

# Comune di Ivrea

Città Metropolitana di Torino

## Impianto idroelettrico "Ex-Cima"

PROPONENTE: EDIL SAMAR S.r.l. – Rue Des Forges, 5 – 11013 Courmayeur (AO)



## RELAZIONE IDROLOGICA

**VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A VIA**  
*(ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)*

Revisione	Data	Descrizione	Redazione	Verifica	Approvazione
0	01/04/2021	Prima emissione	Ing. P. Pozzi	Ing. A. Corona	Ing. A. Corona

## SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	1
1.1	Generalità.....	1
1.2	Sintesi dei risultati ottenuti .....	3
1.3	Localizzazione dell'intervento .....	4
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE .....	5
2.1	Inquadramento geografico, orografico e idrografico.....	5
2.2	Parametri morfometrici.....	6
2.3	Aspetti litologici e geomorfologici.....	9
2.4	Regime nivometrico.....	10
2.5	Aspetti climatici e pluviometrici .....	12
2.6	Variazioni morfologiche.....	16
2.7	Analisi del trasporto solido.....	17
2.7.1	Incrementare la capacità di laminazione delle aree golenali .....	20
3	ASPETTI NORMATIVI: PIANO STRALCIO DI INTEGRAZIONE AL PAI. NODO IDRAULICO DI IVREA .....	21
3.1	Assetto idraulico generale.....	21
3.2	Criteri generali di sistemazione e assetto attuale delle aree .....	21
3.3	Aggiornamento eventi di piena .....	24
3.4	Studio di fattibilità della sistemazione idraulica della Dora Baltea .....	26
4	CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA .....	28
4.5	Paleo alveo Rio Ribes.....	29
4.6	Stato attuale delle conoscenze.....	31
4.7	Considerazioni propedeutiche all'analisi delle portate massime.....	32
4.8	Portate limite di deflusso nella rete idrografica.....	34
4.9	Portata di piena di progetto .....	38
5	AGGIORNAMENTO DELLA DISPONIBILITA' IDRICA .....	41
5.1	Disponibilità idrica.....	42
5.1.1	Precipitazioni intense .....	46
5.2	Variazioni orarie .....	47
5.2.1	Capacità di invaso – Regione Valle d'Aosta .....	50
6	AGGIORNAMENTO DELL'ANALISI IDROLOGICA.....	56

6.1	Portata naturale alla sezione di presa (Ivrea – Torre Balfredo) .....	57
6.2	Deflusso Minimo Vitale - $Q_{pai}$ .....	59
6.3	Prelievi in atto – aggiornamento post VIA.....	60
6.3.1	Aggiornamento derivazione naviglio di Ivrea - Consorzio Ovest Sesia.....	61
6.4	Portate disponibili .....	63
6.4.1	Utilizzazione della risorsa per scopi idroelettrici.....	66
6.5	Portate derivabili .....	67
6.5.1	Curva di funzionamento dell'impianto.....	68
6.5.2	Grafici caratteristici delle portate derivabili.....	72
7	SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLA DERIVAZIONE .....	75
7.1	Portate di concessione .....	75
7.2	Stima del salto motore medio e livelli di esercizio .....	75
7.2.1	Aggiornamento della scala di deflusso delle portate .....	77
7.3	Potenza nominale.....	81
7.4	Producibilità attesa.....	81
7.4.1	Riassunto dei dati caratteristici 3.3. della derivazione.....	83
8	ALLEGATI.....	84

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 GENERALITÀ

La società Edil Samar con la presente istanza di Verifica di Assoggettabilità a VIA, intende descrivere le modifiche progettuali che si rendono necessarie per adeguare il progetto di ricostruzione della traversa di derivazione delle acque del fiume Dora Baltea con annessa centrale idroelettrica, da realizzare in Comune di Ivrea (TO), a seguito degli approfondimenti geologico-geotecnici eseguiti e delle mutate condizioni economiche che si sono verificate negli ultimi anni (incremento canoni e azzeramento incentivi per impianti a fonte rinnovabile di tale taglia).

Il progetto ha ottenuto giudizio positivo di compatibilità ambientale con Decreto Ministeriale n. DEC DSA n°1432 del 29/12/2005 e verifica di ottemperanza positiva ad alcune delle prescrizioni contenute nel Decreto Ministeriale con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018.

Una delle prescrizioni del DEC DSA n°1432 del 29/12/2005 riguarda la *“sottoscrizione di un **accordo procedimentale** tra il proponente, la regione Piemonte, il comune di Ivrea e la Provincia di Torino e l’Autorità di Bacino del fiume Po (di seguito brevità “accordo procedimentale”) con l’attivazione di un tavolo tecnico nel cui ambito – in riferimento agli eventuali interventi di riconfigurazione delle aree degradate e idraulicamente critiche (ex discarica RSU di Ivrea località Prati Secchi, aree di cava ed impianti di frantumazione di inerti prospicienti la sponda sinistra, depuratore) - dovranno essere definite le attività di competenza e gli impegni delle amministrazioni territorialmente interessate”*.

Nel corso dei numerosi tavoli tecnici che si sono susseguiti per addivenire alla stipula di un accordo procedimentale, e alla luce dell’approfondimento delle conoscenze idrologiche, geologiche e geotecniche dell’area si rende necessario proporre le seguenti modifiche al progetto originario:

1. Riduzione del salto medio disponibile e riduzione delle portate medie derivate;
2. Sostituzione delle n. 4 paratoie a settore con n. 6 paratoie piane;
3. Spostamento del fabbricato della centrale di produzione in sponda sinistra idrografica;
4. Adeguamento delle sistemazioni spondali con parziale eliminazione del rivestimento in massi ciclopici.

Si rimanda allo Studio Preliminare Ambientale per una descrizione di dettaglio delle opere oggetto di modifica rispetto a quanto già autorizzato in sede di Valutazione d’Impatto Ambientale.

Con nota acquisita al prot. 30692/MATTM del 30/04/2020, la società EDIL SAMAR ha trasmesso una istanza di valutazione preliminare, ex art. 6, c.9, del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii sulla proposta di variante, come da elenco puntato precedente, del progetto “Ricostruzione di una traversa di derivazione delle acque del fiume Dora Baltea con annessa centrale idroelettrica da 3 MW di potenza da realizzarsi nel comune di Ivrea (To)” precedentemente sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale conclusasi, con esito positivo e prescrizioni, con Decreto VIA prot. DSA-DEC-2005-0001432 del 29/12/2005.

Con note acquisite al prot. 41170/MATTM del 03/06/2020 e prot. 39335/MATTM del 28/05/2020 la Divisione II ex DVA ha evidenziato che le modifiche proposte ricadono, ai fini dell’applicazione della disciplina della VIA, nella tipologia di intervento di cui alla lettera h), punto 2, dell’Allegato II-bis alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 “modifiche o estensioni di progetti di cui all’allegato II, o al presente allegato già autorizzati,

realizzati o in fase di realizzazione, che possono avere notevoli impatti ambientali significativi e negativi (modifica o estensione non incluso nell'allegato II)", necessitando lo svolgimento di una Verifica di Assoggettabilità a VIA ai sensi dell'art. 19 del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Il presente documento rappresenta l'aggiornamento dello studio idrologico già condotto in sede di Valutazione d'Impatto Ambientale autorizzato con DEC DSA n°1432 del 29/12/2005 ed in sede di Decreto di Concessione con Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014.

Recenti approfondimenti idrologici hanno dimostrato che il regime idrologico alla sezione di presa si è lievemente modificato rispetto a quanto descritto e autorizzato in sede di VIA. Partendo dai dati idrologici utilizzati in precedenza (dati statistici delle portate disponibili in alveo, già presentati in sede di VIA, dedotti dagli annali idrologici della stazione idrometrica di Tavagnasco per gli anni 1925÷1960, raggruppati per valori medi e 1961÷1984, distinti per valori mensili), nonché agli ulteriori dati di monitoraggio orario del regime di portata della Dora Baltea alla sezione di Tavagnasco nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2019 (fonte ARPA Piemonte non disponibili in sede di Valutazione di Impatto Ambientale), si è proceduto alla verifica della curva di durata media della Dora Baltea alla sezione della traversa "ex Cima", per poter meglio rappresentare il regime idrologico medio e, quindi, i valori di producibilità attesi dall'impianto.

È evidente che le serie storiche orarie, non disponibili in sede di VIA, consentono di descrivere in maniera estremamente puntuale il regime idraulico medio della sezione fluviale, rispetto a quanto disponibile in precedenza. Alla luce di quanto descritto è possibile riportare 2 considerazioni:

- ✓ i valori seppur con differenze più marcate per le minori durate, rispetto a quelli valutati considerando le misure medie mensili del periodo complessivo 1925÷1970, senza comunque evidenziare sostanziali scostamenti dalle caratteristiche della forma della curva di durata;
- ✓ l'adozione di misure medie orarie rileva un'oscillazione infra giornaliera della portata transitante non trascurabile. Le oscillazioni rilevate sono in valori assoluti pari a  $\pm 30 \div 60 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dette variazioni sono da imputare, al netto degli eventi pluviometrici, da una parte ai naturali fenomeni meteorologici relativi allo scioglimento di nevi e ghiacciai, e, per una componente non trascurabile, ai rilasci modulati degli invasi artificiali posti a monte.

I risultati mostrano come le portate nell'arco delle 24 ore subiscano forti escursioni, sia in positivo che in negativo con ampiezze rilevanti.

A fronte di portate medie mensili naturali anche considerevoli, la portata effettivamente captabile risulta essere limitata dalle grosse portate di picco giornaliero, ben superiori ai valori massimi di portata captabile autorizzata, nonché dai minimi ciclici che comportano continue regolazioni delle macchine di produzione e, in alcuni momenti dell'anno, lo stesso spegnimento dell'impianto.

In considerazione di quanto descritto si sono rideterminati i valori caratteristici della derivazione oggetto d'intervento, al fine di adattare la derivazione in progetto ad un regime idrologico sempre più impulsivo, prevedendo da una parte un incremento della portata massima derivabile al fine di poter sfruttare i picchi di portata infra-giornalieri, derivanti dai rilasci di notevoli quantitativi di risorsa idrica concentrati in poco tempo (tipicamente derivanti da rilasci da invasi artificiali) nonché le portate di morbida, dall'altra una contemporanea rimodulazione delle portate medie annue derivante da una mutata disponibilità idrica rispetto a quanto autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005.

Il Capitolo 2 intende illustrare e aggiornare le caratteristiche idro morfologiche del bacino della Dora Baltea.

Il Capitolo 3 intende illustrare e aggiornare la coerenza dell'intervento con i principali strumenti di pianificazione idraulica del territorio.

Il Capitolo 4 riporta un aggiornamento della valutazione della massima portata di piena prevedibile lungo la Dora Baltea in corrispondenza della traversa "ex Cima" ai fini della definizione delle modalità di smaltimento della stessa durante la fase di esercizio, rimandando agli elaborati allegati alla presente per i dettagli nonché alla Relazione Idraulica per le relative verifiche numeriche, realizzate tramite software di calcolo HEC RAS, a supporto delle soluzioni adottate.

I Capitoli 5 e 6 aggiornano le valutazioni idrologiche nella sezione di interesse alla luce delle informazioni desunte dalla rete di misura automatica di ARPA Piemonte presso la sezione di Tavagnasco tramite valori medi orari delle portate transitanti, non disponibili in sede di VIA.

Il capitolo 7 descrive infine i dati caratteristici della derivazione, ricavati dalle valutazioni idrologiche illustrate al Capitolo 6.

## 1.2 SINTESI DEI RISULTATI OTTENUTI

Lo studio idrologico condotto, ad integrazione di quanto già approvato in sede di Valutazione di Impatto Ambientale, costituente il presente progetto, ha preso in considerazione i seguenti aspetti:

- ✓ aggiornamento del regime delle portate naturali defluenti alla sezione di presa, attraverso la valutazione dei valori caratteristici di portata media annua, media mensile e della scala di durata delle portate, con riferimento ai dati di monitoraggio orario del regime di portata della Dora Baltea alla sezione di Tavagnasco nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2019 (fonte ARPA Piemonte non disponibili in sede di Valutazione di Impatto Ambientale);
- ✓ valutazione delle portate disponibili e delle portate utilizzabili;
- ✓ definizione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno per il dimensionamento delle opere
- ✓ valutazione della produzione energetica media annua.

Come descritto compiutamente nel Capitolo 5, nel Capitolo 6 e nel Capitolo 7, a seguito della riduzione del salto di progetto, nonché dell'aggiornamento delle conoscenze idrologiche tramite le serie storiche orarie disponibili misurate alla sezione di Tavagnasco (fonte ARPA Piemonte) i parametri concessori sono da ridefinirsi come illustrato in Tabella 1 seguente:

	<b>VIA05</b>	<b>PROPOSTA</b>
PORTATA MEDIA DERIVATA	66,64 m <sup>3</sup> /s	<b>57,00</b>
PORTATA MASSIMA DERIVATA	156,00 m <sup>3</sup> /s	<b>180 m<sup>3</sup>/s</b>
SALTO MEDIO	6,08 m	<b>5,35 m</b>
POTENZA MEDIA NOMINALE	3968,56 kW	<b>2989,70 kW</b>

**TABELLA 1 – RIDEFINIZIONE DEI PARAMETRI CONCESSORI**

La modifica dei parametri concessori, così come descritta, non introduce variazioni sostanziali nei parametri della Concessione rilasciata con Determinazione Dirigenziale n. 461-21990/2014 poiché non è stato modificato né il punto di presa, né la modalità di restituzione delle portate derivate; inoltre la modifica dei

parametri concessori consente di sfruttare meglio la risorsa idrica, nei momenti in cui effettivamente è presente senza alcuna limitazione, come nei periodi di morbida estivi o a seguito di eventi impulsivi.

L'analisi effettuata, descritta compiutamente nella presente trattazione e negli elaborati grafici allegati, consente non solo di escludere il verificarsi di impatti ambientali negativi ma altresì di dimostrare che le modifiche e gli adeguamenti tecnici apportati risultano migliorativi rispetto a quanto già autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005 e nella successiva verifica d'ottemperanza (prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018).

### 1.3 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Il presente intervento riguarda le opere di ripristino e ristrutturazione dell'impianto ubicato sulla Dora Baltea a valle di Ivrea, in Città Metropolitana di Torino, le quali prevedono la demolizione dei ruderi preesistenti e la ricostruzione, nel medesimo punto, di una nuova opera di sbarramento trasversale e delle opere connesse alla realizzazione dell'impianto idroelettrico nel suo insieme.

L'impianto di derivazione cui si riferisce il presente progetto è ubicato nel Comune di Ivrea, località Torre Balfredo, circa 2 Km a valle del ponte sull'ex SS 26 e circa 4 Km a valle della traversa del Naviglio di Ivrea (centro città). L'impianto preesistente, denominato "Cima", ebbe origine da una richiesta di concessione di derivazione presentata in data 30 Luglio 1907 dalla Società Anonima "Cotonificio di Strambino" ed ottenuta in data 15 Giugno 1909 con Decreto Prefettizio n° 16419. La produzione di energia elettrica, fatti salvi i periodi di manutenzione ordinaria e straordinaria, procedette senza interruzioni fino al 1976, quando la traversa subì danni gravi per effetto di un evento alluvionale. La traversa non venne mai più ripristinata a causa delle difficoltà economiche in cui versava la Società titolare della Concessione, della quale viene dichiarata la decadenza con Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte in data 03/08/1992 pubblicata sul BUR n° 41 del 07/10/1992.

Nell'immagine seguente si riporta l'indicazione dello stato attuale dell'area d'intervento con evidenza dei manufatti relitti della derivazione "ex Cima".



FIGURA 1 – UBICAZIONE DELL'INTERVENTO SU ORTOFOTO

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE

### 2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, OROGRAFICO E IDROGRAFICO

Il bacino della Dora Baltea ha una superficie complessiva di circa 3.930 km<sup>2</sup> (6% della superficie del bacino del Po) di cui il 90% in ambito montano. Le aree glaciali occupano complessivamente 134 km<sup>2</sup> (dato al 2019).

Il corso d'acqua ha origine con i suoi due rami, Dora di Veny e Dora di Ferret, dai ghiacciai del Monte Bianco. Dalla confluenza delle due Dore alla foce in Po ha una lunghezza di circa 152 km. Il tracciato è inizialmente diretto da nordovest a sud-est, poco prima di Aosta assume andamento ovest-est fino a Saint Vincent, dove assume la direzione sud-est, che mantiene fino alla confluenza.

La presenza dei ghiacciai condiziona notevolmente il regime di deflusso, con minimi accentuati invernali e massimi estivi in accordo con il periodo di massima ablazione dei ghiacciai. Nel percorso valdostano la Dora riceve su entrambi i lati numerosi affluenti e scorre con andamento sinuoso a tratti sub-rettilineo in un fondovalle inciso, con versanti in roccia piuttosto acclivi; da Borgofranco d'Ivrea fino alla stretta di Mazzé l'alveo risulta unicursale sinuoso, localmente meandriforme.

Ad eccezione della stretta, la sezione valliva si presenta ampia e delimitata dai versanti morenici; da Mazzé fino alla confluenza in Po l'alveo è invece tendenzialmente meandriforme con anse accentuate e irregolari; il fondovalle si presenta piuttosto ampio e ben delimitato con vaste aree allagabili in destra e in sinistra che si connettono a quelle del fiume Po.

