039	0.173	115.767	54.104	50.14	1203.30	916789.06	0.745
216	0.099	1.30	0.097	97	0.046	0.194	39	0.059	0.059	0.059	0.039	0.169	115.771	53.372	49.45	1186.81	917975.87	0.743
217	0.098	1.30	0.097	97	0.045	0.194	39	0.058	0.058	0.058	0.039	0.166	115.774	52.644	48.77	1170.43	919146.30	0.742
218	0.097	1.30	0.096	96	0.045	0.194	39	0.057	0.057	0.057	0.039	0.162	115.778	51.921	48.09	1154.15	920300.45	0.740
219	0.096	1.30	0.095	95	0.045	0.193	39	0.056	0.056	0.056	0.039	0.159	115.781	51.203	47.42	1137.98	921438.43	0.739

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
220	0.096	1.30	0.094	94	0.044	0.193	38	0.056	0.056	0.056	0.038	0.155	115.785	50.489	46.75	1121.91	922560.34	0.737
221	0.095	1.30	0.093	93	0.044	0.193	38	0.055	0.055	0.055	0.038	0.152	115.788	49.761	46.06	1105.51	923665.86	0.736
222	0.094	1.30	0.093	93	0.044	0.192	38	0.054	0.054	0.054	0.038	0.149	115.791	49.056	45.40	1089.66	924755.52	0.734
223	0.093	1.30	0.092	92	0.043	0.192	38	0.054	0.054	0.054	0.038	0.145	115.795	48.337	44.73	1073.47	925828.99	0.733
224	0.092	1.30	0.091	91	0.043	0.191	38	0.053	0.053	0.053	0.038	0.142	115.798	47.641	44.08	1057.83	926886.82	0.731
225	0.092	1.30	0.090	90	0.043	0.191	38	0.052	0.052	0.052	0.038	0.139	115.801	46.950	43.43	1042.29	927929.11	0.730
226	0.091	1.30	0.090	90	0.042	0.191	38	0.052	0.052	0.052	0.038	0.136	115.804	46.264	42.79	1026.85	928955.96	0.728
227	0.090	1.30	0.089	89	0.042	0.190	38	0.051	0.051	0.051	0.038	0.133	115.807	45.582	42.15	1011.52	929967.48	0.726
228	0.089	1.30	0.088	88	0.041	0.190	38	0.050	0.050	0.050	0.038	0.129	115.811	44.904	41.51	996.29	930963.77	0.725
229	0.089	1.30	0.087	87	0.041	0.190	37	0.050	0.050	0.050	0.037	0.126	115.814	44.231	40.88	981.16	931944.93	0.723
230	0.088	1.30	0.086	86	0.041	0.189	37	0.049	0.049	0.049	0.037	0.123	115.817	43.543	40.24	965.71	932910.64	0.721
231	0.087	1.30	0.086	86	0.040	0.189	37	0.048	0.048	0.048	0.037	0.121	115.819	42.879	39.62	950.79	933861.43	0.720
232	0.086	1.30	0.085	85	0.040	0.189	37	0.048	0.048	0.048	0.037	0.118	115.822	42.201	38.98	935.55	934796.98	0.718
233	0.085	1.30	0.084	84	0.040	0.188	37	0.047	0.047	0.047	0.037	0.115	115.825	41.545	38.37	920.83	935717.81	0.716
234	0.085	1.30	0.083	83	0.039	0.188	37	0.046	0.046	0.046	0.037	0.112	115.828	40.894	37.76	906.22	936624.03	0.715
235	0.084	1.30	0.083	83	0.039	0.187	37	0.046	0.046	0.046	0.037	0.109	115.831	40.248	37.15	891.71	937515.73	0.713
236	0.083	1.30	0.082	82	0.039	0.187	37	0.045	0.045	0.045	0.037	0.107	115.833	39.606	36.55	877.29	938393.03	0.711
237	0.083	1.30	0.081	81	0.038	0.187	37	0.045	0.045	0.045	0.037	0.104	115.836	38.968	35.96	862.98	939256.01	0.709
238	0.082	1.30	0.080	80	0.038	0.186	37	0.044	0.044	0.044	0.037	0.101	115.839	38.334	35.37	848.78	940104.79	0.708
239	0.081	1.30	0.080	80	0.037	0.186	36	0.043	0.043	0.043	0.036	0.099	115.841	37.687	34.76	834.25	940939.04	0.706
240	0.080	1.30	0.079	79	0.037	0.186	36	0.043	0.043	0.043	0.036	0.096	115.844	37.062	34.18	820.24	941759.28	0.704
241	0.080	1.30	0.078	78	0.037	0.185	36	0.042	0.042	0.042	0.036	0.094	115.846	36.423	33.58	805.92	942565.21	0.702
242	0.079	1.30	0.078	78	0.036	0.185	36	0.041	0.041	0.041	0.036	0.091	115.849	35.807	33.00	792.12	943357.33	0.700
243	0.078	1.30	0.077	77	0.036	0.185	36	0.041	0.041	0.041	0.036	0.089	115.851	35.195	32.43	778.41	944135.74	0.698
244	0.077	1.30	0.076	76	0.036	0.184	36	0.040	0.040	0.040	0.036	0.087	115.853	34.588	31.87	764.81	944900.55	0.697
245	0.077	1.30	0.075	75	0.035	0.184	36	0.040	0.040	0.040	0.036	0.084	115.856	33.985	31.30	751.30	945651.85	0.695
246	0.076	1.30	0.075	75	0.035	0.183	36	0.039	0.039	0.039	0.036	0.082	115.858	33.386	30.75	737.89	946389.74	0.693

