REMNA Srl
Sviluppo impianti di produzione energia da fonti rinnovabili
Via De Amicis 26, 20123 Milano (MI)
Partita IVA e Cod. Fiscale 07405480968
Tel - 3496535114 - 3402570771 - 3288175300
Tel – 02 83986400; Fax – 02 83986401
Pec – remna@legalmail.it

Regione Liguria	*Comuni di Montalto Ligure e Molini di Triora*

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE ARGENTINA A MONTALTO LIGURE

AUTORIZZAZIONE UNICA
ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE AD USO IDROELETTRICO
ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai Sensi del dlgs 152/2006

R2 – RELAZIONE IDROLOGICA

Gruppo di lavoro

Progettazione - Coordinamento dello SIA:
REMNA SRL
Dott. Ing. Camilla Castoldi

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASTOLDI CAMILLA
Sez. A Settore: a) civile e ambientale
n° A 30466

Comparto Ambientale:
FLUME SRL
Dott. Ing. Paolo Vezza
Dr. Michele Spairani
Dr. Nicola Polisciano
Dr. Alessandro Balestrieri
Dott. Ing, Andrea Zanin

FLUME s.r.l.
FLUvial Management and Ecology
Località Alpe Rong n° 1
11010 GIGNOD (Ao)
C.F. e P.IVA: 01180000075

Comparto Geologia:
GEOTECAM
Dott.Geol. Andrea Robbiano
Dott.Geol. Giacomo Canepa

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 292
ANDREA ROBBIANO
GEOLOGO
data iscr. 12-01-1995

Dott. Geol. Andrea Robbiano

Data:	Febbraio 2016	Revisione:	01

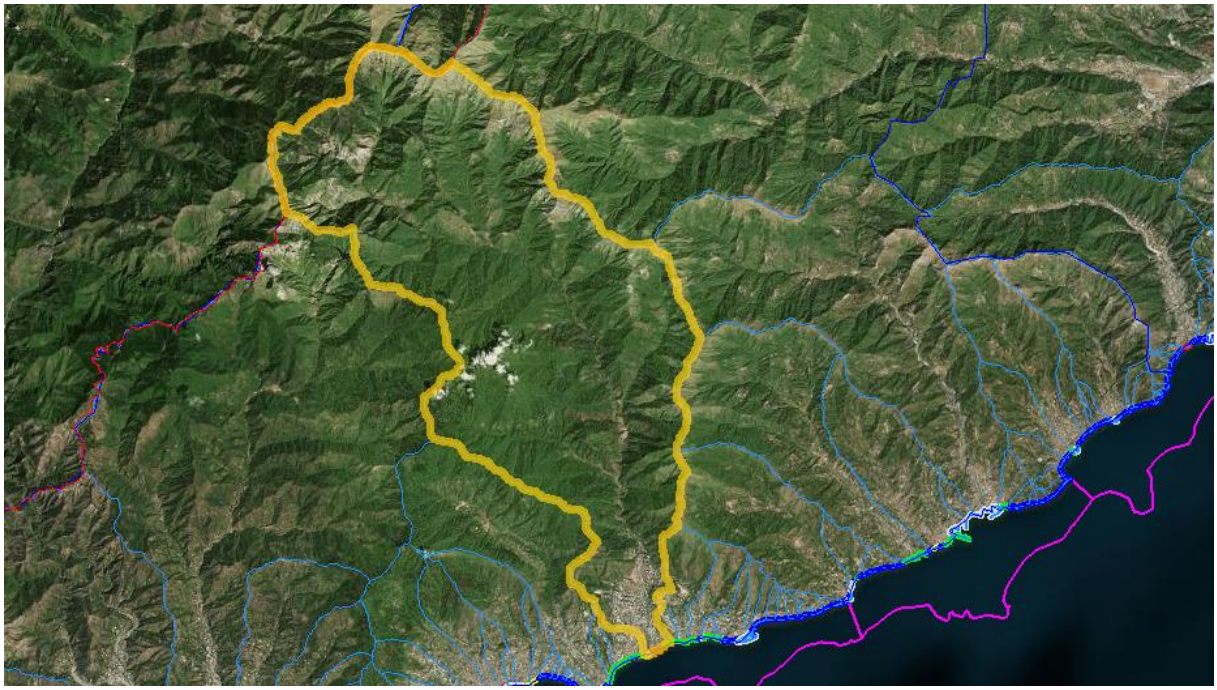
Sommario

1 Relazione idrologica 3
1.1 Inquadramento 3
1.2 Caratterizzazione idrogeologica 6
1.3 Calcolo della curva di durata da serie storica 10
1.4 Deflusso Minimo Vitale 19
1.5 Calcolo della portata rilasciata nel torrente 24
1.6 Calcolo della portata derivabile 26
2 Stima della producibilità per il 2015 35
2.1 Dati di partenza: idrometro di Montalto Ligure 35
2.2 Stima delle portate orarie e curva di durata 2014-2015 38
2.3 Analisi della pluviometria 40
2.4 Stima della producibilità nel periodo di riferimento 43

1 Relazione idrologica

1.1 Inquadramento

Il Bacino idrografico del Torrente Argentina costituisce l'ambito di Bacino Regionale n.4 (Torrente Argentina) ed è situato nei territori amministrativi dei Comuni di: Triora e Molini di Triora interessati interamente sia per quanto riguarda l'asta fluviale principale che per quanto riguarda gli affluenti Capriolo e Corte; di Carpasio e Montalto Ligure interessati interamente dall'affluente Carpasina; di Badalucco interessato completamente dal bacino principale e dall'affluente Oxentina; di Ceriana e Baiardo interessati rispettivamente nella parte nord orientale e nella parte orientale dall'Oxentina, di Castellaro interessato nella parte occidentale dall'Argentina; di Taggia, interamente compresa nel bacino e di Riva Ligure interessata in parte nella località Piani.



Bacino idrografico del Torrente Argentina

La superficie del Bacino è di 210.747 km^2 mentre la lunghezza del corso d'acqua è di 38.777 km ed ha una pendenza media del 5.56%. Si tratta quindi di un bacino tirrenico di grande dimensione, mediamente acclive, orientato in direzione Nord da Taggia a Badalucco e a nord ovest da Badalucco fino alle pendici del Monte Saccarello.

Si sviluppa da una quota minima pari al livello del mare, in corrispondenza di Arma di Taggia, fino a raggiungere la quota massima di 2199 m s.l.m. in corrispondenza della vetta del monte Saccarello.

Verso ponente il confine del bacino parte dal Monte Saccarello e collega successivamente i monti Collardente (m 1776), Ceppo (m 1626), Cavanelle (m 1444), Collettazzo (m 1233) e Merlo (m 1015). Sul versante di levante, sempre partendo da monte Saccarello, il crinale incontra i monti Fronte (m 2152), Monega (m 1881), Bussana (m 1701), Arborea (m 1549), Carpasina (m 1413), Alpasino (m 1097), Moro (m 1181), Arbozzaro (m 1129), Faudo (m 1148) e Grange (m 200).

Ai fini del calcolo idrologico, il dato di partenza è la curva pubblicata dagli annali idrologici per la stazione di Merelli.

MONTALTO LIGURE	
Numero celle	2541
Superficie (kmq)	129.4
Quota minima (m.s.l.m.)	200
Quota media (m.s.l.m.)	1012
Quota massima (m.s.l.m.)	2070
Pendenza media versanti (%)	26
Max lunghezza asta (km)	22.34
Distanza dalla foce (km)	12.60

Tabella 4.11 – Caratteristiche del Bacino sotteso alla sezione di Montalto Ligure (da Hydro_co)

Nome stazione	**Argentina (Taggia) a Merelli (MR)**
Superficie Bacino Monte	192 kmq
Quota max bacino	2166 m
Quota media bacino	950 m
Inizio misure	16-maggio-1922
Portata massima	1370 mc/sec
Portata minima	0,02 mc/sec

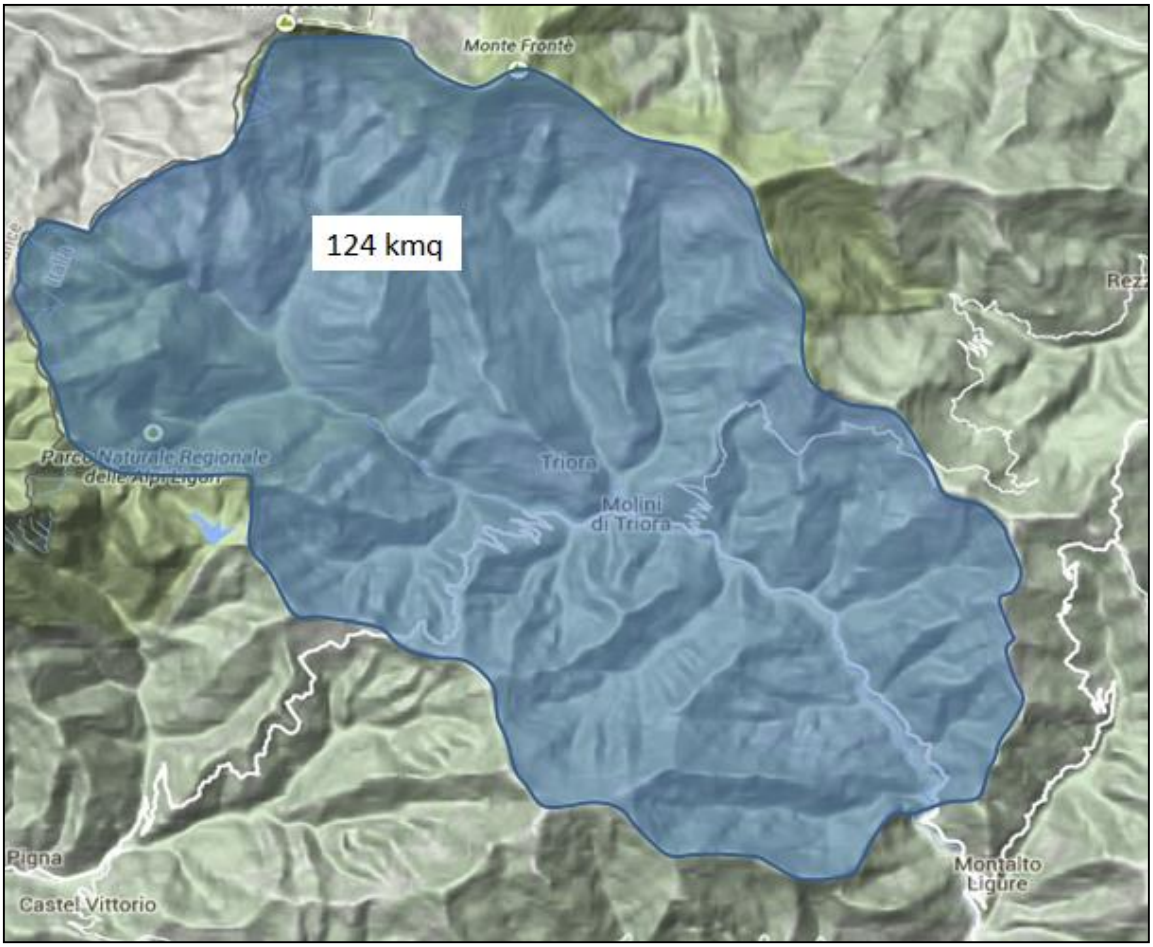
Tabella 4.4 – Caratteristiche della stazione idrometrica di Merelli

La curva di durata di progetto è stata ottenuta semplicemente rapportando i bacini sottesi alle sezioni di chiusura dell'idrometro e della presa.
Essendo questi rispettivamente di 192 km^2 e 124 km^2, si ha:

$$Q_{progetto} = Q_{Merelli} \cdot \frac{124}{192}$$

DURATA DELLE PORTATE		
Giorni	2009 m^3/s	Periodo precedente m^3/s
10	31.20	25.49
30	9.12	10.24
60	6.10	6.00
91	4.78	4.19
135	3.41	2.78
182	2.04	1.76
274	0.56	0.81
355	0.27	0.29

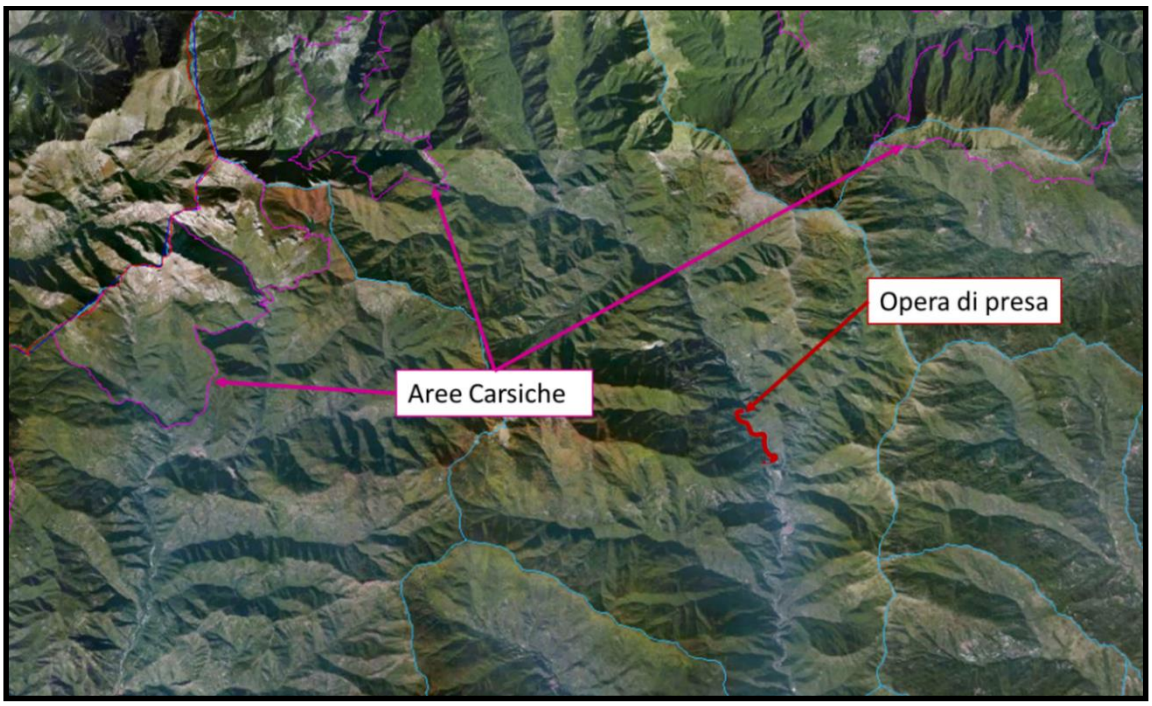
Curva delle portate storiche a Merelli



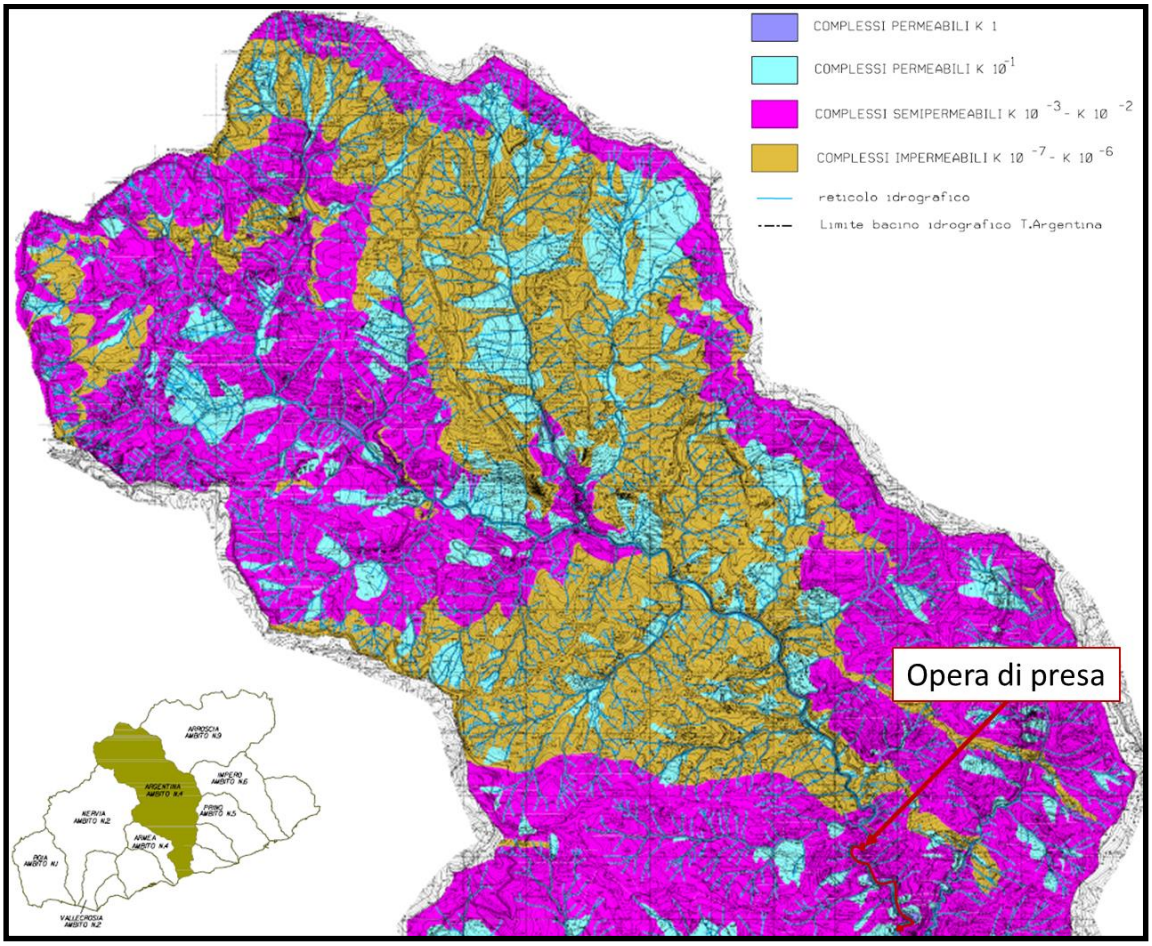
Delimitazione bacino di presa

1.2 Caratterizzazione idrogeologica

Il sito prescelto per l'opera di captazione è posizionato a notevole distanza e a quota inferiore dalle aree carsiche, pertanto è da considerarsi esclusa qualsiasi interferenza con le stesse.