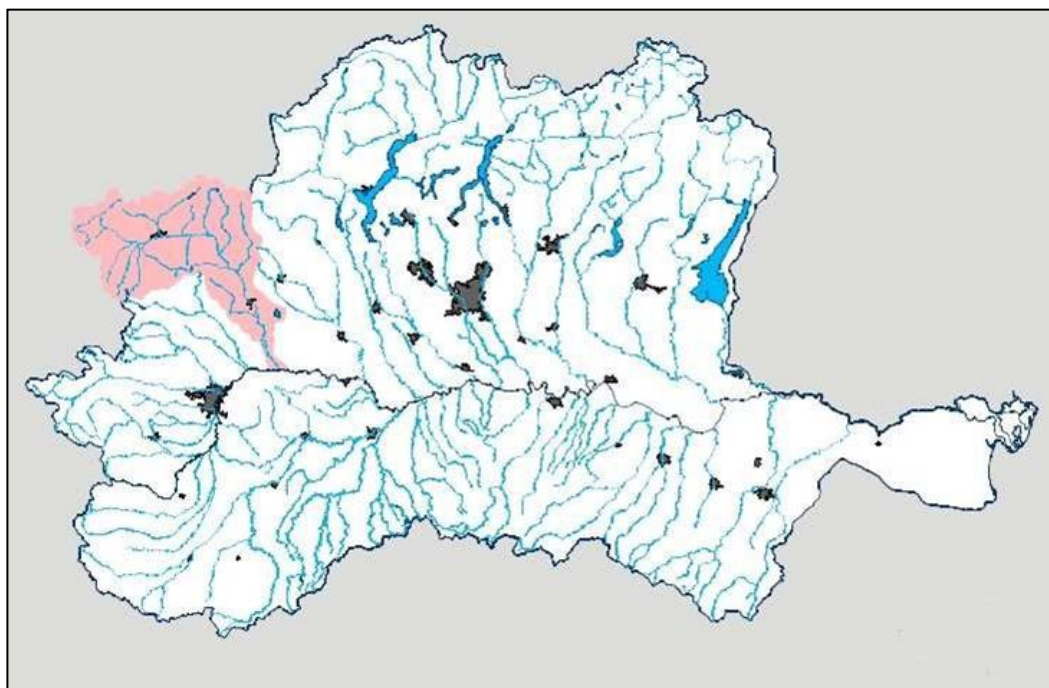


FIGURA 2 – BACINO DELLA DORA BALTEA: INQUADRAMENTO A GRANDE SCALA.

Gli affluenti di destra discendono tutti dal versante settentrionale del massiccio del Gran Paradiso, che separa la regione aostana dal contiguo bacino dell'Orco; i torrenti principali sono: Dora di La Thuile, Dora di Valgrisanche, Dora di Rhemes, Savara, Grand'Eyvia, Clavalité, Chalamy e Ayasse.

Sul lato sinistro i tributari principali, che discendono dai massicci del Monte Cervino e del Monte Rosa, sono i torrenti Buthier, St. Barthelemy, Marmore, Evancon e Lys.



Il fondovalle è interessato da estesi depositi alluvionali terrazzati, in cui si innestano numerosi coni di deiezione (torrenti Marmore, Evancon, Boccoil, Valleille, Ayasse). Nel tratto da Chatillon a Montjovet i depositi di fondovalle sono invece di tipo lacustre.

In territorio piemontese la Dora Baltea riceve, infine, due tributari principali: il torrente Chiusella, in destra, e la roggia Violana, in sinistra, emissario del Lago di Viverne. L'impianto oggetto di ripristino è situato a circa 6 km a monte della confluenza del primo di questi.

## 2.2 PARAMETRI MORFOMETRICI

Nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", adottata dall'Autorità di Bacino il 26/04/2001, sono indicati i bacini idrografici principali con chiusura nelle sezioni di riferimento.

Il bacino della Dora Baltea è stato suddiviso in sottobacini elementari secondo la schematizzazione del Piano per l'Assetto idrogeologico (cfr. Figura 3), le cui caratteristiche morfometriche sono riassunte nella Tabella 2.

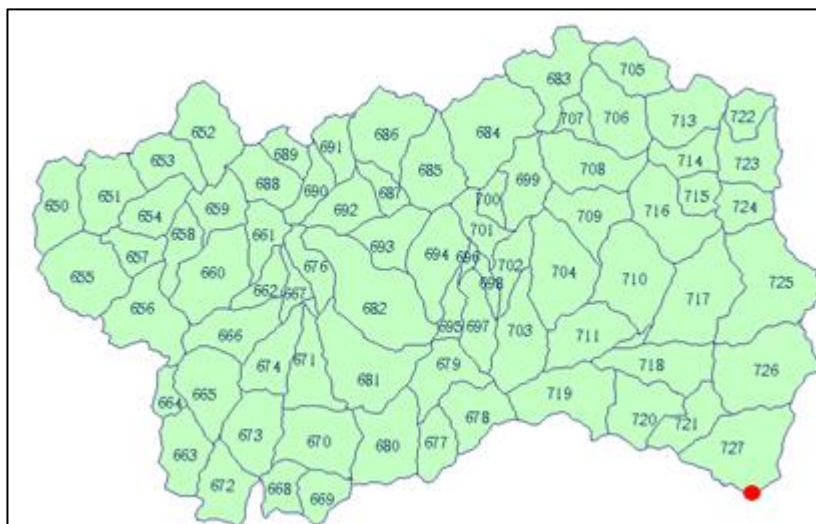


FIGURA 3 – BACINO DELLA DORA BALTEA CON SEZIONE DI CHIUSURA AL PONTE DI BORGOFRANCO: SUDDIVISIONE IN SOTTOBACINI ELEMENTARI SECONDO LA SCHEMATIZZAZIONE PAI

Sottobacino	Codice	S (km <sup>2</sup> )	Quota massima (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)	Quota chiusura (m s.l.m.)
DORA BALTEA	650	43.7	4765	2850	1940
DORA BALTEA	651	47.7	4600	2500	1280
DORA DI VAL FERRET	652	55.5	3750	2598	1650
DORA DI VAL FERRET	653	38	4000	2272	1280
DORA BALTEA	654	34.4	2840	1800	990
DORA DI LA THIULE	655	64.3	3100	2417	1440
RUITOR	656	58.8	3408	2471	1440
DORA DI LA THIULE	657	23.3	2850	2028	990
DORA BALTEA	658	29.9	2900	1790	900
COMBA DE PLANAVAL	659	32.3	3300	2320	900
DORA BALTEA	660	64.2	3130	1800	780
VERTOSAN	661	28.2	2855	2220	780
DORA BALTEA	662	21.3	2750	1550	690
DORA DI VALGRISENCHE	663	41.5	3520	2758	1780
GRAND ALPE	664	15	3420	2559	1780
DORA DI VALGRISENCHE	665	54.5	3500	2490	1580

DORA DI VALGRISENCHE	666	48.1	3175	2088	690
DORA BALTEA	667	13	2700	1185	670
SAVARA	668	23.2	3400	2714	1940
VALLE DELLA SEWA	669	24.1	3950	2843	1940
SAVARA	670	61.1	3920	2629	1530
SAVARA	671	41.1	3775	2034	750
DORA DI RHEMES	672	41.1	3550	2828	1950
DORA DI RHEMES	674	40.2	3230	1936	750
SAVARA	675	1.8	1350	902	670
DORA BALTEA	676	27.3	2850	1670	630
VALEILLE	677	27.3	3300	2661	1600
GRAND EYVIA	678	42.3	3240	2566	1600
GRAND EYVIA	679	44.2	3250	2486	1490
VALNONTÉY	680	60.6	3800	2713	1490
GRAND EYVIA	681	83.3	3920	2167	630
DORA BALTEA	682	102.3	3500	1665	570
BUTHIER	684	86.1	3470	2457	1300
BUTHIER	685	51.8	3440	2032	925
OLLOMONT	686	61.9	3615	2367	925
BUTHIER	687	17.6	2800	1524	750
ARTANAVAZ	688	37.8	3120	2266	1380
GRAN SAN BERNARDO	689	19.4	2903	2227	1380
ARTANAVAZ	690	23.9	2850	1975	1250
MENOUVE	691	25.7	3670	2443	1250
ARTANAVAZ	692	34.7	2950	1770	750
BUTHIER	693	37.8	2740	1196	570
DORA BALTEA	694	54.2	3250	1300	530
VALLONE DES LAURES	695	16.2	3400	2270	530
DORA BALTEA	696	4.5	1750	830	520
SAINT MARCEL	697	33.5	3300	2070	520
DORA BALTEA	698	9.3	2376	1105	510
ST BARTHELEMY	699	42.6	3340	2220	1070
CHALEBY	700	13.8	3200	2228	1070
ST BARTHELEMY	701	25.7	2860	1823	520
DORA BALTEA	702	26.3	2451	1060	480
CLAVALITÉ'	703	55.8	3480	2170	480
DORA BALTEA	704	70	2910	1360	450
MARMORE	705	38.8	4300	2827	1980
MARMORE	706	53	3810	2344	1340
TSIGNANAZ	707	14.9	3440	2586	1340
MARMORE	708	55	3300	2120	1030
MARMORE	709	45.6	2690	1578	450
DORA BALTEA	710	75.2	2600	1105	365
CHALAMY	711	49	2930	1900	365
DORA BALTEA	712	4.3	1900	850	360
EVANCON	713	52.9	4150	2920	1700
EVANCON	714	28	3310	2303	1550
VALLONE DI MASCOGNA	715	20.9	3135	2421	1550
EVANCON	717	81.1	3010	1660	360
DORA BALTEA	718	53.3	2550	1176	335
AYASSE	719	63.8	3140	2260	1200
AYASSE	720	46.1	2702	1603	335
DORA BALTEA	721	36.8	2520	1272	310
LYS	722	22.4	4300	3290	2000
LYS	723	45.5	4180	2541	1620
LYS	725	101	3000	1971	930
LYS	726	83.1	2610	1539	310
DORA BALTEA	727	75.1	2285	1077	250

TABELLA 2 – CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEI SOTTOBACINI ELEMENTARI PAI

In Figura 4 si riporta lo schema planimetrico del bacino idrografico della Dora Baltea con sezione di chiusura alla confluenza in Po.

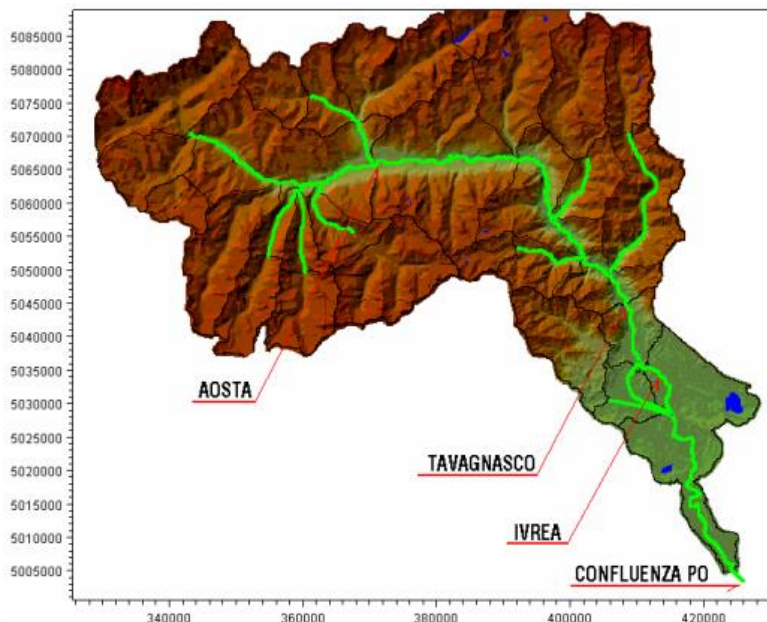


FIGURA 4 - SCHEMA PLANIMETRICO DEL BACINO IDROGRAFICO DELLA DORA BALTEA

L’altezza media della regione è di oltre 2.000 metri e solo il 20% della sua superficie è al di sotto dei 1.500 m. Il 59% del territorio si situa fra i 1.500 e i 2.700 m, mentre il 21% è al di sopra di tale quota che rappresenta il limite sfruttabile a pascolo. Escluso lo sbocco del fondo valle, le catene di monti che la delimitano non scendono mai sotto i 2.000 metri, mentre per lunghi tratti rimangono al di sopra dei 3.000.

In Figura 5 si riporta la curva ipsografica del bacino della della Dora Baltea chiusosi alla sezione di Tavagnasco.

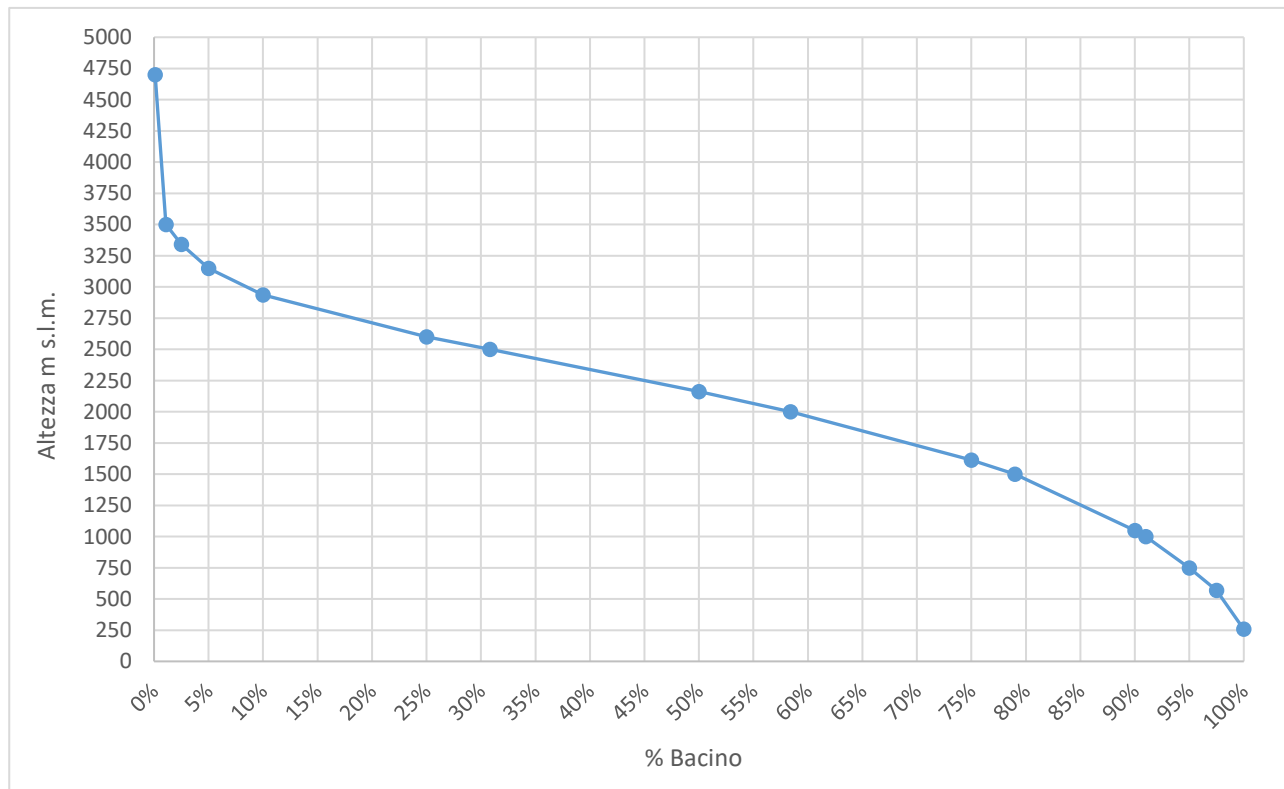


FIGURA 5 – CURVA IPSOGRAFICA DORA BALTEA – SEZIONE DI TAVAGNASCO

In Tabella 3 si riassumono i parametri morfometrici principali del bacino della Dora Baltea chiuso a Tavagnasco.

<b>Quota minima</b>	258	m s.l.m.
<b>Quota massima</b>	4743	m s.l.m.
<b>Superficie</b>	3.313	Km <sup>2</sup>
<b>Quota media</b>	2.087	m s.l.m.
<b>angolo di esposizione medio</b>	175	°
<b>pendenza bacino</b>	25.603	%
<b>fattore di forma</b>	0,229	-
<b>media funzione di ampiezza</b>	70705	m
<b>rapporto aree medie di due ordini adiacenti</b>	5.083	-
<b>rapporto di biforcazione</b>	5.929	-
<b>rapporto lunghezze medie di due ordini adiacenti</b>	2.242	-
<b>rapporto pendenze medie di due ordini adiacenti</b>	1.868	-
<b>densità di drenaggio</b>	0,602	Km <sup>-1</sup>
<b>Diametro Topologico</b>	150	-
<b>lunghezza LDP</b>	120,404	Km
<b>lunghezza asta principale</b>	118,272	Km
<b>lunghezza media versanti</b>	815	Km
<b>lunghezza totale reticolo idrografico</b>	1997,6	Km

TABELLA 3 – PARAMETRI MORFOMETRICI DORA BALTEA – SEZIONE DI TAVAGNASCO [FONTE: “ATLANTE DEI BACINI IMBRIFERI PIEMONTESI”, PROGETTO RENERFOR REGIONE PIEMONTE, 2013]

Il tratto di pianura della Dora assume importanza rilevante sia perché contribuisce in maniera sensibile alla laminazione delle piene, sia per la non contemporaneità del colmo di piena rispetto agli affluenti. Gli eventi alluvionali con carattere critico nel tratto piemontese della Dora Baltea si formano nella parte inferiore del bacino montano, ovvero quello prossimo allo sbocco in pianura. Di norma a piene eccezionali ad Ivrea corrispondono piene ordinarie ad Aosta e viceversa.

### 2.3 ASPETTI LITOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

La geolitologia del bacino viene analizzata con particolare attenzione verso quei litotipi che per le proprie caratteristiche geomeccaniche manifestano alti gradi di erodibilità e/o di propensione a dissesti gravitativi.

La distribuzione percentuale dei dissesti legati a movimenti gravitativi è legata alle caratteristiche geotecniche delle litologie affioranti. Le rocce cristalline, con buone caratteristiche di resistenza e durezza, sono talora interessate da frane di crollo, anche di grandi dimensioni, quando interessate da sistemi di frattura. I litotipi per lo più interessati da processi di alterazione e disgregazione fisico-meccanica sono sede di frane di scivolamento e di crollo. I depositi glaciali sono in prevalenza interessati da frane di scivolamento connesse alla frazione limosa che, in presenza di acqua, ne peggiora le caratteristiche geotecniche.

I litotipi maggiormente rappresentati nel bacino della Dora Baltea sono gli ammassi litoidi metamorfici fratturati seguiti dalle formazioni litoidi massicce, formazioni sedimentarie fratturate, dai depositi glaciali e dai depositi alluvionali e lacustri.

Le formazioni costituite da termini litoidi ignei massivi si trovano alla testata del bacino nel Massiccio del Monte Bianco, nel bacino del torrente Buthier (in destra), formano il gruppo della Grivola che interessa la

media Val Savaranche (in destra) e la media Val di Cogne (in sinistra) e affiorano nella parte superiore del tratto piemontese in Val Chiusella. I termini metamorfici massivi affiorano in Valpelline (torrente Buthier), nella vallata di Gressoney, all'altezza dell'agglomerato di Gaby ed in alcune aree minori nel settore Sud Ovest del bacino. Tra i termini litoidi fratturati, oltre ai litotipi metamorfici, sono presenti anche litotipi sedimentari in Val Ferret e Val Veny e litotipi ignei a monte di Ivrea.