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
247	0.075	1.30	0.074	74	0.035	0.183	36	0.038	0.038	0.038	0.036	0.080	115.860	32.792	30.19	724.59	947114.33	0.691
248	0.075	1.30	0.073	73	0.034	0.183	35	0.038	0.038	0.038	0.035	0.077	115.863	32.184	29.62	710.97	947825.30	0.689
249	0.074	1.30	0.073	73	0.034	0.182	35	0.037	0.037	0.037	0.035	0.075	115.865	31.580	29.06	697.46	948522.76	0.687
250	0.073	1.30	0.072	72	0.034	0.182	35	0.037	0.037	0.037	0.035	0.073	115.867	30.998	28.52	684.45	949207.22	0.685
251	0.073	1.30	0.071	71	0.033	0.182	35	0.036	0.036	0.036	0.035	0.071	115.869	30.421	27.98	671.54	949878.76	0.683
252	0.072	1.30	0.071	71	0.033	0.181	35	0.035	0.035	0.035	0.035	0.069	115.871	29.848	27.45	658.73	950537.49	0.681
253	0.071	1.30	0.070	70	0.032	0.181	35	0.035	0.035	0.000	0.070	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
254	0.070	1.30	0.069	69	0.032	0.181	35	0.034	0.034	0.000	0.069	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
255	0.070	1.30	0.068	68	0.032	0.180	35	0.034	0.034	0.000	0.068	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
256	0.069	1.30	0.068	68	0.031	0.180	35	0.033	0.033	0.000	0.068	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
257	0.068	1.30	0.067	67	0.031	0.179	35	0.033	0.033	0.000	0.067	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
258	0.068	1.30	0.066	66	0.031	0.179	34	0.032	0.032	0.000	0.066	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
259	0.067	1.30	0.066	66	0.030	0.179	34	0.031	0.031	0.000	0.066	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
260	0.066	1.30	0.065	65	0.030	0.178	34	0.031	0.031	0.000	0.065	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
261	0.066	1.30	0.064	64	0.030	0.178	34	0.030	0.030	0.000	0.064	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
262	0.065	1.30	0.064	64	0.029	0.178	34	0.030	0.030	0.000	0.064	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
263	0.064	1.30	0.063	63	0.029	0.177	34	0.029	0.029	0.000	0.063	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
264	0.064	1.30	0.062	62	0.028	0.177	34	0.029	0.029	0.000	0.062	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
265	0.063	1.30	0.062	62	0.028	0.177	34	0.028	0.028	0.000	0.062	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
266	0.062	1.30	0.061	61	0.028	0.176	34	0.027	0.027	0.000	0.061	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
267	0.062	1.30	0.060	60	0.027	0.176	33	0.027	0.027	0.000	0.060	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
268	0.061	1.30	0.060	60	0.027	0.175	33	0.026	0.026	0.000	0.060	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
269	0.060	1.30	0.059	59	0.027	0.175	33	0.026	0.026	0.000	0.059	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
270	0.060	1.30	0.058	58	0.026	0.175	33	0.025	0.025	0.000	0.058	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
271	0.059	1.30	0.058	58	0.026	0.174	33	0.025	0.025	0.000	0.058	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
272	0.058	1.30	0.057	57	0.025	0.174	33	0.024	0.024	0.000	0.057	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
273	0.058	1.30	0.057	57	0.025	0.174	33	0.024	0.024	0.000	0.057	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
274	0.057	1.30	0.056	56	0.025	0.173	33	0.023	0.023	0.000	0.056	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
275	0.057	1.30	0.055	55	0.024	0.173	33	0.023	0.023	0.000	0.055	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
276	0.056	1.30	0.055	55	0.024	0.172	33	0.022	0.022	0.000	0.055	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
277	0.055	1.30	0.054	54	0.024	0.172	32	0.022	0.022	0.000	0.054	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
278	0.055	1.30	0.053	53	0.023	0.172	32	0.021	0.021	0.000	0.053	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
279	0.054	1.30	0.053	53	0.023	0.171	32	0.021	0.021	0.000	0.053	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
280	0.053	1.30	0.052	52	0.022	0.171	32	0.020	0.020	0.000	0.052	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
281	0.053	1.30	0.052	52	0.022	0.171	32	0.020	0.020	0.000	0.052	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
282	0.052	1.30	0.051	51	0.022	0.170	32	0.019	0.019	0.000	0.051	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
283	0.052	1.30	0.050	50	0.021	0.170	32	0.018	0.018	0.000	0.050	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
284	0.051	1.30	0.050	50	0.021	0.169	32	0.018	0.018	0.000	0.050	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
285	0.050	1.30	0.049	49	0.020	0.169	32	0.017	0.017	0.000	0.049	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
286	0.050	1.30	0.048	48	0.020	0.169	31	0.017	0.017	0.000	0.048	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
287	0.049	1.30	0.048	48	0.020	0.168	31	0.016	0.016	0.000	0.048	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
288	0.049	1.30	0.047	47	0.019	0.168	31	0.016	0.016	0.000	0.047	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
289	0.048	1.30	0.047	47	0.019	0.167	31	0.015	0.015	0.000	0.047	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
290	0.047	1.30	0.046	46	0.018	0.167	31	0.015	0.015	0.000	0.046	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
291	0.047	1.30	0.045	45	0.018	0.167	31	0.015	0.015	0.000	0.045	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
292	0.046	1.30	0.045	45	0.018	0.166	31	0.014	0.014	0.000	0.045	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
293	0.046	1.30	0.044	44	0.017	0.166	31	0.014	0.014	0.000	0.044	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
294	0.045	1.30	0.044	44	0.017	0.165	31	0.013	0.013	0.000	0.044	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
295	0.044	1.30	0.043	43	0.016	0.165	30	0.013	0.013	0.000	0.043	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
296	0.044	1.30	0.042	42	0.016	0.165	30	0.012	0.012	0.000	0.042	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
297	0.043	1.30	0.042	42	0.016	0.164	30	0.012	0.012	0.000	0.042	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
298	0.043	1.30	0.041	41	0.015	0.164	30	0.011	0.011	0.000	0.041	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
299	0.042	1.30	0.041	41	0.015	0.163	30	0.011	0.011	0.000	0.041	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
300	0.041	1.30	0.040	40	0.014	0.163	30	0.010	0.010	0.000	0.040	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
301	0.041	1.30	0.040	40	0.014	0.162	30	0.010	0.010	0.000	0.040	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
302	0.040	1.30	0.039	39	0.013	0.162	30	0.009	0.009	0.000	0.039	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
303	0.040	1.30	0.038	38	0.013	0.162	30	0.009	0.009	0.000	0.038	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
304	0.039	1.30	0.038	38	0.013	0.161	29	0.008	0.008	0.000	0.038	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
305	0.039	1.30	0.037	37	0.012	0.161	29	0.008	0.008	0.000	0.037	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
306	0.038	1.30	0.037	37	0.012	0.160	29	0.008	0.008	0.000	0.037	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
307	0.037	1.30	0.036	36	0.011	0.160	29	0.007	0.007	0.000	0.036	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
308	0.037	1.30	0.035	35	0.011	0.159	29	0.007	0.007	0.000	0.035	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
309	0.036	1.30	0.035	35	0.010	0.159	29	0.006	0.006	0.000	0.035	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
310	0.036	1.30	0.034	34	0.010	0.158	29	0.006	0.006	0.000	0.034	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
311	0.035	1.30	0.034	34	0.009	0.158	28	0.005	0.005	0.000	0.034	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
312	0.035	1.30	0.033	33	0.009	0.157	28	0.005	0.005	0.000	0.033	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
313	0.034	1.30	0.033	33	0.008	0.157	28	0.005	0.005	0.000	0.033	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
314	0.033	1.30	0.032	32	0.008	0.156	28	0.004	0.004	0.000	0.032	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
315	0.033	1.30	0.032	32	0.007	0.156	28	0.004	0.004	0.000	0.032	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
316	0.032	1.30	0.031	31	0.007	0.155	28	0.003	0.003	0.000	0.031	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
317	0.032	1.30	0.030	30	0.006	0.155	28	0.003	0.003	0.000	0.030	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
318	0.031	1.30	0.030	30	0.005	0.154	27	0.002	0.002	0.000	0.030	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
319	0.031	1.30	0.029	29	0.005	0.153	27	0.002	0.002	0.000	0.029	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
320	0.030	1.30	0.029	29	0.004	0.153	27	0.002	0.002	0.000	0.029	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
321	0.030	1.30	0.028	28	0.004	0.152	27	0.001	0.001	0.000	0.028	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
322	0.029	1.30	0.028	28	0.003	0.151	27	0.001	0.001	0.000	0.028	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
323	0.028	1.30	0.027	27	0.002	0.151	27	0.001	0.001	0.000	0.027	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
324	0.028	1.30	0.027	27	0.001	0.150	26	0.000	0.000	0.000	0.027	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
325	0.027	1.30	0.026	26	0.000	0.149	26	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
326	0.027	1.30	0.026	26	-0.002	0.147	26	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
327	0.026	1.30	0.025	25	-0.004	0.145	25	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
328	0.026	1.30	0.025	25	-0.006	0.143	25	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
329	0.025	1.30	0.024	24	-0.008	0.141	24	0.000	0.000	0.000	0.024	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
330	0.025	1.30	0.023	23	-0.010	0.139	24	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
331	0.024	1.30	0.023	23	-0.012	0.137	23	0.000	0.000	0.000	0.023	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
332	0.024	1.30	0.022	22	-0.014	0.134	22	0.000	0.000	0.000	0.022	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
333	0.023	1.30	0.022	22	-0.016	0.132	22	0.000	0.000	0.000	0.022	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
334	0.023	1.30	0.021	21	-0.019	0.130	21	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
335	0.022	1.30	0.021	21	-0.021	0.128	21	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
336	0.022	1.30	0.020	20	-0.023	0.126	20	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
337	0.021	1.30	0.020	20	-0.025	0.124	20	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
338	0.021	1.30	0.019	19	-0.027	0.122	19	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
339	0.020	1.30	0.019	19	-0.029	0.119	19	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
340	0.020	1.30	0.018	18	-0.032	0.117	18	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
341	0.019	1.30	0.018	18	-0.034	0.115	18	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
342	0.019	1.30	0.017	17	-0.036	0.113	17	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
343	0.018	1.30	0.017	17	-0.038	0.111	17	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
344	0.018	1.30	0.016	16	-0.041	0.108	16	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
345	0.017	1.30	0.016	16	-0.043	0.106	16	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
346	0.016	1.30	0.015	15	-0.045	0.104	15	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
347	0.016	1.30	0.015	15	-0.047	0.102	15	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
348	0.015	1.30	0.014	14	-0.050	0.099	14	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
349	0.015	1.30	0.014	14	-0.052	0.097	14	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
350	0.014	1.30	0.013	13	-0.054	0.094	13	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
351	0.014	1.30	0.013	13	-0.057	0.092	13	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
352	0.013	1.30	0.012	12	-0.059	0.090	12	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
353	0.013	1.30	0.012	12	-0.062	0.087	12	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
354	0.013	1.30	0.011	11	-0.064	0.085	11	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento

t	Q tot.	Prelievi acquedotti	Q disponibile al netto prelievi	Q disponibile al netto prelievi	Carico idraulico soglia derivazione	Carico idraulico soglia rilascio	RILASCIO DA SOGLIA DMV istantaneo	Q disponibile al netto rilascio da soglia	Q derivabile	Qt turbinata	Q totale rilasc.	Perdite di carico (Colebrook)	Salto netto H	Potenza asse	Potenza netta	Energia	Energia cumulata	Rendimento tot ηTOT
[gg]	[m^3/s]	[l/s]	[m^3/s]	[l/s]	[m]	[m]	[l/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]	DH [m]	[m]	[kW]	[kW]	[kWh]	[kWh]	[-]
355	0.012	1.30	0.011	11	-0.067	0.082	11	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
356	0.012	1.30	0.010	10	-0.069	0.080	10	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
357	0.011	1.30	0.010	10	-0.072	0.077	10	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
358	0.011	1.30	0.009	9	-0.074	0.075	9	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
359	0.010	1.30	0.009	9	-0.077	0.072	9	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
360	0.010	1.30	0.008	8	-0.080	0.069	8	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
361	0.009	1.30	0.008	8	-0.083	0.066	8	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
362	0.009	1.30	0.007	7	-0.085	0.064	7	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
363	0.008	1.30	0.007	7	-0.088	0.061	7	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
364	0.008	1.30	0.006	6	-0.091	0.058	6	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	115.940	0.000	0.00	0.00	950537.49	Imp.spento
365	0.007	1.30	0.006	6	-0.094	0.055	6	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	115.940	0.000	0.000	0.000	950537.49	Imp.spento
MEDIA	0.180	1.3	0.179	179	/	/	46	0.133	0.120	0.117	0.062	/	114.908	115.089	108.509	2604	**950537**	
VOLUME [milioni di m^3]	5.67	0.04	5.63	5.63	/	/	1.44	4.18	3.78	3.68	1.95	/	/					