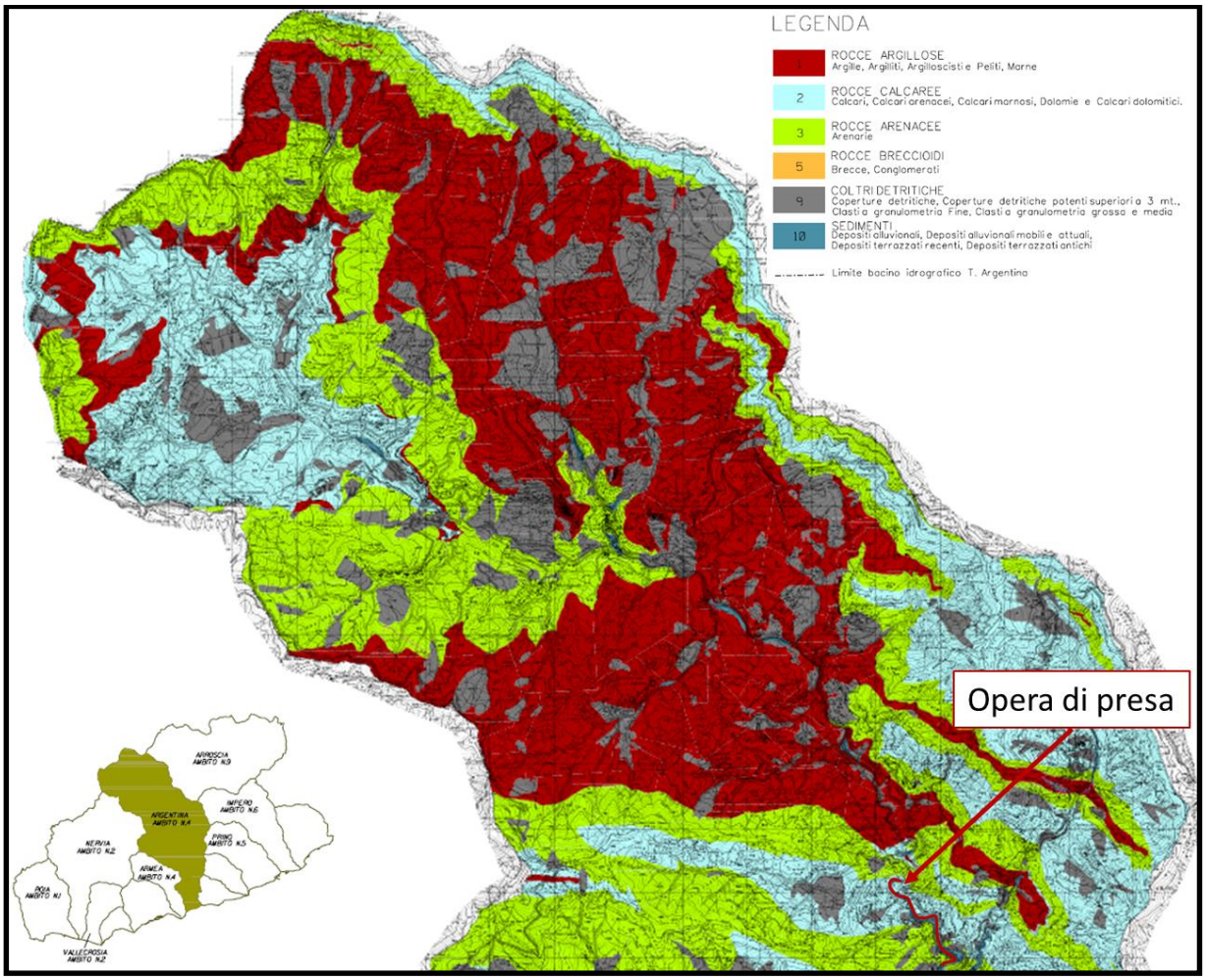


Indicazione aree carsiche protette



Carta della conduttività idraulica

La caratterizzazione del grado di conduttività idraulica presente nei Piani di Bacino ricomprende la maggior parte del bacino come semipermeabile, con ampia presenza di zone impermeabili e una ridotta presenza di aree permeabili.



Carta litologica

Il territorio è caratterizzato prevalentemente nell'ordine da: formazioni argillose, rocce calcaree, arenarie e in piccola parte da coltri detritiche, come si può osservare dalla carta litologica, in accordo con la carta della conduttività idraulica.

Si può ritenere che i maggiori deflussi siano ascrivibili alle porzioni di bacino impermeabili, formate da rocce argillose. Le porzioni caratterizzate da rocce calcaree invece determinano maggiore infiltrazione con perdite sotterranee a scapito dei deflussi superficiali.

L'area carsica Alta Valle Argentina, ricompresa nella vasta porzione calcarea del bacino a Monte di Loreto in Comune di Triora, per le proprie caratteristiche geologiche presenta deflussi superficiali sicuramente minori della restante parte di bacino, dovuti all'infiltrazione delle acque superficiali all'interno dell'acquifero. Si ritiene infatti che l'area possa essere il margine orientale del Grande sistema Gouffre di Sanson, Sorgenti del Fontan.

PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PAESISTICO – INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI AREE CARSICHE: SCHEDE DESCRITTIVE
l.r. n° 14 3 aprile 1990 – "Norme per la tutela e la valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia" – Art. 4

REGIONE LIGURIA

Scheda n. **7**

l.r. 3 aprile 1990 n. 14
"Norme per la tutela e la valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia".
Art. 4 – INDIVIDUAZIONE DELLE PRINCIPALI AREE CARSICHE: SCHEDE DESCRITTIVE

SIGLA	ALTA VALLE ARGENTINA
IM 7	

INDIVIDUAZIONE

Provincia:	IMPERIA
Comuni:	TRIORA
Comunità Montana:	ARGENTINA-ARMEA
Riferimento cartografico:	
Ambiti Territoriali PTCP:	
Bacino imbrifero:	ARGENTINA
Superficie interessata (ha):	941

DESCRIZIONE DELL' AREA

Caratteristiche geolitologiche:	Sedimenti carbonatici cretacico-eocenici: calc. marnosi e marne (400-500 m di potenza): calc. nummulitici del Luteziano, a luoghi con facies arenacea; marno-calcari del Cretaceo sup.; irregolari coperture flyschoidi e, marginalmente, degli "scisti a blocchi"
Caratteristiche geomorfologiche:	Carso ad evoluzione nivo-pluviale nei calc. nummulititci, con forme superficiali ridotte (campi solcati fortemente incisi - Loreto, Goeto- con ricche morfologie di dettaglio: Rillenkarren, Kluftkarren) per via della copertura flyschoide e vegetale. Falesie calcaree di grande estensione in tutta l'area. Morfologie vadose in corsi d'acqua secondari (rio Infernetto). Ampi avvallamenti doliniformi paracarsici (foresta del Gerbonte)
Caratteristiche idrogeologiche:	Nel settore nummulitico: permeabilità elevata. Permeabilità da media a scarsa nei depositi flyschoidi e nei marnocalcari cretacei. Sistemi idrici frazionati di modeste dimensioni, per fratturazioni e variazioni di facies, condizionati da stratificazione. Acquiferi con modeste capacità di ingestione. Sistema tipicam. carsico, con morfologie freatiche ereditate: Grotta Grande di Creppo e relativa risorgenza. Probabile. margine orientale del bacino di alimentaz. del grande sistema del Gouffre di Sanson-Sorgenti del Fontan.
Caratteristiche speleologiche:	70 cavità ca., a tipologia variata
Copertura vegetale e uso del suolo:	Preval. boschi di conifere montane nel settore occidentale (Gerbonte), lungo il fondovalle e fianchi orientali boschi di latifoglie (catsagno, carpino nero) Ridotte aree a prateria. Pascolo in aree limitate.
Altre caratteristiche:	Interesse paesaggistico e panoramico rilevante. Reperti paletnologici e paleontologici dell'età del ferro-eneolitico (Tana della Volpe, Riparo di Loreto, Grotta Grande di Creppo), neolitico medio-età del bronzo (Arma del Gastea, A. del Grà di Marmo, Buco del Diavolo). Numerose specie endemiche nella flora dei calcari e tra la fauna troglobia

PRINCIPALI MOTIVI DI INTERESSE

Idrogeologico:	x
Paesaggistico:	x
Paleontologico–paletnologico–storico:	xx
Speleologico:	xx
Morfologico:	xx
Biologico:	x

DIPARTIMENTO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

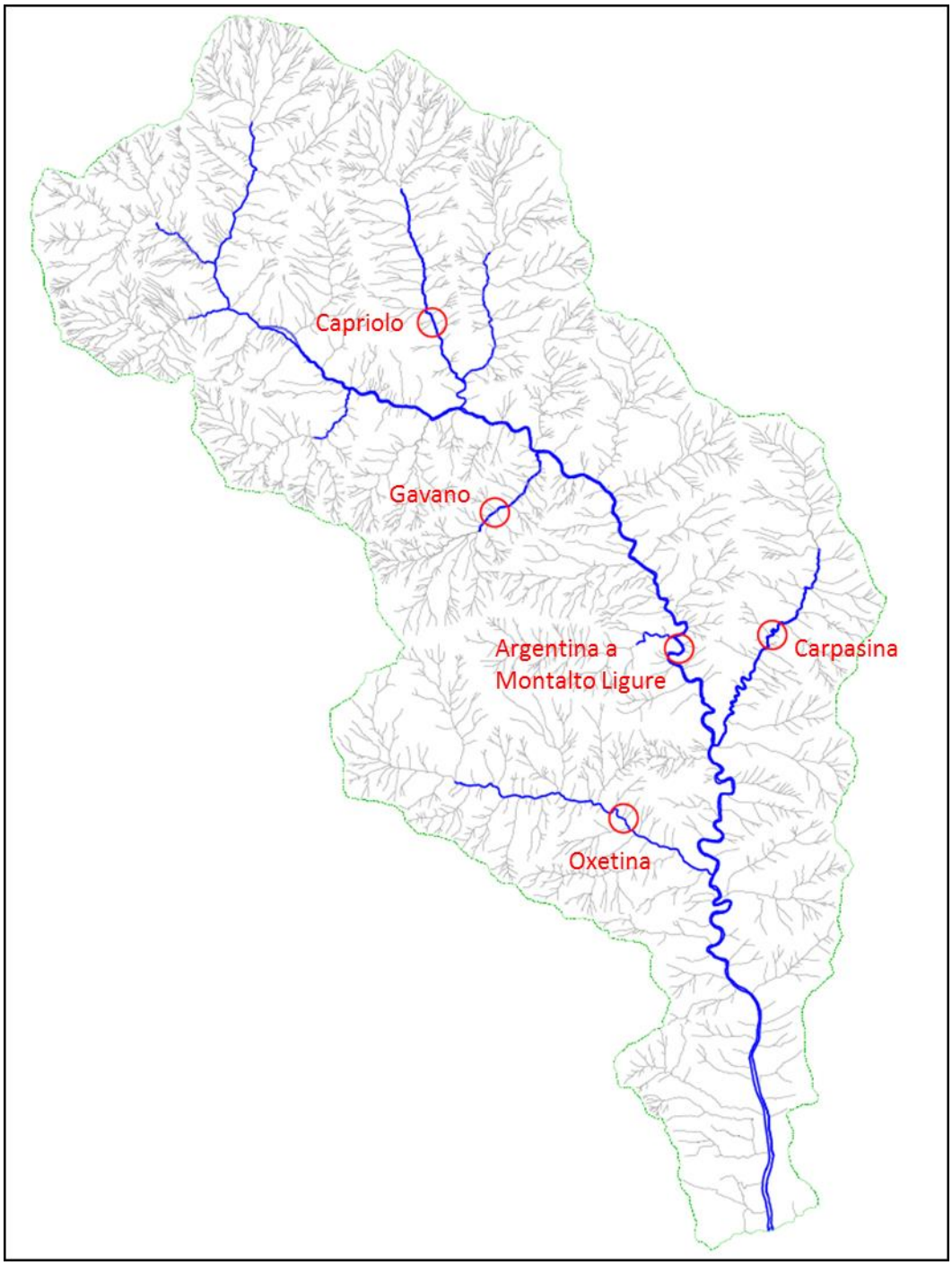
Scheda descrittiva dell'Alta Valle Argentina

Ai fini della disponibilità idrica alla sezione di chiusura, si ritiene che tale perdita sia comunque compensata dalle porzioni impermeabili di bacino, in particolare dai bacini dei Torrenti Capriolo e Gavano.

Il Proponente infatti ha svolto monitoraggi idrologici tra il 2011 e il 2013 sui maggiori affluenti del Torrente Argentina ai fini della valutazione del potenziale.

Da tali monitoraggi è emerso che le portate per unità di superficie degli affluenti della parte montana caratterizzati da bacino impermeabile (Gavano, Capriolo) sono maggiori rispetto a quelli caratterizzati da rocce calcaree (Carpasina, Oxentina).

	Capriolo		Gavano		Oxentina		Carpasina	
Data	**Q (l/s)**	**Qspec (l/(s*km²))**	**Q (l/s)**	**Qspec (l/(s*km²))**	**Q (l/s)**	**Qspec (l/(s*km²))**	**Q (l/s)**	**Qspec (l/(s*km²))**
05/12/2011	181	14.7	65.319	11.9	65	2.8	66	5.8
31/01/2012	44	3.6	59	10.7	102	4.3	59.459	5.3
16/05/2012	175.1	14.2	68.33	12.4	92	3.9	100.9	8.9
13/11/2012	602.7	49.0	110.5	20.1	266	11.3	187.5	16.6
20/11/2012	244	19.8	42.9	7.8	90	3.8	99.99	8.8
06/12/2012	389.3	31.7	97.1	17.7	243	10.3	238	21.1
12/12/2012	223.3	18.2	86.2	15.7	176	7.5	160.1	14.2
21/12/2012	429.6	34.9	165.3	30.1	327	13.9	264.3	23.4
11/01/2013	208.5	17.0	107.1	19.5	279	11.9	106.5	9.4
Valore medio	**277.5**	**22.6**	**89.1**	**16.2**	**182.2**	**7.8**	**142.5**	**12.6**



Localizzazione dei siti utilizzati dal Proponente per le misure di portata

1.3 Calcolo della curva di durata da serie storica

1.3.1 Idrometro di Merelli

Il bacino del torrente Argentina ha una superficie di circa 211 km^2, e dispone di abbondanti dati relativi all'idrometria e alla pluviometria. Vi sono una stazione idrometrica a Merelli, funzionante a intervalli a partire dal 1925, e una stazione idrometrica a Montalto Ligure, attiva dal 2004.

La stazione idrometrica di Montalto Ligure, più vicina alla sezione di bacino di interesse e quindi potenzialmente maggiormente rappresentativa, dispone delle sole registrazioni dei livelli idrometrici, in quanto non sono mai state effettuate misurazioni di portata necessarie all'elaborazione di una scala di deflusso.

Ai fini della valutazione della curva di durata si fa riferimento quindi alla stazione di Merelli che presenta la raccolta dati più consistente e di maggior durata. I dati sono reperibili sugli annali idrologici che riportano, oltre ai dati registrati, la scheda riassuntiva delle analisi effettuate sulle serie storiche degli anni di registrazioni precedenti.

All'interno della scheda della stazione di Merelli sono indicate le caratteristiche della stazione, le portate medie giornaliere, gli elementi caratteristici della stazione dell'anno di riferimento, gli elementi caratteristici per tutti gli anni di misure precedenti, la curva di durata delle portate dell'anno di riferimento e degli anni precedenti, e la scala di deflusso delle portate.

Gli annali idrologici presentano una curva di durata stimata sulle misure disponibili della stazione di Merelli, gli anni di misure disponibili sono 1925-71, 1973-77, 1990-95, 2008-10.

La curva di durata riportata di seguito è stata ricavata dall'annale del 2009, che riporta la curva riferita al periodo 1925-2008.

Argentina a Merelli (Ie)
CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio 192 km^2; altitudine max 2166 m s.l.m.; media 250 m s.l.m.; zero idrometrico 61.27 m s.l.m.; inizio delle osservazioni: 02/01/2004. Altezza idrometrica max: 6.12 m (17/11/1940). Altezza idrometrica min: 0.11 m (05/08/1945). Portata max 1370 m^3/s (17/11/1940). Portata min 0.02 m^3/s (05/08/1945)

PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m^3/s

GIORNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
1	3.80	4.13	4.24	10.11	**10.54**	2.13	1.25	0.42	0.27	0.37	0.53	9.28
2	3.60	6.26	4.20	31.20	8.91	2.04	**1.57**	0.42	0.27	0.37	2.12	5.01
3	3.41	7.45	4.02	15.23	7.94	1.95	1.51	0.42	0.28	0.37	1.98	3.21
4	3.22	6.43	4.26	9.62	7.31	1.88	1.21	0.40	0.28	0.37	1.17	6.17
5	3.05	6.67	**10.06**	7.96	6.66	1.86	1.32	0.37	0.25	0.37	0.91	4.07
6	2.93	47.75	9.56	7.09	6.12	1.78	1.14	0.37	*0.24*	0.36	0.79	3.06
7	3.23	**48.78**	6.74	6.71	5.74	1.74	1.05	0.37	*0.24*	0.35	0.69	2.62
8	2.95	20.06	5.75	6.10	5.41	1.65	0.97	**1.19**	*0.24*	0.34	0.75	3.07
9	2.88	12.36	5.36	5.51	5.15	1.59	0.91	0.63	*0.24*	0.32	1.26	2.65
10	2.85	9.92	5.10	5.21	4.83	1.57	1.00	0.50	*0.24*	0.34	1.01	2.33
11	2.80	8.63	4.84	5.14	4.53	1.50	1.23	0.47	0.28	0.32	0.75	2.08
12	2.84	7.47	4.62	4.78	4.35	1.46	1.03	0.44	*0.24*	0.31	0.66	1.88
13	2.88	6.59	4.60	4.52	4.19	1.39	0.93	0.41	*0.24*	*0.28*	0.64	1.71
14	2.86	5.99	4.48	4.36	4.05	1.32	0.88	0.53	0.27	*0.28*	0.59	1.54
15	2.70	5.41	4.88	*4.22*	4.79	1.32	0.77	0.45	0.37	*0.28*	0.59	1.44
16	2.56	5.09	5.18	9.37	4.08	1.30	0.71	0.56	**4.24**	*0.28*	0.56	1.38
17	*2.53*	4.85	4.87	8.19	3.68	1.31	0.71	0.89	1.91	*0.28*	0.54	1.32
18	*2.53*	4.57	4.63	6.72	3.47	1.25	0.68	0.52	1.54	*0.28*	0.54	1.31
19	4.07	4.31	4.76	6.60	3.39	1.21	0.65	0.46	2.23	*0.28*	0.52	1.32
20	**87.20**	4.05	4.45	6.82	3.31	**2.68**	0.65	0.36	1.49	*0.28*	0.49	*1.19*
21	22.86	3.88	3.85	6.71	3.12	2.45	0.65	0.32	0.99	0.54	*0.48*	1.35
22	11.94	3.79	3.45	6.05	2.94	1.60	0.64	0.32	0.74	**6.64**	*0.48*	39.44
23	9.12	3.79	3.39	5.58	2.83	1.45	0.58	0.32	0.64	3.38	0.49	63.84
24	7.80	3.79	3.44	5.20	2.71	1.28	0.58	0.32	0.57	1.86	*0.48*	[118.86]
25	6.56	3.69	3.31	4.81	2.60	1.24	0.56	0.28	0.51	1.17	*0.48*	62.03
26	6.03	3.57	*3.17*	11.94	2.53	1.29	0.52	0.29	0.47	0.89	0.49	22.34
27	5.45	*3.52*	*3.17*	**114.23**	2.49	1.28	0.47	0.40	0.44	0.74	0.49	13.14
28	5.01	3.74	3.37	61.51	2.36	1.19	0.47	0.36	0.45	0.66	0.49	8.90
29	4.66		6.40	23.01	2.25	1.15	0.47	0.32	0.42	0.62	13.72	6.96
30	4.41		7.48	14.04	2.16	*1.11*	0.47	0.30	0.38	0.59	**55.83**	5.94
31	4.26		5.75		*2.10*		*0.44*	*0.25*		0.54		5.19

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2009													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q max(m^3/s)	118.86	87.20	48.78	10.06	114.23	10.54	2.68	1.57	1.19	4.24	6.64	55.83	**118.86**
Q media(m^3/s)	5.00	7.52	9.16	4.95	**13.95**	4.40	1.57	0.84	*0.44*	0.70	0.78	3.02	13.05
Q min(m^3/s)	0.24	2.53	3.52	3.17	4.22	2.10	1.11	0.44	0.25	*0.24*	0.28	0.48	1.19
Deflusso(mm)	820.8	104.9	115.7	68.9	**188.3**	61.5	21.2	11.8	*6.0*	9.3	10.7	40.6	181.9
Afflusso meteor.(mm)	1350.6	132.2	98.9	76.1	264.8	*26.0*	52.5	37.2	40.5	87.2	81.8	179.0	**274.4**
Coeffic. di deflusso	0.61	0.79	1.17	0.91	0.71	**2.37**	0.40	0.32	0.15	*0.11*	0.13	0.23	0.66