Tra i depositi di origine quaternaria, costituiti dai depositi glaciali nonché da prodotti detritici eluvio-colluviali e dai detriti di falda, prevalgono i detriti di falda nei sottobacini secondari mentre i prodotti detritico eluvio-colluviali sono maggiormente presenti sui versanti del fondovalle principale della Dora Baltea. Lungo il corso della Dora Baltea sono estesi sia lateralmente che in profondità depositi alluvionali terrazzati, in cui si innestano numerosi conici di deiezione. Nel tratto tra Chatillon e Montjovet i depositi di fondovalle sono invece di tipo lacustre. Nella parte superiore del tratto piemontese, rilevante è la presenza di coperture di età quaternaria costituite da depositi glaciali e alluvionali.

Al fine di una corretta descrizione della componente geo-litologica dell'area d'intervento si rimanda alla Relazione geologica e geotecnica integrativa realizzata alla luce delle campagne di indagine geognostica, nel 2003, nel 2006 e nel 2017 tramite sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, prove penetrometriche statiche, indagini sismica a rifrazione, sismica down-hole nonché indagini in laboratorio su campioni indisturbati. Poiché in sinistra orografica è stata riscontrata la presenza di uno strato di sabbioso grossolano, evolvente in profondità in sabbie fini limose con spessore pari a circa 8-10 metri si è ritenuto di riposizionare l'edificio di centrale dalla sponda destra alla sponda sinistra in modo da sfruttare detto strato che garantisce, oltre una maggior facilità esecutiva in termini di cantiere, caratteristiche resistive decisamente migliori rispetto ai sottostanti limi.

## 2.4 REGIME NIVOMETRICO

La Dora Baltea è l'unico fiume caratterizzato, anche in pianura, da un regime idrologico francamente nivoglaciale.

Il bacino sotteso ha superficie di 3.313 km<sup>2</sup> e comprende quasi interamente la regione Valle d'Aosta; esso raccoglie le acque delle precipitazioni per convogliarle verso il Piemonte che gode quindi di un importante approvvigionamento idrico per produrre energia idroelettrica e soprattutto per garantire l'irrigazione delle colture, in particolare le risaie. Lo spartiacque del bacino passa per le punte più elevate delle Alpi; buona parte della sua superficie (134 km<sup>2</sup>, dato al 2019) è occupata da ghiacciai, alla quale si aggiungono ampie fasce altimetriche di altitudini elevate e caratterizzate da notevoli accumuli nevosi che alimentano i deflussi fin verso la fine dell'estate. Questa situazione, diversamente da quanto accade per altri bacini in Piemonte, garantisce l'alimentazione di portate elevate proprio nella stagione calda, quando maggiori sono i fabbisogni idrici. Fra le oltre 20 vette che superano i 4.000 m, ricordiamo il Monte Bianco (4.810 m), il Monte Rosa (P.ta Dufour, 4.634), il Cervino (4.478) e il Gran Paradiso (4.061).

Come descritto al paragrafo 2.2 tra i 1500 e i 2700 m la nevosità risulta omogeneamente distribuita tra novembre-dicembre e marzo-aprile, poiché anche le abbondanti precipitazioni tardo autunnali e primaverili si manifestano in buona parte in forma nevosa. Oltre i 2700 m (circa il 25% dell'intera superficie del bacino sotteso a Tavagnasco) le precipitazioni avvengono in gran parte sotto forma nevosa, per lo meno nei mesi tra settembre e giugno con fenomeni estremi localizzati sui massicci del Ruthor, del Monte Bianco e del Gran San Bernardo.

La distribuzione della quantità media annuale di neve fresca è rappresentata dalla Figura 6.

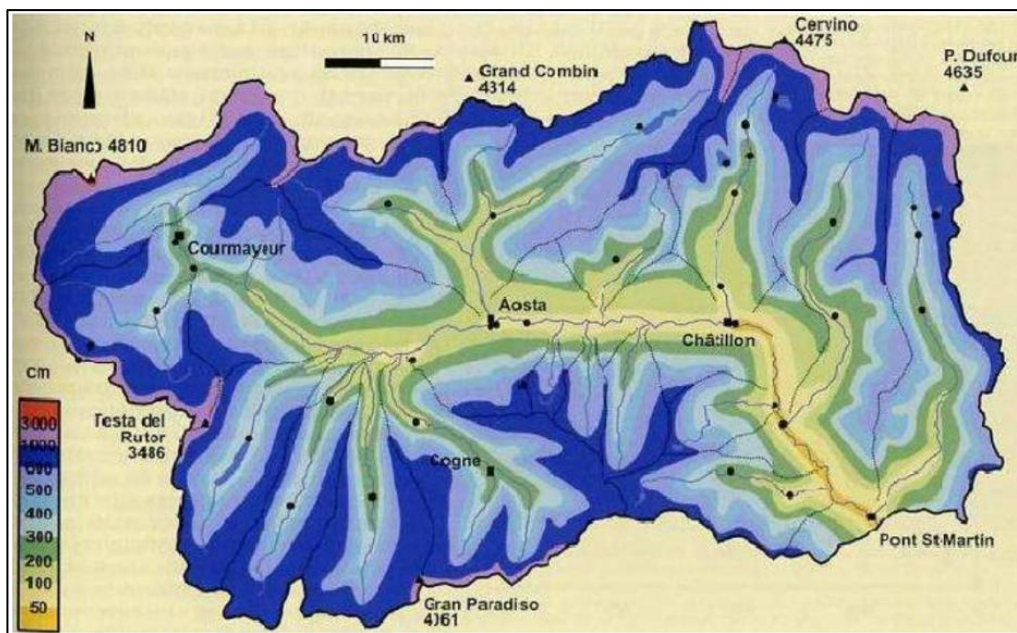


FIGURA 6 – CARTA DELLA QUANTITA' MEDIA ANNUA DI NEVE FRESCA IN CM [FONTE: “ATLANTE CLIMATICO DELLA VALLE D’AOSTA”, SOCIETÀ METEOROLOGICA SUBALPINA, 2003]

Il gradiente nivometrico regionale si aggira intorno ai 30 cm ogni 100 m, passando dai 70-100 cm di neve a quota 600 m s.l.m., 450 cm di neve a 2000 m s.l.m., 600÷700 cm di neve a 2500 m s.l.m., fino ad oltre 800 cm sopra i 3000 m s.l.m. Località diverse a parità di quota mostrano differenze nei totali annuali a causa della diversa esposizione alle perturbazioni, con una maggiore nevosità sul settore occidentale, più colpito dalle correnti umide atlantiche: ad Aosta infatti nevicava quasi il doppio che a Châtillon, ed a Courmayeur cade un metro di neve in più che a Brusson, che pure si trova un centinaio di metri più in alto.

La permanenza al suolo della neve in Valle d’Aosta è rappresentata nella carta delle isochrone riportato in Figura 7 seguente (le linee che uniscono i punti con medesima durata al suolo media del manto).

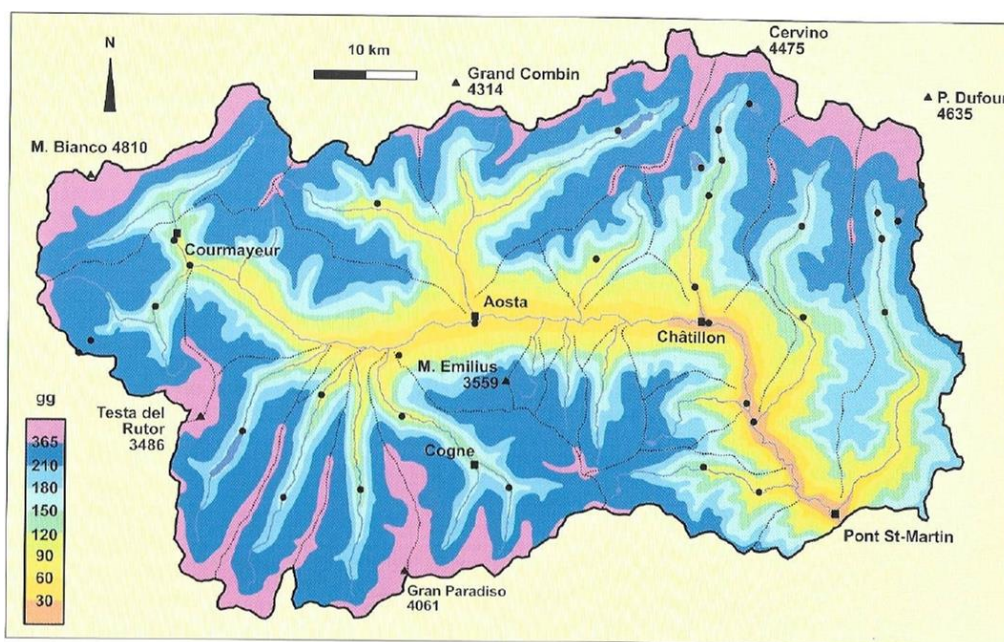


FIGURA 7 – CARTA DELLA ISOCROME (NUMERO MEDIO ANNUO DI GIORNI CON NEVE AL SUOLO) [FONTE: “ATLANTE CLIMATICO DELLA VALLE D’AOSTA”, SOCIETÀ METEOROLOGICA SUBALPINA, 2003]

Il suolo rimane coperto di neve mediamente per meno di 30 giorni l'anno tra Châtillone Pont-St-Martin, sul fondovalle e sulle prime pendici montuose in esposizione soleggiata fino a 500÷600 m s.l.m., proseguendo con un gradiente di permanenza medio della copertura che cresce di circa 11 giorni ogni 100 m di altitudine passando dai 80 giorni a 1000 m s.l.m., 140 giorni a 1500 m s.l.m., 200 giorni a 2000 m s.l.m., 250 giorni a 2500 m s.l.m. fino ad oltre 300 giorni sopra i 3000 m s.l.m.

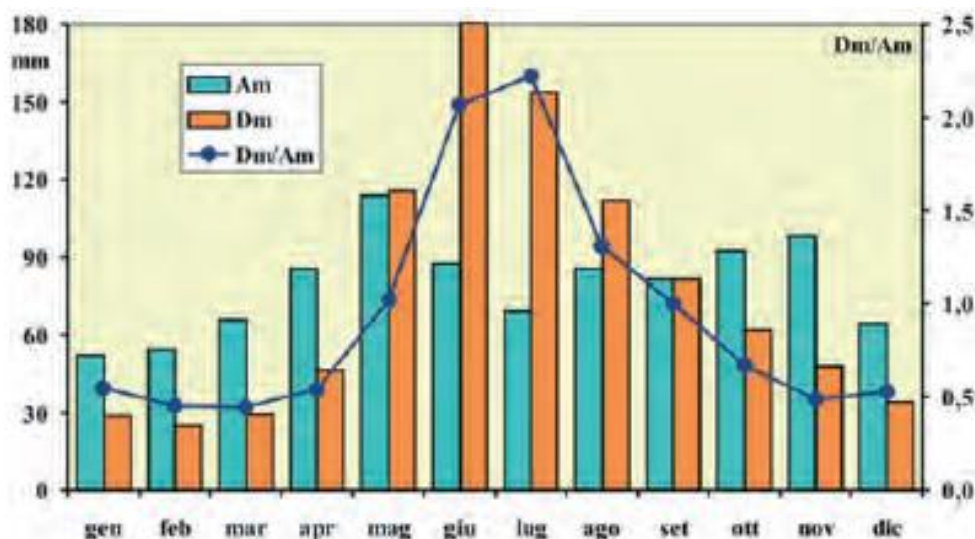
In marzo alle basse quote le alte temperature consentono lo scioglimento del manto nevoso mentre l'aumento delle precipitazioni ne determina un aumento, generalmente, al di sopra dei 2.000 metri. In alta montagna il disgelo avviene intorno al mese di maggio, mentre tra i 2.500 e i 3.300 m, lo scioglimento dei manti nevosi e il disgelo dei ghiacci si ha nel mese di luglio, generando vistosi fenomeni di ruscellamento e suolo impregnato d'acqua.

Quest'ultimo fenomeno, influenzata dal contributo proveniente dalla fusione delle masse di neve e ghiaccio in alta montagna, è di particolare importanza riguardo agli effetti di attenuazione della siccità estiva, in quanto tali apporti di acqua determinano una buona disponibilità idrica per l'agricoltura e la produzione idroelettrica.

## 2.5 ASPETTI CLIMATICI E PLUVIOMETRICI

Nell'ambito della classificazione proposta dal Tonini (1966) la Dora Baltea è un fiume a "regime nivoglaciale" individuato, secondo De Biaggi et al. (1987), dal codice 103201 (zona umida ad acque correnti naturali di tipo nivoglaciale o alpino). Le più cospicue differenze tra afflussi e deflussi (deficit di deflusso) si manifestano nei mesi centrali dell'inverno, quelli più freddi, con l'acqua delle precipitazioni (prevalentemente nevose) "bloccate" nello stato solido sul bacino e quindi senza alimentare i deflussi.

I dati idrologici su scala di tempo mensile sono riportati in Figura 8 estratti dal documento "Gestione delle risorse idriche: il caso della Dora Baltea a Tavagnasco", Gian Carlo Perosino, 2015.



**FIGURA 8 - REGIME DEGLI AFFLUSSI METEORICI ( $AM_{MED}$ ) E DEI DEFLUSSI ( $DM_{MED}$ ) MEDI MENSILI E DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO  $DM_{MED}/AM_{MED}$ . BACINO DELLA DORA BALTEA (3.313 KM<sup>2</sup>) SOTTESO A TAVAGNASCO (263 M S.L.M.). PERIODO DI OSSERVAZIONE: 1925 ÷ 1985, 2002 ÷ 2015 [FORNITO: "GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE: IL CASO DELLA DORA BALTEA A TAVAGNASCO", PEROSINO 2015]**

In buona parte dell'anno, afflussi e deflussi hanno andamento parallelo, con i primi superiori ai secondi ( $Dm_{med}/Am_{med} < 1$ ). Nel quadrimestre maggio ÷ agosto la situazione si inverte ( $Dm_{med}/Am_{med} > 1$ ), poiché le

portate della Dora sono alimentate anche dalla fusione della neve accumulata nel bacino nell'inverno e soprattutto dall'ablazione dei numerosi ghiacciai presenti nel territorio valdostano; merita segnalare il mese di luglio, con il massimo valore medio del coefficiente di deflusso (2,22), in coincidenza con il massimo del regime termico medio mensile. Ancora in settembre risulta un rapporto piuttosto elevato (1,00). Giugno presenta la portata media mensile più elevata e ciò accade per poco più del 70% degli anni. Il minimo risulta nel febbraio, come si è effettivamente verificato in oltre il 40% degli anni.

Il bacino della Dora Baltea è classificabile come un bacino alpino interno fino alla confluenza del torrente Lys. Le catene montuose offrono una protezione diretta nei confronti dell'aria umida dall'Atlantico e si hanno di conseguenza precipitazioni piuttosto modeste sia in termini di valori totali che di intensità. Inoltre, essendo il bacino montano costituito da ampie zone al di sopra dei 2000 m s.l.m., le precipitazioni si manifestano per lunga parte dell'anno prevalentemente sotto forma nevosa e non contribuiscono alla formazione delle piene.

Le piene si verificano generalmente tra la fine della primavera e l'inizio dell'autunno, quando le precipitazioni nevose sono in proporzione scarse. In questo ambito territoriale, tipico dei bacini alpini interni, spesso il verificarsi delle piene critiche non corrisponde ai valori di massima intensità di pioggia registrati alle stazioni pluviometriche, ma alla coincidenza di una serie di fattori negativi, che (oltre alla elevata intensità delle precipitazioni) comprende essenzialmente il manifestarsi di rialzi termici anomali e la presenza di una coltre nevosa consistente.

La presenza dei rilievi influenza notevolmente la distribuzione delle precipitazioni: è quello che accade al territorio regionale della Valle d'Aosta in cui gli elevati massicci montuosi che fanno da corona al territorio limitano fortemente gli effetti delle perturbazioni che giungono decisamente impoverite nel cuore della regione, creando isole di xericità intralpina (fonte: "Atlante Climatico della Valle d'Aosta", Società Meteorologica Subalpina, 2003).

I valori più bassi di precipitazione media, circa 500 mm annui, sono raggiunti nel tratto di valle centrale compreso tra Villeneuve, Aosta e Châtillon, fino alla "curva" di Montjovet. Ad Aosta il valore è pari a 550 mm, a Pont-Saint-Martin 1200 mm, a Morgex 700 mm a Tavagnasco 950 mm, in prossimità con lo spartiacque alpino, ad esempio in prossimità del Colle del Gran San Bernardo si ha oltre 1800 mm, come esemplificato dalla Figura 9.

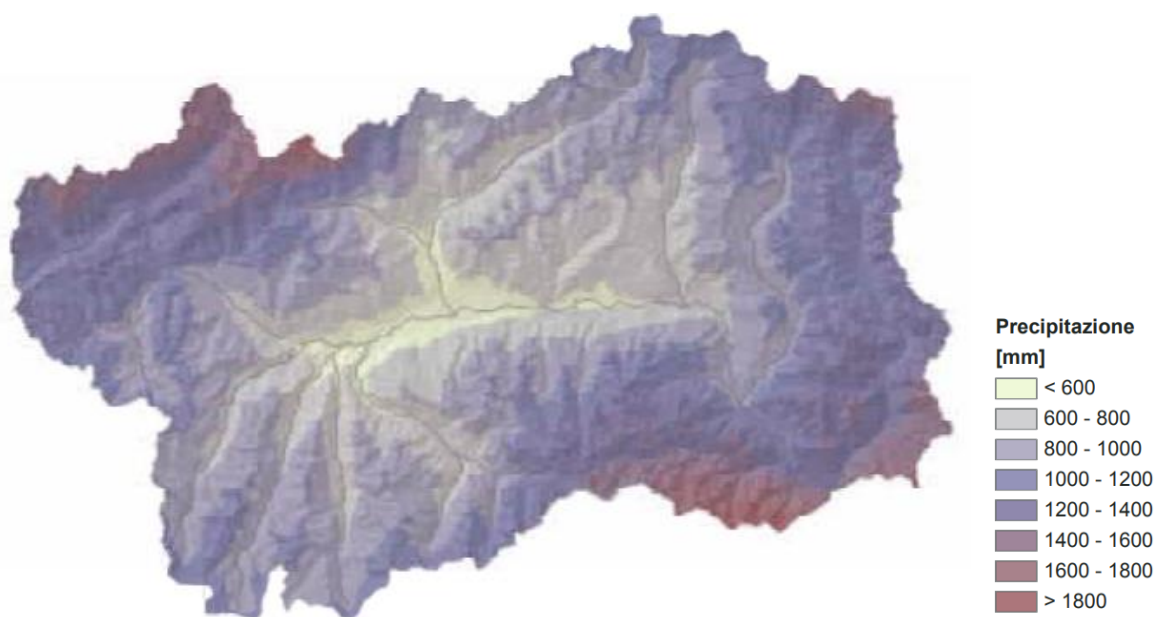


FIGURA 9 - CARTA DELLE PRECIPITAZIONI TOTALI MEDIE V.D.A.