Tab. 14: *Dati caratteristici impianto.*

Portata massima di concessione	354 l/s
Portata media di concessione	117 l/s
Portata di minimo deflusso vitale DMV	26 l/s
Portata media annua di rilascio	62 l/s
Salto nominale di concessione (P.M.S.-P.M.I.)	115.94 m
Potenza massima netta (η complessivo impianto = 81.7%) = (Qmax x Salto nominale x rendimento alla Qmax)/102	328.54 kW
Potenza nominale di concessione = (Qmedia x Salto nominale)/102	132.99 kW

Stima producibilità annua	kWh 950,537

Tab 15: *Dati tecnici riassuntivi impianto.*

N.B. La differenza della portata media mensile su base annua dalla curva di durata è dovuta all'estrapolazione con la curva di regressione assunta. Il valore risulta sottostimato rispetto al calcolo del contributo medio desumibile dal coefficiente di deflusso medio assunto. Infatti come segue si osserva una portata media annua disponibile prudenziale relativamente alla risorsa disponibile.

$$\overline{Q} = q \cdot S = 42.2 \frac{l}{s \cdot km^2} \cdot 5.19 km^2 = 218 l/s > 180 l/s \qquad \text{Eq. 16}$$

Si sottolinea che in funzione della specifica tipologia di macchina idraulica utilizzata il rilascio atteso medio annuo risulta pari a 62 l/s corrispondente ad un DMV specifico sul bacino in esame pari a 11.95 l/s/kmq. Tale valore risulta ampiamente superiore al minimo DMV richiesto dalle norme vigenti.

Si evidenzia altresi che il dmv effettivamente rilasciato dalla luce di rilacio è sempre superire ai 26 l/s minimi assunti come prioritari come evidenziato nella tabella riportata. Laddove il valore è inferiore significa che non è disponibile naturalmente alla sezione di presa. Evidenza grafica del calcolo sotto riportata.