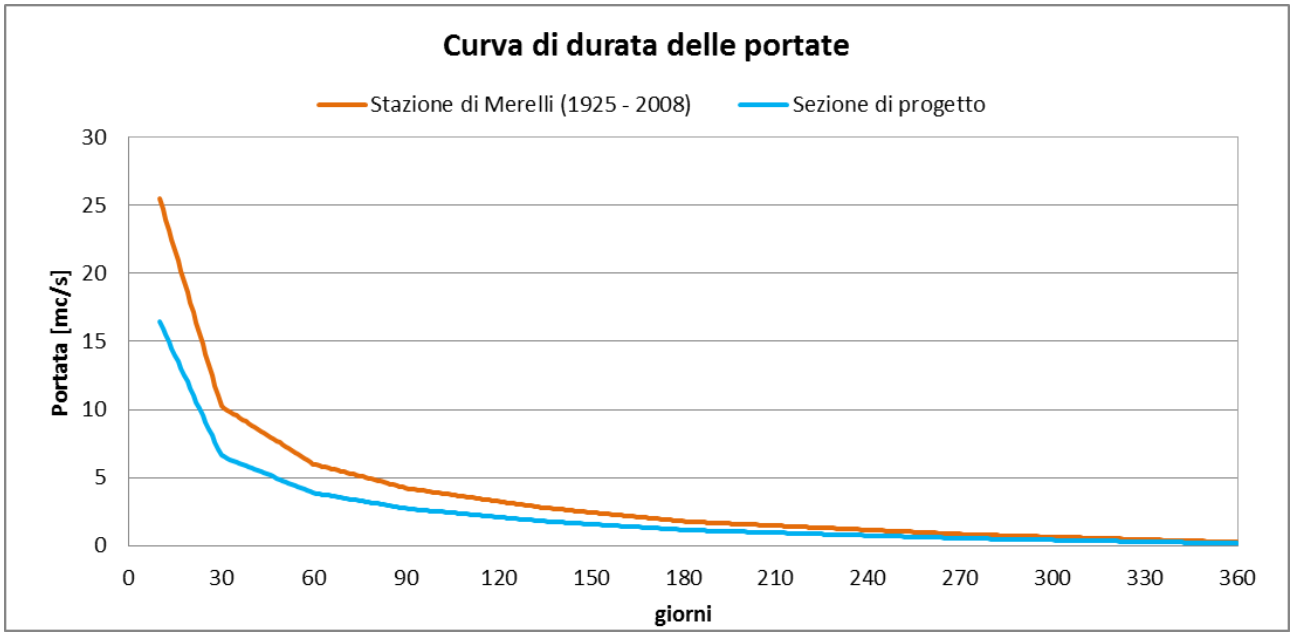
ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1925-71, 1973-77, 1990-95, 2008													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q max(m^3/s)	514.00	157.00	141.00	208.00	174.00	111.00	234.00	72.30	56.50	240.00	194.00	**514.00**	401.00
Q media(m^3/s)	4.56	6.15	6.11	6.79	5.68	5.37	2.54	1.18	*0.83*	1.55	3.74	**8.50**	6.42
Q min(m^3/s)	0.02	0.20	0.14	0.16	0.14	0.07	0.09	*0.02*	*0.02*	0.04	0.05	0.10	0.11
Deflusso(mm)	749.4	85.7	77.0	94.8	76.9	74.8	34.4	16.4	*11.4*	21.0	52.2	**114.8**	89.6
Afflusso meteor.(mm)	1161.0	94.0	92.1	106.9	95.2	95.2	63.9	*36.9*	48.9	90.2	134.4	**179.7**	123.4
Coeffic. di deflusso	0.65	**0.91**	0.84	0.89	0.81	0.79	0.54	0.44	*0.23*	*0.23*	0.39	0.64	0.73

DURATA DELLE PORTATE		
Giorni	2009 m^3/s	Periodo precedente m^3/s
10	39.44	25.56
30	9.28	10.24
60	6.12	5.99
91	4.79	4.19
135	3.44	2.78
182	2.08	1.76
274	0.56	0.81
355	0.27	0.30

SCALA NUMERICA DELLE PORTATE							
Altezza idrom. m	Portata m^3/s	Altezza idrom. m	Portata m^3/s	Altezza idrom. m	Portata m^3/s	Altezza idrom. m	Portata m^3/s
0.30	0.13	0.65	2.88	1.25	15.09	2.10	75.56
0.35	0.32	0.75	4.21	1.40	21.37	2.30	100.66
0.41	0.65	0.86	5.92	1.56	29.85	2.51	132.70
0.48	1.15	0.98	8.08	1.73	41.17	2.73	173.25
0.56	1.88	1.11	10.75	1.91	56.10	2.92	215.35

per $H > 2.92$ Q=197.57*(H-1.83)

In base a questi dati è stata valutata la curva di durata nella sezione di progetto scalando i valori di portata in funzione del rapporto tra la superficie di bacino di pertinenza dell'opera di presa (124 km^2) e quella della stazione idrometrica (192 km^2).
Nel grafico seguente vengono riportate la curva di durata della stazione di Merelli valutata sulle serie storiche dal 1925 al 2008, e la curva stimata su quest'ultima relativa alla sezione di progetto.



Nome stazione	Argentina (Taggia) a Merelli (MR)
Superficie Bacino Monte	192 kmq
Quota max bacino	2166 m
Quota media bacino	950 m
Inizio misure	16-maggio-1922
Portata massima	1370 mc/sec
Portata minima	0,02 mc/sec

Tabella 4.4 – Caratteristiche della stazione idrometrica di Merelli

1.3.2 Curva di durata elaborata nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico

All'interno del piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Torrente Argentina è stato effettuato uno studio basato su un modello idrologico, chiamato Hydro-co per la valutazione delle caratteristiche idrologiche del bacino idrografico.

Vengono analizzati i dati idrometrici strumentali disponibili per la creazione del modello. Il regime dei corsi d'acqua viene definito dalle misure di portata che si devono riferire ad un intervallo di tempo comune a tutti i parametri detto Anno Idrologico medio (A.I.), che deve essere della maggiore durata possibile (minimo =10 anni; optimum = 30 anni): nel progetto Hydro-Co è stato utilizzato l'anno medio relativo al periodo 1951-1989 per le piogge e 1951-1970 per le misure idrometriche, in relazione all'effettivo periodo di disponibilità dei dati di base relativi alle varie stazioni di misura dislocate su tutto il territorio regionale.

I dati idrometrici inerenti al bacino del Torrente Argentina per il periodo 1951-1970 si riferiscono alla sola stazione idrometrica funzionante nel periodo di riferimento, ubicata in località Merelli nel comune di Taggia. I dati utilizzati dal modello derivano dall'annale idrologico (parte II) riferito all'anno 1971 che riporta gli elementi caratteristici del periodo 1925-1970. Si riporta la curva di durata delle portate costruita mediante i valori di portata medi riferiti al periodo 1925-1970.

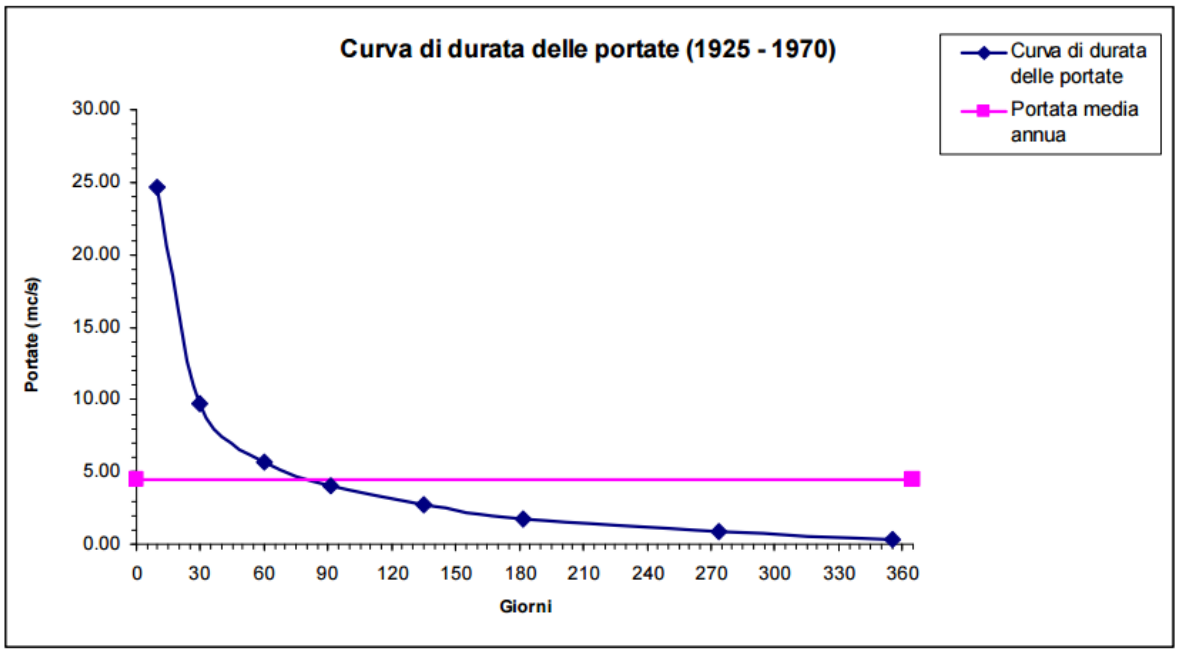


Figura 4.2 – Curva di durata delle portate alla stazione idrometrica di Merelli: valori medi riferiti al periodo 1925 – 1970

MERELLI	
Portata 10 gg	24.70 mc/sec
Portata 30 gg	9.72 mc/sec
Portata 60gg	5.72 mc/sec
Portata 91 gg	4.00 mc/sec
Portata 135 gg	2.70 mc/sec
Portata 182 gg	1.77 mc/sec
Portata 274 gg	0.84 mc/sec
Portata 355 gg	0.28 mc/sec

Tabella 4.6 – Durata delle portate alla stazione idrometrica di Merelli: valori medi riferiti all'A.I. 1925-1970 (fonte: annali idrologici)

Nel grafico seguente viene riportata la curva di durata calcolata per il periodo 1951-1970 utilizzando i dati reperiti sugli annali idrologici del medesimo intervallo di tempo.

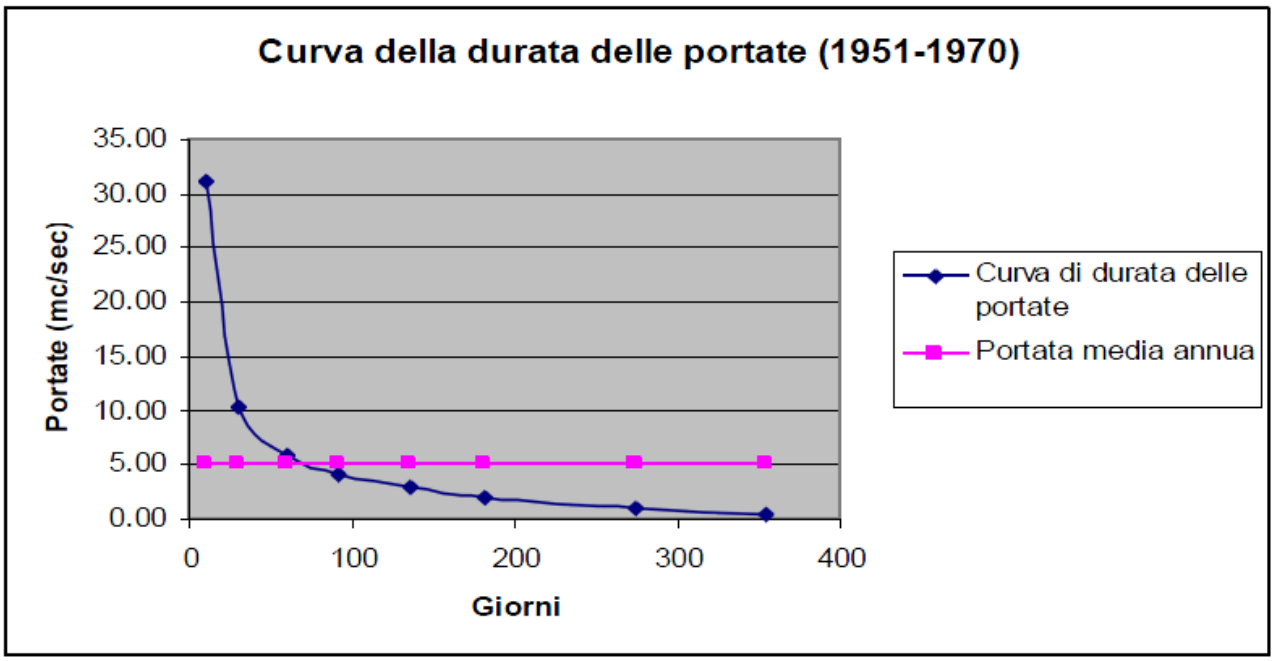


Figura 4.4 – Curva di durata delle portate alla stazione di Merelli: valori medi riferiti al periodo 1951 – 1970

MERELLI	
Portata 10 gg	31.08 mc/s
Portata 30 gg	10.27 mc/s
Portata 60gg	5.90 mc/s
Portata 91 gg	4.04 mc/s
Portata 135 gg	2.83 mc/s
Portata 182 gg	2.01 mc/s
Portata 274 gg	0.89 mc/s
Portata 355 gg	0.47 mc/s

Tabella 4.8 – Durata delle portate alla stazione di Merelli: valori medi riferiti all'A.I. **1951 – 1970** (fonte: annali idrologici)

1.3.2.1 Bilancio idrologico secondo il modello Hydro_Co:

In conformità alla D.G.R. 1146 del 15.10.04 della Regione Liguria (criteri per la redazione dei Piani di Bacino stralcio per il Bilancio Idrico), art. 2, il Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del Torrente Argentina è stato redatto utilizzando un modello in possesso della Regione Liguria: il programma Hydro-Co.

Il programma Hydro-Co, adottando una metodologia indiretta, risale al valore dei deflussi sulla base dei dati termopluviometrici, delle caratteristiche geolitologiche, dell'uso del suolo e dei valori della conduttività idraulica, permettendo così di creare le mappe digitali della produzione di deflusso DWYMs (Digital Water Yield Maps) che rappresentano, per i vari mesi dell'anno, il volume medio d'acqua rifiutato dagli strati di terreno più superficiali e quindi atto a contribuire alla formazione del deflusso superficiale e profondo.

Prescelta la generica cella elementare corrispondente ad un punto della rete idrografica digitale attraverso il DRNM (Digital River Network Model: reticolo idrografico) viene individuato il bacino idrografico che compete a tale cella, ovvero la porzione di territorio le cui acque piovane contribuiscono al deflusso attraverso la cella considerata. In mancanza di altre informazioni, si assume che lo spartiacque freatico coincida con quello topografico individuato dal DRNM. In tal modo la porzione di territorio che contribuisce al deflusso sotterraneo, viene assunta coincidente con quella relativa al deflusso superficiale. Una volta delimitato il bacino idrografico tributario della cella considerata, si realizza l'analisi distribuita del bilancio idrologico. L'informazione distribuita sulla distribuzione di deflusso viene successivamente sintetizzata a scala di bacino tramite un opportuno modello di trasferimento alla sezione di chiusura in esame, pervenendo all'obiettivo della valutazione delle risorse idriche.

Indicata con "u" la generica cella sottesa dalla sezione di chiusura (corrispondente ad una cella "v"), viene effettuato un bilancio idrologico del terreno su base mensile, alla scala della singola cella u, per valutare la produzione di deflusso e il contenuto idrico della cella.

Per la determinazione delle portate medie mensili nella sezione di interesse e quindi delle curve di durata delle portate il piano stralcio fa ricorso ai criteri di modellazione dei sistemi lineari, attraverso la scelta di una opportuna forma per la risposta impulsiva della singola cella.

Il modello distribuito del bilancio idrico del suolo (Modello Hydro-Co) permette di determinare per qualsiasi sezione della rete idrografica i valori dei deflussi totali medi annuali e mensili, una volta ricevuti infatti in inputi i dati della precipitazione, delle temperature, delle caratteristiche geolitologiche e dell'uso del suolo, fornisce in uscita il valore indisturbato delle seguenti variabili idrologiche: deflusso medio annuale e mensile, curva di durata media annua, valori mensili ed annui dell'evapotraspirazione sia potenziale che effettiva e andamento mensile del contenuto d'acqua.

Il deflusso nel bacino del torrente Argentina è stato valutato in corrispondenza di tre sezioni significative:

- presso la stazione idrometrica di Merelli,
- presso la stazione idrometrica di Montalto Ligure,
- alla foce del torrente Argentina (Comune di Taggia).

Le prime due sezioni son state scelte principalmente per la presenza di stazioni di misura della portata defluente in alveo, e per la conseguente possibilità di effettuare confronti tra i dati strumentali e quelli calcolati mediante modellazione.

Il modello di bilancio Hydro_Co a scala mensile non fornisce direttamente le informazioni necessarie per la costruzione della curva di durata delle portate, tipiche di un'analisi a scala giornaliera. È possibile però per ogni sezione fluviale determinare la curva di durata secondo una procedura descritta all'interno del Piano di Bacino Stralcio. Il modello fornisce assieme ai valori di deflusso medio mensile e annuo, i valori delle portate relative alle durate di 60, 90, 120 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 giorni.

Si riportano di seguito i diagrammi delle curve di durata delle portate per la stazione di Merelli e per quella di Montalto Ligure.

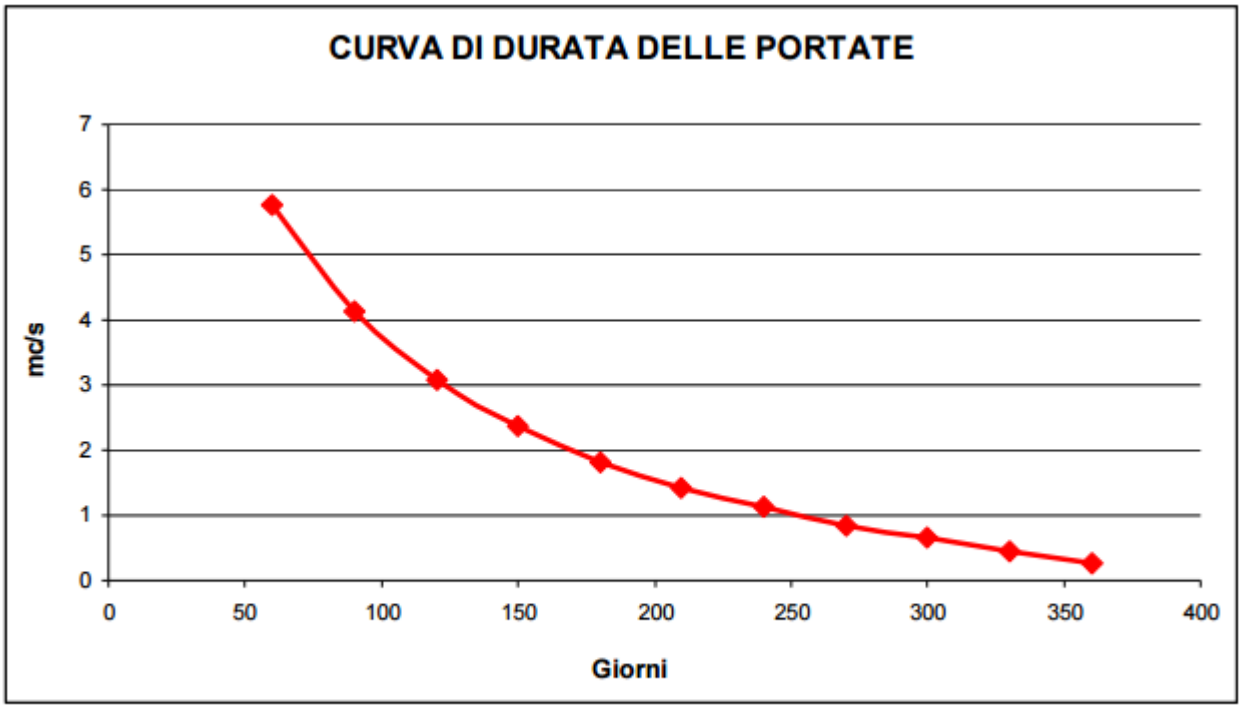


Figura 4.13 – Curva di durata delle portate alla sezione di Merelli (modello Hydro_Co)