Come descritto in precedenza gli elevati massicci montuosi che la circondano, infatti, limita fortemente gli effetti delle perturbazioni. I valori più bassi che si riscontrano sul territorio sono pari a circa 500 mm annui e vengono raggiunti nel tratto di valle centrale in prossimità ad Aosta, mentre nelle valli laterali gli apporti tendono ad aumentare senza, tuttavia, raggiungere particolare abbondanza.

La distribuzione delle precipitazioni è caratterizzata da un rapporto di proporzionalità diretta tra precipitazioni e quota. In particolare, il gradiente tra la stazione di Derby (679 mm annui) e la sommità del Monte Bianco (circa 3.000 mm annui), distanti tra loro circa 20 km, è stato valutato intorno ai 116 mm/km. Il regime pluviometrico caratteristico della Regione è di tipo sublitoraneo alpino contraddistinto da due massimi nelle stagioni primaverile ed autunnale, e due minimi in estate e in inverno.

La situazione pluviometrica descritta è dovuta al fatto che le perturbazioni da sud, provenienti dal Golfo Ligure o dal Golfo del Leone, interessano soprattutto la zona di bassa valle (Gran Paradiso, Valchiusella e nel Biellese-Sesia) arrivando ormai indebolite alla parte centrale della Valle d'Aosta, mentre quelle provenienti da nord (atlantiche) scaricano la precipitazione soprattutto in alta Valle (massicci del Ruthor, del Monte Bianco e del Gran San Bernardo).

In generale, al netto delle direzioni delle perturbazioni, la quota incide sulla quantità di precipitazione perché la nuvola, salendo lungo la montagna si raffredda e forma la precipitazione. Tale fenomeno è chiamato "effetto orografico".

A seguito di quanto descritto in precedenza, l'afflusso meteorico medio annuo nella stazione idrometrica di Tavagnasco è pari a  $A_{y_{med}} = 950$  mm.

In Figura 10 si riporta titolo rappresentativo la correlazione tra i valori annuali e la loro frequenza misurati nella stazione di Tavagnasco sino al 2015.

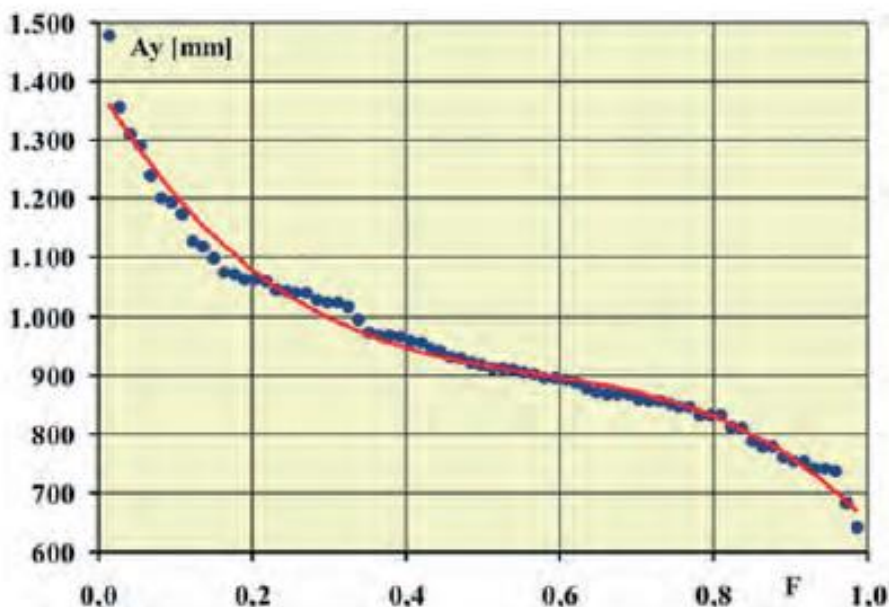


FIGURA 10 - STAZIONE IDROMETRICA DI TAVAGNASCO SULLA DORA BALTEA (263 M S.L.M.). CORRELAZIONE TRA I VALORI ANNUALI DEGLI AFFLUSSI METEORICI "AY" [MM] E LA LORO FREQUENZA "F". PERIODO DI OSSERVAZIONE 1925 ÷ 1985, 2002 ÷ 2015 [FONTE: "GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE: IL CASO DELLA DORA BALTEA A TAVAGNASCO", PEROSINO 2015]

Il regime degli afflussi meteorici medi mensili "Am" [mm] del bacino della Dora Baltea sotteso a Tavagnasco (263 m s.l.m.) è rappresentato in Figura 11 e Figura 12 estratti dal documento "Gestione delle risorse idriche: il caso della Dora Baltea a Tavagnasco", Gian Carlo Perosino, 2015.

Risultano due massimi, di cui il principale (primaverile; maggio con 113 mm) è superiore al secondario (autunnale; novembre con 98 mm) e due minimi, di cui è prevalente quello invernale (52 mm in gennaio), mentre quello estivo è meno evidente (69 mm in luglio). Ciò non significa che in tutti gli anni maggio sia il più piovoso; nel periodo di osservazione considerato ciò si è verificato in oltre il 23% dei casi (più del 19% per ottobre). Nessun caso di minimo risulta per maggio, mentre per ottobre (il secondo mese per abbondanza delle precipitazioni medie) risulta quasi il 10% per i minimi annuali. Questi si manifestano più frequentemente nel quadrimestre dicembre ÷ marzo, con valori dal 15% al 20%, ma in qualche caso in tali mesi si sono registrati anche i massimi annuali. Settembre rappresenta una sorta di flessione rispetto all'andamento crescente delle precipitazioni a partire da agosto e con l'avanzare della stagione autunnale.

Parametri		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
$Am_{max-y}$	mm	207	223	188	219	345	258	140	174	205	291	273	243
$AmF20$	mm	59	62	75	97	129	99	79	97	93	105	111	73
$Am_{med}$	mm	52	55	66	85	113	88	69	86	82	92	98	65
	%	5,5	5,7	6,9	9,0	11,9	9,2	7,3	9,0	8,6	9,7	10,3	6,8
$N Am_{max-y}$	%	2,7	1,4	4,1	12,3	23,3	6,8	1,4	4,1	11,0	19,2	11,0	2,7
$N Am_{min-y}$	%	17,8	20,5	16,4	2,7	0,0	0,0	4,1	1,4	5,5	9,6	6,8	15,1
s	mm	36	44	47	54	64	42	31	34	53	72	62	48
	%	70	80	71	64	57	49	45	40	64	78	64	74
$(Am_{med}-1s) < N < (Am_{med}+1s)$	%	79	77	73	60	85	75	64	68	68	77	68	79
$(Am_{med}-2s) < N < (Am_{med}+2s)$	%	96	96	95	99	96	96	97	99	93	93	95	95
$(Am_{med}-2s) < N < (Am_{med}+2s)$	%	97	99	100	100	99	99	100	100	100	100	100	99
$N > Am_{med}$	%	41	42	42	42	45	42	42	45	44	38	40	41
$N < Am_{med}$	%	59	58	58	58	55	58	58	55	56	62	60	59
$AmF80$	mm	46	48	58	74	99	76	60	75	71	81	86	56
$Am_{min-y}$	mm	10	0	1	5	18	25	18	17	5	3	2	7

FIGURA 11 – REGIME DEGLI AFFLUSSI METEORICI MENSILI (AM) SUL BACINO DELLA DORA BALTEA SOTTESO A TAVAGNASCO (263 M S.L.M.). VALORI MASSIMI ASSOLUTI ( $Am_{MAX-Y}$ ), DELL'ANNO PLUVIOMETRICO ABBONDANTE ( $AmF20$ ), MEDI ( $Am_{MED}$ ), DELL'ANNO PLUVIOMETRICO SCARSO ( $AmF80$ ) E MINIMI ASSOLUTI ( $Am_{MIN-Y}$ ). DISTRIBUZIONI PERCENTUALI DEI MASSIMI ( $N Am_{MAX-Y}$ ) E DEI MINIMI ( $N Am_{MIN-Y}$ ) ANNUALI. DEVIATIONE STANDARD (S). NUMERO PERCENTUALE DI CASI CON VALORI SUPERIORI ( $N > Am_{MED}$ ) E INFERIORI ( $N < Am_{MED}$ ) ALLA MEDIA. PERIODO DI OSSERVAZIONE 1925 ÷ 1985, 2002 ÷ 2015 - [FONTE: "GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE: IL CASO DELLA DORA BALTEA A TAVAGNASCO", PEROSINO 2015]

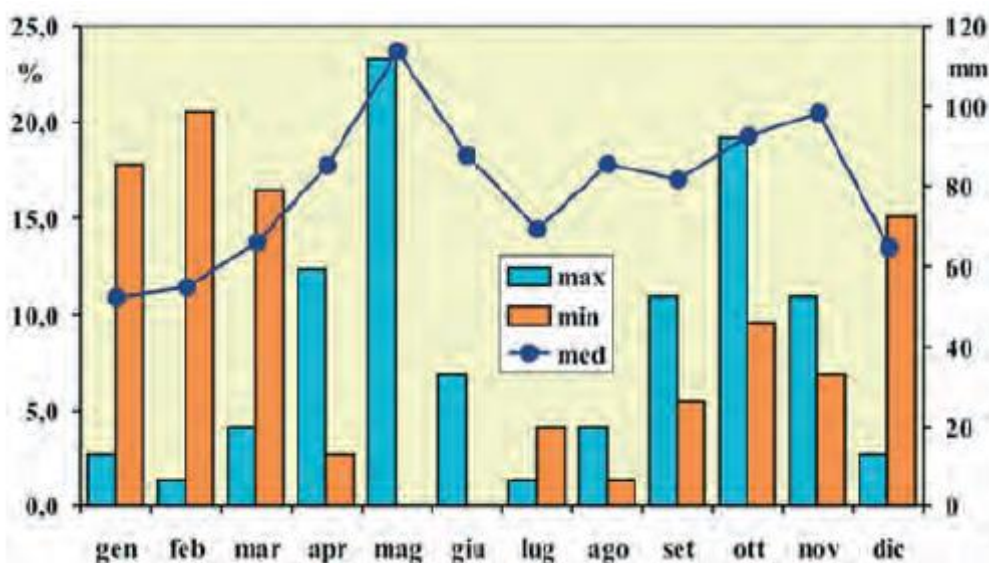


FIGURA 12 – REGIME DEGLI AFFLUSSI METEORICI MEDI MENSILI ( $Am_{MED}$ ) E DISTRIBUZIONI PERCENTUALI DEI VALORI MASSIMI ( $Am_{MAX-Y}$ ) E DEI MINIMI ( $Am_{MIN-Y}$ ) ANNUALI. BACINO DELLA DORA BALTEA (3.313 KM<sup>2</sup>) SOTTESO A TAVAGNASCO (263 M S.L.M.). PERIODO DI OSSERVAZIONE 1925 ÷ 1985, 2002 ÷ 2015 [FONTE: "GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE: IL CASO DELLA DORA BALTEA A TAVAGNASCO", PEROSINO 2015]

La distribuzione dei massimi e dei minimi sopra descritta permette, secondo quanto proposto dal Mennella (1967), di classificare il regime pluviometrico in oggetto come “sub-litoraneo alpino”.

## 2.6 VARIAZIONI MORFOLOGICHE

Tra le modifiche che potrebbero indurre una variazione del regime idrico di piena del fiume Dora Baltea nel tratto interessato dalla Valutazione di Impatto Ambientale (Decreto Ministeriale n. DEC DSA n°1432 del 29/12/2005) si annoverano le variazioni morfologiche naturali o le variazioni morfologiche indotte da opere antropiche.

Il quadro conoscitivo di riferimento per l'intervento è rappresentato dallo *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, nonché dalle analisi effettuate da Edil Samar nel corso dell'iter autorizzativo quale lo studio di compatibilità del 2004 *“Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004”* nonché nei successivi aggiornamenti realizzati tramite modello idraulico bidimensionale a supporto del *“Progetto Generale degli interventi di sistemazione, idraulica e morfologica”* di cui alla verifica di ottemperanza alle prescrizioni nn. 2 e 3 di cui al DEC/DSA/1432 del 29/12/2005, approvata con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018.

Il tratto di fiume in studio si presenta ormai monocursale con un alveo di magra inciso ed un alveo di piena rappresentato da ampie aree golenali sia in destra e sinistra idraulica attivabili solo con l'arrivo di eventi di piena significativi con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e, per alcune golene, superiore a 200 anni.

Dall'analisi dell'evoluzione morfologica storica, l'ubicazione della traversa in progetto corrisponde ad una stretta morfologica praticamente coincidente con l'alveo “full banks” del 1882 e anche negli anni successivi ha rappresentato una sezione “obbligata” di deflusso. Pertanto si può dedurre che l'opera in progetto non avrà alcuna interazione con rami di deflussi paralleli (cfr. Figura 13 seguente).

Lo *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po indica che il tratto interessato dall'opera in progetto risulta essere sottoposto ad azioni erosive che contribuiscono ad abbassare il livello del fondo alveo. Si evidenzia che, a causa della tipologia dell'alveo di magra e alla presenza di vaste aree golenali, eventuali abbassamenti del fondo alveo non inducono effetti significativi sul regime idrico di piena in assenza dell'opera in progetto. Come già dimostrato il regime idrico locale è governato dalle caratteristiche geometriche dell'opera in progetto e non può essere influenzato dall'eventuale diminuzione delle quote del fondo alveo.

Lungo il tratto in studio, non si rileva la presenza di opere di regimazione realizzate nel lasso temporale dal 2004 ad oggi che possano avere un'influenza significativa sul regime idrico di piena della Dora Baltea.

Alla luce di ciò si può stabilire che le assunzioni poste alla base dello studio di *“Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004”* e nei successivi aggiornamenti, oltre a risultare conformi agli atti ufficiali dell'Autorità di Bacino ed in linea con gli studi di aggiornamento relativi al nodo idraulico di Ivrea, risultano attuali in quanto conformi al regime idrico di piena che, nel lasso temporale compreso tra il 2004 ed oggi, non ha subito significative variazioni dovute a mutamenti intercorsi in tale periodo o all'accadimento di eventi di piena significativi.

Si evidenzia che le modifiche apportate non sono da ritenersi sostanziali e tali da influenzare il regime idrico di piena già calcolato nella verifica di compatibilità del 2004, del 2018 e aggiornate allo stato attuale nella Relazione Idraulica allegata alla presente a cui si rimanda. Si evidenzia infine che nel tratto in studio non sono

state realizzate opere tali da indurre significative variazioni del regime idrico di piena, così come confermato anche dagli studi dell’Autorità di Bacino e della Provincia di Torino, e non sono avvenuti mutamenti morfologici significativi e interferenti col regime idrico di piena.

## 2.7 ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO

La caratterizzazione del bacino in rapporto al trasporto solido nell’asta principale è così definita:

- ✓ la quantità di sedimenti mediamente prodotta dal bacino montano in funzione delle specifiche caratteristiche geologico-geomorfologiche e climatiche;
- ✓ la capacità media di trasporto solido dell’asta principale in funzione delle caratteristiche idrologiche, geometriche, granulometriche del materiale d’alveo e idrauliche.

Per il primo punto si fa riferimento alla formulazione teorico-sperimentale di Gavrilovich, per il secondo parametro il valore medio annuo è stato stimato impiegando la formulazione di Englund-Hansen.

In Tabella 4 e in Tabella 5 sono rappresentati i dati numerici relativi alla quantità di sedimento media prodotta dal bacino montano e alla capacità di trasporto dell’asta principale.

Bacino	superficie	Quota media	Precipitazione media annua	Trasporto solido	Erosione specifica
Dora Baltea	Km <sup>2</sup>	m s.l.m.	mm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /anno	mm/anno
	3.313	2.087	818	376,6	0,11

TABELLA 4 – CARATTERISTICHE DEL TRASPORTO SOLIDO DEL BACINO MONTANO

Rispetto a un valore totale di produzione del trasporto solido a scala di intero bacino montano del Po (superficie considerata di 28.440 km<sup>2</sup>) pari a 3,35 milioni di m<sup>3</sup>/anno, il trasporto solido prodotto rappresenta l’11,24%, a fronte di un 11,71% di estensione territoriale; nel complesso quindi il bacino si colloca sui valori medi di erosione, come per altro illustrato dal valore di erosione specifica rispetto al valore medio a scala di intero bacino pari a 0,12 mm/anno.

Bacino	Capacità di trasporto al fondo	Capacità di trasporto in sospensione	Capacità di trasporto TOTALE
Dora Baltea	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /anno	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /anno	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /anno
	109,8	9,6	119,4

TABELLA 5 – CARATTERISTICHE DEL TRASPORTO SOLIDO DELL’ASTA FLUVIALE.

Il confronto tra la capacità di trasporto solido dell’asta e il volume di materiale solido prodotto dal bacino montano permette di valutare, pur nell’approssimazione dei valori medi utilizzati e della scala di dettaglio delle valutazioni stesse, la tendenza al deposito ovvero all’erosione<sup>1</sup>.

In generale, l’esame dei dati medi forniti da AdBPo indica che l’asta della Dora Baltea ha una tendenza al deposito in quanto la capacità di trasporto totale è 1/3 del solo trasporto solido prodotto dal bacino montano del fiume. Comunque, analizzando i dati forniti lungo i tratti omogenei in cui è stata suddivisa l’asta del fiume,

<sup>1</sup> Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico (D.P.C.M. 24 maggio 2001) – Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino della Dora Baltea.

occorre sottolineare come il tratto in cui si colloca la traversa in progetto è caratterizzato da una tendenza all'erosione del fondo alveo.