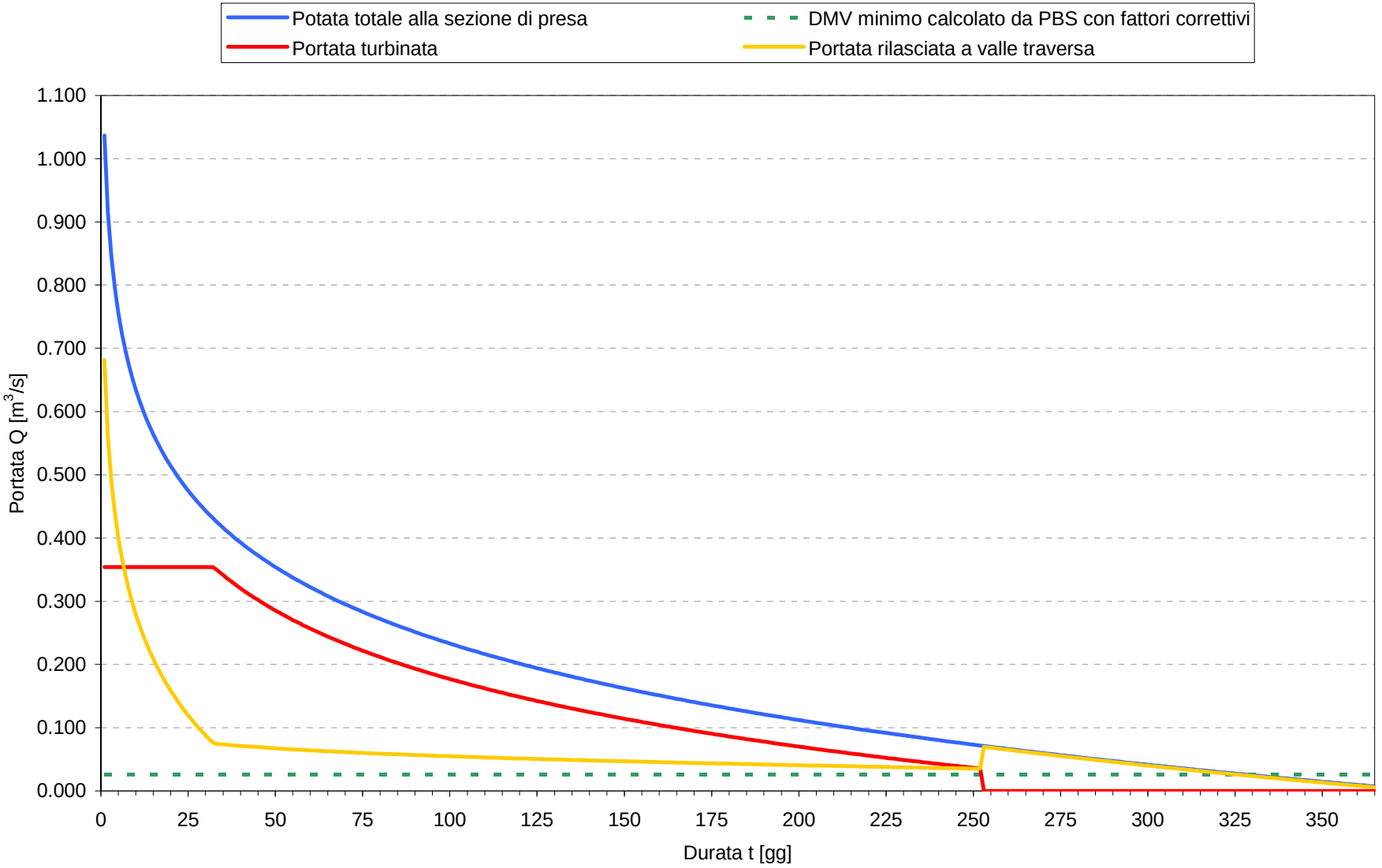


Fig. 37: *Curva di durata e di utilizzazione impianto.*

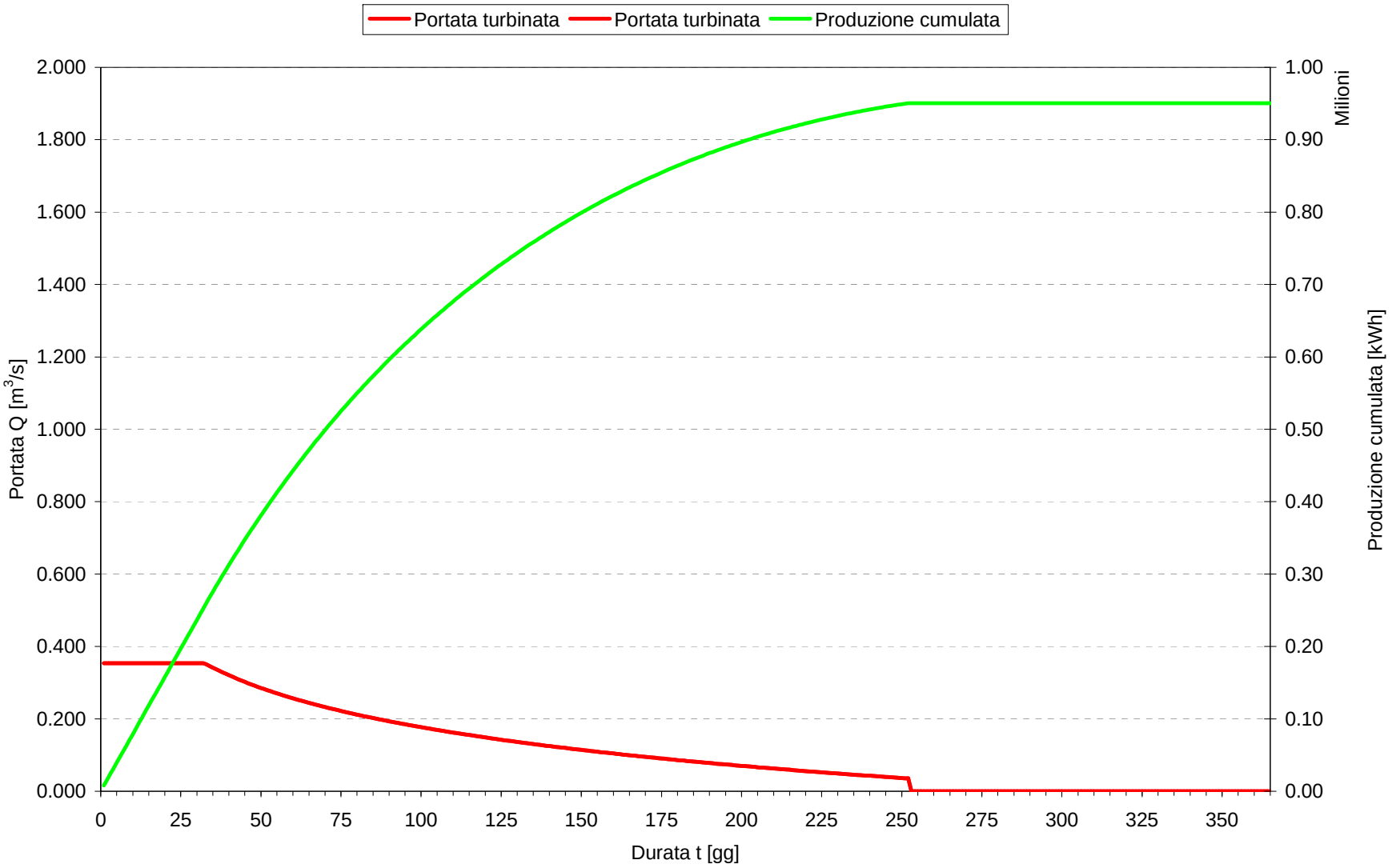


Fig. 38: *Curva di produzione impianto.*

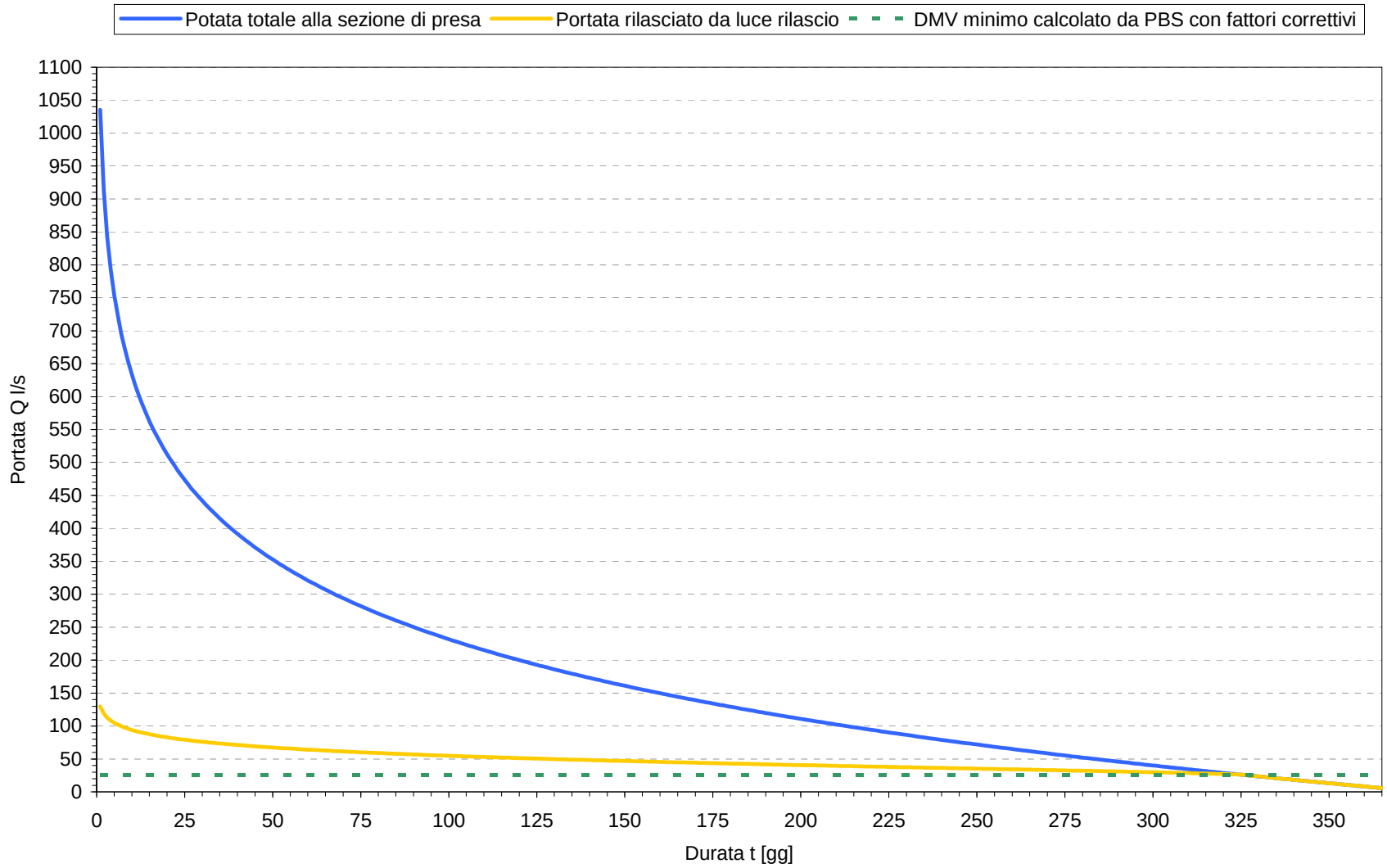


Fig. 39: *Curva di rilascio luce DMV.*

10. Studio delle precipitazioni estreme

Nella progettazione (o verifica) di un sistema idraulico complesso, o di una semplice struttura, occorre vagliare accuratamente le curve di possibilità pluviometrica.
Cioè in definitiva occorre fare delle scelte circa il grado di rischio che si vuol accettare per le opere da realizzare. Nel caso delle piogge, comporta la scelta di una probabilità (o meglio di un tempo di ritorno T inteso come intervallo di anni in cui mediamente un certo evento viene eguagliato o superato mediamente una sola volta) dall'evento. Ne consegue che le indagini delle piogge intese vengono fatte con criteri statistici andando alla ricerca delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ai prefissati valori del tempo di ritorno.

10.1. Analisi delle piogge intense delle curve di possibilità pluviometrica C.P.P.

Un passo fondamentale dell'analisi idrologica per la stima della portata critica consiste nella determinazione delle curve di possibilità pluviometrica medie puntuali del bacino. L'operazione deve essere condotta in modi differenti a seconda delle informazioni disponibili. Se all'interno dell'area d'interesse del bacino cadono più stazioni pluviometriche o pluviografiche appare ragionevole fare riferimento ai metodi che stimano tale curva come media spaziale dei valori determinati per le singole stazioni pluviografiche. Quando invece, come accade in questo caso, nel bacino non ricade nessuna stazione di misura, per la determinazione delle curve di possibilità climatica è necessario fare riferimento alla stazione circostante più prossima valutando per l'area d'interesse i dati della stazione presa a riferimento. Per curva caratteristica di possibilità pluviometrica si intende la relazione tra l'altezza di pioggia, "h", caduta nella generica durata, "d", e il tempo di ritorno, "T", della stessa; tempo definito come il numero medio di anni in cui "h", nella durata "d" viene superata in media una sola volta. La sua espressione per campi di durate abbastanza ampi, può essere rappresentata da relazioni del tipo:

$$h(t_p, T_R) = a(T_R) \cdot t_p^n \qquad \text{Eq. 17}$$

dove $a(T_R)$ [mm/h^n] rappresenta la pioggia oraria di tempo di ritorno "T_R" ed "n" è un esponenziale di scala.

Le piogge massime annuali che si verificano in una data località per un'assegnata durata, date le loro caratteristiche di variabilità, possono essere assimilate a una variabile aleatoria. Della variabile aleatoria disponendo di una serie di osservazioni è possibile definire la distribuzione di probabilità P(h), la quale è legata al tempo di ritorno dalla relazione:

$$T_R(h) = 1/[1 - P(h)] \qquad \text{Eq. 18}$$

ove *P(h)* è la probabilità di non superamento.