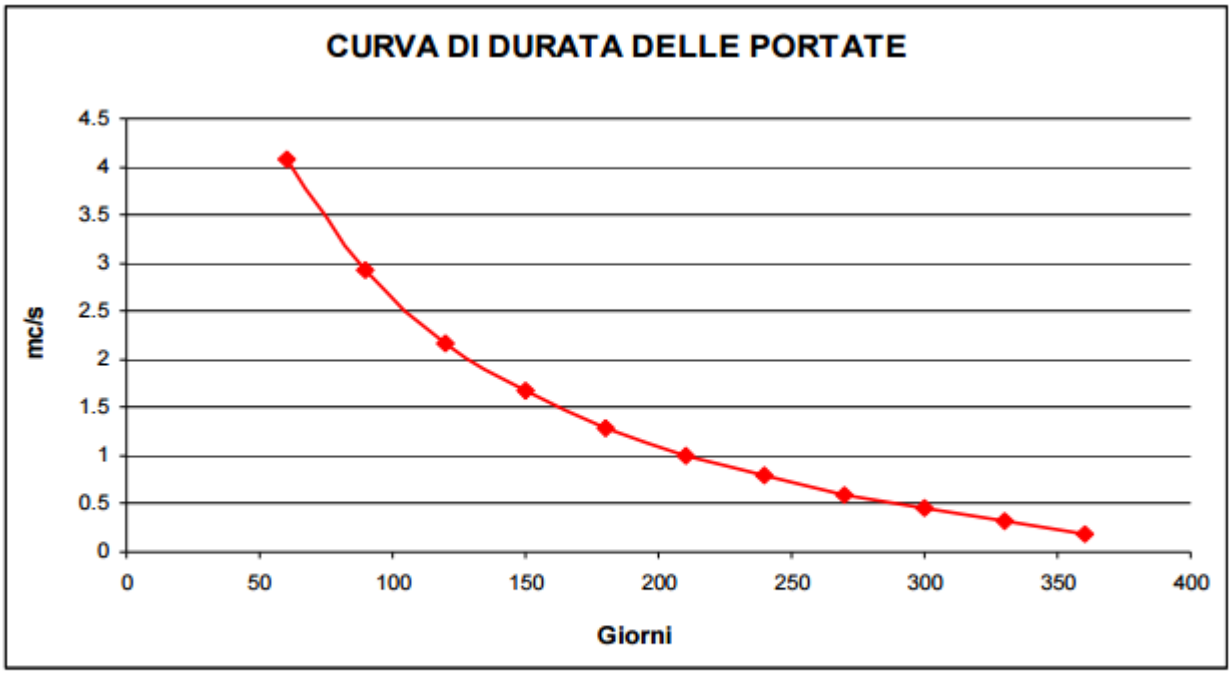
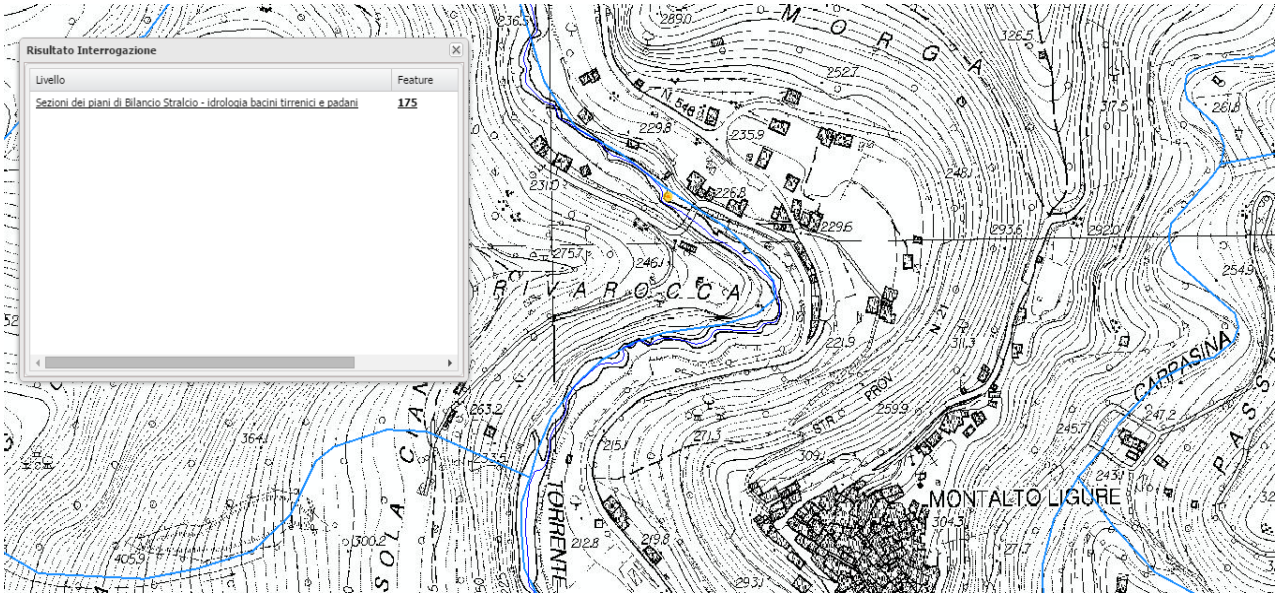


Figura 4.14 – Curva di durata delle portate alla sezione di Montalto Ligure (modello Hydro_Co)

I risultati del modello Hydro-Co contenuti nel Piano Stralcio di Bilancio Idrico sono riportati anche nel portale cartografico della regione Liguria, di seguito si riporta un estratto della cartografia tematica dove viene rappresentata la sezione di Montalto Ligure, e la scheda tecnica della sezione.

Le sezioni del Piano di Bacino Stralcio risultano particolarmente importanti in relazione alla quantificazione del DMV.



Indicazione della sezione di Montalto nel Piano di Bacino

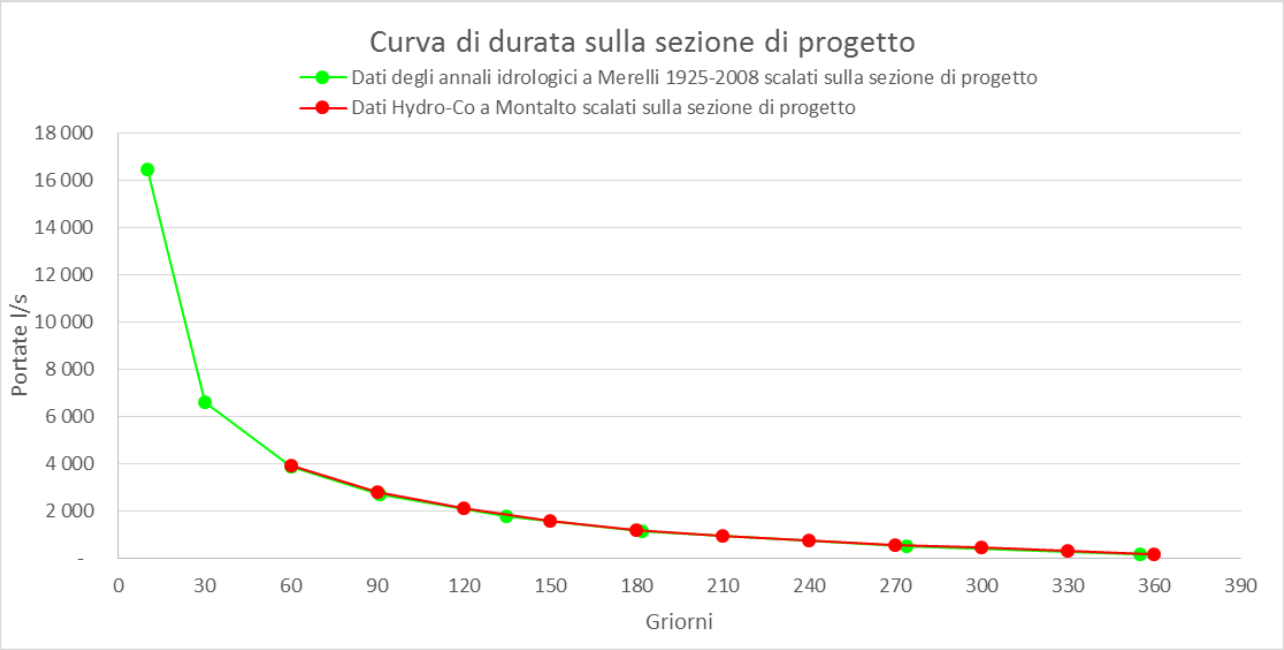
Risultato della Selezione	
Identificativo	175
Ente Redattore	Provincia di Imperia
Bacino di appartenenza	T. Argentina - Montalto
Nome sezione	Sez. 2B
Portata media annua (l/s)	3207
Superficie	129.19
DMV	176
Fattore K	0.05491
Portata antropizzata (l/s)	3035
Portata per la durata di 60 giorni (l/s)	4100
Portata per la durata di 90 giorni (l/s)	2900
Portata per la durata di 120 giorni (l/s)	2200
Portata per la durata di 150 giorni (l/s)	1650
Portata per la durata di 180 giorni (l/s)	1250
Portata per la durata di 210 giorni (l/s)	1000
Portata per la durata di 240 giorni (l/s)	800
Portata per la durata di 270 giorni (l/s)	580
Portata per la durata di 300 giorni (l/s)	480
Portata per la durata di 330 giorni (l/s)	630
Portata per la durata di 360 giorni (l/s)	200
Portata mensile gennaio (l/s)	4135
Portata mensile febbraio (l/s)	4256
Portata mensile marzo (l/s)	4372
Portata mensile aprile (l/s)	3927
Portata mensile maggio (l/s)	3259
Portata mensile giugno (l/s)	2298
Portata mensile luglio (l/s)	1613
Portata mensile agosto (l/s)	1186
Portata mensile settembre (l/s)	1077
Portata mensile ottobre (l/s)	1825
Portata mensile novembre (l/s)	4609
Portata mensile dicembre (l/s)	4534

Dati relativi alla Sezione di Montalto

1.3.3 Confronto dei risultati

Tramite i dati numerici riportati sul portale cartografico è stato possibile riprodurre la curva di durata della sezione di Montalto secondo le stime del modello Hydro_Co. Questa è stata scalata in funzione del rapporto tra la superficie di bacino di pertinenza dell'opera di presa (124 km^2) e quella della stazione idrometrica (129 km^2).

Di seguito si riportano le curve di durata stimate per sezione di presa (124 km^2) ottenute mediante i dati della sezione di Montalto Ligure del modello Hydro_Co e i dati della curva di durata della stazione di Merelli del periodo 1925 -2008.



Risulta evidente dal grafico che le due curve di durata si equivalgono, per cui si ritiene che la stima effettuata tramite gli annali idrologici sia compatibile con quella ufficiale, effettuata tramite modellazione Hydro_Co dalla Regione Liguria.

1.4 Deflusso Minimo Vitale

Il Deflusso Minimo Vitale è il mezzo con cui raggiungere l'obiettivo del Piano di Bacino di *sviluppare una gestione sostenibile della risorsa idrica, in grado di garantire una tutela quali-quantitativa del bene acqua e preservare l'equilibrio dell'ecosistema fluviale*.

Molteplici sono state, nell'evoluzione della disciplina normativa, le definizioni che sono state date al DMV e che hanno portato ad una regolamentazione regionale espressa dal DGR 1146 del 15 ottobre 2004.

Si riporta un estratto del Piano di Bacino Stralcio del Bilancio Idrico relativo al DMV (capitolo 5.1 "Inquadramento Legislativo"):

> *"Il minimo deflusso vitale viene determinato nei tratti omogenei appartenenti ai corpi idrici identificati come significativi o a specifica destinazione funzionale, in base a quanto stabilito nell'allegato 1 del D.Lgs.152/99, ed il cui elenco è riportato nell'allegato B della D.G.R.1705/2003."*

Per quanto riguarda la determinazione del DMV si riporta un altro estratto del Piano di Bacino (capitolo 5.2 "Criteri per la determinazione del Minimo Deflusso Vitale"):

> *"Per lo studio e la stesura del presente Piano viene preso in considerazione il metodo, dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, adattato dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale della Liguria per i corsi d'acqua con foce nel mar Tirreno. Si tratta di un metodo basato su variabili idro–morfologiche, che esprime il minimo deflusso vitale in una generica sezione nel modo seguente:*
>
> $$DMV = k * Q_m * S$$
>
> ***S [km²]*** *è la superficie del bacino sottesa dalla sezione considerata, a monte di essa.*
>
> ***Q_m [l/(s*km²)]*** *è la portata media per unità di superficie prodotta nel bacino, ed ha valore costante in tutta l'estensione di esso. La sua entità viene determinata preliminarmente, basandosi su campioni di dati sufficientemente ampi, acquisiti da osservazioni idrometriche effettuate possibilmente nel bacino stesso, o sulle conclusioni di studi e calcoli finalizzati a valutare questa grandezza, nel caso in cui per l'assenza di strumenti di rilevazione essa non possa essere conosciuta direttamente.*
>
> ***k [-]*** *è un parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche. Per bacini inferiori ai 50 km² ricadenti nel versante padano, l'Autorità di Bacino del fiume Po fissa un valore del parametro k pari a 0,1; in questa sede su indicazione dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale della Liguria il valore di k deriva dalla seguente formula:*
>
> $$k = -2{,}39 * 10^{-5} * S + 0{,}058$$
>
> *Ulteriori approfondimenti ed indagini sono ovviamente auspicabili in futuro, al fine di ampliare la conoscenza dei casi analizzati ed estenderle a quelli non ancora oggetto di particolare approfondimento."*

Per la quantificazione della portata media annua, si sono utilizzati i valori disponibili nel Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico per la stazione idrometrica di Montalto Ligure, il dato indicato risulta di 3.207 l/s medi su un bacino di 129,2 km^2, corrispondenti quindi a 24,8 l/s/ km^2.

Sezioni dei piani di Bilancio Stralcio - idrologia bacini tirrenici e padani

Risultato della Selezione	
Identificativo	175
Ente Redattore	Provincia di Imperia
Bacino di appartenenza	T. Argentina - Montalto
Nome sezione	Sez. 2B
Portata media annua (l/s)	3207
Superficie	129.19
DMV	176
Fattore K	0.05491

Applicando la formula imposta dai Piani di Bacino, con:

- $\boldsymbol{k} = -2{,}39 * 10^{-5} * 124 + 0{,}058 = \mathbf{0{,}055}$
- $\boldsymbol{q_{meda}} = \mathbf{24{,}8}$ l/s/ km^2
- $\boldsymbol{S} = \mathbf{124}$ km^2

si ottiene un valore del DMV equivalente a

$$\boldsymbol{Q_{DMV}} = 0{,}055 \cdot 24{,}8 \cdot 124 = \mathbf{169.1}\ \boldsymbol{l/s}$$

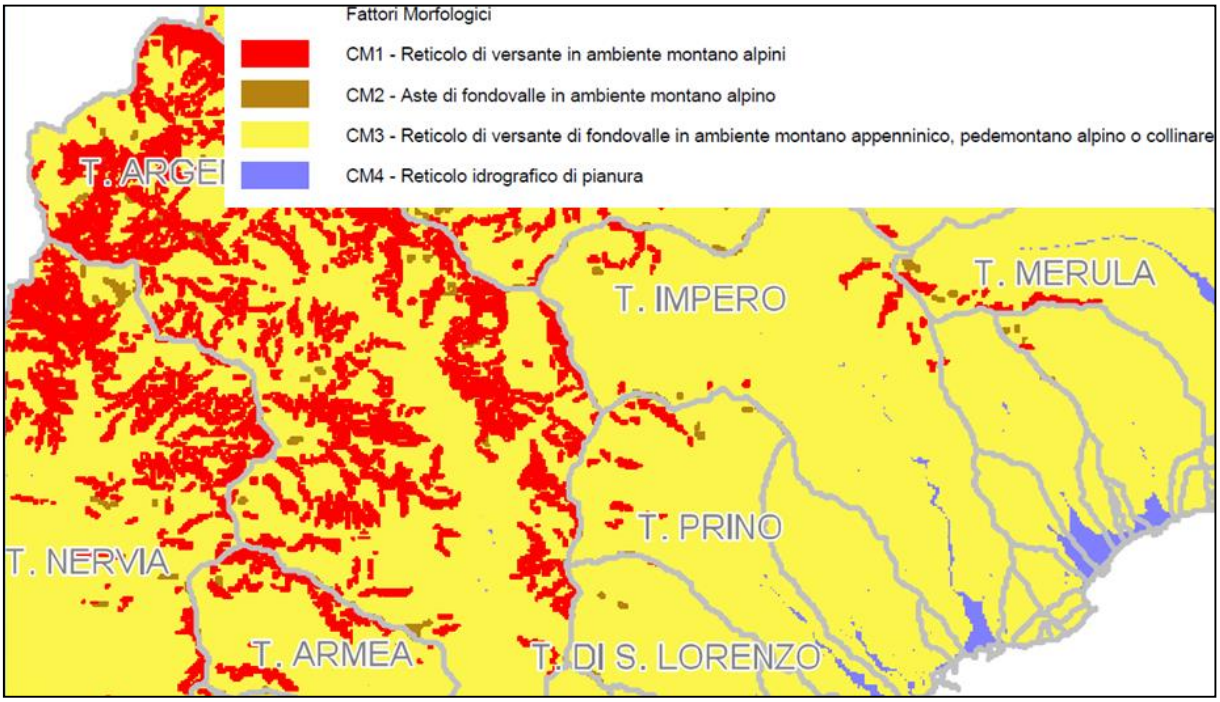
La DGR 1175 del 25/9/2013 ha quantificato i correttivi M (Morfologico), N (Naturalistico) e Q (Qualità) del DMV, rimandando la determinazione dei correttivi F (Fruizione), A (Interscambio tra acque superficiali e sotterranee) e T (Modulazione) che vengono fissati provvisoriamente a 1.

Il correttivo morfologico M è stabilito incrociando classi di pendenza e altitudine del bacino, il risultato è una suddivisione del territorio in 4 classi morfologiche, cui corrispondono 3 diversi correttivi:

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

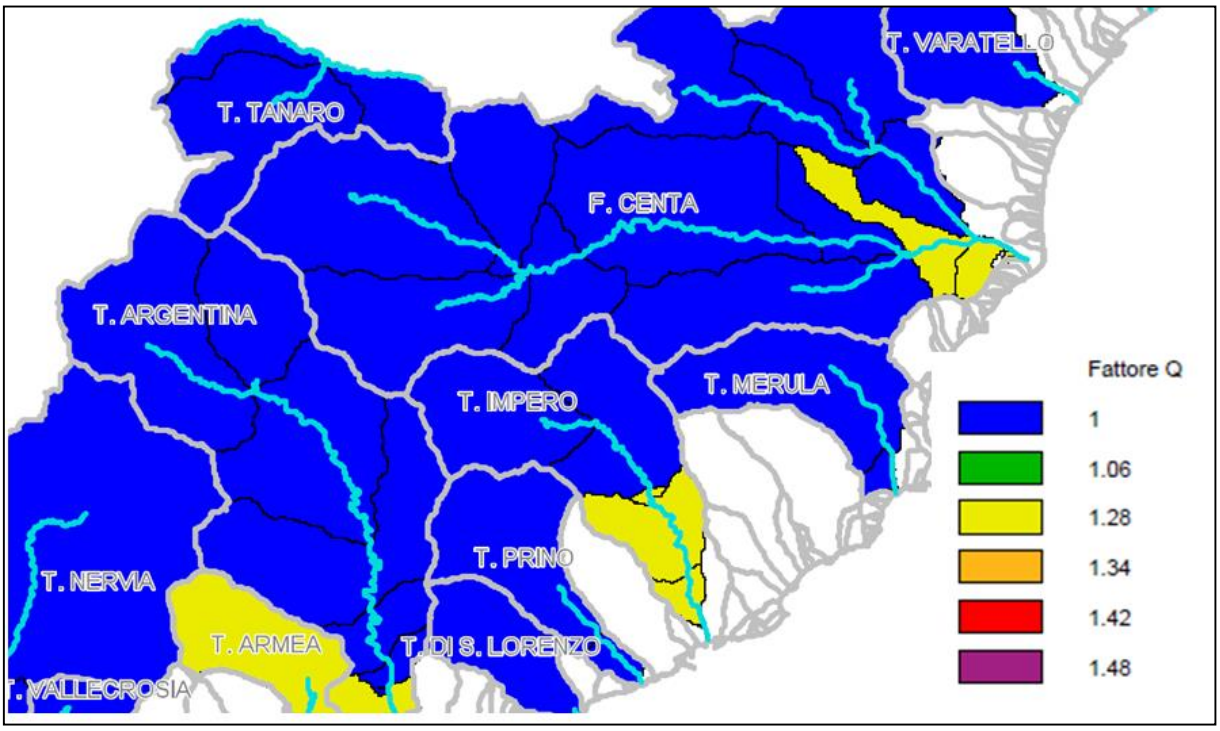
La cartografia allegata alla DGR classifica l'area interessata come CM3, a cui corrisponde un correttivo M pari a 1,1.