L'attuale assetto dell'alveo a piene ripe del corso d'acqua non consente il verificarsi delle importanti funzioni di laminazione naturale proprie della fascia fluviale. Il fenomeno descritto trova una sua giustificazione nella trasformazione da alveotipo pluricursale ad alveotipo monocursale che si è verificata nell'arco degli ultimi 50 – 70 anni.

Tale nuova forma d'alveo monocursale risulta caratterizzata, rispetto all'alveotipo originario, da un grado di incisione maggiore (minore rapporto larghezza/profondità) con conseguente approfondimento della quota media del fondo alveo e intensificazione dei processi erosivi sulle sponde del canale così impostato.

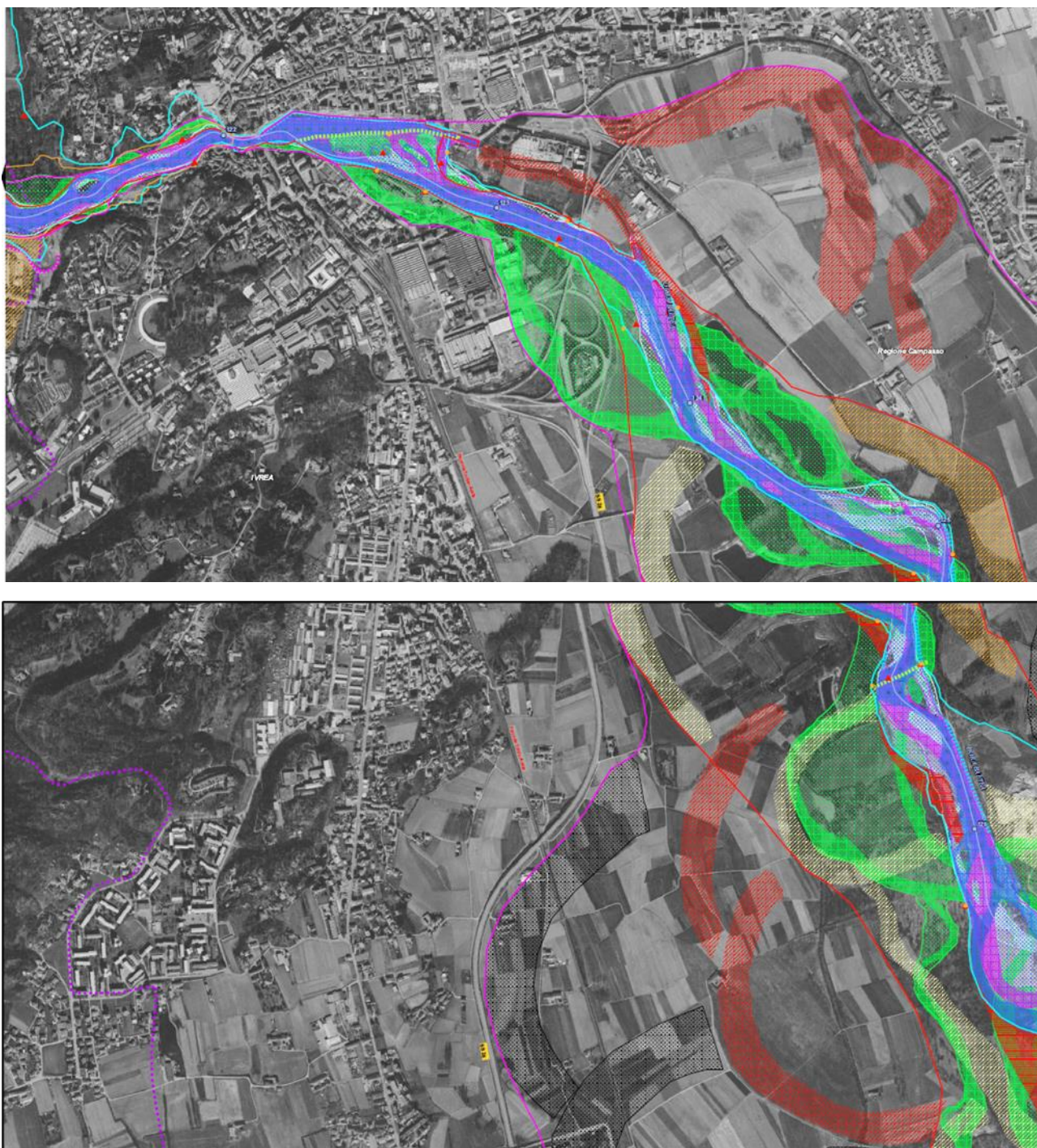


FIGURA 13 – ANALISI DELLE COMPONENTI IDRAULICHE E GEOMORFOLOGICHE DORA BALTEA [ADBPO, 2004]

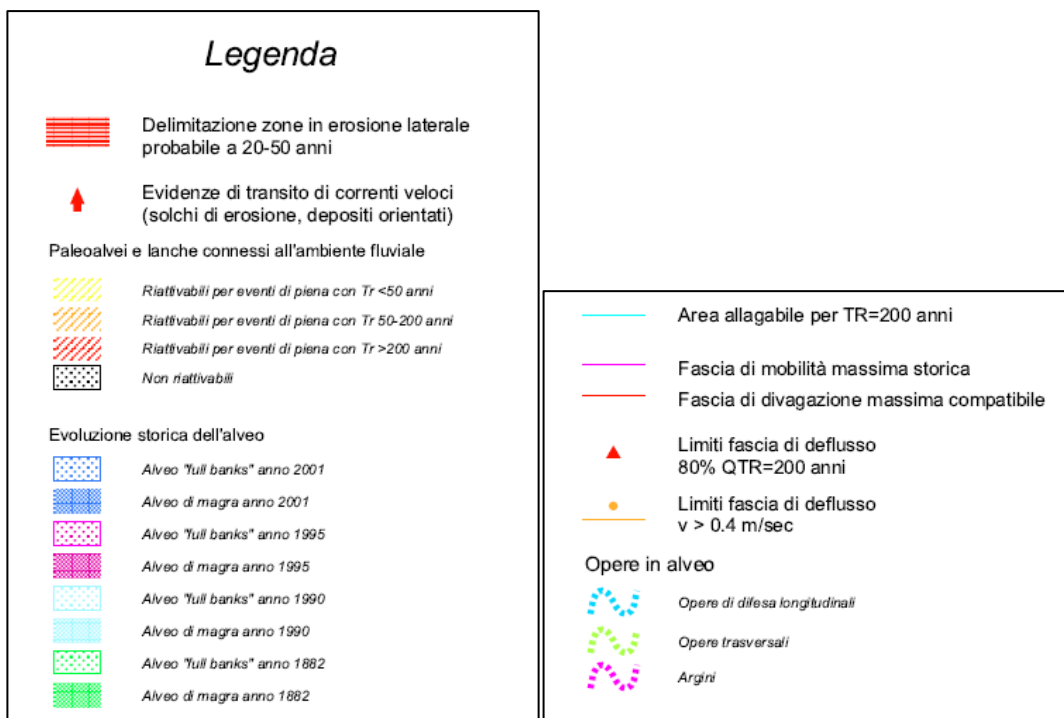


FIGURA 14 – ANALISI DELLE COMPONENTI IDRAULICHE E GEOMORFOLOGICHE DORA BALTEA – LEGENDA [ADBPO, 2004]

Nel tratto piemontese i fenomeni di abbassamento di fondo alveo sono più evidenti con più frequenti scalzamenti delle pile in alveo dei ponti e generali erosioni al piede delle opere di difesa. In alcuni tratti si sono riscontrati abbassamenti dell'ordine di 2,5÷3,0 m.

Al fine di evitare detto accadimento, a valle del Ponte della SS 26 in città di Ivrea, come evidenziato nella Relazione "Definizione dei volumi Invasati" a seguito dell'alluvione dell'anno 2000 è stata realizzata una massicciata in massi ciclopici, come esemplificato dalla Figura 15.



FIGURA 15 – DETTAGLIO BRIGLIA IN MASSI A PROTEZIONE DEL PONTE SS 26

L'abbassamento d'alveo è anche evidenziato dalla tendenza alla progressiva unicursalità di numerosi tratti, come desumibile dalla variazione degli indici morfometrici e dalla presenza frequente di forme recentemente disattivate; in particolare è evidente la trasformazione di molte barre longitudinali in golene stabili, sospese rispetto all'alveo attuale, sia monte che a valle dell'area di imposta delle opere in progetto.

Per limitare i fenomeni erosivi del tratto in esame, il Piano si pone l'obiettivo di definire un assetto dell'alveo del corso d'acqua più stabile rispetto ai fenomeni di instabilità planoaltimetrica, che possa consentire un progressivo recupero della capacità di laminazione delle aree golenali ricomprese all'interno della fascia B.

#### 2.7.1 INCREMENTARE LA CAPACITÀ DI LAMINAZIONE DELLE AREE GOLENALI

Nel rispetto di quanto già approvato con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143, si evidenzia che le opere in oggetto integrano, senza modifica, i principi funzionali che hanno portato al giudizio positivo di ottemperanza alle prescrizioni contenute nel Decreto di VIA al punto 2.

Nello specifico, come descritto in Relazione Idraulica, in riferimento ai criteri generali dettati nel Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Nodo Idraulico di Ivrea, nello Studio di Fattibilità degli interventi di sistemazione idraulica della Dora Baltea e, in ultimo, in attuazione del parere dell'Autorità di Bacino del Fiume Po espresso in sede di VIA, il proponente, nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo dell'impianto, ha previsto la realizzazione di una soglia sfiorante in sponda destra lungo la linea spondale a quota 228.90 m s.l.m., al fine di incrementare la capacità di laminazione delle aree golenali attraverso l'alimentazione di percorsi golenali da rimodellare morfologicamente lungo i tracciati dei paleo alvei come descritto nello Studio di Fattibilità sopra citato.

La soglia sfiorante in sponda destra era già prevista nel Progetto Definitivo che ha ottenuto il Decreto di concessione. In Relazione Idraulica si riporta nuovamente la descrizione geometrica e idraulica dell'opera; inoltre si è provveduto a confermare la funzionalità dello stesso alla luce delle modifiche proposte alle opere.

Come evidenziato nello Studio Preliminare Ambientale, quanto descritto è risultato funzionale a quanto previsto nel "Programma delle Misure di Piano" definite dal Piano di Tutela delle Acque vigente e parte integrante del Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po (PdG Po 2015).

Il corpo idrico interessato dalle opere rientra infatti nella perimetrazione della Misura di Piano KTM23-P4-b100 "Potenziare la capacità di espansione delle piene nelle aree di pertinenza fluviale" finalizzata alla riqualificazione morfologica e indirettamente a garantire migliori condizioni all'ecosistema acquatico.

La misura consiste nell'individuare aree perifluviali idonee alla laminazione delle piene, cioè ad essere soggette ad inondazione periodica ristabilendo la naturale espansione laterale del corso d'acqua ove non vi è rischio di provocare danni a beni e persone, e favorendo al contempo l'infiltrazione verso le falde acquifere. La progettazione deve privilegiare gli interventi di riqualificazione morfologica in grado anche di migliorare la connessione ecosistemica tra il piano golenale e l'alveo inciso. Tali interventi sono infatti riconducibili alla misura più generale definita come "Natural water retention measures" (<http://www.nwrm.eu/>). La misura è stata individuata come win win, poiché funzionale al contestuale raggiungimento degli obiettivi di tutela delle acque e di riduzione del rischio idraulico previsti dalle direttive 2000/60/CE e 2007/60/CE. Le misure win win sono quindi inserite in entrambi gli strumenti di pianificazione distrettuali, il Piano di gestione del distretto idrografico del fiume Po ed il Piano di gestione del rischio alluvione (PGRA).

Come evidenziato in sede di VIA, l'intervento in oggetto concorre in maniera puntuale a realizzare quanto previsto dalla Pianificazione di Bacino e pertanto è ritenuto auspicabile la sua realizzazione.

### 3 ASPETTI NORMATIVI: PIANO STRALCIO DI INTEGRAZIONE AL PAI. NODO IDRAULICO DI IVREA

Il Piano stralcio di integrazione – “Nodo idraulico di Ivrea” contiene interventi a carattere strutturale e non strutturale per il nodo sopra indicato, le quali integrano quelle contenute nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (D.P.C.M. 28 luglio 1998) e nel Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (D.P.C.M. 24 maggio 2001).

Il Piano è il risultato di approfondimenti conoscitivi e di analisi condotti a seguito della piena dell’ottobre 2000, che hanno permesso una delimitazione di maggior precisione delle fasce fluviali ed una più puntuale individuazione delle linee di intervento strutturali.

Il “Piano Stralcio di Integrazione al PAI - Nodo idraulico di Ivrea” redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Po è stato approvato con Delibera n.1/2003 del 25 febbraio 2003 da parte del Comitato Istituzionale dell’Autorità stessa.

#### 3.1 ASSETTO IDRAULICO GENERALE

Nel tratto in cui attraversa la città di Ivrea, l’alveo della Dora Baltea ha una capacità di deflusso limitata, corrispondente circa alla portata con tempo di ritorno di 20 anni, che è determinata dalla strettoia naturale su cui è impostato il ponte storico. Come descritto compiutamente in seguito per portate superiori, la quota di deflusso eccedente defluisce lungo un paleoalveo, in sponda destra, che inizia in corrispondenza del dosso tra Fiorano e Banchette, segue il percorso del rio Ribes in direzione del torrente Chiusella, confluisce nello steso e si immette nell’alveo principale a valle della città. La piena dell’ottobre 2000 è stata ancora più gravosa delle precedenti, dando luogo, lungo il by-pass del rio Ribes, a inondazioni più ampie rispetto alla delimitazione della fascia B contenuta nel PSFF e attivando due vie di deflusso delle acque esondate attraverso gli abitati di Salerano e Banchette.

L’Autorità di bacino ha inserito la Dora Baltea tra i corsi d’acqua prioritari sui quali attuare gli studi di fattibilità di sistemazione idraulica, necessari a trasformare le linee di intervento definite dal PSFF e dal PAI in programmi di intervento specifico, in ottemperanza con quanto prescritto dalle Norme di attuazione del PAI stesso.

In sintesi, rimandando ai paragrafi seguenti per una trattazione di dettaglio, è emerso un quadro dell’assetto idraulico del nodo di Ivrea che definisce le modalità di deflusso e di conseguenza evidenzia le criticità, sulla base delle quali è stato approfondito l’aspetto progettuale relativo alla fattibilità degli interventi di sistemazione idraulica dell’intero tratto di interesse, nonché delle opere proposte da Edil Samar.

Le modalità di deflusso della piena sono determinate dai limiti geometrici propri della strettoia naturale su cui è impostato il Ponte Vecchio; per le piene il cui tempo di ritorno è superiore ai 20 anni, i livelli idrici a monte del tratto urbano comportano l’attivazione del by-pass naturale in destra, lungo un paleoalveo che corre in direzione del torrente Chiusella.

#### 3.2 CRITERI GENERALI DI SISTEMAZIONE E ASSETTO ATTUALE DELLE AREE

L’assetto generale di progetto del nodo definito nel Piano stralcio di integrazione nonché nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po*” adottato da AdBPo 5 ottobre 2004.



È essenziale evidenziare che ubicare la traversa dove già esisteva la precedente struttura fa sì che non si stravolga in modo sostanziale l'andamento planimetrico dell'alveo di piena, ma al più si determinino variazioni altimetriche delle quote del pelo libero così come previsto dallo "Studio di Fattibilità", operando una azione congruente con gli obiettivi della Pianificazione di Bacino, ossia di favorire i fenomeni di esondazione.

Nella configurazione di progetto, considerando la simulazione più cautelativa suggerita da Regione Piemonte nel "*Manuale tecnico per la progettazione, costruzione e gestione degli sbarramenti ad invasi di competenza regionale*", in cui sia occlusa la metà delle paratoie, senza il contributo della paratoia sghiaiatrice né dello sfioro che inevitabilmente si istaura sulle stesse come descritto al Paragrafo 3.4 della Relazione Idraulica consente di evidenziare un innalzamento del livello della superficie libera a monte che varia rispetto alla configurazione attuale di  $\pm 2.2$  m per una portata  $Q_{500} = 1.780$  m<sup>3</sup>/s (in analogia a quanto indicato dal Piano Stralcio di integrazione al PAI – Nodo idraulico di Ivrea e nella "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004"). L'innalzamento si risente in modo significativo per 1,5 km a monte.

Nel caso in cui le paratoie siano tutte aperte, non ci sono variazioni sostanziali sul profilo di piena; si osserva una maggiore stabilità dell'andamento del pelo libero, dovuto alla regolarizzazione delle sezioni di deflusso ed una maggiore gradualità nelle variazioni geometriche legate alla realizzazione dell'opera.

In merito alle interazioni con il profilo idrico a valle dell'opera in progetto, si osserva che le modifiche al profilo idraulico non sono apprezzabili. Per quanto concerne la morfologia fluviale, l'evoluzione e l'equilibrio del profilo di fondo alveo è legato alle modifiche indotte dalla struttura sull'idrodinamica del deflusso, in particolare dalle variazioni della velocità della corrente che influenzano i processi di erosione e deposito del materiale in alveo.

A monte della traversa si nota infatti una riduzione della velocità che favorisce il deposito di materiale solido trasportato, arrestando i processi di erosione che attualmente provocano un approfondimento della quota di fondo alveo. Il deposito di materiale solido a monte induce pertanto un effetto morfologico in linea con quello che sarebbe indotto dalla realizzazione delle opere previste dall'Autorità di Bacino nello Studio di Fattibilità.

A valle la funzione della struttura trasversale di sostegno dei livelli prevista nello Studio di Fattibilità non risulta essere inibita dalla presenza della traversa. L'effetto delle opere trasversali analoghe alla traversa in progetto è infatti quello di stabilizzare il fondo alveo, fissando la quota dello stesso. È stato evidenziato anche nell'ambito dello Studio di Fattibilità per il riassetto idraulico, che la presenza di numerose traverse di derivazione attualmente presenti nel tratto da Aymavilles alla confluenza del Po non sono da considerarsi interferenti né non adeguate; come già illustrato, l'opera in progetto per l'impianto Ex Cima, è prevista in un sito in cui esistono gli evidenti resti di una preesistente struttura di derivazione.

In generale quindi, dal punto di vista delle alterazioni altimetriche indotte dall'opera, si osserva che la traversa in progetto contribuirebbe ad arrestare a monte il fenomeno di forte abbassamento del profilo di fondo manifestatosi negli ultimi decenni.