Disponendo in una serie di osservazioni (nel nostro particolare caso ricavate dai dati registrati dalla stazione pluviometrica di San Michele e Giacopiane-Annali idrologici), di massimo annuale, "h", dell'altezza di precipitazione con durata "tp", scelta un tipo di legge probabilistica che si presta bene a interpolare le osservazioni è possibile pervenire alla determinazione del quantile "h(d)". La distribuzione di probabilità scelta in questo particolare caso è la distribuzione a due parametri di Gumbel definita dalla relazione:

$$P(h) = e^{-e^{-y}} \qquad \text{Eq. 19}$$

dove "y" è la variabile ridotta tale per cui:

$$y = \alpha_d (h - u_d) \qquad \text{Eq. 20}$$

dalla quale si consta che per definire la probabilità di non superamento di un evento è necessario stimare i parametri "α_d", "u_d". Stimando i parametri ad esempio con il metodo dei momenti (si considera la media, "μ", e la deviazione standard, "σ"), supponendo che la media e lo scarto della popolazione coincidano con la media "m(h)" e lo scarto "s(h)" del campione delle osservazioni si determinano i quantili d'altezza di precipitazione a tempo di ritorno assegnato:

$$h(d) = u_d - 1/\alpha_d \cdot \ln\ln(T_R/(T_R - 1)) \qquad \text{Eq. 21}$$

dove :

$\alpha_d = 1.283/\sigma$
$u_d = \mu - 0.45\sigma$

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori dei parametri sopra definiti al variare della durata dell'evento per la stazione di riferimento, sulla base dei valori d'altezza di precipitazione massima registrata alle diverse durate:

Anno	Durata in ore stazione di San Michele				
	1	3	6	12	24
1950	30.8	43.0	72.0	90.6	121.4
1951	27.8	30.4	60.6	91.0	114.8
1952	44.4	66.8	70.0	106.8	129.8
1953	80.2	96.2	113.8	134.0	156.0
1954	55.4	68.0	77.4	84.4	98.8
1955	44.0	47.8	51.4	63.0	87.4

Anno	Durata in ore stazione di San Michele				
	1	3	6	12	24
1956	27.0	36.0	51.0	73.0	94.4
1957	22.0	34.4	50.0	65.4	106.6
1958	40.8	51.2	61.0	68.0	112.8
1960	53.0	74.0	88.6	104.4	105.0
1961	28.0	56.4	75.0	102.0	110.8
1962	33.0	44.4	46.6	64.2	77.2
1963	34.0	74.0	77.8	96.8	102.2
1964	48.0	64.2	68.4	91.4	128.0
1965	38.0	58.6	69.8	83.0	113.4
1966	40.0	80.4	88.2	89.8	121.0
1967	31.0	38.2	59.0	76.2	79.6
1968	36.0	119.8	124.8	124.8	142.4
1969	57.0	62.6	87.8	100.8	120.8
1971	52.2	65.0	67.0	103.0	114.8
1972	38.0	51.2	55.2	66.0	84.6
1973	51.0	77.0	95.4	98.6	100.6
1974	48.0	64.0	77.2	80.6	81.0
1975	18.8	32.4	48.0	71.0	92.0
1976	40.0	54.4	72.7	80.9	93.2
1977	30.4	60.6	74.6	106.4	122.0
1978	14.0	28.8	44.4	66.2	119.2
1979	52.0	68.4	82.2	93.2	157.8
1980	32.0	49.0	52.0	82.0	89.2
1981	47.0	88.2	104.0	111.4	125.0
1982	48.0	76.4	120.0	133.0	170.8
1983	20.8	30.0	49.0	84.0	146.0
1984	24.0	33.4	50.4	60.0	85.2
1985	21.4	41.0	65.4	81.6	126.2
1986	41.8	89.2	112.6	112.6	134.4
1987	50.4	65.8	78.6	92.2	109.0
1988	23.2	47.6	56.2	68.6	90.0
1989	41.0	72.0	79.6	90.6	107.6
1990	34.0	44.6	58.0	64.4	102.0
1992	42.0	53.0	61.8	92.0	125.4
1993	38.0	47.8	60.6	79.0	154.4
1994	39.0	58.8	60.0	60.0	82.4
1995	43.4	56.0	80.0	119.0	140.4
1996	58.4	59.0	85.4	86.6	94.2
1997	24.0	26.8	58.4	102.0	132.0
2003	17.6	34.8	50.4	66.0	76.6
2004	28.0	38.4	64.4	96.0	132.6
2005	61.4	83.0	121.8	136.8	143.6
2006	28.6	41.8	50.4	85.8	92.8
2007	49.0	64.0	69.2	71.2	80.4
Media (h)	38.556	56.976	71.962	89.006	112.556
Dev. Stand. (h)	13.226	19.611	20.903	9.8671	23.823

Anno	Durata in ore stazione di San Michele				
	1	3	6	12	24
α(d)	0.097	0.065	0.061	0.065	0.054
u(d)	32.604	48.150	62.555	80.065	101.835

Tab. 16: *Valori massimi annui delle piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore per la stazione di San Michele e principali parametri statistici.*

Anno	Durata in ore stazione di Giacopiane				
	1	3	6	12	24
1950	31.0	41.0	74.0	91.2	112.4
1951	27.4	52.2	52.0	82.2	115.0
1952	68.0	86.2	116.8	141.0	148.0
1953	51.0	93.2	111.2	135.0	166.2
1954	63.6	74.2	82.6	83.0	107.8
1955	40.0	51.6	66.0	84.6	113.6
1956	30.6	42.8	58.0	85.6	101.0
1957	18.6	38.0	57.8	82.6	133.0
1958	44.0	91.4	112.6	133.0	146.4
1959	40.0	59.0	85.0	157.6	205.0
1960	48.0	73.0	97.0	117.8	119.2
1961	32.0	68.0	84.6	107.2	141.8
1962	38.0	52.2	60.8	90.2	122.2
1963	67.0	104.0	109.6	143.0	153.6
1964	38.0	65.0	102.0	137.8	170.4
1965	57.0	81.8	93.6	95.0	136.0
1966	28.0	50.0	60.0	101.0	169.4
1967	42.0	71.4	113.6	143.0	154.6
1968	40.0	82.0	138.2	162.2	201.4
1969	36.0	80.0	114.0	145.0	167.8
1970	44.4	69.6	104.0	161.0	186.0
1971	48.0	56.6	74.2	92.0	128.8
1972	50.0	128.0	217.0	309.8	344.2
1973	45	57.0	72.0	88.4	98.0
1974	35.0	57.8	68.0	78.0	80.0
1975	20.0	62.0	88.0	111.4	134.2
1976	30.0	51.9	61.4	104.4	126.2
1977	39.8	59.4	78.6	110.0	150.0
1978	14.2	22.6	32.6	59.2	102.2
1979	28.6	51.6	80.8	109.0	176.2
1980	22.4	54.2	95.2	132.0	133.8
1981	57.4	108.6	151.2	180.6	185.8
1982	54.0	98.0	143.8	281.8	478.8
1983	19.4	35.6	42.8	58.0	86.0
1984	31.8	54.6	75.2	89.0	93.0
1985	13.8	36.2	50.0	75.0	116.6
1986	32.6	69.6	106.6	114.2	125.2
1987	30.6	54.8	60.2	90.6	119.6
1988	34.4	43.2	62.6	96.4	114.8
1989	34	75.6	139.6	185	212.6

Anno	Durata in ore stazione di Giacopiane				
	1	3	6	12	24
1991	68	70.2	71.4	83.6	100
1992	45	94	106	128	223
1993	52.4	43	67.4	80.6	155.8
1994	33	41.6	54.6	93	103.4
1995	71	80	132	165	207
1996	50	95.2	97.2	101.2	172.4
1997	54.0	54.0	78.2	124.2	207.8
2003	41.4	101.0	142.6	187.2	291.8
2004	21.0	36.4	56.2	92.0	126.6
2005	71.4	129.8	210.8	211.6	214.0
2006	24.0	42.2	73.0	88.4	93.2
2007	42.0	54.4	59.4	107.2	136.4
Media (h)	40.365	66.264	91.192	121.265	155.927
Dev. Stand. (h)	14.807	23.860	37.756	49.381	68.116
α(d)	0.087	0.054	0.034	0.026	0.019
u(d)	33.702	55.526	74.201	99.042	125.272

Tab. 17: *Valori massimi annui delle piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore per la stazione di Giacopiane e principali parametri statistici.*

Stimati i parametri attraverso i metodi sopra definiti, nella progettazione di un sistema idraulico complesso, o di una semplice struttura, occorre fare una scelta circa il grado di rischio che si vuol correre per l'opera da realizzare, questo implica nel caso delle portate critiche e quindi delle piogge che le generano la scelta di un tempo di una probabilità e quindi di un tempo di ritorno, dato che abbiamo visto che le due grandezze risultano correlate tra di loro. Per il bacino in esame sono stai considerati come tempi di ritorno 10, 20, 50, 100, 200 anni, ed in funzione di ciò sono stati determinati i diversi quantili di altezza di precipitazione al variare del tempo di ritorno e della durata della precipitazione stessa. Nelle tabelle successive riportiamo i risultati ottenuti per la stazione pluviometrica considerata.