Correttivi – Fattore M

Il correttivo naturalistico N è fissato pari a 1,8 per prese in aree protette (Ramsar, SIC, ZPS, Riserve ecc.), il tratto sotteso non rientra in questa fattispecie.

Il correttivo Q, relativo alla qualità delle acque viene fissato pari a 1:

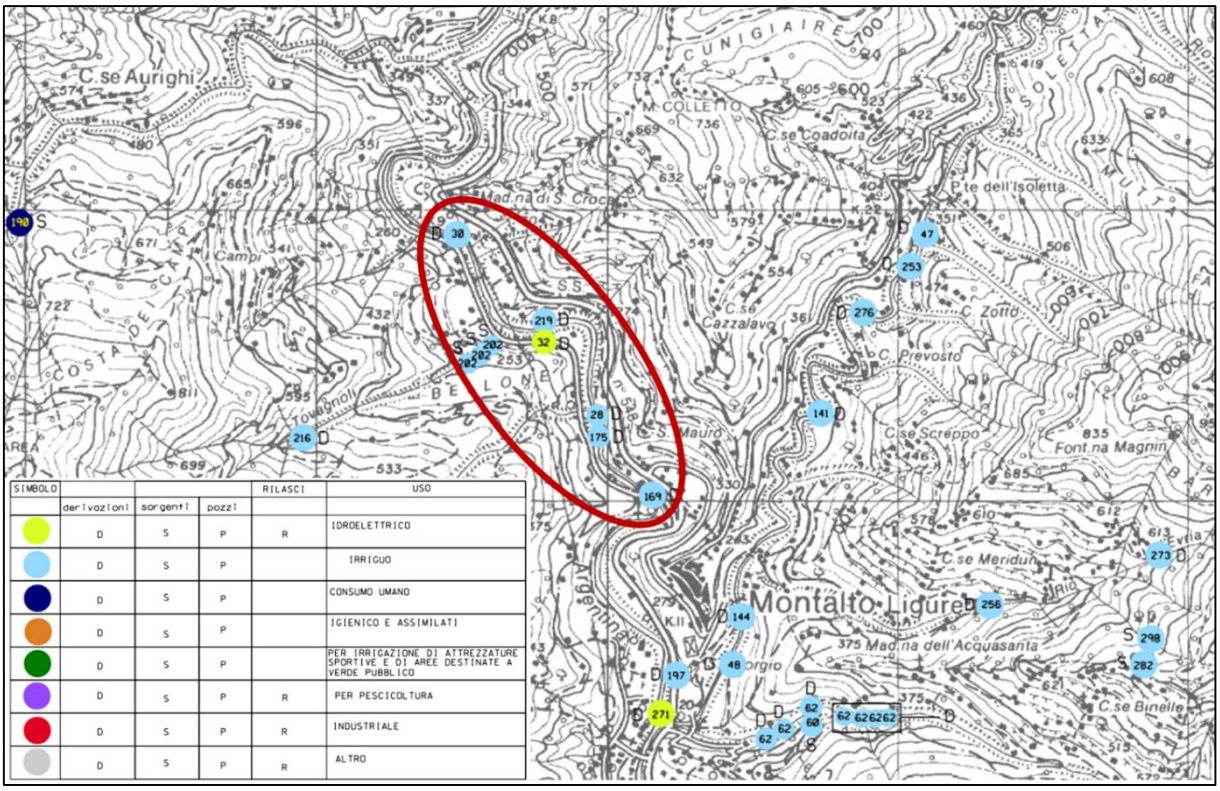


Correttivi – Fattore Q

Il DMV di legge integrato dai correttivi risulta pari a

$$\boldsymbol{Q_{DMV}} = 169.1\ {}^{l}/_{s} \cdot 1.1 \cdot 1 = 186.0\ {}^{l}/_{s}$$

A questo valore vanno aggiunte le concessioni già rilasciate nel tratto sotteso:



Carta degli usi in atto concessionati

n. concessione	Uso	Portata concessionata [l/s]
28	Irriguo	1
30	Irriguo	2
32	Idroelettrico	100
165	Irriguo	1,5
175	Irriguo	0,038
216	Irriguo	0,2
	TOTALE	**103**

Numero Pratica	Ditta	Comune	Portata (l/s)
5	A.M.A.I.E.	BADALUCCO	5.19231
9	Boeri Pietro ed Altri ora Panizzi Gianfranco ed Altri	TAGGIA	2.25
16	Elice Sergio ed Altri ora Comune di Badalucco	BADALUCCO	0.52
17	Consorzio Irriguo Pozzatore e Premartin	BADALUCCO	2.5
28	Boeri Pietro Antonio ed Altri ora Consorzio per le Acque "Isolalunga"	MONTALTO LIGURE	1
29	Consorzio Arginazione Torrente Argentina e Utenze Irrigue	TAGGIA	13
30	Comune di Montalto Ligure	MONTALTO LIGURE	2
33	Arch. De Andreis Pietro ed Altri	BADALUCCO	0.1
34	Ligato Vincenzo ed Altri	TAGGIA	0.6
35	Saldo Dora ed Altri ora Comune di Badalucco	BADALUCCO	0.9
36	Oliva Maria Maddalena ed Altri	TAGGIA	0.2
37	Azenda Antonio ed Altri	BADALUCCO	1
38	Rolando Francesco ed Altri ora Comune di Badalucco	BADALUCCO	0.33
39	Boeri Ermanno ed Altri ora Bianchi Franco ed Altri	TAGGIA	1.286
40	Cardi Giuseppe ed Altri	TAGGIA	0.9
42	Orengo Giuseppe ed Altri	TAGGIA	0.3
44	Striglione Antonietta ed Altri	BADALUCCO	0.24
143	Bianchi Giovanni ed Altri	MONTALTO LIGURE	6.5
144	Lanteri Antonio ed Altri	MONTALTO LIGURE	1.4
153	Lanteri Amaldo Pietro ed Altri ora Lanteri Pietro Amaldo ed Altri	TAGGIA	0.4
165	Saccheri Margherita ora Alberti M. Bianca e Caterina	MONTALTO LIGURE	1.5
169	Rossi Oscar ed Altri	TAGGIA	0.33
171	Cusano Andrea	TAGGIA	0.1146
172	Taggiasco Gio Batta ora Taggiasco Mario e Giovanni	TAGGIA	0.08
175	Monetto Maria ora Berretta Concetta Rosa	MONTALTO LIGURE	0.038
210	Carassale Giovanna in Boeri ed Altri ora Carassale Giovanna e Lanteri Pietro	BADALUCCO	0.09
213	Bail Thomas	CARPASIO	0.015
216	Berretta Giuseppina	MONTALTO LIGURE	0.2
218	Lanteri Alfredo ed Altri	BADALUCCO	0.15
223	Consorzio Prom. E Sviluppo Alta Valle Argentina	MOLINI DI TRIORA	3.02
226	Lanteri Eugenio ed Altri ora Lanteri Guido ed Altri	BADALUCCO	0.14

Numero Pratica	Ditta	Comune	Portata (l/s)
32	Saccheri Giovanni Battista ed Altri ora Saccheri Antonio e Giacomo	MONTALTO LIGURE	100
301	Tirreno Power SPA	TAGGIA	500
TOTALE			**600**

TABELLA 4.26 – Elenco derivazioni ad uso idroelettrico

Il totale degli usi in atto concessionati risulta quindi pari a 103 l/s, che, sommati al DMV di legge, impongono di rilasciare in alveo una portata minima mai inferiore a **289.0 l/s.**

1.5 Calcolo della portata rilasciata nel torrente

Il deflusso minimo vitale del torrente viene rilasciato in parte tramite la luce primaria collocata sulla scala di risalita dei pesci, in parte tramite una luce secondaria di modulazione sotto battente collocata sulla briglia. La scala di risalita per l'ittiofauna si collega alla briglia e al tratto di monte anch'essa mediante luce sotto battente.

Il DMV prescelto è stato determinato su base ecologica, mediante applicazione del metodo MesoHabsim, per i dettagli si veda la relazione *"R8 – Applicazione metodo MesoHabsim".*

Ne deriva un DMV maggiore rispetto a quello minimo di legge, dalle 2 alle 4 volte superiore.

Le due luci sono dimensionate in modo tale da garantire un valore di rilascio superiore a quello minimo richiesto, a favore di sicurezza, e di assicurare nella scala di risalita una portata adeguata all'ittiofauna locale. Per questo motivo la luce primaria destinata alla scala di risalita è posta ad una quota più bassa rispetto a quella secondaria destinata solo ad integrare il DMV. In questo modo le portata molto basse defluiranno prima dalla scala di risalita, e via via all'aumentare della portata interesseranno anche la luce secondaria.

Il fondo di entrambe le luci è posizionato al di sotto dello stramazzo della vasca di carico (per una maggiore comprensione della collocazione si faccia riferimento alle tavole progettuali).

La luce primaria misura 25 cm di larghezza per 25 cm di altezza ed il fondo è posizionato a 65 cm al di sotto della briglia. La luce secondaria, misura 380 cm di larghezza per 15 cm di altezza, ed il fondo è posizionato a 40 cm al di sotto della briglia. In questo modo si garantisce la sommergenza completa della luce per ittiofauna prima di rilasciare la portata nella luce secondaria.

L'efflusso attraverso le due luci aumenta al crescere del battente, quindi al fine del calcolo della portata DMV minima di progetto occorre considerare il battente raggiunto nella situazione di portata di innesto dell'impianto.

La portata di innesto dell'impianto è pari a **180 l/s,** per valutare la portata di rilascio nel torrente, si calcola il battente raggiunto sopra lo stramazzo della vasca di carico nella situazione in cui defluiscono almeno 180 l/s, e i tiranti rispetto al fondo delle due luci. Si deve tener conto quindi che lo stramazzo della vasca di carico è posizionato a 32 cm al di sotto della briglia, che corrispondono a 33 cm sopra il fondo della luce della scala di risalita, e a 8 cm sul fondo della luce secondaria.

L'efflusso da stramazzo è calcolato con la formula di Bazin:

$$\boldsymbol{Q = \frac{2}{3} C_C * b * \sqrt{2g} * h_0^{\frac{3}{2}}}$$

Dove:

$\boldsymbol{C_C}$ è il Coefficiente di Contrazione, per convenzione per gli stramazzi si usa impostare $\frac{2}{3}\mathrm{C_C} = 0{,}41$

$\boldsymbol{b}$ è la larghezza dello stramazzo, in questo caso: 6 m

$\boldsymbol{g}$ è l'accelerazione di gravità ovvero 9,81 m/s^2

$\boldsymbol{h_0}$ è il tirante

Ribaltando la formula di Bazin, si può calcolare il tirante per la portata minima di innesto dell'impianto. In corrispondenza della portata di attivazione dell'impianto, si avrà un tirante di **5 cm**

sullo stramazzo interno alla vasca di carico, che equivalgono a 13 cm sul fondo della luce secondaria di modulazione e a 38 cm sul fondo della luce dei pesci.

E' possibile quindi calcolare il valore del DMV dato dalla somma delle portate defluenti dalla luce dei pesci e dalla luce supplementare, nel momento in cui si innesta l'impianto.

La luce dei pesci risulta sotto battente, dal momento che il tirante idraulico rispetto al fondo (38 cm) è superiore all'altezza della luce (25 cm), ed essendo una scala a bacini successivi la luce è rigurgitata. La differenza di carico tra due bacini successivi della scala è stimata 20 cm (vedi Relazione Tecnica, Cap 1.2, paragrafo "Scala di risalita").
La formula dell'efflusso da luce sotto battente rigurgitata per i bacini successivi è:

$$Q = \frac{2}{3} C_C * B * \sqrt{2g} \left(dh^{\frac{3}{2}} \right)$$

Dove:
- C_C viene impostato a 0,611 per le luci sotto battente in parete verticale
- B è la larghezza della luce: 25 cm
- dh è la differenza di carico tra bacini successivi: 20 cm

La portata dell'efflusso dalla luce primaria risulta pari a **75.5 l/s**.
Il tirante idraulico sulla luce secondaria del DMV (13 cm) risulta inferiore all'altezza della luce (15cm), questa si comporta quindi come un normale stramazzo. Dalla formula di Bazin, inserendo le misure della luce si ricava la portata pari a: **336.5 l/s**.

Ne si evince che la quantità d'acqua rilasciata nel torrente al primo giorno di derivazione (DMV base di progetto) sommando i contributi delle due luci è di **412 l/s.**

Si possono fare le medesime considerazioni in condizioni di massima portata derivabile (2500 l/s), e del livello del pelo libero minimo per il quale si verifica questa condizione. In questo caso la luce secondaria del DMV risulta completamente sommersa e si comporta differentemente dall'efflusso nella scala di risalita.
Per il calcolo infatti si utilizza la formula dell'efflusso da luce sotto battente in parete verticale per luci ampie:

$$Q = \frac{2}{3} C_C * B * \sqrt{2g} \left(h_2^{3/2} - h_1^{3/2} \right)$$

Dove:
- C_C viene impostato a 0,611 per le luci sotto battente in parete verticale
- B è la larghezza della luce
- h_2 è il carico sul fondo della luce
- h_1 è il carico sulla sommità della luce

Ne risulta che il primo giorno di portata derivata massima il DMV modulato è pari a **938 l/s.**

Riepilogo DMV:

	Minimo (l/s)	Massimo (l/s)
DMV di legge	289.0	289.0
DMV di progetto	412	938

1.6 Calcolo della portata derivabile

Una volta progettati gli organi di derivazione e di rilascio del DMV, è possibile calcolare la portata derivabile e la portata rilasciata per il DMV in funzione del livello del pelo libero di monte. Questi valori vengono quindi messi in relazione con la curva di durata del Torrente Argentina.

Con il termine Qnat si indica la portata che naturalmente defluisce sulla sezione di progetto, ossia la curva di durata vera e propria, Qturbina rappresenta la quota d'acqua destinata alla produzione di energia elettrica, mentre DMV è la quota destinata al deflusso minimo vitale, non vengono riportati i valori destinati al canale irriguo poiché si tratta al massimo di 7 l/s.

In funzione della portata disponibile per le turbine sono state calcolate le perdite distribuite nella condotta forzata, il salto netto, la potenza ottenuta dall'utilizzo combinato di due differenti turbine con capacità differenti (rispettivamente di 1900 l/s e 600 l/s) e i valori di produzione conseguiti per ogni giorno della curva.

Si riporta il dettaglio della portata naturale disponibile, della portata turbinata, della percentuale di portata utilizzata rispetto alla massima turbinabile, delle perdite di carico distribuite, del salto netto, della potenza, della produzione giornaliera e del Deflusso Minimo Vitale istantaneo.

In azzurro sono indicati i valori della curva in cui l'impianto è fermo, poiché la portata non è sufficiente a rilasciare il minimo DMV richiesto e ad alimentare la turbina più piccola a regime minimo, questo si verifica per circa 98 giorni l'anno. Mentre in bianco sono indicati i giorni in cui l'impianto è attivo ma non a pieno regime, si ha un rilascio del deflusso minimo vitale richiesto, che passa da un minimo di 412 l/s ad un massimo di 936 l/s, più del doppio, questa condizione si verifica per circa 191 giorni l'anno. Infine vi sono 71 giorni l'anno, segnati in verde, in cui l'impianto funziona a pieno regime e tutto il surplus d'acqua non derivato contribuisce al normale deflusso del Torrente.

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q1	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q2	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q3	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q4	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q5	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q6	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q7	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q8	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q9	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q10	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q11	15970	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q12	15477	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q13	14985	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q14	14493	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q15	14000	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q16	13508	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q17	13015	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q18	12523	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q19	12030	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q20	11538	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q21	11045	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q22	10553	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q23	10060	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q24	9568	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q25	9076	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q26	8583	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q27	8091	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q28	7598	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q29	7106	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q30	6613	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q31	6522	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q32	6431	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q33	6340	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q34	6248	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q35	6157	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q36	6066	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q37	5974	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q38	5883	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q39	5792	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q40	5701	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q41	5609	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q42	5518	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q43	5427	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q44	5335	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q45	5244	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q46	5153	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q47	5062	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q48	4970	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q49	4879	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q50	4788	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q51	4697	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q52	4605	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q53	4514	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q54	4423	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q55	4331	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q56	4240	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q57	4149	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q58	4058	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q59	3966	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q60	3875	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q61	3837	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q62	3800	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q63	3762	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q64	3724	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q65	3686	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q66	3649	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q67	3611	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q68	3573	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q69	3536	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q70	3498	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q71	3460	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q72	3423	2480	99%	88.0%	3.4	53.6	1147	27525
Q73	3385	2446	98%	88.0%	3.3	53.7	1133	27191
Q74	3347	2412	96%	88.0%	3.3	53.7	1119	26856
Q75	3309	2378	95%	88.0%	3.2	53.8	1105	26519
Q76	3272	2345	94%	88.0%	3.1	53.9	1091	26190
Q77	3234	2311	92%	88.0%	3.0	54.0	1077	25850
Q78	3196	2277	91%	88.0%	2.9	54.1	1063	25508
Q79	3159	2244	90%	88.0%	2.9	54.1	1049	25175
Q80	3121	2210	88%	88.0%	2.8	54.2	1035	24830
Q81	3083	2177	87%	88.0%	2.7	54.3	1021	24494
Q82	3045	2143	86%	88.0%	2.6	54.4	1006	24145
Q83	3008	2110	84%	88.0%	2.5	54.5	992	23806
Q84	2970	2076	83%	88.0%	2.5	54.5	977	23455
Q85	2932	2043	82%	88.0%	2.4	54.6	963	23113
Q86	2895	2010	80%	88.0%	2.3	54.7	949	22769
Q87	2857	1976	79%	88.0%	2.3	54.7	934	22413
Q88	2819	1943	78%	88.0%	2.2	54.8	919	22067
Q89	2781	1910	76%	88.0%	2.1	54.9	904	21697
Q90	2744	1877	75%	87.9%	2.0	55.0	890	21370
Q91	2706	1844	74%	87.8%	2.0	55.0	876	21020
Q92	2685	1825	73%	87.7%	1.9	55.1	867	20817
Q93	2665	1808	72%	87.6%	1.9	55.1	860	20636
Q94	2644	1789	72%	87.6%	1.9	55.1	851	20433
Q95	2623	1771	71%	87.5%	1.8	55.2	843	20240
Q96	2603	1754	70%	87.4%	1.8	55.2	836	20057
Q97	2582	1735	69%	87.1%	1.8	55.2	827	19853
Q98	2561	1717	69%	87.1%	1.7	55.3	819	19659
Q99	2540	1699	68%	86.8%	1.7	55.3	811	19465
Q100	2520	1681	67%	86.5%	1.7	55.3	803	19270
Q101	2499	1663	67%	86.5%	1.6	55.4	795	19075
Q102	2478	1645	66%	86.3%	1.6	55.4	787	18880
Q103	2458	1628	65%	86.0%	1.6	55.4	779	18695
Q104	2437	1609	64%	85.7%	1.5	55.5	770	18488
Q105	2416	1591	64%	85.7%	1.5	55.5	762	18292
Q106	2396	1574	63%	85.4%	1.5	55.5	754	18106
Q107	2375	1556	62%	85.1%	1.4	55.6	746	17909
Q108	2354	1537	61%	84.8%	1.4	55.6	738	17701
Q109	2334	1520	61%	84.8%	1.4	55.6	730	17514
Q110	2313	1502	60%	84.6%	1.4	55.6	722	17316
Q111	2292	1484	59%	84.1%	1.3	55.7	713	17118