In relazione agli effetti provocati a valle, le traverse inducono possibili fenomeni di erosione con riduzione della pendenza d'alveo e mutamenti della configurazione dello stesso alveo dovuti all'elevata energia posseduta dalla corrente tracimante sulla struttura. In realtà tale condizione dipende dalla portata e dalle caratteristiche geometriche delle opere, in particolare dal salto imposto al flusso della corrente; nel caso in oggetto il dislivello tra monte e valle è di poco superiore a 6.50 m (misurati tra la sommità del corpo di

ritenuta e la quota di fondo allo scarico delle macchine idrauliche. Il modello evidenzia come a valle della struttura, sia in condizione di piena che di normale esercizio non si generano incrementi di velocità come già riportato nello studio Verifica di Compatibilità Idraulica – R&C - Novembre 2004), e il regime della corrente permane caratterizzato da un numero di Froude  $< 1$  (condizione di corrente lenta). Ne consegue che eventuali alterazioni morfologiche a valle della struttura siano da ritenersi nulle.

Nell'area in studio, ad oggi, non si riscontra la realizzazione di opere o manufatti che possano avere influenza sul regime idrico di piena del fiume rispetto alla condizione "fotografata" dallo Studio di compatibilità del 2004, con l'analisi bidimensionale realizzata nel 2018 in sede di verifica di ottemperanza alle prescrizioni nn. 2 e 3 di cui al DEC/DSA/1432 del 29/12/2005 (approvata con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018) e nel presente aggiornamento contenuto nella Relazione Idraulica allegata alla presente.

Per far fronte alla richiesta di sicurezza del territorio, manifestatasi soprattutto dopo la piena del 2000, lungo il tratto di fiume a monte di Ivrea, nel lasso temporale che è intercorso tra la piena del 2000 ad oggi, sono state realizzate alcune opere di protezione e sistemazione previste nel programma di interventi definito dal Piano Stralcio di Integrazione al PAI – Nodo idraulico di Ivrea e nelle verificate contenute nello "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po*". In merito alle opere eseguite ed alla loro influenza sul regime idrico di piena del Dora Baltea, si evidenzia, così come dimostrato dai vari studi effettuati dall'Autorità di Bacino e dall'Università di Trento per conto della provincia di Torino, che tali opere non influenzano sensibilmente il regime idrico di piena a valle del Ponte Vecchio di Ivrea, che rimane un punto naturale di controllo (limitatore di portata) delle portate defluenti verso valle; in particolare, esse non contribuiscono alla diminuzione o all'aumento dei volumi di laminazione di piena già a disposizione del fiume, prima e durante l'alluvione del 2000, ma contribuiscono a limitare i fenomeni locali di esondazione lungo i centri rivieraschi in prossimità del nodo di Ivrea, rispondendo alla domanda di sicurezza dei territori interessati, ed a ottimizzare la funzionalità del by-pass naturale rappresentato dal paleo alveo del Rio Ribes presso l'incile di Fiorano.

I seguenti chiarimenti rafforzano la validità delle portate utilizzate nella modellazione idraulica contenuta nella Relazione Idraulica allegata alla presente nonché definita al paragrafo 4.9:

- ✓ le opere realizzate ad oggi, corrispondenti alla realizzazione di nuovi argini o al sovrizzo di argini esistenti, non influiscono apprezzabilmente sulle portate defluenti verso valle in quanto non sono state realizzate per aumentare i volumi di laminazione e non riducono apprezzabilmente i volumi di laminazione esistenti;
- ✓ le opere di messa in sicurezza del territorio realizzate ad oggi sono poste per la maggior parte a monte del Ponte Vecchio di Ivrea o lungo il corso del Rio Ribes a monte di Ivrea, quindi, a monte della traversa in progetto. Tuttavia come descritto nella Relazione "Definizione dei volumi invasati", allegata alla presente, si segnala:
  - ❖ adeguamento della protezione spondale nei pressi della città di Ivrea, realizzata a tratti successivamente all'alluvione dell'anno 2000, dalla traversa di Ivrea a circa 200 m a valle del ponte della SS26, su entrambe le sponde;
  - ❖ adeguamento del ponte della SS26 con realizzazione di zoccolatura al piede dei plinti delle pile, realizzata tramite l'infissione di palancolatura metallica e relativo intasamento in c.a. con la messa in opera di massi ciclopici sotto l'impalcato e in prossimità delle spalle del manufatto;
  - ❖ interventi di sistemazione idraulica a protezione del ponte della SS26 con realizzazione nell'anno 2008 di briglia di consolidamento in massi ciclopici, con altezza pari a circa 2.5 m.

### 3.3 AGGIORNAMENTO EVENTI DI PIENA

L'analisi degli annali idrologici mostra che nel periodo compreso tra la piena del 2000 ad oggi, non sono stati registrati eventi di piena apprezzabili e tali da poter incidere sulla valutazione statistica del colmo della piena di riferimento, già aggiornata con i valori dell'evento del 2000 che secondo le analisi effettuate era di poco superiore a 200 anni di tempo di ritorno.

Di seguito si riporta un estratto delle portate registrate lungo la Dora Baltea in prossimità della stazione di misura di Tavagnasco, tratto dal Catalogo delle portate massime annuali al colmo del bacino occidentale del Po pubblicato da ARPA nel 2012 con rilevazioni sino al 2010.

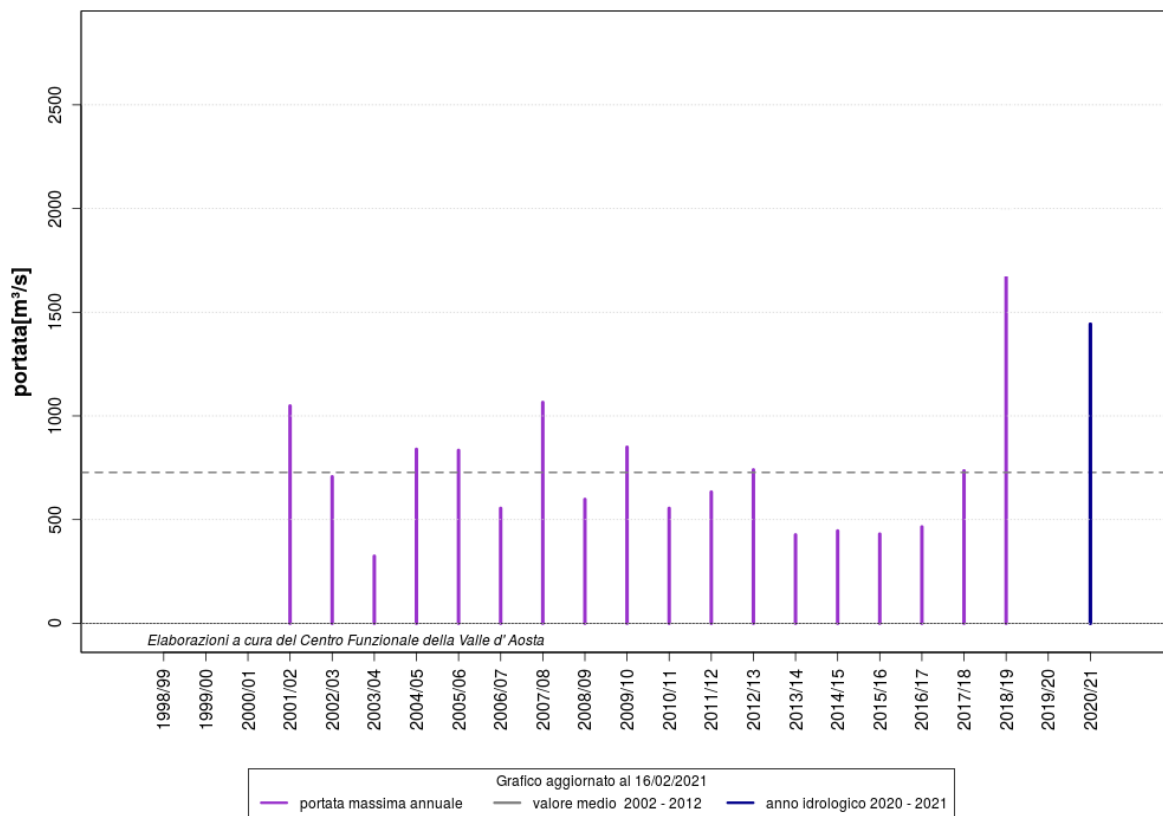
Dora Baltea a Tavagnasco								
Anno	$Q_{colmo}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{giorn}$ [m <sup>3</sup> /s]	Anno	$Q_{colmo}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{giorn}$ [m <sup>3</sup> /s]	Anno	$Q_{colmo}$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q_{giorn}$ [m <sup>3</sup> /s]
1921	-	-	1951	860.0	612.0	1981	1139 <sup>(5)</sup>	602.0
2	-	-	2	350.0	288.0	2	741 <sup>(5)</sup>	347.0
3	-	-	3	560.0	409.0	3	622 <sup>(5)</sup>	416.0
4	-	-	4	1210.0	960.0	4	328 <sup>(5)</sup>	326.0
1925	-	-	1955	595.0	475.0	1985	570 <sup>(6)</sup>	309.0
6	-	-	6	980.0	530.0	6	421 <sup>(6)</sup>	381.0
7	-	-	7	1310.0	1080.0	7	955 <sup>(6)</sup>	336.0
8	-	-	8	690.0	399.0	8	1046 <sup>(5)</sup>	-
9	570.0 <sup>(2)</sup>	-	9	498.0	316.0	9	232 <sup>(5)</sup>	-
1930	492.0 <sup>(2)</sup>	-	1960	865.0	692.0	1990	298 <sup>(5)</sup>	-
1	478.0 <sup>(2)</sup>	-	1	655.0	400.0	1	657 <sup>(5)</sup>	-
2	797.0 <sup>(2)</sup>	-	2	900.0	549.0	2	765 <sup>(5)</sup>	-
3	464.0 <sup>(2)</sup>	-	3	611.0	489.0	3	2260 <sup>(7)</sup>	-
4	785.0 <sup>(2)</sup>	-	4	775.0	424.0	4	1200 <sup>(7)</sup>	-
1935	744.0 <sup>(2)</sup>	-	1965	750.0	380.0	1995	729 <sup>(5)</sup>	-
6	746.0 <sup>(2)</sup>	566.0 <sup>(3)</sup>	6	593.0	341.0	6	681 <sup>(5)</sup>	-
7	915.0 <sup>(2)</sup>	734.0 <sup>(3)</sup>	7	275.0	239.0	7	460 <sup>(7)</sup>	-
8	1076.0 <sup>(2)</sup>	569.0 <sup>(3)</sup>	8	875.0	572.0	8	430 <sup>(7)</sup>	-
9	679.0	436.2	9	688.0	477.0	9	600 <sup>(7)</sup>	-
1940	598.0	510.0	1970	419.0	335.0 <sup>(4)</sup>	2000	3100 <sup>(7)</sup>	-
1	699.0	501.0	1	400 <sup>(5)</sup>	234.0	1	660	-
2	715.0	424.0	2	640 <sup>(5)</sup>	415.0	2	980 <sup>(1)</sup>	617
3	449.0	327.0	3	821 <sup>(5)</sup>	318.0	3	250	224.1
4	1125.0	245.0	4	514 <sup>(5)</sup>	313.0	4	800	521.3
1945	1050.0	660.0	1975	564 <sup>(5)</sup>	291.0	2005	610	283.5
6	710.0	485.0	6	765 <sup>(5)</sup>	476.0	6	820	585.1
7	1070.0	825.0	7	1646 <sup>(5)</sup>	1260.0	7	540	381.0
8	1950.0	725.0	8	1810 <sup>(5)</sup>	698.0	8	1000	748.4
9	665.0	444.0	9	993 <sup>(5)</sup>	497.0	9	530	466.8
1950	323.0	235.0	1980	442 <sup>(5)</sup>	379.0	2010	825	673.1

Note: Nella Pubblicazione 17 del 1953 è indicato che il 21 settembre 1920 è stato raggiunto un valore di portata pari a 2670 m<sup>3</sup>/s, che tuttavia non sembra attendibile.  
<sup>(1)</sup> Sostituisce il dato precedentemente pubblicato nei Rapporti d'Evento di Arpa Piemonte.  
<sup>(2)</sup> Dati riferiti a Ponte Baio. Con il 01.01.1939 la stazione di Ponte Baio, sottesa da una derivazione idroelettrica, è stata sostituita da quella di Tavagnasco, più a monte. Data la vicinanza delle due località e la lieve differenza di bacino (inferiore all'1%), si può ritenere che i dati di portata ricavati per Tavagnasco siano equiparabili a quelli di Ponte Baio.  
<sup>(3)</sup> Dato Pubblicazione 17. Sull'Annale non è riportato alcun valore di portata massima giornaliera.  
<sup>(4)</sup> Sull'Annale del 1970 viene indicato un valore di portata massima giornaliera di 341.0 m<sup>3</sup>/s.  
<sup>(5)</sup> Dato pubblicato da Laio e Revelli (2003).  
<sup>(6)</sup> Dato da stazione idrometrografica gestita da ENEL coincidente o prossima alla sezione SIMN.  
<sup>(7)</sup> Sostituisce il dato precedentemente pubblicato da Laio e Revelli (2003).

FIGURA 16 – CATALOGO DELLE PORTATE MASSIME ANNUALI AL COLMO DELLA DORA BALTEA [FONTE: ARPA PIEMONTE, 2012]

Nella Figura 17 seguente si riportano le registrazioni delle portate massime annuali effettuate dal Centro Funzionale della Valle d'Aosta per gli anni dal 2010 al 2020 (aggiornamento 25/11/2020) dai quali si evince che in tale lasso temporale non sono state registrati eventi di piena rilevanti ai fini della determinazione statistica della piena di tempo di ritorno di 200 anni.

### Portata massima - annuale - Tavagnasco



### Portata media giornaliera - Tavagnasco

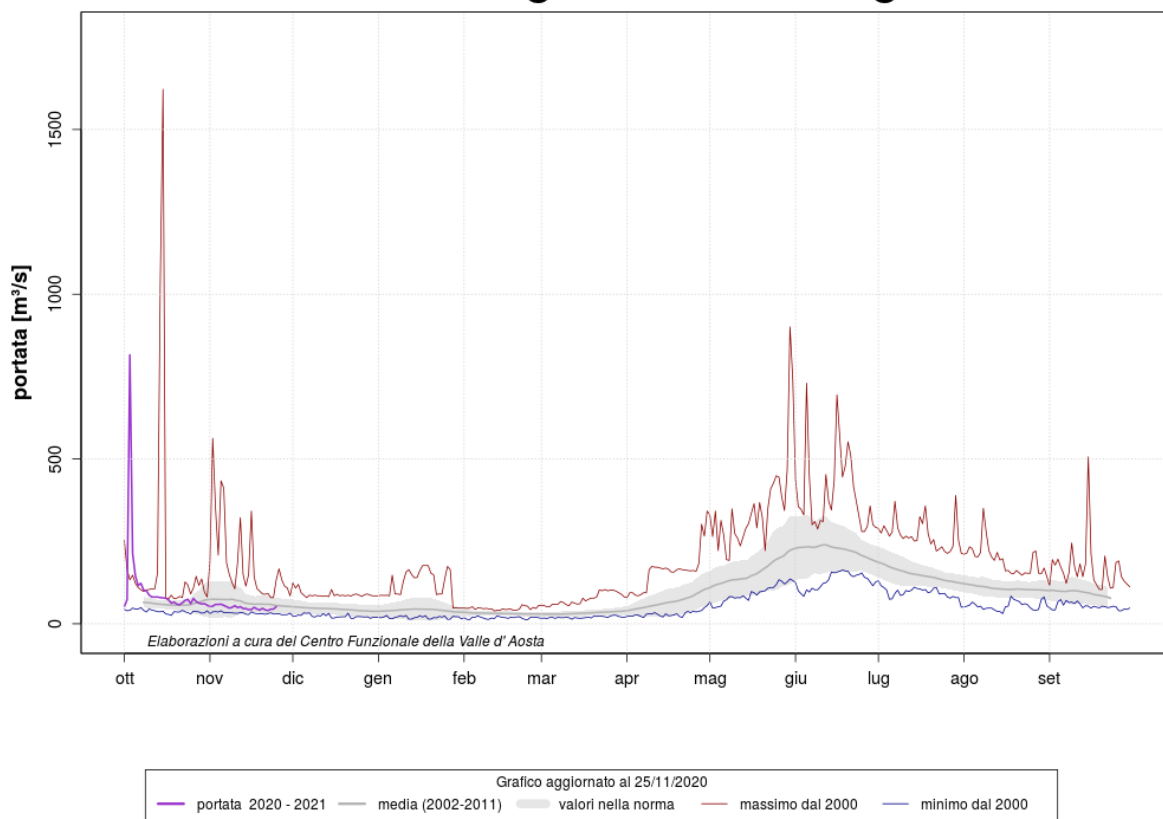


FIGURA 17 – CATALOGO DELLE PORTATE MASSIME ANNUALI AL COLMO DELLA DORA BALTEA [FONTE: CENTRO FUNZIONALE VDA, 2021]

In prossimità della traversa in progetto si instaura un regime idrico di piena caratterizzato da una corrente lenta che, per sua natura, a parità di portata transitante non può essere influenzato da condizioni al contorno poste a monte. Inoltre, si evidenzia che, di fatto, i salti geodetici posti a valle del ponte Vecchio di Ivrea disconnettono idraulicamente il tratto indagato con il tratto di fiume interessato dalle opere di messa in sicurezza del territorio realizzate ad oggi, posto a monte del Ponte Vecchio, mantenendo il regime idrico a valle del ponte Vecchio di Ivrea indipendente dal regime idrico che si instaura a monte dello stesso.

I risultati proposti nelle verifiche idrauliche condotte da Edil Samar in termini di livelli idrici indicano che il profilo di rigurgito indotto dalla traversa in progetto non interessa il regime idrico in prossimità del Ponte Vecchio, che rappresenta un punto di controllo naturale della portata defluente a valle di Ivrea.

Tali risultati avvalorano la tesi che la traversa non influisce sul regime idrico indotto dal restringimento del Ponte Vecchio, per cui si può ritenere che le portate di piena passante dal restringimento del Ponte Vecchio, così come compiutamente descritte nel prosieguo della presente trattazione (cfr. Figura 27), non subisca variazioni per effetto della nuova traversa.

### 3.4 STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DELLA DORA BALTEA

I criteri generali delineati nel Piano Stralcio – Nodo idraulico di Ivrea sono stati approfonditi nell'ambito dello *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* adottato da AdBPo 5 ottobre 2004.