	Stazione di San Michele-Durate di precipitazione in ore				
Tr	1	3	6	12	24
10	36.38	53.75	68.53	85.74	108.64
20	48.07	71.09	87.00	103.30	129.70
50	55.81	82.56	99.23	114.92	143.63
100	63.23	93.57	110.96	126.07	157.01
200	72.84	107.81	126.15	140.51	174.31

Tab. 18: *Quantili altezza di precipitazione delle piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore per la stazione di San Michele.*

	Stazione di Giacopiane-Durate di precipitazione in ore				
Tr	1	3	6	12	24
10	37.93	62.34	84.99	113.15	144.74
20	51.02	83.43	118.36	156.79	204.93
50	59.68	97.39	140.45	185.69	244.79
100	67.99	110.78	161.64	213.40	283.02
200	78.75	128.11	189.07	249.28	332.50

Tab. 19: *Quantili altezza di precipitazione delle piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore per la stazione di Giacopiane.*

Attraverso l'interpolazione delle previsioni "h(tp)" si ottiene quindi una relazione empirica tra i valori di "h" e "tp", che corrisponde alla curva h(tp) di crescita dell'afflusso meteorico di progetto con la durata. Questa procedura viene denominata metodo dei quantili regolarizzati, poiché si basa sulla regolarizzazione, mediante una opportuna funzione, dei quantili corrispondenti a diverse durate. Con la procedura sopra descritta i parametri "a_T"e "n_T" dipendono dallo specifico quantile preso in esame, ossia dal periodo di ritorno considerato. La regolarizzazione tramite la relazione viene condotta tramite regressione dei valori stimati dai quantici "h(tp)" sulle diverse durate, "tp", prese in esame, adottando solitamente uno schema lineare alle trasformazioni logaritmiche.

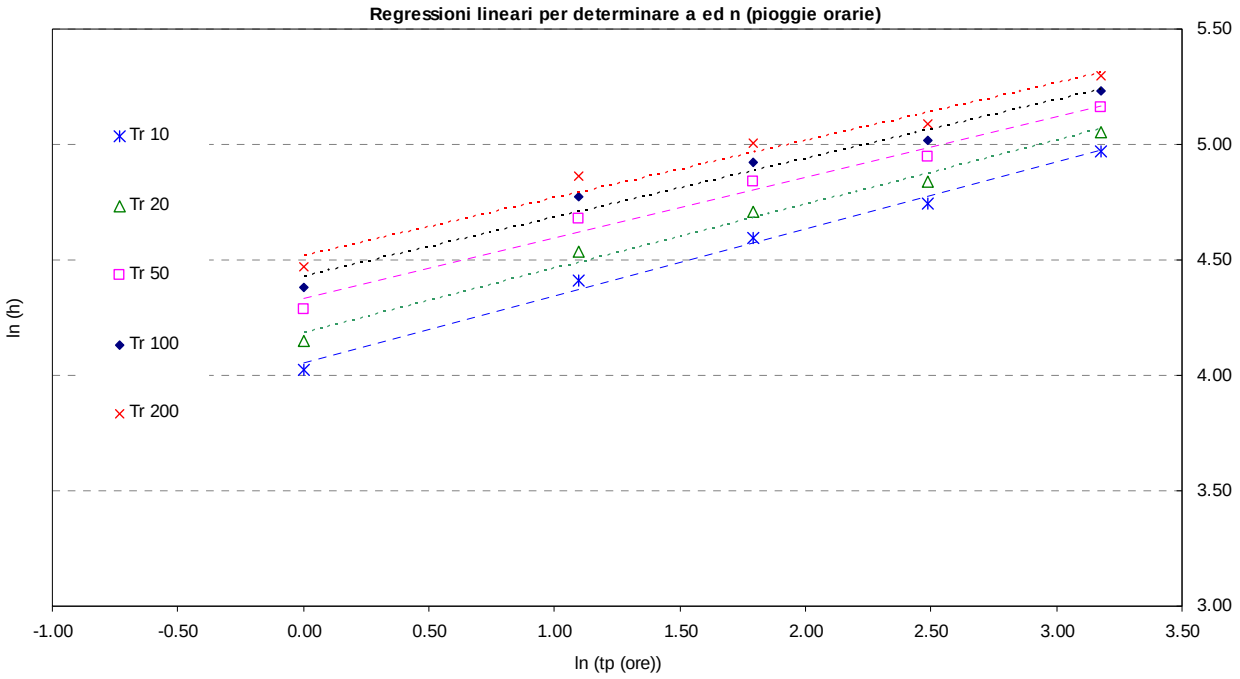


Fig. 40: *Grafico bi-logaritmico delle curve di possibilità pluviometrica C.P.P. delle piogge orarie stazione di San Michele.*

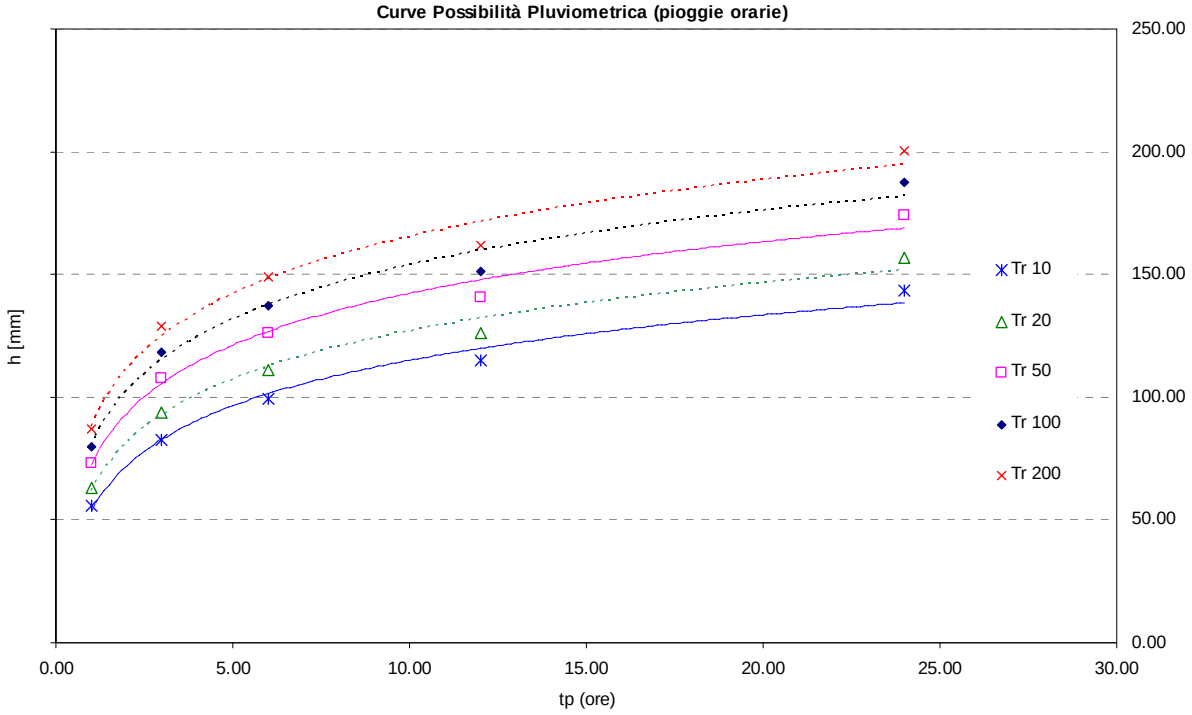


Fig. 41: *Grafico delle curve di possibilità pluviometrica C .P.P. delle piogge orarie stazione di San Michele.*

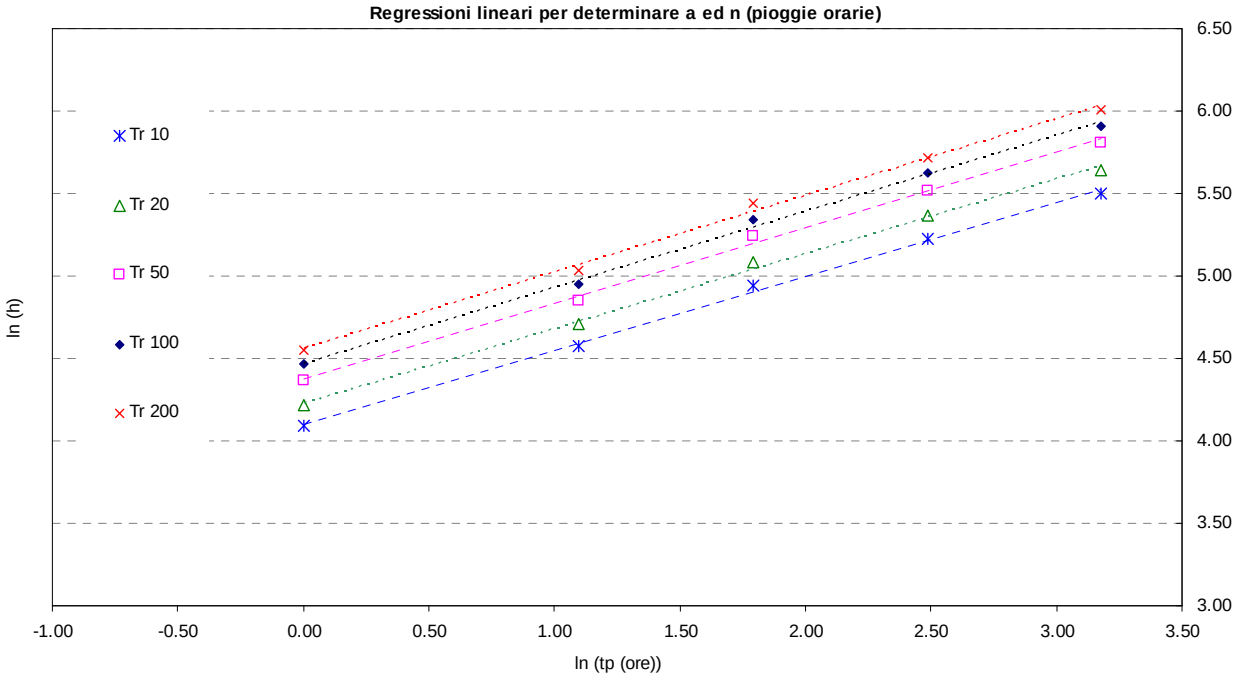


Fig. 42: *Grafico bi-logaritmico delle curve di possibilità pluviometrica C.P.P. delle piogge orarie stazione di Giacopiane.*