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q112	2271	1466	59%	84.1%	1.3	55.7	705	16919
Q113	2251	1449	58%	83.6%	1.3	55.7	697	16731
Q114	2230	1431	57%	83.1%	1.2	55.8	688	16513
Q115	2209	1413	57%	83.1%	1.2	55.8	679	16295
Q116	2189	1396	56%	82.7%	1.2	55.8	670	16089
Q117	2168	1378	55%	82.2%	1.2	55.8	662	15889
Q118	2147	1360	54%	81.7%	1.1	55.9	653	15672
Q119	2127	1343	54%	81.7%	1.1	55.9	644	15465
Q120	2106	1325	53%	81.2%	1.1	55.9	635	15248
Q121	2085	1307	52%	80.8%	1.0	56.0	625	14999
Q122	2064	1289	52%	80.8%	1.0	56.0	615	14751
Q123	2044	1272	51%	80.3%	1.0	56.0	605	14515
Q124	2023	1255	50%	79.8%	1.0	56.0	595	14280
Q125	2002	1237	49%	79.0%	0.9	56.1	585	14035
Q126	1982	1220	49%	79.0%	0.9	56.1	575	13803
Q127	1961	1202	48%	78.3%	0.9	56.1	565	13560
Q128	1940	1185	47%	77.5%	0.9	56.1	555	13329
Q129	1920	1168	47%	77.5%	0.9	56.1	546	13099
Q130	1899	1150	46%	76.8%	0.8	56.2	538	12903
Q131	1878	1133	45%	76.0%	0.8	56.2	528	12674
Q132	1858	1116	45%	76.0%	0.8	56.2	517	12419
Q133	1837	1098	44%	75.2%	0.8	56.2	506	12155
Q134	1816	1081	43%	74.5%	0.7	56.3	496	11903
Q135	1795	1064	43%	74.5%	0.7	56.3	486	11653
Q136	1781	1052	42%	73.7%	0.7	56.3	477	11459
Q137	1767	1040	42%	73.7%	0.7	56.3	472	11331
Q138	1753	1029	41%	73.0%	0.7	56.3	465	11149
Q139	1739	1017	41%	73.0%	0.7	56.3	459	11022
Q140	1725	1006	40%	72.2%	0.6	56.4	452	10842
Q141	1711	994	40%	72.2%	0.6	56.4	444	10652
Q142	1697	983	39%	71.3%	0.6	56.4	439	10537
Q143	1683	971	39%	71.3%	0.6	56.4	431	10350
Q144	1669	960	38%	70.3%	0.6	56.4	426	10235
Q145	1655	948	38%	70.3%	0.6	56.4	419	10049
Q146	1641	937	37%	69.4%	0.6	56.4	410	9840
Q147	1627	925	37%	69.4%	0.6	56.4	405	9717
Q148	1613	914	37%	69.4%	0.5	56.5	396	9511
Q149	1599	902	36%	68.4%	0.5	56.5	387	9297
Q150	1585	891	36%	68.4%	0.5	56.5	383	9185
Q151	1571	880	35%	67.5%	0.5	56.5	374	8985
Q152	1557	868	35%	67.5%	0.5	56.5	369	8864
Q153	1543	857	34%	66.5%	0.5	56.5	361	8667
Q154	1529	846	34%	66.5%	0.5	56.5	357	8558
Q155	1515	834	33%	65.6%	0.5	56.5	348	8354
Q156	1501	823	33%	65.6%	0.4	56.6	340	8162
Q157	1487	812	32%	64.6%	0.4	56.6	336	8054
Q158	1473	801	32%	64.6%	0.4	56.6	328	7866

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q159	1459	789	32%	64.6%	0.4	56.6	323	7749
Q160	1445	778	31%	63.7%	0.4	56.6	315	7564
Q161	1431	767	31%	63.7%	0.4	56.6	308	7381
Q162	1417	756	30%	62.7%	0.4	56.6	303	7276
Q163	1403	745	30%	62.7%	0.4	56.6	295	7077
Q164	1389	734	29%	61.7%	0.4	56.6	293	7041
Q165	1375	723	29%	61.7%	0.4	56.6	293	7042
Q166	1361	712	28%	60.6%	0.3	56.7	293	7044
Q167	1347	701	28%	60.6%	0.3	56.7	294	7045
Q168	1333	690	28%	60.6%	0.3	56.7	294	7046
Q169	1319	679	27%	59.6%	0.3	56.7	294	7047
Q170	1305	668	27%	59.6%	0.3	56.7	294	7048
Q171	1291	657	26%	58.5%	0.3	56.7	294	7049
Q172	1277	646	26%	58.5%	0.3	56.7	294	7050
Q173	1263	635	25%	57.5%	0.3	56.7	294	7052
Q174	1249	625	25%	57.5%	0.3	56.7	294	7053
Q175	1235	614	25%	57.5%	0.3	56.7	294	7054
Q176	1221	603	24%	56.4%	0.3	56.7	294	7055
Q177	1207	592	24%	56.4%	0.2	56.8	290	6962
Q178	1193	582	23%	55.4%	0.2	56.8	285	6845
Q179	1179	571	23%	55.4%	0.2	56.8	280	6717
Q180	1165	560	22%	54.3%	0.2	56.8	275	6588
Q181	1151	550	22%	54.3%	0.2	56.8	270	6471
Q182	1137	539	22%	54.3%	0.2	56.8	264	6343
Q183	1130	534	21%	53.3%	0.2	56.8	262	6284
Q184	1123	529	21%	53.3%	0.2	56.8	259	6226
Q185	1117	524	21%	53.3%	0.2	56.8	257	6167
Q186	1110	519	21%	53.3%	0.2	56.8	255	6109
Q187	1103	514	21%	53.3%	0.2	56.8	252	6050
Q188	1097	509	20%	52.3%	0.2	56.8	250	5992
Q189	1090	504	20%	52.3%	0.2	56.8	247	5933
Q190	1083	499	20%	52.3%	0.2	56.8	245	5875
Q191	1077	495	20%	52.3%	0.2	56.8	243	5828
Q192	1070	489	20%	52.3%	0.2	56.8	240	5758
Q193	1063	484	19%	51.0%	0.2	56.8	237	5699
Q194	1057	480	19%	51.0%	0.2	56.8	236	5652
Q195	1050	475	19%	51.0%	0.2	56.8	233	5594
Q196	1043	470	19%	51.0%	0.2	56.8	231	5535
Q197	1037	465	19%	51.0%	0.2	56.8	228	5477
Q198	1030	460	18%	49.8%	0.2	56.8	226	5418
Q199	1023	455	18%	49.8%	0.1	56.9	223	5359
Q200	1017	451	18%	49.8%	0.1	56.9	221	5306
Q201	1010	446	18%	49.8%	0.1	56.9	218	5242
Q202	1003	441	18%	49.8%	0.1	56.9	216	5183
Q203	997	436	17%	48.5%	0.1	56.9	213	5119
Q204	990	431	17%	48.5%	0.1	56.9	211	5055
Q205	983	426	17%	48.5%	0.1	56.9	208	4991

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q206	977	422	17%	48.5%	0.1	56.9	206	4938
Q207	970	417	17%	48.5%	0.1	56.9	203	4880
Q208	963	412	16%	47.3%	0.1	56.9	200	4806
Q209	957	408	16%	47.3%	0.1	56.9	198	4744
Q210	950	403	16%	47.3%	0.1	56.9	195	4671
Q211	943	398	16%	47.3%	0.1	56.9	192	4598
Q212	937	394	16%	47.3%	0.1	56.9	190	4552
Q213	930	389	16%	47.3%	0.1	56.9	187	4480
Q214	923	384	15%	46.1%	0.1	56.9	184	4407
Q215	917	380	15%	46.1%	0.1	56.9	181	4347
Q216	910	375	15%	46.1%	0.1	56.9	179	4290
Q217	903	370	15%	46.1%	0.1	56.9	176	4219
Q218	897	366	15%	46.1%	0.1	56.9	173	4160
Q219	890	361	14%	44.8%	0.1	56.9	170	4089
Q220	883	356	14%	44.8%	0.1	56.9	167	4010
Q221	877	352	14%	44.8%	0.1	56.9	165	3965
Q222	870	347	14%	44.8%	0.1	56.9	162	3887
Q223	863	343	14%	44.8%	0.1	56.9	159	3820
Q224	857	339	14%	44.8%	0.1	56.9	157	3776
Q225	850	334	13%	43.6%	0.1	56.9	154	3699
Q226	843	329	13%	43.6%	0.1	56.9	151	3623
Q227	837	325	13%	43.6%	0.1	56.9	148	3558
Q228	830	321	13%	43.6%	0.1	56.9	146	3515
Q229	823	316	13%	43.6%	0.1	56.9	143	3440
Q230	817	312	12%	42.4%	0.1	56.9	141	3377
Q231	810	308	12%	42.4%	0.1	56.9	138	3314
Q232	803	303	12%	42.4%	0.1	56.9	136	3260
Q233	797	299	12%	42.4%	0.1	56.9	133	3198
Q234	790	295	12%	42.4%	0.1	56.9	130	3125
Q235	783	290	12%	42.4%	0.1	56.9	127	3043
Q236	777	286	11%	41.1%	0.1	56.9	125	3001
Q237	770	282	11%	41.1%	0.1	56.9	122	2931
Q238	763	278	11%	41.1%	0.1	56.9	119	2861
Q239	757	274	11%	41.1%	0.1	56.9	117	2820
Q240	750	268	11%	41.1%	0.1	56.9	114	2731
Q241	743	264	11%	41.1%	0.1	56.9	111	2663
Q242	737	261	10%	39.9%	0.1	56.9	110	2633
Q243	730	256	10%	39.9%	0.1	56.9	107	2556
Q244	723	252	10%	39.9%	0.0	57.0	104	2491
Q245	717	249	10%	39.9%	0.0	57.0	103	2461
Q246	710	245	10%	39.9%	0.0	57.0	100	2397
Q247	703	241	10%	39.9%	0.0	57.0	97	2333
Q248	697	237	9%	0.0%	0.0	57.0	96	2295
Q249	690	233	9%	0.0%	0.0	57.0	93	2226
Q250	683	229	9%	0.0%	0.0	57.0	90	2159
Q251	677	225	9%	0.0%	0.0	57.0	88	2121
Q252	670	221	9%	0.0%	0.0	57.0	86	2055

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q253	663	217	9%	0.0%	0.0	57.0	83	1991
Q254	657	214	9%	0.0%	0.0	57.0	82	1963
Q255	650	210	8%	0.0%	0.0	57.0	79	1900
Q256	643	206	8%	0.0%	0.0	57.0	77	1837
Q257	636	202	8%	0.0%	0.0	57.0	75	1802
Q258	630	198	8%	0.0%	0.0	57.0	73	1741
Q259	623	194	8%	0.0%	0.0	57.0	70	1681
Q260	616	190	8%	0.0%	0.0	57.0	69	1646
Q261	610	187	7%	0.0%	0.0	57.0	67	1597
Q262	603	183	7%	0.0%	0.0	57.0	65	1562
Q263	596	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q264	590	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q265	583	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q266	576	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q267	570	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q268	563	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q269	556	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q270	550	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q271	543	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q272	536	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q273	530	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q274	523	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q275	519	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q276	515	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q277	511	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q278	507	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q279	502	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q280	498	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q281	494	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q282	490	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q283	486	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q284	482	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q285	478	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q286	473	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q287	469	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q288	465	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q289	461	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q290	457	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q291	453	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q292	448	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q293	444	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q294	440	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q295	436	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q296	432	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q297	428	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q298	424	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q299	419	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q300	415	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q301	411	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q302	407	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q303	403	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q304	399	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q305	395	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q306	390	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q307	386	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q308	382	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q309	378	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q310	374	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q311	370	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q312	366	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q313	361	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q314	357	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q315	353	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q316	349	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q317	345	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q318	341	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q319	337	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q320	332	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q321	328	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q322	324	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q323	320	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q324	316	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q325	312	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q326	308	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q327	303	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q328	299	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q329	295	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q330	291	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q331	287	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q332	283	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q333	279	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q334	274	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q335	270	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q336	266	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q337	262	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q338	258	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q339	254	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q340	249	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q341	245	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q342	241	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q343	237	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q344	233	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q345	229	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q346	225	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q347	220	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q348	216	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q349	212	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q350	208	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q351	204	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q352	200	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q353	196	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q354	191	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q355	187	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q356	187	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q357	187	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q358	187	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q359	187	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q360	187	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0

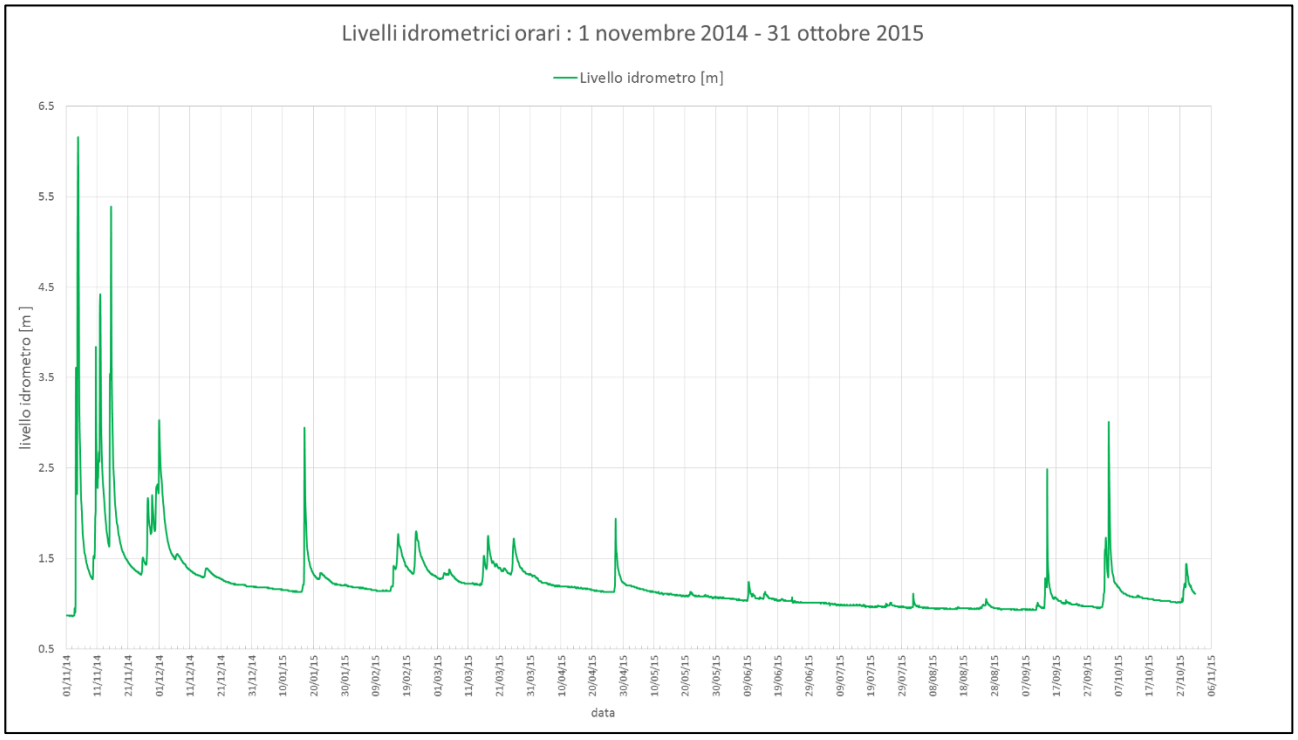
2 Stima della producibilità per il 2015

2.1 Dati di partenza: idrometro di Montalto Ligure

La producibilità media dell'impianto in progetto è stata valutata utilizzando la curva di durata della stazione idrometrica di Merelli, tarata sulla superficie del bacino di pertinenza alla sezione di presa.

Per confermare le stime di producibilità dell'impianto in progetto si ipotizza di applicare il modello di calcolo utilizzato in fase preliminare prendendo in considerazione una serie di dati registrati in quest'ultimo anno, che coprono quindi un arco temporale che va dal 1/11/2014 al 31/10/2015.

I dati in questione sono le osservazioni orarie del livello medio del torrente registrato dalla stazione idrometrica di Montalto Ligure posizionata sul ponte in località Desteglio, questi verranno elaborati secondo alcune ipotesi presentate in seguito per ottenere i valori di portata orari.



L'idrometro di Montalto ligure ha una vita relativamente breve rispetto ad altre stazioni, risulta infatti attivo dal 2004 e i dati registrati sono reperibili on line in tempo reale. Data la breve vita dell'idrometro non è ancora disponibile sugli annali la scheda che contiene le caratteristiche della stazione, la quale riporta le portate medie giornaliere e gli elementi caratteristici della stazione dell'anno di riferimento, gli elementi caratteristici per tutti gli anni di misure precedenti, la curva di durata delle portate dell'anno di riferimento e degli anni precedenti, e la scala di deflusso delle portate.

Dal momento che non vi sono informazioni in merito alla scala di deflusso della stazione idrometrica di Montalto ligure, è stata effettuata una ricostruzione di essa partendo dalle portate misurate dalla società Flume, durante i rilievi eseguiti per l'applicazione del metodo Mesohabsim ai fini della valutazione di impatto ambientale sulla fauna ittica presente.

I dati di portata sono stati rilevati in quattro diverse condizioni di deflusso in un arco temporale che va da aprile a luglio 2015. I valori di portata sono stati misurati in condizioni di deflusso differenti, concentrati nel range di portata maggiormente significativo ai fini della derivazione idroelettrica. I valori di portata sono stati quindi associati ai livelli dell'idrometro di Montalto Ligure registrati nei giorni dei rilievi.

Al fine di ridurre il margine di errore determinato dall'estrapolazione delle portate di massima magra, per quanto poco rilevanti ai fini della disponibilità idrica media nell'anno, è stato possibile reperire un'informazione utile alla ricostruzione delle curva, in particolare nell'annale dell'anno 2010 viene indicato il valore minimo mai registrato dall'attivazione dell'idrometro.

Il valore indicato è di 0.86 m ed è stato registrato in data 13/09/2007.

Tabella II - Elenco e caratteristiche delle stazioni idrometriche **Anno 2010**

BACINO E STAZIONE	Tipo della stazione	CARATTERISTICHE							
		Quota dello zero idrometrico m s.l.m.	Bacino di dominio km^2	Altezza di max piena m Data (gg/mm/aaaa)	Altezza idrometrica minima m Data (gg/mm/aaaa)	Lat. m	Long. m	Anno inizio osservaz.	NOTE
ROIA									
Roia a Airole	Ir	90.11	478	6.90 (19/11/1970)	1.10 (04/11/1967)	4858803	1383106	1949	
ARGENTINA									
Argentina a Montalto Ligure	Ie	≫	130	7.04 (08/12/2006)	0.86 (13/09/2007)	4865038	1407137	2004	
Argentina a Merelli	Ie	61.27	192	6.12 (17/11/1940)	0.11 (05/08/1945)	4859435	1407421	2004	(1)

Si sceglie quindi di associare al valore minimo la portata Q355 stimata sull'opera di presa, pari a 187 l/s.

Si ottengono i seguenti dati:

Livello idrometrico m	Portata m3/s
1.19	2.2
1.08	0.65
1.01	0.42
0.96	0.25
0.86	0.187

Nel seguente grafico si riporta il procedimento utilizzato per la stima della curva di deflusso.

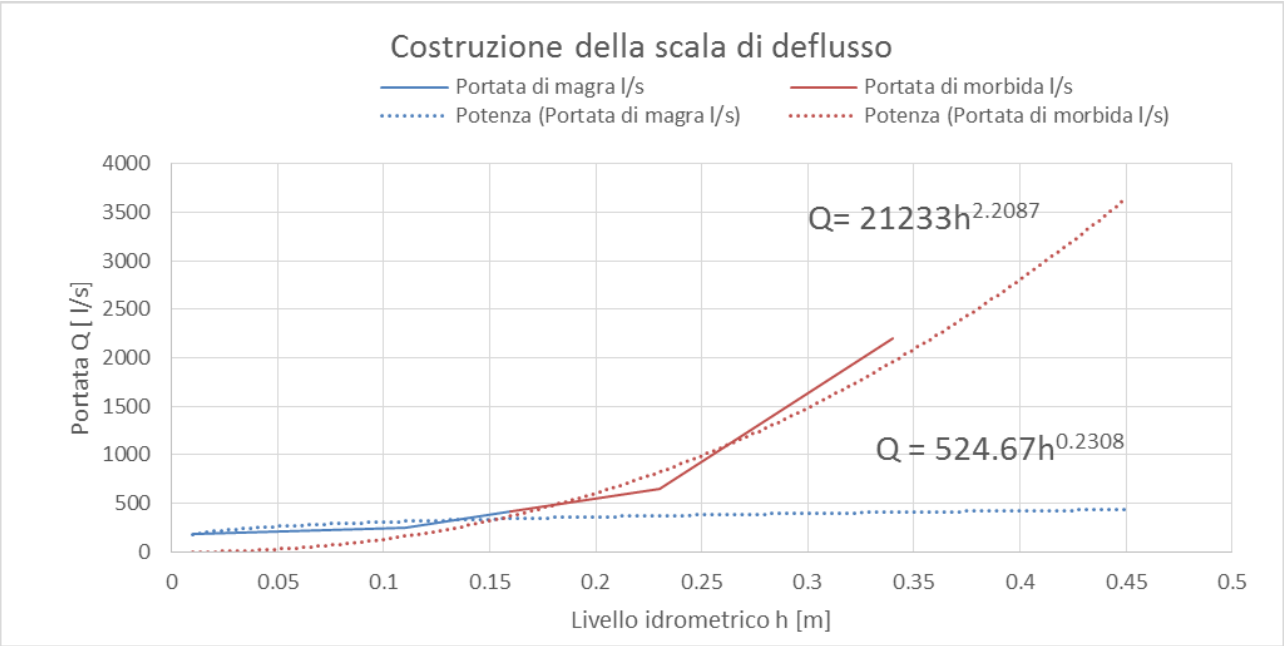
La relazione tra tirante h [m] e portata Q [m3 /s] viene interpolata secondo la ben nota:

$$Q = \alpha(h)^{\beta}$$

Con α e β parametri della scala di deflusso.