Il corpo idrico interessato dalle opere rientra nella perimetrazione della Misura di Piano KTM23-P4-b100 *“Potenziare la capacità di espansione delle piene nelle aree di pertinenza fluviale”* come già emerso in sede di VIA prot. n. DSA 2005-0033768 del 29 dicembre 2005 e nella successiva verifica d'ottemperanza (prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018).

La misura, già inserita nello *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e la cui compatibilità dell'intervento proposto è descritta compiutamente nella Relazione Idraulica e nello Studio Preliminare Ambientale a cui si rimanda, è finalizzata alla riqualificazione morfologica e indirettamente a garantire migliori condizioni all'ecosistema acquatico. Consiste nell'individuare aree perfluviali idonee alla laminazione delle piene, cioè ad essere soggette ad inondazione periodica ristabilendo la naturale espansione laterale del corso d'acqua ove non vi è rischio di provocare danni a beni e persone, e favorendo al contempo l'infiltrazione verso le falde acquifere.

L'area in cui è previsto l'intervento è interessata da un intervento *“progetto numero 9 - DB SI IG 5”*, ossia intervento di sistemazione idraulica con potenziamento della capacità di invaso delle aree golenali mediante la realizzazione di soglie tarate lungo le linee spondali dell'alveo inciso presenti nel tratto più a monte. Le quote delle soglie sono previste di 1÷2 m inferiori all'attuale profilo spondale.

Per sostenere i livelli in corrispondenza delle soglie suddette lo *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* prevede la realizzazione di due manufatti in alveo aventi la funzione di favorire l'innalzamento del profilo idrico, tale da garantire sufficienti tiranti di tracimazione nelle aree golenali e di una soglia sfiorante atta a favorire la riattivazione delle aree golenali in caso di piena. Si osserva dallo stralcio di planimetrico allegato allo Studio di fattibilità riportato in Figura 18, come i manufatti di controllo dei livelli posti nell'alveo inciso siano ubicati l'uno a monte e l'altro a valle della traversa in progetto.

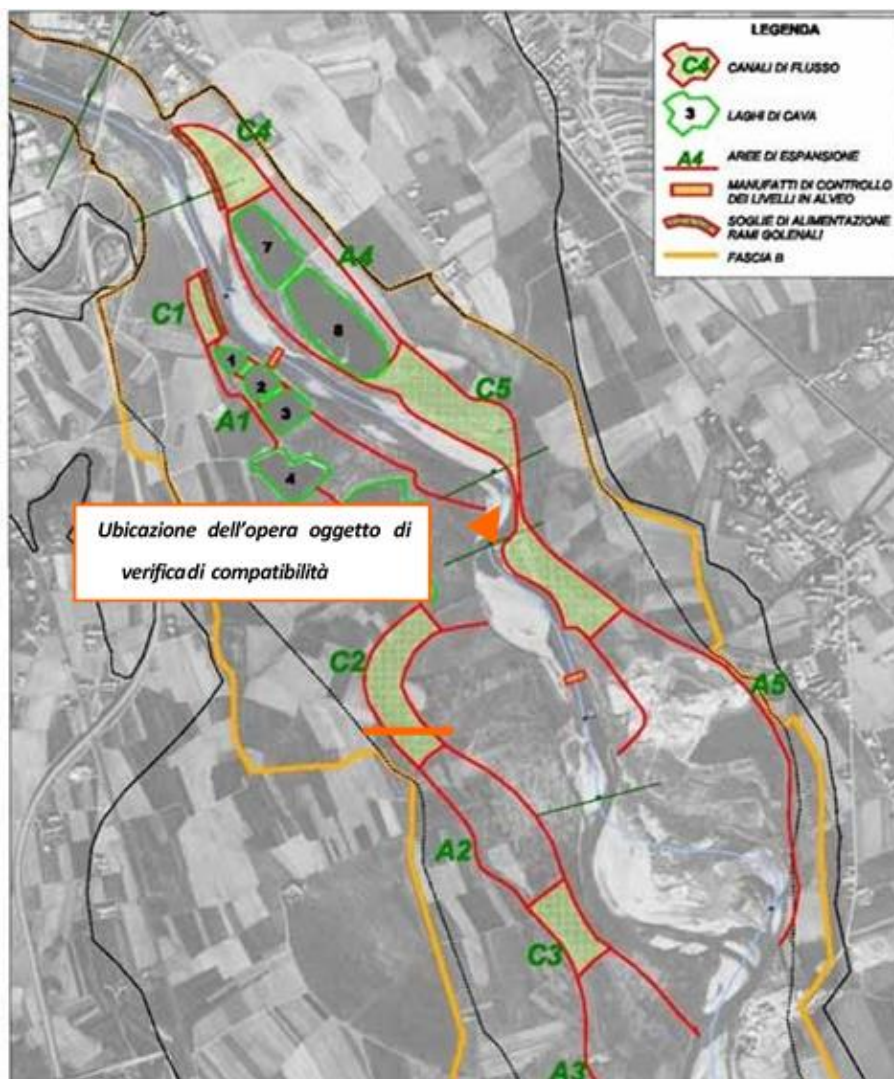


FIGURA 18 – STRALCIO PLANIMETRICO PROGETTO 9 - INTERVENTO DB SI IG05

Si sottolinea che le opere previste nello Studio di fattibilità abbiano dimensioni rilevanti, essendo costituite da pennelli in massi cementati lunghi circa 65 m ciascuno (larghi in sommità 4 m e alti complessivamente oltre 4 m), immersi nelle sponde destra e sinistra dell'alveo inciso e convergenti verso il centro alveo.

È previsto altresì a completamento la realizzazione, per l'intera lunghezza del pennello, di taglione di fondazione anti sifonamento, alto complessivamente 5 m e spesso 1 m.

Alla luce di quanto riportato si può asserire che gli interventi in progetto non solo non sono in contrasto con gli obiettivi dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po" ma risultano essere uno degli strumenti di attuazione relativamente all'auspicato incremento della capacità di espansione delle piene nelle aree perfluviali per il quale il progetto autorizzato prevede un idoneo sfioratore, la cui funzionalità non è inficiata dalla realizzazione delle modifiche introdotte, come descritto in Relazione Idraulica.

Come già approvato tramite la "Verifica di compatibilità idraulica", redatto dallo Studio Associato R & C nel 2004, a firma del Prof. Ing. Rosso, L'intervento in esame si propone infatti di attivare un ulteriore fattore di sfasamento attraverso l'apertura di nuovi rami golenali (con le aree di espansione ad essi connesse), in grado di sottrarre parte della portata defluente nell'alveo principale e di invasare volumi significativi attraverso i percorsi golenali.

## 4 CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

La particolare condizione idraulica che caratterizza il contesto territoriale di Ivrea ha reso necessario, da parte dell’Autorità di Bacino stessa, la redazione del Piano Stralcio di Integrazione al PAI “*Nodo idraulico di Ivrea*”, la quale costituisce allo stato attuale una Variante di Piano, approvata dal Comitato Istituzionale con delibera 2003/01 redatta ai sensi dell’art. 17, comma 6 ter della legge 18 maggio 1989, n. 183 (cfr. § 2). La variante contiene gli interventi a carattere strutturale e non strutturale per il nodo idraulico di Ivrea, che integrano quelli contenuti nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (D.P.C.M. 28 luglio 1998) e nel Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (D.P.C.M. 24 maggio 2001).

Il Piano si riferisce alle criticità idrauliche relative al nodo idraulico di Ivrea ed è il risultato di approfondimenti conoscitivi e di analisi condotte a seguito della piena dell’ottobre 2000, che hanno permesso una delimitazione di maggior precisione delle fasce fluviali ed una più puntuale individuazione delle linee di intervento strutturali, nonché la nuova definizione dei valori di piena, aggiornati alla luce dell’evento dell’ottobre 2000.

Il tratto di Dora Baltea che costituisce il Nodo di Ivrea si localizza geograficamente allo sbocco orografico della Valle d’Aosta, nella conca interna del grande anfiteatro morenico di Ivrea. La morfologia della zona condiziona fortemente la frequenza e la gravità degli eventi di piena; sono infatti presenti nei dintorni di Ivrea affioramenti rocciosi posti trasversalmente al corso d’acqua della Dora Baltea, che si inoltra in tali affioramenti invece di aggirarli verso ovest, dove la continuità del substrato si interrompe aprendosi in un’ampia piana costituente l’antico alveo della Dora.

Negli ultimi eventi di piena maggiori la Dora Baltea, non potendo defluire agevolmente attraverso la strettoia in corrispondenza di Ponte Vecchio ad Ivrea, trova sfogo nel paleoalveo suddetto e si appropria degli alvei del Rio Ribes e Chiusella, per poi ricongiungersi con il letto usuale della Dora solamente a valle di Ivrea. Nell’ultimo decennio due eventi alluvionali particolarmente gravosi (1993 e 2000) hanno interessato il bacino della Dora Baltea provocando l’attivazione del paleoalveo, causando ingenti danni ed evidenziando allo stesso tempo l’estrema sensibilità agli eventi alluvionali. La gravità dei danni è in parte da ascrivere alla peculiarità del territorio ed in parte al lungo lasso temporale (più di 150 anni) trascorso dall’ultimo evento di piena (1839) con effetti analoghi a quelli del 1993, che ha causato una progressiva perdita di “memoria storica” degli eventi trascorsi e favorito la continua antropizzazione delle aree a rischio.

A partire dai valori delle portate di piena di media gravosità (pari a 1.350-1.400 m<sup>3</sup>/s; tempo di ritorno di circa 20 anni), il paleoalveo della Dora viene attivato e una quota della portata in arrivo defluisce lungo l’antico percorso ora Rio Ribes, come esemplificato nelle immagini schematiche riportate nelle Figura 20 Figura 21 seguenti.

Come evidenziato da uno studio realizzato dalla Provincia di Torino in collaborazione con il Politecnico di Torino, tramite la realizzazione di un modello fisico in scala del nodo, si è dimostrato che nelle condizioni di colmo dell’onda di piena, la portata massima defluente in città di Ivrea è pari a circa 1.700 m<sup>3</sup>/s (“*Realizzazione di un modello fisico in scala ridotta del Nodo Idraulico d’Ivrea*”, Prof. Butera ed altri, ottobre 2002).

L’assunzione di tali valutazioni trova evidenza nel “Piano Stralcio di Integrazione al PAI - Nodo idraulico di Ivrea” redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Po approvato con Delibera n.1/2003 del 25 febbraio 2003 da parte del Comitato Istituzionale dell’Autorità stessa, del quale di seguito si riporta un breve estratto, a giustificazione del valore assunto per la definizione della massima portata di piena prevedibile.

### 3.3. Caratteristiche idrauliche

Le modalità di deflusso della piena sono determinate dai limiti di officiosità propri della strettoia naturale su cui è impostato il Ponte Vecchio; per le piene il cui tempo di ritorno è superiore ai 20 anni, i livelli idrici a monte del tratto urbano comportano l'attivazione del by-pass naturale in destra, lungo un paleoalveo che corre in direzione del torrente Chiusella.

Prendendo a riferimento la piena di progetto, assunta con valore al colmo pari al tempo di ritorno di 200 anni (portata al colmo in ingresso pari a 2.900 m<sup>3</sup>/s), le modalità di deflusso attraverso il nodo, riferite alle attuali condizioni di assetto comprensive delle opere di difesa realizzate, sono rappresentate dai seguenti punti:

- al crescere della portata si ha la progressiva esondazione in destra orografica, che risale verso monte, a partire dall'inizio del tratto urbano, parallelamente all'autostrada, con i fornicati autostradali che alimentano la zona compresa tra l'autostrada stessa e l'incile;
- al crescere dei livelli in golena nella zona compresa tra l'autostrada e l'incile, le velocità di flusso tendono ad annullarsi finché inizia la tracimazione del rilevato autostradale; immediatamente dopo, si ha all'attivazione dell'incile, con un flusso principale che si incanala lungo l'incisione del torrente Ribes;
- l'ulteriore crescita dei livelli provoca l'ampliamento dell'area di inondazione, che coinvolge l'abitato di Fiorano ed attiva un'altra incisione naturale del terreno che convoglia le acque verso il Ribes;
- nelle condizioni di colmo dell'onda di piena, la portata massima defluente sotto il Ponte Vecchio è pari a 1.700 m<sup>3</sup>/s; il livello idrico massimo a monte, in corrispondenza dell'incile arriva circa a quota 246,50 m s.m.; la portata defluente lungo il by-pass è pari a 1.200 m<sup>3</sup>/s;
- le velocità massime lungo il Ribes sono dell'ordine di 1,0-1,5 m/s, mentre in corrispondenza dell'incile di Fiorano e nella zona tra quest'ultimo e l'autostrada le velocità di flusso rimangono contenute su valori pari a 0,2-0,5 m/s.

FIGURA 19 – ESTRATTO CAP. 3.3 DEL “PIANO STRALCIO DI INTEGRAZIONE AL PAI – NODO IDRAULICO DI IVREA” (FONTE: ADBPO 2003)

## 4.5 PALEO ALVEO RIO RIBES

Per “Nodo idraulico di Ivrea” si intende il sistema idrogeologico che occupa l'area geografica prealpina al confine tra il Piemonte e la Valle d'Aosta, a nord e a sud della città di Ivrea.

Il principale elemento di riferimento è rappresentato dal corso della Dora Baltea, la quale giunta in prossimità del centro abitato e della rocca di Ivrea, è costretta ad aprirsi un varco attraverso un'angusta forra rocciosa prima di proseguire, a sud est della città, verso la più vasta pianura padana. È questo il punto in cui, in caso di piena, l'acqua della Dora non riesce a superare agevolmente la strettoia e rifluisce a nord dilagando, invadendo la campagna e crescendo di livello fino a trovare una via alternativa di deflusso a valle, ripercorrendo il suo antico alveo, ora Rio Ribes.

Nello stesso bacino idrografico, ma decisamente più ad ovest, scorre il torrente Chiusella che, provenendo dalla omonima valle, si mantiene a debita distanza dalla città per confluire poi nella Dora oltre l'abitato di Pavone Canavese, a sud di Ivrea. Tra i primi due, un terzo corso d'acqua a regime torrentizio, il rio Ribes, segue il percorso corrispondente ad un antico alveo della Dora Baltea fino alla confluenza con il Chiusella. È appunto attraverso tale paleoalveo che l'acqua del fiume principale si incanala, come descritto in precedenza, in caso di piena.

Come evidenziato da uno studio realizzato dalla Provincia di Torino in collaborazione con l'Università di Trento (CUDAM – Centro Universitario per la Difesa Idrogeologica dell'Ambiente Montano) con realizzazione di idoneo modello fisico (“Modello fisico finalizzato alla definizione delle condizioni di sfioro del fiume Dora Baltea nel paleoalveo del rio Ribes a monte dell'abitato di Ivrea” Università di Trento, 2005) a partire dai



valori delle portate di piena di media gravosità (pari a 1.350-1.400 m<sup>3</sup>/s; tempo di ritorno di circa 20 anni), il paleoalveo della Dora viene attivato e una quota della portata in arrivo defluisce lungo l'antico percorso, come esemplificato nelle immagine schematiche riportate nelle Figura 20 e Figura 21 seguenti.

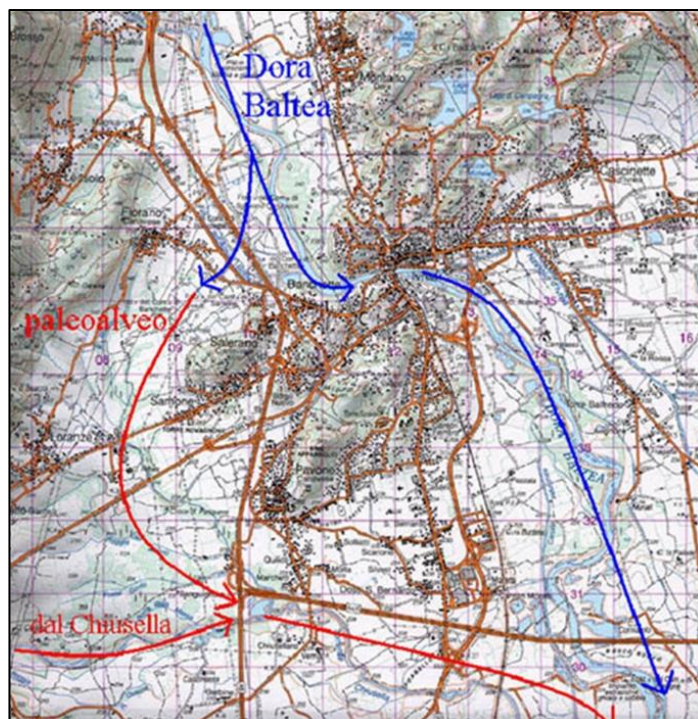


FIGURA 20 – NODO DI IVREA – SCHEMA DI FUNZIONAMENTO RIO RIBES

In sede di autorizzazione degli interventi ristrutturazione e la messa in sicurezza idraulica della sede autostradale nei tratti di interconnessione tra l'autostrada A5 Torino-Quincinetto e la bretella autostradale A4/A5 Ivrea-Santhià è stato realizzato un modello numero 2D basato sul codice di calcolo MIKE Flood del DHI\_Water Environment Health a cura di Hydrodata, su incarico di ATIVA S.p.A. che ha permesso di integrare e confermare le analisi condotte dall'Università di Trento relativamente all'attivazione del Rio Ribes in caso di piena.