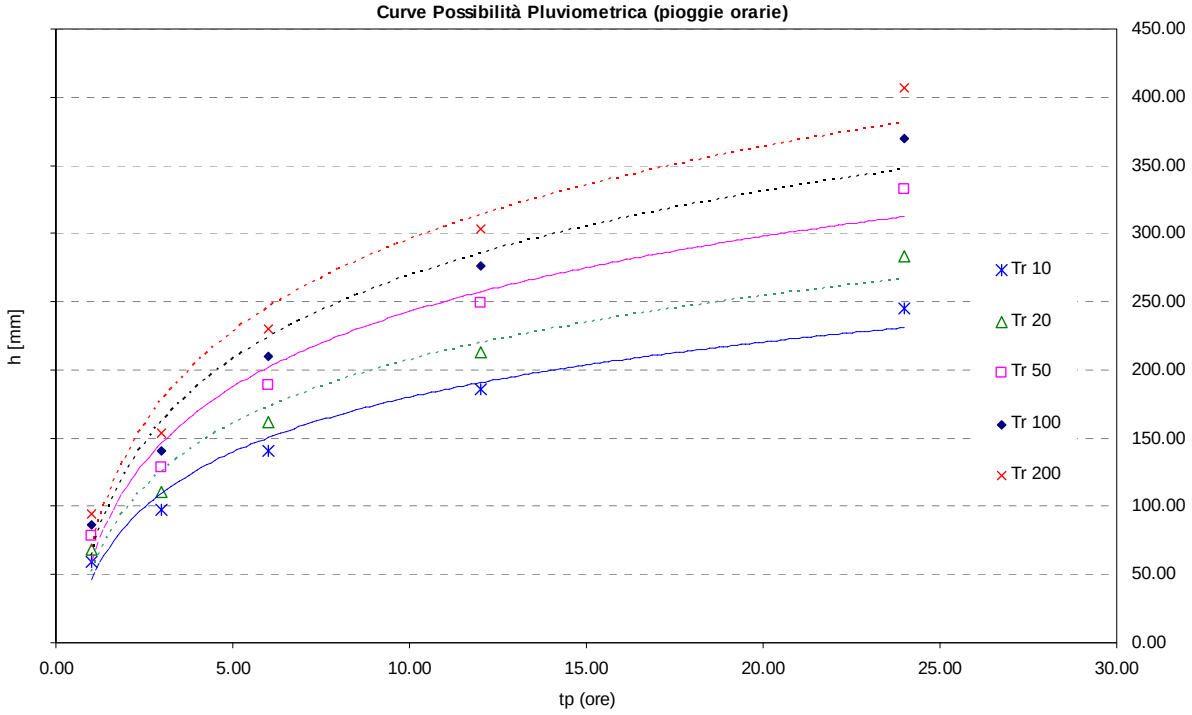


Fig. 43: *Grafico delle curve di possibilità pluviometrica C .P.P. delle piogge orarie stazione di Giacopiane.*

I grafici rappresentano l'andamento delle curve di possibilità climatica che relazionano l'altezza di pioggia alla stazione di registrazione variare del tempo di ritorno e della durata dell'evento meteorico.

Di seguito si riportano, in funzione della durata dell'evento di pioggia, l'altezza cumulata della precipitazione al variare del tempo di ritorno dell'evento considerato.

	Stazione di San Michele-Durate di precipitazione in ore				
Tr	1	3	6	12	24
10	57.62	79.19	96.77	118.26	144.52
20	65.69	88.98	107.77	130.52	158.07
50	76.14	101.65	121.97	146.36	175.62
100	83.99	111.13	132.60	158.21	188.78
200	91.82	120.57	143.17	170.02	201.89

Tab. 20: *Altezza cumulata di precipitazione delle piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore per la stazione di San Michele.*

	Stazione di Giacopiane-Durate di precipitazione in ore				
Tr	1	3	6	12	24
10	60.33	98.77	134.80	183.98	251.11
20	68.58	112.90	154.62	211.77	290.03
50	79.27	131.19	180.27	247.73	340.42
100	87.28	144.89	199.49	274.67	378.18
200	95.26	158.55	218.64	301.51	415.80

Tab. 21: *Altezza cumulata di precipitazione delle piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore per la stazione di Giacopiane.*

Per il dimensionamento e la verifica dei manufatti in oggetto è richiesto assumere come soglia di non ripetibilità dell'evento un lasso di tempo pari a 100 anni.

I parametri caratteristici delle curve di possibilità climatica sono evidenziati nella tabella sottostante in maniera riassuntiva:

	pioggie orarie stazione San Michele		**pioggie orarie stazione Giacopiane**	
Tr	a_T [mm/ore^n]	n [-]	a_T [mm/ore^n]	n [-]
10	57.62	0.289	60.33	0.449
20	65.69	0.276	68.58	0.454
50	76.14	0.263	79.27	0.459
100	**83.99**	**0.255**	**87.28**	**0.461**
200	**91.82**	**0.248**	**95.26**	**0.464**

Pertanto assumendo la C.P.P. relativa agli scrosci con un tempo di ritorno pari a T_R=100 anni si ottiene:

$$h(t_p, T_R) = a(T_R) \cdot t_p^n = 83.99 \cdot t_p^{0.255} \text{ - San Michele}$$

$$h(t_p, T_R) = a(T_R) \cdot t_p^n = 87.28 \cdot t_p^{0461} \text{ - Giacopiane} \qquad \text{Eq. 22}$$

Pertanto assumendo la C.P.P. relativa agli scrosci con un tempo di ritorno pari a T_R=200 anni si ottiene:

$$h(t_p, T_R) = a(T_R) \cdot t_p^n = 91.82 \cdot t_p^{0.248} \text{ - San Michele}$$

$$h(t_p, T_R) = a(T_R) \cdot t_p^n = 95.26 \cdot t_p^{0464} \text{ - Giacopiane} \qquad \text{Eq. 23}$$

11. Stima delle portate di piena del corso d'acqua

-Coefficiente di deflusso φ

La stima del coefficiente di deflusso costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; Di seguito si è riportata una tabella con i coefficienti di deflusso maggiormente utilizzati in idrologia:

Tipo di Superficie	**φ**
Superfici pavimentate	0.7-0.9
Strada in terra	0.4-0.6
Superficie erbose	0.1-0.7
Aree residenziali	0.3-0.7
Boschi	0.10-0.3
Terreni Coltivati	0.2-0.6

Tab. 22: *Coefficienti di deflusso maggiormente utilizzati.*

Poiché il bacino idrologico è molto ampio e quindi sono presenti diverse tipologie di uso del suolo si è pensato di calcolare, tramite la "Carta Uso del Suolo" disponibile sul sito della Regione Liguria, le aree corrispondenti per ciascuna categoria e calcolare un coefficiente di deflusso medio pesato.