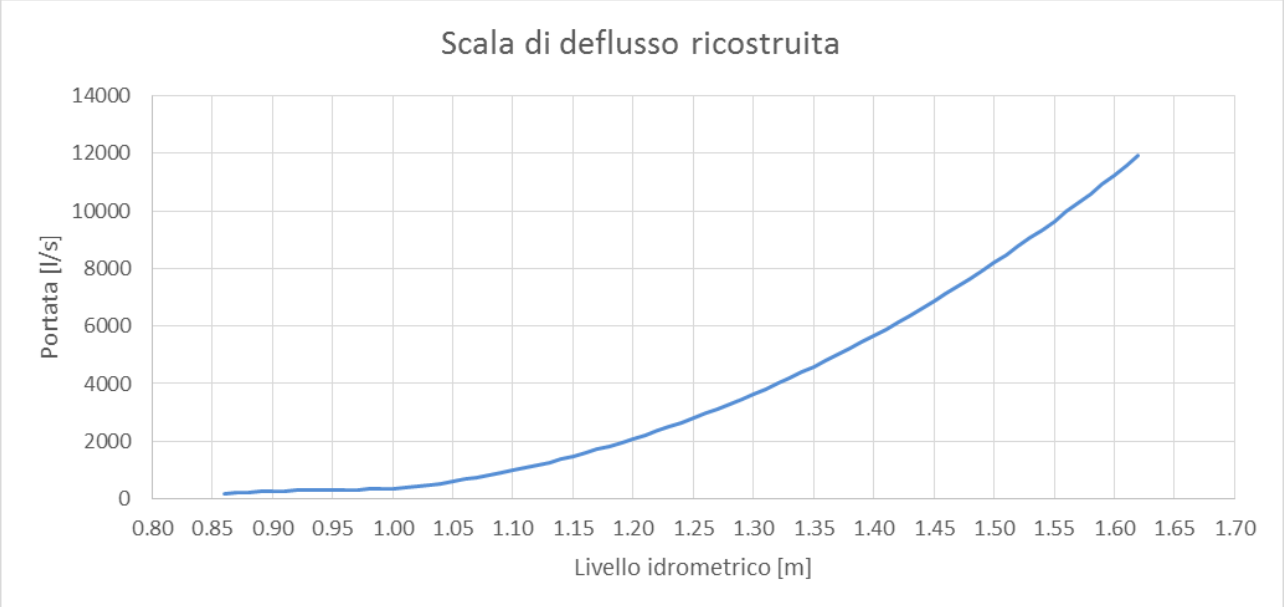
La presenza di sezioni composte piuttosto che la differenza nel comportamento idraulico in corrispondenza di singolarità quali i salti di fondo, comporta la necessità di definire l'equazione come spezzata, individuando ad esempio una scala in magra ed una in morbida.

In figura seguente si riporta la ricostruzione della scala di deflusso descritta da due equazioni esponenziali, una per la parte bassa della curva ed una per la parte alta, ricavante dai dati noti prima citati, per la stima del tirante si è ipotizzato uno zero idrometrico pari al livello 0.85 m.



Una volta note le due equazioni interpolanti è possibile ricostruire la scala di deflusso e associare le portate ai livelli idrometrici della stazione di misura. I risultati sono esposti nel seguente grafico.

Si è scelto di limitare il calcolo delle portate a valori intorno ai 12 m^3/s dal momento che la stima della curva per le portate superiori a quella in cui avviene la derivazione massima (2,5 m^3/s derivazione + circa 1 m^3/s DMV) è piuttosto approssimativa, nonché non significativa ai fini della dimostrazione della disponibilità idrica richiesta.

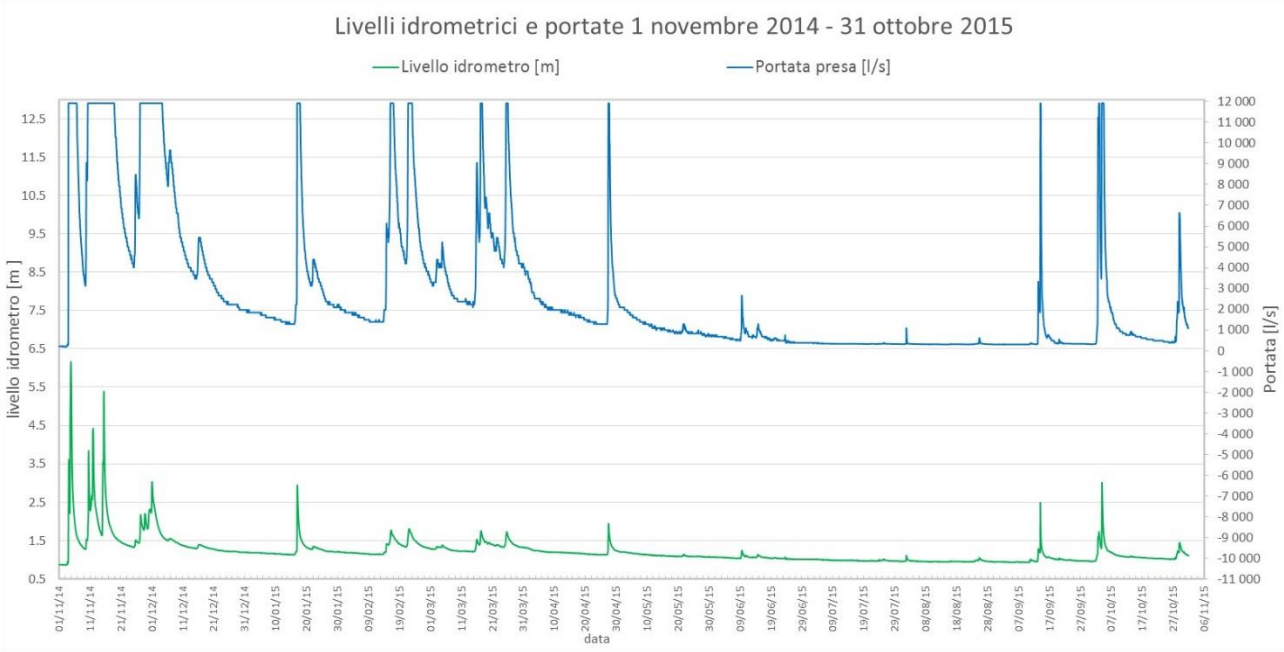


2.2 Stima delle portate orarie e curva di durata 2014-2015

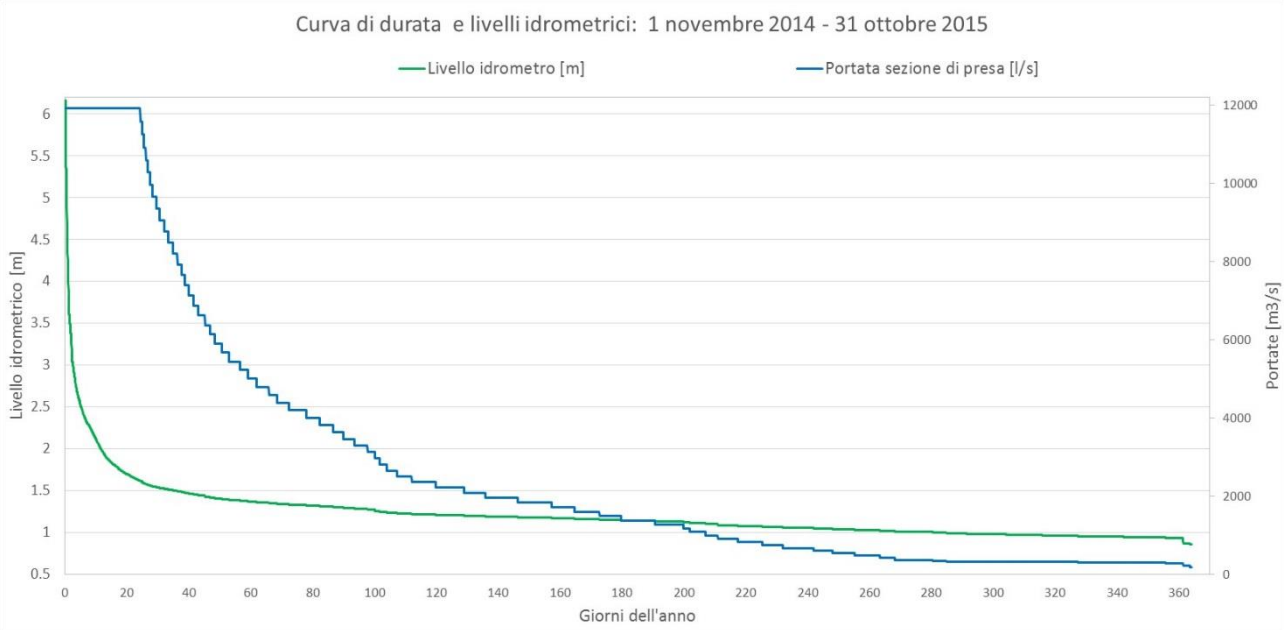
Utilizzando la scala di deflusso stimata si convertono i valori registrati dall'idrometro in valori di portata sulla sezione di presa.

Di seguito si riporta la serie annuale 1/11/2014 - 31/10/2015 dei livelli idrometrici e delle portate associate sulla sezione di presa, ricavata dalla curva di deflusso.

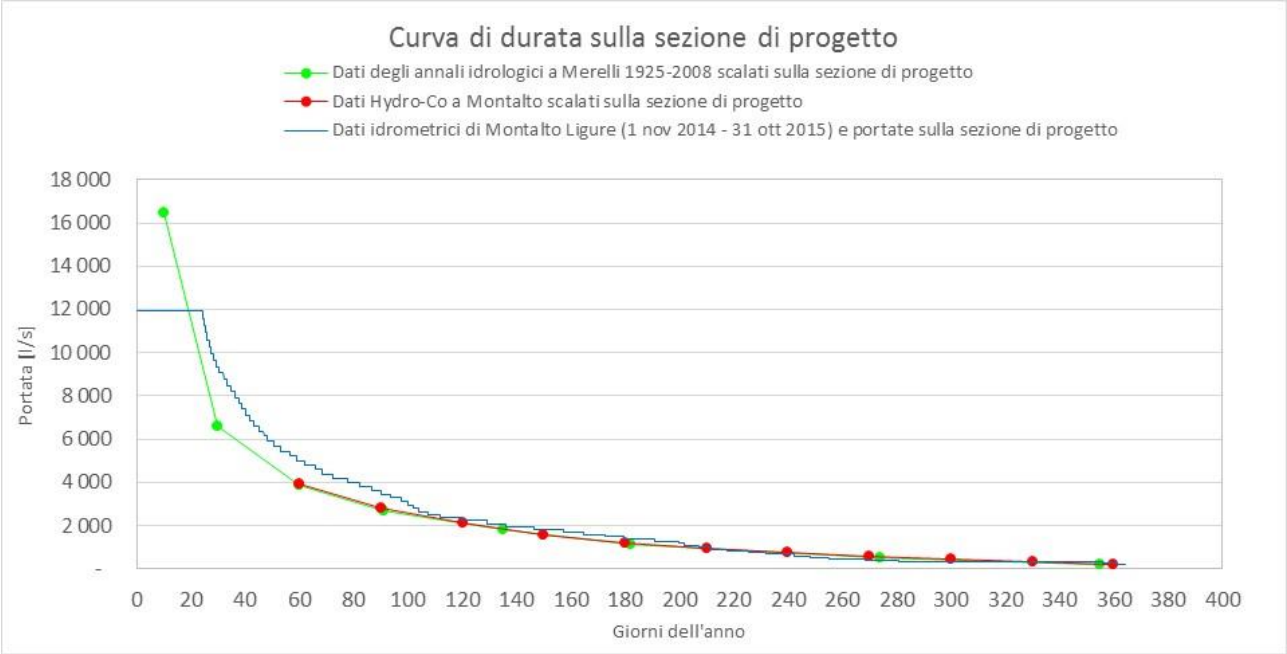
Il periodo di riferimento utilizzato non è coincidente con l'anno solare ma è centrato al periodo interessato dalla campagna di monitoraggio al fine di mantenere la maggior correlazione possibile tra livelli e portate misurate.



Le portate orarie sono poi state ordinate in modo decrescente per ottenere la curva di durata che caratterizza il periodo preso in esame. I risultati sono esposti nel grafico seguente.



Per convalidare i dati ottenuti si mettono a confronto le curve di durata analizzate nel paragrafo 1.3 con quella stimata dai dati idrometrici di Montalto.



Si può osservare che la curva stimata per il periodo preso in considerazione è in linea con le curve di durata storiche nella parte bassa della curva, mentre si discosta leggermente dai dati storici nella parte alta. Il motivo di questa discrepanza è dato dalla maggiore pluviometria del periodo di riferimento di cui si vedrà in seguito.

2.3 Analisi della pluviometria

Il motivo della discrepanza tra la stima della producibilità effettuata in fase di progettazione e quella effettuata sul periodo preso in considerazione è dovuto alla normale variabilità annuale delle precipitazioni. Il periodo in questione è stato caratterizzato da piogge eccezionali, che si sono verificate soprattutto nel mese di novembre 2014.

Sono stati infatti analizzati i dati della stazione pluviometrica Triora, nel comune di Molini di Triora. La stazione è stata scelta per la sua posizione centrale rispetto al bacino di pertinenza dell'opera di presa, risulta quindi significativa per quantificare le piogge che alimentano la maggior parte del bacino di progetto.

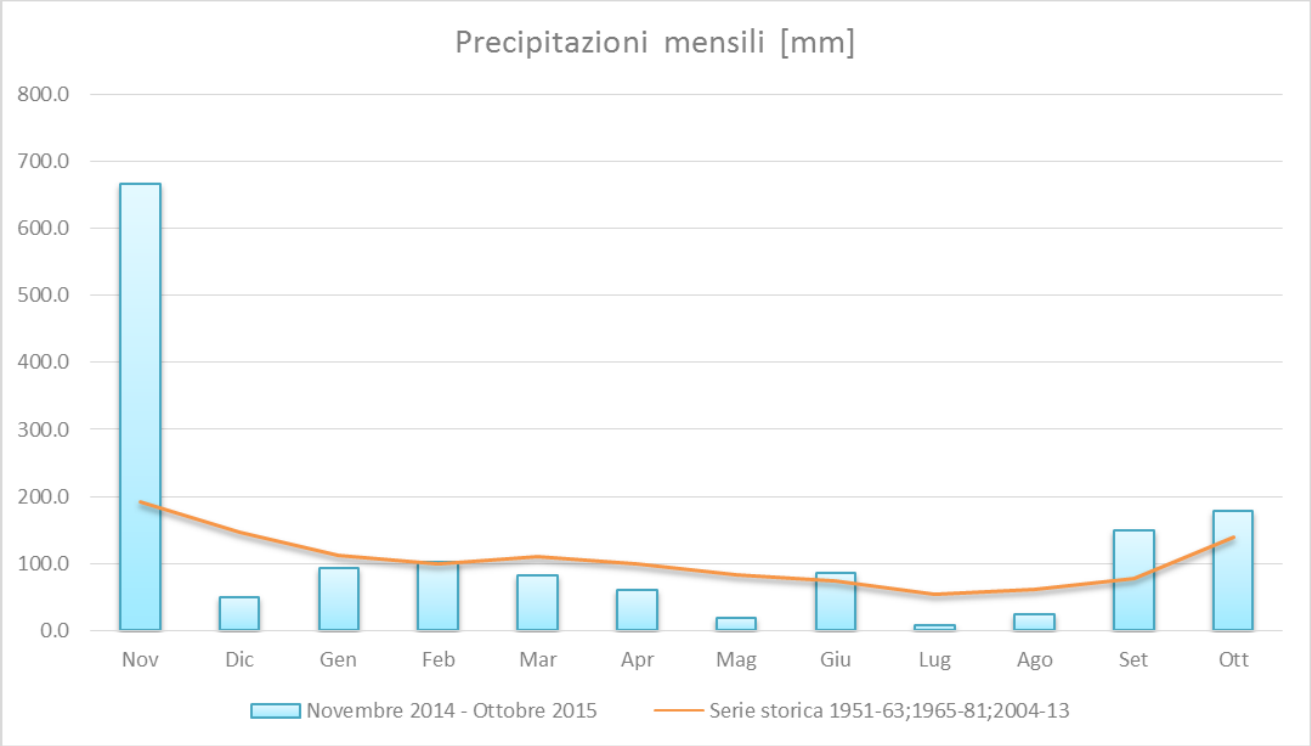
STAZIONE PLUVIOMETRICA **TRIORA**- TOTALE PIOGGE MENSILE ED ANNUE (mm)

ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE ANNUO
1951	145.5	258.5	177.5	38.4	154.1	74.3	60.6	7.8	31.8	142.5	552.9	45.4	1689.3
1952	42	15.8	91.3	258.5	96.6	24	38.8	138.7	135.8	133.8	150.4	75.2	1200.9
1953	28	29	*	98.7	80.2	198.1	23.3	92.7	155	201.6	18	66.7	*
1954	4	86.9	142.3	82	148	35.2	53	88.4	40.2	104.8	336.8	381	1502.6
1955	161	259.4	99	4.4	12.4	176.2	52.6	52.8	104.8	103.6	109.6	84.2	1220
1956	121.6	61	322	246.2	17	53	26	48.2	136.8	70.8	121.2	9.8	1233.6
1957	147.6	141.8	112.6	113.4	99.2	126	23	9.2	18.4	93.4	359.4	430	1674
1958	29.4	108.6	97.4	190.2	16.2	82.8	25.2	43.6	12.8	185.6	194.6	341.8	1328.2
1959	5.6	29	142.2	158.4	189.4	65.8	51	96	140.6	391.8	248.8	448.4	1967
1960	169	166.2	229.8	81.8	59.2	81.8	19.8	57.2	217.2	405.6	191.2	195	1873.8
1961	154.8	13.6	4.2	118.4	69.8	134.8	134	3.2	15.8	160	399	64.6	1272.2
1962	79	51.6	202.4	134.4	58.2	115.8	56.6	24.2	15.2	114	275.6	60	1187
1963	200	72.6	101.8	155.6	67	122.6	227.4	76	82.6	41.6	332.4	66.6	1546.2
1965	49	1.2	143.4	18.6	91.6	58	23.8	226.8	185.2	131.8	186.6	58	1174
1966	31.8	146.4	37.4	113.2	49.4	22.6	44.4	55	99.6	275.2	249.2	123.8	1248
1967	10.2	47.6	46.2	54.6	41.4	42	40.4	77.2	52.4	75.4	193.8	30	711.2
1968	4.4	264.4	24	90.4	90.6	71.6	18.2	91.2	146.2	44.2	262.2	102.6	1210
1969	142.8	100	93.6	61	101.8	101.4	102.6	33.6	78.8	*	142.2	24.2	*
1970	235.6	39.4	32.4	17.2	102.6	22.8	18.8	65	18.6	25	259.6	75.8	912.8
1971	119	68.6	249	128.2	136	70.6	18	8.2	14.4	3.2	277.4	55.8	1148.4
1972	88	351.2	146.8	69.8	144.2	138	90.6	77.6	82.6	171.8	45.2	95.2	1501
1973	62.4	*	1.6	59	51.8	65.6	142.2	92.6	40.6	139.8	14.2	362.2	*
1974	73.8	211.8	134.6	72.6	53.8	34.4	8.4	38.8	120.4	18.2	63.2	15.6	845.6
1975	122.6	87.4	158.6	61.2	99.2	59.2	47.4	140	94.8	55	214.4	137	1276.8
1976	21.6	68	55.8	59.2	75.4	43	85.4	125.4	162.8	422	163.4	136.2	1418.2
1977	259	151.6	13.4	85.6	88	50.6	100	115.8	29.8	111.8	36	180.6	1222.2
1978	220.6	149	88.4	124	161.6	31.2	31.8	44	14.2	40.4	5.2	151.8	1062.2
1979	231.2	136	245.4	70	21	47.2	76.4	16	57.4	587.4	106.2	152.8	1747
1980	71.4	58.8	227.4	44.8	97.8	45	7	62.4	20.2	167.8	99.6	0	902.2
1981	5.4	16.2	99	137.2	91.2	103.6	36.8	11.6	133.2	38.2	1	307	980.4

Negli annali idrologici sono reperibili i dati delle piogge mensili degli anni 1951-1963 e degli anni 1965-1981, questi sono stati integrati con la serie di dati reperita sul portale cartografico regionale, relativa agli anni 2004-2013.