TIPO DI SUOLO	Area [km^{2}]	Coefficiente φ
Tessuto Urbano	2.827	0.6
Superfici a copertura erbacea	9.040	0.3
Terreni Coltivati	0.467	0.4
Aree Boscate	48.671	0.2
Rocce Nude	2.582	0.9
Aree a vegetazione rada	0.782	0.6
COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PESATO		**0.30**

Tab. 23: *Coefficienti di deflusso maggiormente utilizzati.*

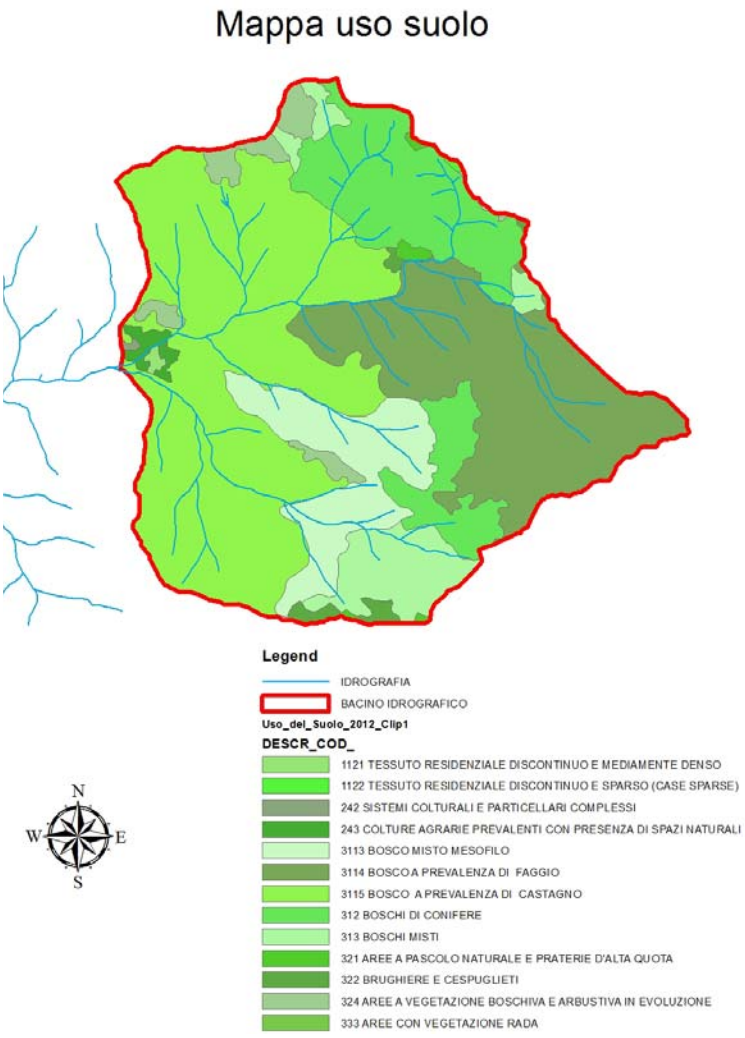


Fig. 44: *Elaborazione Carta della Copertura del Suolo.*

CATEGORIA USO SUOLO	Area [km^2]	ϕ	Area x ϕ		
312 BOSCHI DI CONIFERE	0.592547651	0.3	0.177764		
313 BOSCHI MISTI	0.051255411	0.3	0.015377		
3115 BOSCO A PREVALENZA DI CASTAGNO	2.029903439	0.3	0.608971		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.041151839	0.3	0.012346		
3114 BOSCO A PREVALENZA DI FAGGIO	1.223499402	0.3	0.36705		
321 AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE D'ALTA QUOTA	0.013089979	0.3	0.003927		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.007430436	0.3	0.002229		
313 BOSCHI MISTI	0.029077126	0.3	0.008723		
1122 TESSUTO RESIDENZIALE DISCONTINUO E SPARSO (CASE SPARSE)	0.00393655	0.4	0.001575		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.050368208	0.3	0.01511		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.003200431	0.3	0.00096		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.004142188	0.3	0.001243		
321 AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE D'ALTA QUOTA	0.006070882	0.3	0.001821		
3113 BOSCO MISTO MESOFILO	0.498636285	0.3	0.149591		
312 BOSCHI DI CONIFERE	0.228234752	0.3	0.06847		
312 BOSCHI DI CONIFERE	1.74425E-07	0.3	5.23E-08		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.022269557	0.3	0.006681		
242 SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	0.004137047	0.3	0.001241		
243 COLTURE AGRARIE PREVALENTI CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI	0.040044604	0.3	0.012013		
1121 TESSUTO RESIDENZIALE DISCONTINUO E MEDIAMENTE DENSO	0.008905169	0.6	0.005343		
321 AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE D'ALTA QUOTA	0.008161394	0.3	0.002448		
313 BOSCHI MISTI	0.260359305	0.3	0.078108		
333 AREE CON VEGETAZIONE RADA	0.000719184	0.3	0.000216		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.002075344	0.3	0.000623		
324 AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE	0.026564059	0.3	0.007969		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.01940158	0.3	0.00582		
322 BRUGHIERE E CESPUGLIETI	0.01772021	0.3	0.005316		
TOTALI	**5.19**		**1.560936**		**Φ medio=0.300**

Tab. 24: *Coefficienti di deflusso areali secondo carta uso del suolo adottata..*

Il coefficiente di deflusso medio Φ del bacino è la media pesata dei coefficienti ϕ pesati rispetto alla superficie parziale. In sintesi

$$\Phi = \frac{\sum \phi_j \cdot S_j}{S} = 0.30 \qquad \text{Eq. 24}$$

-Metodo Cinematico

La formula del metodo Razionale per il calcolo della portata al colmo è la seguente:

$$Q_C = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{tc} \qquad \text{Eq. 25}$$

dove:

Qc = portata al colmo [m^3/s];

φ = coefficiente di deflusso [-];

j = intensità di pioggia[m/h]= h/tc, con tp = tc;

S = superficie del bacino [km^2].

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno Tr di quello dell'intensità di pioggia,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione,
- l'intensità di pioggia ha una durata tp pari a quella del tempo di corrivazione tc.

Portata di Piena centenaria alla sezione di presa

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce ai deflusso nella sezione terminale.

Pertanto dai dati in nostro possesso si è determinata la portata al colmo:

Descrizione parametro	**Simbolo**	**Valore**	**Unità di misura**
Superficie	S	5.19	Km^2
Coefficiente deflusso medio bacino (da copertura suolo)	φ	0.30	-
Altezza di pioggia da dati stazione San Michele	h	77.25	mm
Altezza di pioggia da dati stazione Giacopiane	h	75.01	mm
Tempo di corrivazione	Tc	0.72	ore
Portata al colmo da dati San Michele	Qc1	46.49	m^3/s
Portata al colmo da dati Giacopiane	Qc2	45.15	m^3/s
Portata media centenaria di progetto	**Qc**	**45.82**	**m^3/s**

Tab. 25: *Tabella riassuntiva dei valori assunti per la stima della portata al colmo Tr=100 anni transitante sul Mogliana alla sezione di presa.*

Portata di Piena bi-centenaria alla sezione di presa

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce ai deflusso nella sezione terminale.

Pertanto dai dati in nostro possesso si è determinata la portata al colmo:

Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Superficie	S	5.19	Km^2
Coefficiente deflusso medio bacino (da copertura suolo)	φ	0.30	-
Altezza di pioggia da dati stazione San Michele	h	84.64	mm
Altezza di pioggia da dati stazione Giacopiane	h	81.81	mm
Tempo di corrivazione	Tc	0.72	ore
Portata al colmo da dati San Michele	Qc1	50.94	m^3/s
Portata al colmo da dati Giacopiane	Qc2	49.24	m^3/s
Portata media centenaria di progetto	**Qc**	**50.09**	**m^3/s**

Tab. 26: *Tabella riassuntiva dei valori assunti per la stima della portata al colmo Tr=200 anni transitante sul Mogliana alla sezione di presa.*

Portata di Piena centenaria alla sezione di restituzione

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce ai deflusso nella sezione terminale.

Pertanto dai dati in nostro possesso si è determinata la portata al colmo:

Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Superficie	S	6.38	Km^2
Coefficiente deflusso medio bacino (da copertura suolo)	φ	0.30	-
Altezza di pioggia da dati stazione San Michele	h	77.25	mm
Altezza di pioggia da dati stazione Giacopiane	h	75.01	mm
Tempo di corrivazione	Tc	0.82	ore
Portata al colmo da dati San Michele	Qc1	51.87	m^3/s
Portata al colmo da dati Giacopiane	Qc2	51.74	m^3/s
Portata media centenaria di progetto	**Qc**	**51.81**	**m^3/s**

Tab. 27: *Tabella riassuntiva dei valori assunti per la stima della portata al colmo Tr=100 anni transitante sul Mogliana alla sezione di restituzione.*

Portata di Piena bi-centenaria alla sezione di restituzione

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce ai deflusso nella sezione terminale.

Pertanto dai dati in nostro possesso si è determinata la portata al colmo:

Descrizione parametro	Simbolo	Valore	Unità di misura
Superficie	S	6.38	Km^2
Coefficiente deflusso medio bacino (da copertura suolo)	φ	0.30	-
Altezza di pioggia da dati stazione San Michele	h	84.64	mm
Altezza di pioggia da dati stazione Giacopiane	h	81.81	mm
Tempo di corrivazione	Tc	0.82	ore
Portata al colmo da dati San Michele	Qc1	62.62	m^3/s
Portata al colmo da dati Giacopiane	Qc2	56.45	m^3/s
Portata media centenaria di progetto	**Qc**	**59.54**	**m^3/s**

Tab. 28: *Tabella riassuntiva dei valori assunti per la stima della portata al colmo Tr=200 anni transitante sul Mogliana alla sezione di restituzione.*