Anno	n anni	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
51-81	30	101.2	106.1	117	98.2	85.5	76.6	56.1	67.3	81.9	148.2	187	142.6	1298.3
2004	1	21.6	110	28.8	123	65.2	48.8	15.8	43.8	26	200.8	65.8	81.6	831.2
2005	1	0.8	4.4	41	108.2	84	140.8	76.2	34.2	125.2	94.8	81	163	953.6
2006	1	118.4	153.6	68	38.8	35.2	11.2	81.8	182	196.6	95.2	43.6	199.2	1223.6
2007	1	34	20.8	20.2	33.4	109.6	91	4.6	20.8	32	81.4	117.8	43.2	608.8
2008	1	298	33.6	70	132.6	81.8	39.8	31.4	10.2	16.6	107	226.8	309.2	1357
2009	1	136.6	155.8	82	275.4	34.8	59	30	41.8	5	75.4	161.6	265.4	1322.8
2010	1	85.8	129.6	59.6	41.2	98.2	149.4	39	47.2	17.8	230.4	185.8	199	1283
2011	1	94	60	176.2	26.8	4.2	70.2	46.2	3.8	67.8	137.2	304.8	20.8	1012
2012	1	49.4	16.4	14.4	168.8	116	21.4	5.8	42.2	129.2	141	324.6	97	1126.2
2013	1	131.2	31.2	309.2	135.2	184.4	70.8	137.2	45.8	27.6	54	70.8	325.4	1522.8
2014	1	572.6	220.8	145.8	26.6	55.8	30.4	104.6	55.8	76.2	62.2	666.8	50.6	2068.2
Media 1951-2014	41	**111.7**	**100.3**	**110.2**	**98.9**	**83.8**	**73.9**	**55.0**	**62.1**	**77.5**	**139.4**	**191.7**	**147.1**	**1272.7**

Nel seguente grafico si mettono a confronto i dati pluviometrici dell'intervallo di tempo di riferimento, ossia da novembre 2014 a ottobre 2015, con i valori medi mensili calcolati sulle serie storiche di dati esistenti dal 1951 al 2013.



Risulta evidente che il mese di novembre è stato caratterizzato da piogge eccezionali rispetto alla media mensile storica, aumentando notevolmente le portate in alveo per tutto novembre e dicembre 2014 con conseguente incremento dei valori di energia producibile stimata.

Il periodo ricompreso tra 01/11/2014 e il 21/12/2014 registra infatti portate sempre superiori ai 3.5 m^3/s, accumulando quindi oltre 50 giorni di derivazione massima nei soli primi due mesi di riferimento.

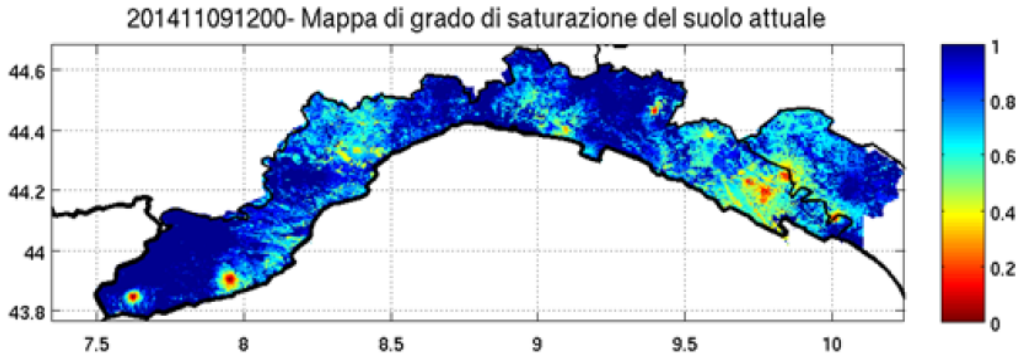


Figura 11 Mappa del grado di saturazione del suolo stimato a partire dalle precipitazioni rilevate dalla rete di misura OMIRL nei 30 giorni precedenti

Mappa del grado di saturazione del suolo in relazione all'evento alluvionale del 9 Novembre 2014 – Fonte Arpal

La cartografia sovrastante indica che nel Novembre 2014 l'area in esame presenta gradi di saturazione del suolo del 100%, con conseguente totale deflusso degli apporti meteorici nel periodo.

Di seguito si riporta la tabella delle precipitazioni cumulate registrate nella stazione di Triora nel periodo di riferimento.

Località: TRIORA		
Parametro meteorologico: PRECIPITAZIONE - PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)		
Inizio rilevazione	**Fine rilevazione**	**Valore**
01/11/2014	30/11/2014	666.8
01/12/2014	31/12/2014	50.6
01/01/2015	31/01/2015	94.2
01/02/2015	28/02/2015	101.8
01/03/2015	31/03/2015	82
01/04/2015	30/04/2015	61.2
01/05/2015	31/05/2015	19.8
01/06/2015	30/06/2015	86.8
01/07/2015	31/07/2015	9
01/08/2015	31/08/2015	25
01/09/2015	30/09/2015	148.8
01/10/2015	31/10/2015	177.6
Totale		**1523.6**

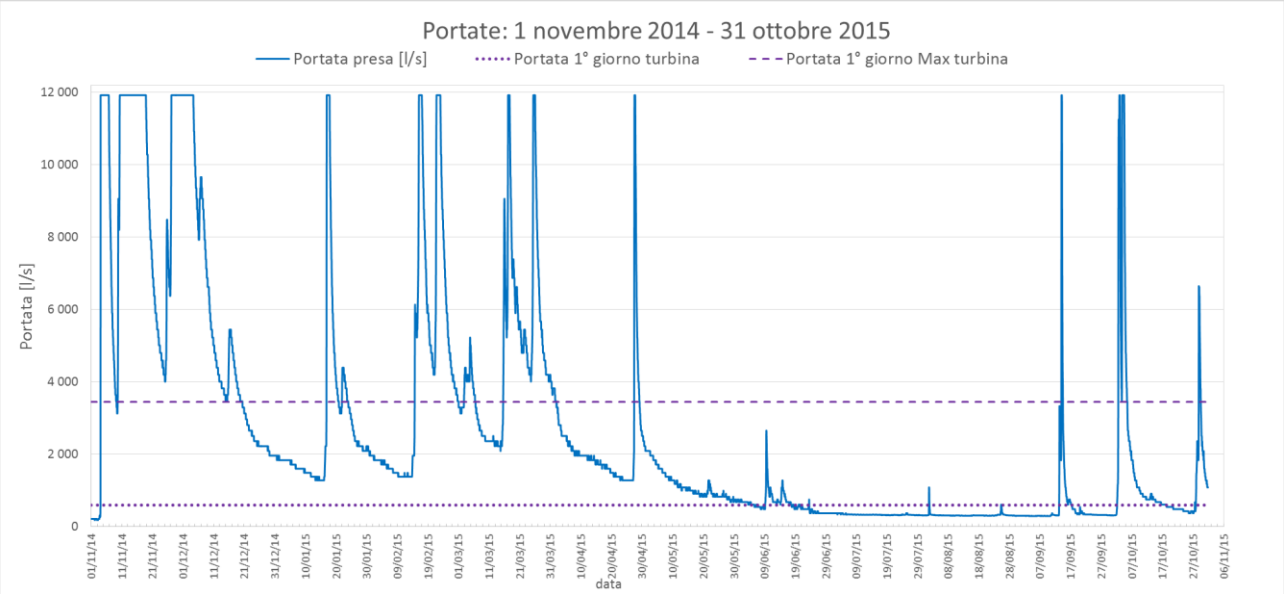
La precipitazione cumulata risulta quindi all'incirca il 20 % in più rispetto alla media storica.

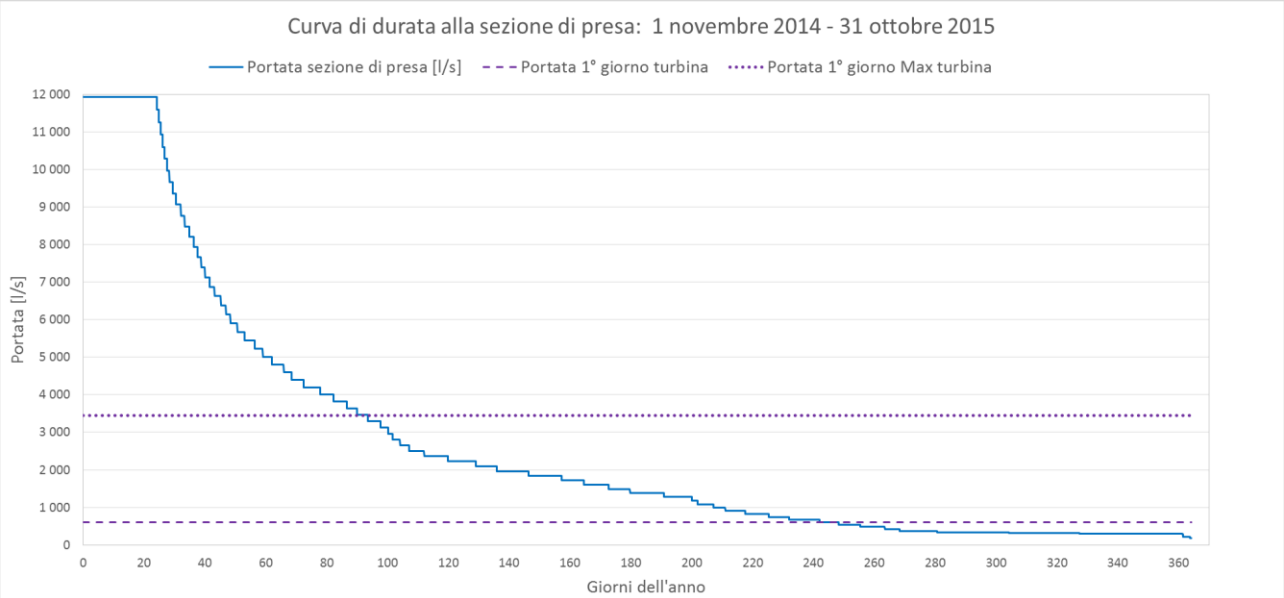
2.4 Stima della producibilità nel periodo di riferimento

Una volta stimata la portata defluente all'opera di presa si procede calcolando per quanto tempo la portata supera il valore per cui si ha la massima potenza dell'impianto (pari a 3 445 l/s), e per quanto tempo invece assume i valori per cui si hanno potenze intermedie, ossia le portate comprese tra 598 l/s e 3445 l/s.

Portata 1° giorno turbina	598 l/s
Portata 1° giorno max turbina	3 445 l/s

Si riportano i valori di portata oraria precedentemente stimati e la curva di durata nei grafici seguenti dove vengono inoltre indicate le portate che rappresentano il regime minimo e massimo dell'impianto.





Come si può rilevare dal grafico i giorni di attività potenziale dell'impianto sono circa 248 di cui 93 presentano le caratteristiche per lavorare a pieno regime.

Una volta noti i valori delle portate orarie transitate in alveo è possibile ricavare l'ipotetico andamento orario della potenza erogata dall'impianto utilizzando lo stesso metodo presentato in relazione tecnica.

Infatti una volta progettati gli organi di derivazione e di rilascio dell'impianto, in funzione del livello del pelo libero di monte è possibile calcolare la portata transitante e la portata derivata, in funzione di quest'ultima e delle caratteristiche tecniche delle turbine si valuta la potenza e la produzione. Utilizzando il modello costruito per la progettazione delle opere di presa è nota quindi la relazione tra la portata derivabile e quella defluente in alveo.

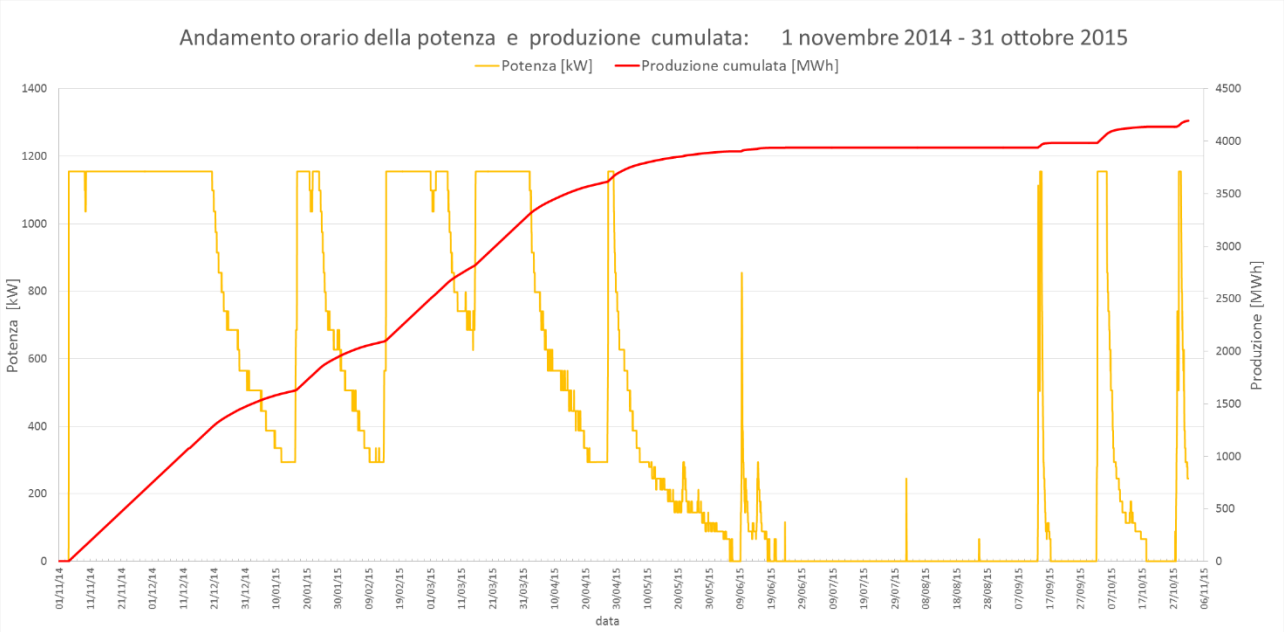
Tramite la scala di deflusso stimata si calcola la portata oraria defluente, e tramite il modello si stima la portata derivabile e quindi la potenza erogata dall'impianto per ogni valore di portata.

Si riporta il dettaglio del livello idrometrico, della portata naturale disponibile, della portata turbinata, della percentuale di portata utilizzata rispetto alla massima turbinabile, del rendimento dell'impianto, delle perdite di carico distribuite, del salto netto, della potenza e della produzione oraria.

Livello idrometrico m	Portata l/s	Qturbina l/s	Q%	Rendimento η	Perdite m	Hnet m	Potenza kW	Produzione oraria kWh
1.62	11921	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.61	11581	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.60	11248	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.59	10919	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.58	10596	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.57	10278	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.56	9965	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.55	9658	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.54	9356	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.53	9059	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.52	8767	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.51	8481	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.50	8200	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.49	7924	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.48	7653	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.47	7387	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.46	7126	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.45	6871	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.44	6621	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.43	6375	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.42	6135	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.41	5900	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.40	5670	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.39	5444	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.38	5224	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.37	5009	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.36	4799	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.35	4593	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.34	4393	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.33	4197	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.32	4007	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.31	3821	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.30	3640	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155
1.29	3463	2500	100%	88%	3.48	53.5	1155	1155

Livello idrometrico m	Portata l/s	Qturbina l/s	Q%	Rendimento η	Perdite m	Hnet m	Potenza kW	Produzione oraria kWh
1.28	3292	2363	95%	88%	3.14	53.9	1099	1099
1.27	3125	2214	89%	88%	2.78	54.2	1036	1036
1.26	2963	2070	83%	88%	2.46	54.5	975	975
1.25	2806	1932	77%	88%	2.16	54.8	914	914
1.24	2653	1797	72%	88%	1.89	55.1	855	855
1.23	2505	1668	67%	87%	1.65	55.4	797	797
1.22	2362	1544	62%	85%	1.43	55.6	741	741
1.21	2223	1425	57%	83%	1.23	55.8	685	685
1.20	2089	1311	52%	81%	1.05	55.9	627	627
1.19	1960	1201	48%	78%	0.90	56.1	565	565
1.18	1835	1097	44%	75%	0.76	56.2	506	506
1.17	1714	997	40%	72%	0.63	56.4	445	445
1.16	1598	902	36%	68%	0.53	56.5	387	387
1.15	1486	811	32%	65%	0.43	56.6	335	335
1.14	1379	726	29%	62%	0.35	56.6	293	293
1.13	1276	645	26%	59%	0.28	56.7	294	294
1.12	1178	570	23%	55%	0.23	56.8	279	279
1.11	1084	500	20%	52%	0.18	56.8	245	245
1.10	994	434	17%	49%	0.14	56.9	212	212
1.09	908	373	15%	46%	0.10	56.9	177	177
1.08	827	319	13%	44%	0.08	56.9	145	145
1.07	749	268	11%	41%	0.06	56.9	114	114
1.06	676	225	9%	0%	0.04	57.0	88	88
1.05	607	185	7%	0%	0.03	57.0	66	66
1.04	542	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
1.03	481	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
1.02	424	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
1.01	371	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
1.00	339	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.99	333	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.98	328	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.97	322	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.96	315	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.95	308	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.94	301	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.93	293	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.92	284	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.91	274	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.90	263	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.89	250	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.88	234	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.87	213	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0
0.86	181	0	0%	0%	0.00	57.0	0	0

Tramite i risultati ottenuti è stato possibile trasformare la serie dei livelli idrometrici orari in potenza oraria erogata dall'impianto, e calcolare quindi la produzione complessiva che avrebbe avuto l'impianto nell'arco di tempo considerato.



La producibilità dell'impianto per l'arco temporale che va dal 1° novembre 2014 al 31 ottobre 2015 è stata stimata pari a circa 4.20 GWh, più alta di quella valutata in base ai dati della curva di durata media della stazione di Merelli (1925-2009), pertanto risulta coerente con la maggiore precipitazione di periodo.

Analizzando il rapporto pluviometrico tra l'anno medio e quello registrato nel periodo otteniamo il seguente rapporto:

$$\frac{\boldsymbol{Prec_{14-15}}}{\boldsymbol{Prec_{Media}}} = \frac{\mathbf{1523}}{\mathbf{1272}} = \mathbf{+19.7\%}$$

Analizzando il rapporto tra la produzione ottenibile nell'anno medio e quella registrata nel periodo otteniamo il seguente rapporto:

$$\frac{\boldsymbol{Prod_{14-15}}}{\boldsymbol{Prod_{Media}}} = \frac{\mathbf{4.20\ GWh_{/anno}}}{\mathbf{3.62\ GWh_{/anno}}} = \mathbf{+16.0\%}$$

Il rapporto tra producibilità e piogge risulta quindi allineato pertanto si ritiene che la curva di durata di progetto sia attendibile ai fini della stima della disponibilità della risorsa idrica e della conseguente producibilità dell'impianto.