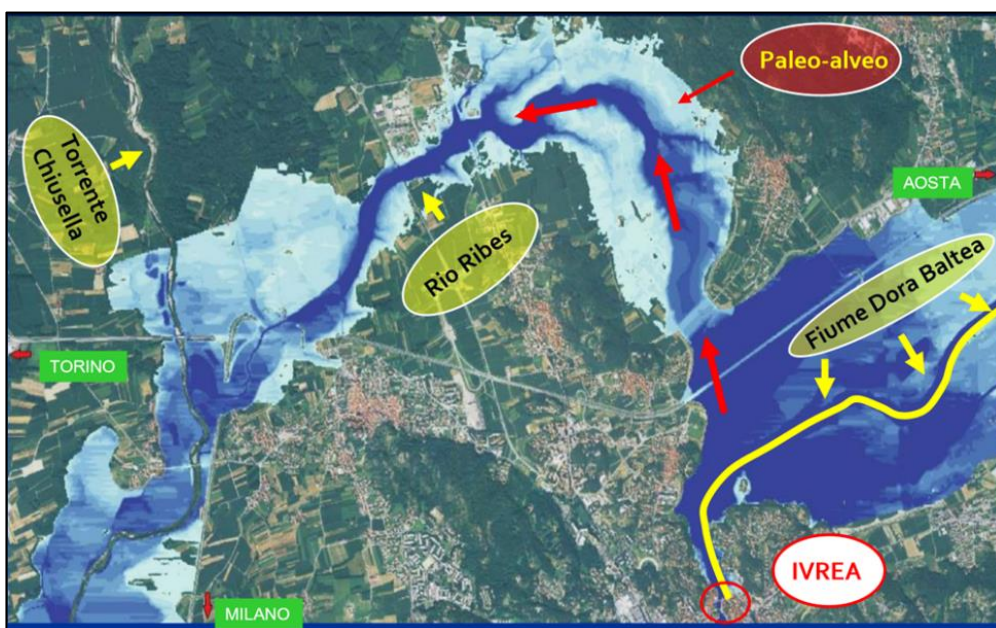


FIGURA 21 – MODELLAZIONE PIENA ANNO 2000 (FONTE: ATIVA-HYDRODATA)

Allo sbocco della Valle d’Aosta, l’alveo della Dora Baltea percorre l’ampia golena a monte di Ivrea e, dopo aver superato l’ansa in prossimità del castello di Banchette e percorso il tratto roccioso all’Isola dei Conigli, l’alveo è incassato nella profonda strettoia naturale, a sud del centro storico, sormontata dal Ponte Vecchio.

Giova ricordare che il manufatto venne presumibilmente realizzato in epoca romana laddove il letto della Dora era più stretto. Nei secoli successivi il ponte continuò a costituire un passaggio obbligato per chi dovesse attraversare la Dora ed entrare in Ivrea, continuando così un’importantissima funzione strategica. Il ponte venne distrutto durante l’assedio francese del 1707 per permettere la difesa della città; solo nel 1716 Vittorio Amedeo II di Savoia lo fece ricostruire, facendo contestualmente allargare l’alveo per permettere un maggiore deflusso delle acque in caso di piene. La sua scarsa larghezza, di soli 4 metri, fu però il motivo di un’opera di allargamento ordinata da Carlo Felice nel 1830: allo stato precedente era infatti impossibile permettere un transito agevole in entrata e uscita ad Ivrea, al tempo in ascesa economica.

La limitata capacità di deflusso della strettoia, di cui il Ponte Vecchio rappresenta la parte terminale, determina all’aumento delle portate del fiume, un crescente riflusso verso monte che si espande verso nord attraverso la Roggia Rossa in destra e la Roggia Boasca in sinistra e, raggiunta la quota di sfioro dell’area in destra tra Fiorano e Salerano, tracima nel paleo-alveo del rio Ribes per confluire nel torrente Chiusella a sud di Pavone ed immettersi nell’alveo principale della Dora nei pressi di Cerone (Strambino)

Nell’ultimo decennio del secolo scorso due eventi alluvionali particolarmente gravosi (1993 e 2000) hanno provocato l’attivazione del paleoalveo.

#### 4.6 STATO ATTUALE DELLE CONOSCENZE

Dato il contesto estremamente urbanizzato ed infrastrutturato delle aree coinvolte, il nodo di Ivrea è stato oggetto, a partire dalla piena del 1993, di numerosi ed importanti studi che contengono valutazioni relative alle portate di piena caratteristiche curati con attenzione da tutti gli Enti che a diverso titolo sono coinvolti nella difesa del suolo ed in particolare da Autorità di Bacino del Fiume Po, Agenzia Interregionale per il Po, Regione Piemonte e ARPA Piemonte attraverso la creazione di uno specifico gruppo di lavoro coordinato dalla Provincia di Torino.

I principali, che costituiscono i riferimenti per l’assunzione delle portate da utilizzare nella verifica idraulica in oggetto, sono i seguenti:

- *“Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) approvato con Delibera n. 18/2001 da parte del Comitato Istituzionale dell’Autorità stessa;*
- *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”, Hydrodata e Autorità di bacino per il fiume Po, 2002; realizzato a partire da un’analisi modellistiche bidimensionale allo scopo di procedere ad una verifica su scala di maggior dettaglio dell’assetto di progetto del Fiume Dora Baltea definito nel Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico e nel Progetto di Piano Stralcio di integrazione al PAI;*
- *“Piano Stralcio di Integrazione al PAI - Nodo idraulico di Ivrea” redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Po approvato con Delibera n.1/2003 del 25 febbraio 2003 da parte del Comitato Istituzionale dell’Autorità stessa;*
- *Analisi idraulica eseguita per conto della Provincia di Torino a cura del Politecnico di Torino con realizzazione di idoneo modello fisico (“Realizzazione di un modello fisico in scala ridotta del Nodo Idraulico d’Ivrea”, Prof. Butera ed altri, ottobre 2002;*

- Analisi idraulica eseguita per conto della Provincia di Torino a cura dell'Università di Trento (CUDAM) con realizzazione di idoneo modello fisico (*“Modello fisico finalizzato alla definizione delle condizioni di sfioro del fiume Dora Baltea nel paleoalveo del rio Ribes a monte dell’abitato di Ivrea”* Università di Trento, 2005);
- Analisi idraulica eseguita per conto di ATIVA S.p.A. a cura di Hydrodata nel 2012 al fine della messa in sicurezza della rete autostradale, con realizzazione di modello numerico 2D relativo al tratto di rio Ribes dall'incile di Fiorano alla confluenza nel Chiusella, le aree golenali del Chiusella stesso fino al rilevato ferroviario Torino-Aosta;
- *“Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale”* contenuti nel Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA 2015), attualmente vigente.

Allo stato attuale i lavori relativi al nodo idraulico di Ivrea possono dirsi conclusi, essendo stato completato il sistema delle arginature previste, gestito da Città Metropolitana di Torino e AIPO, e realizzato gli interventi di adeguamento dell'asse autostradale gestito da ATIVA S.p.A.

#### 4.7 CONSIDERAZIONI PROPEDEUTICHE ALL'ANALISI DELLE PORTATE MASSIME

Il principale elemento di riferimento è rappresentato dal corso della Dora Baltea, la quale giunta in prossimità del centro abitato e della rocca di Ivrea, è costretta ad aprirsi un varco attraverso una angusta forra rocciosa prima di proseguire, a sud est della città, verso la più vasta pianura padana.

È questo il punto in cui, in caso di piena, l'acqua della Dora non riesce a superare agevolmente la strettoia e rifluisce a nord invadendo la campagna e crescendo di livello fino a riattivare il suo antico alveo, ora Rio Ribes, come descritto in precedenza.

Nelle immagini seguenti si riportano a titolo conoscitivo un confronto delle aree della strettoia, posta a sud del centro storico di Ivrea e sormontata dal Ponte Vecchio in varie condizioni idrologiche della Dora Baltea.



FIGURA 22 – STRETTOIA DI IVREA – REGIME DI MAGRA



FIGURA 23 – STRETTOIA DI IVREA – REGIME MEDIO



FIGURA 24 – PONTE VECCHIO – REGIME DI PIENA (EVENTO DI PIENA 28 MAGGIO 2008 -  $\pm 750 \text{ M}^3/\text{S}$ )

A titolo di confronto si mostra in Figura 25 il livello di piena raggiunto in città di Ivrea durante l'evento di Piena dell'anno 2000, in cui si raggiunse una portata di piena fluente di circa  $1700 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $3100 \text{ m}^3/\text{s}$  misurati a Tavagnasco), corrispondente ad un evento di piena con tempo di ritorno duecentennale ( $Q_{200}$ ).

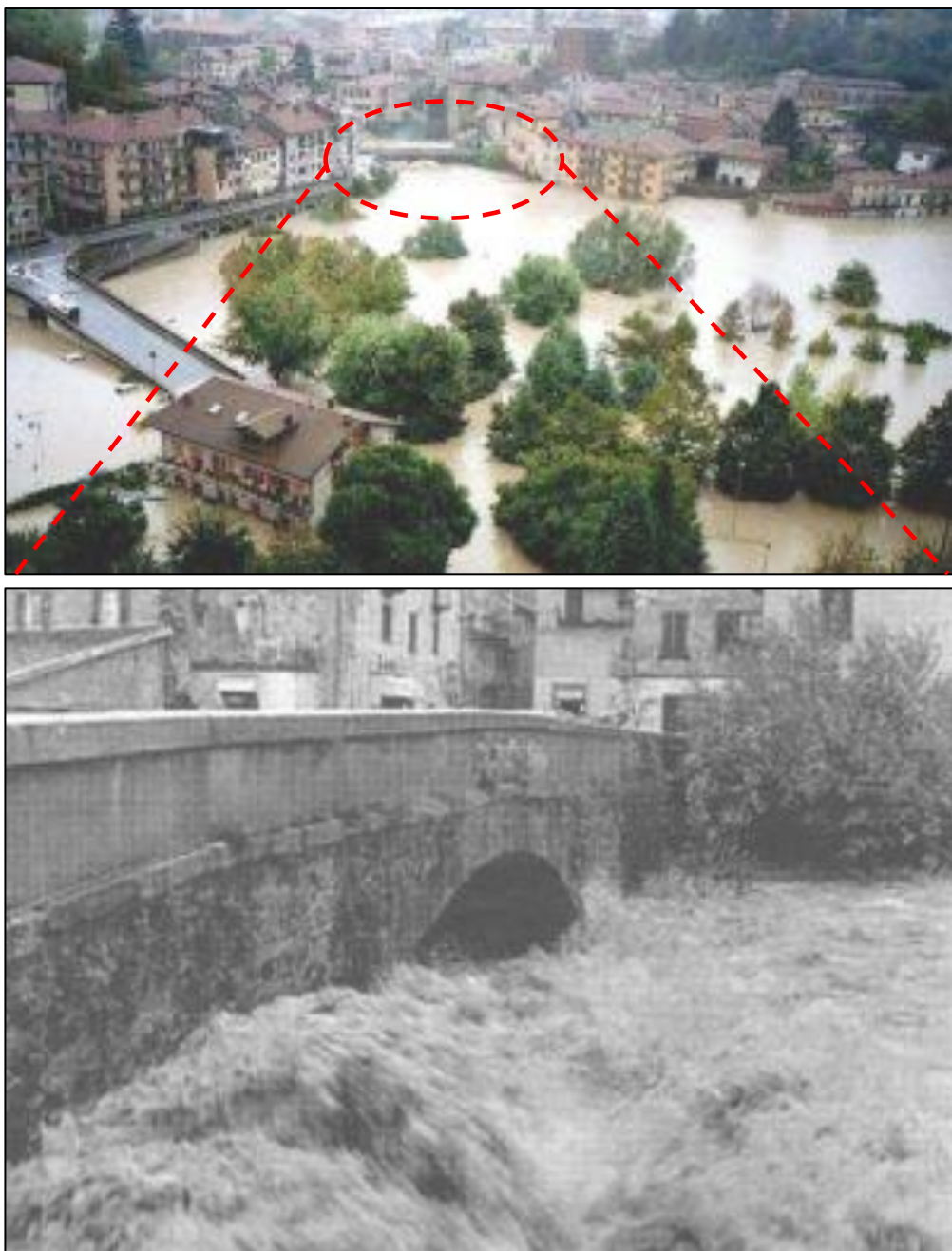


FIGURA 25 – PONTE VECCHIO – REGIME DI PIENA (EVENTO DI PIENA 28 MAGGIO 2008 -  $\pm 1700 \text{ M}^3/\text{S}$  – PORTATA A TAVAGNASCO:  $\pm 3100 \text{ M}^3/\text{S}$  )

#### 4.8 PORTATE LIMITE DI DEFLUSSO NELLA RETE IDROGRAFICA

Il Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA 2015) vigente integra le risultanze di tutte le analisi e gli approfondimenti eseguiti, elencati al paragrafo 4.6, stabilendo nel documento “*Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale*” le portate di piena da assumere nelle verifiche idrauliche.

Per i corsi d'acqua del reticolo principale, così come definito nel PAI prima e successivamente nel PGRA, sono individuate nelle sezioni ideologicamente più significative le portate di piena relative all'evento di riferimento.

Le sezioni idrometriche di interesse, poste a monte della traversa Ex Cima, di cui l’Autorità di Bacino nella già citata Direttiva fornisce il valore di portata di riferimento sono la “Sezione 45 - Dora Baltea a Tavagnasco” e la “Sezione 37 - Dora Baltea a Ivrea”, come si evince dalla Figura 26.

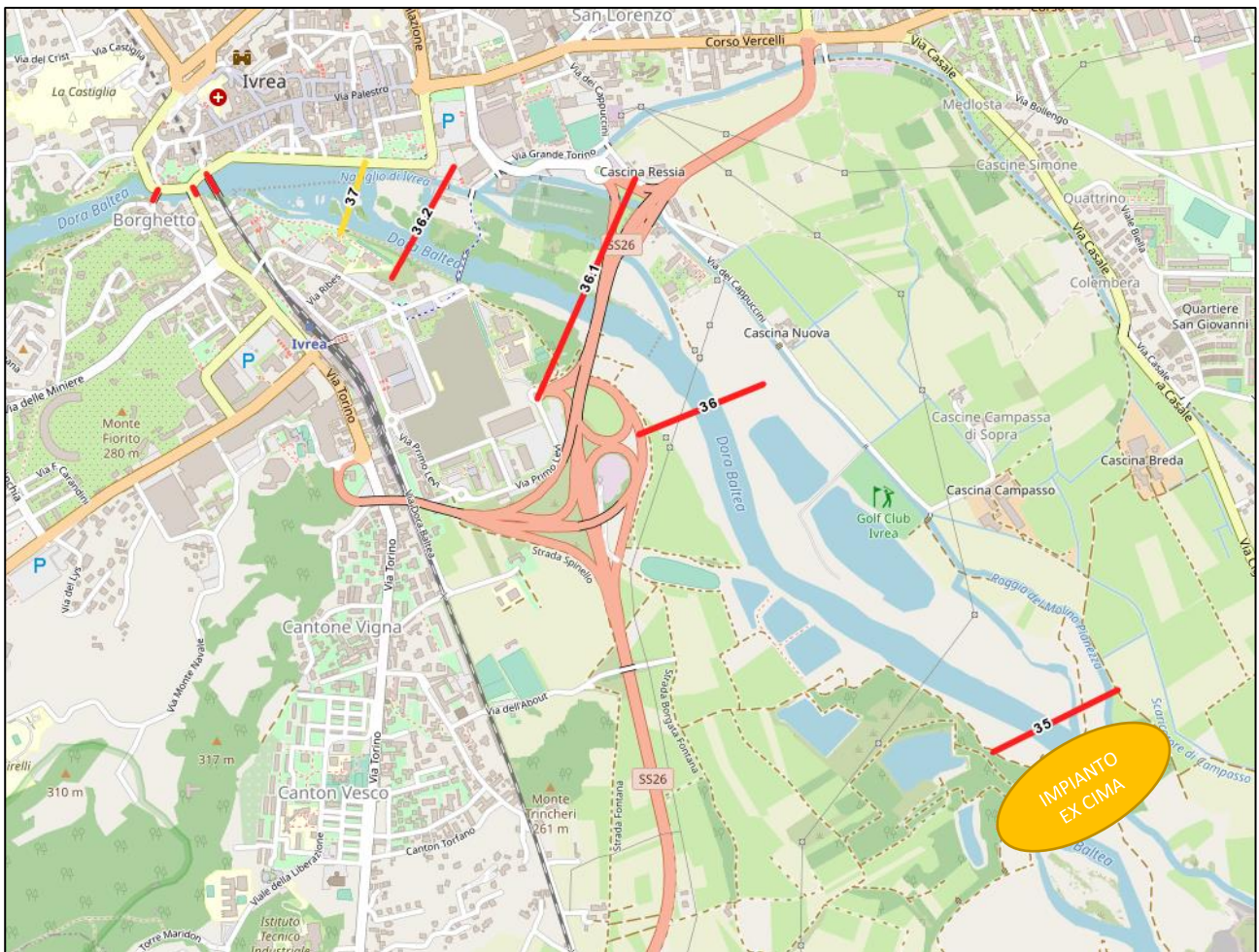


FIGURA 26 – UBICAZIONE DELLE “SEZIONE 37 – DORA BALTEA AD IVREA” E POSIZIONAMENTO DELL’IMPIANTO EX CIMA

La “Sezione 37 - Dora Baltea a Ivrea” è posta a circa 2 km a monte della centrale Ex Cima in un tratto di fiume omogeneo senza apporti di altri corsi d’acqua. I valori di piena individuati dal PGRA 2015 per la detta sezione sono da ritenersi rappresentativi della reale quantità di risorsa idrica in uscita dal nodo e al contempo del reale stato delle condizioni di piena del manufatto in progetto.

Ai sensi delle Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 2 del 3/3/2004, n. 15 del 5/10/2004, n. 9 del 19/7/2007 e n. 4 del 18/3/2008, le tabelle delle portate e dei profili di piena allegate alle relazioni delle Varianti al PAI dei fiumi Lambro, Toce, Dora Baltea, Dora Riparia hanno sostituito, rispettivamente, le tabelle n. 6, 11, 13, 16 e le tabelle n. 43, 48, 52, 55 della “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”.

I valori delle portate di piena da assumere nelle verifiche idrauliche per l’impianto in progetto (e le per le varianti proposte) aggiornati a seguito di numerosi ed importanti studi interdisciplinari descritti in precedenza, sono stabiliti direttamente dello Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni vigente (PGRA 2015).

In Figura 27 si riporta estratto delle portate di piena per il Bacino della Dora Baltea, con evidenza della sezione d’interesse.

Tab. 4.12: portate di piena per i corsi d’acqua principali del bacino della Dora Baltea (Dora Baltea, Chiusella)

Bacino	Corso d’acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s	Idrometro Denominazione
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.					
Dora Baltea	Chiusella	0.631	23	Parella	150	570	810	910	Chiusella a Parella
Dora Baltea	Chiusella	5.988	11	Valle confl. Ribes	190	630	900	1000	
Dora Baltea	Chiusella	9.428	1	Confluenza in Dora Baltea	198	650	910	1020	
Dora Baltea	Dora B.	43.682	115.1	Aymaville	1281	340	740	920	Dora Baltea ad Aymavilles
Dora Baltea	Dora B.	53.697	104	Pollein	1840	450	1000	1250	Dora Baltea a Pollein
Dora Baltea	Dora B.	60.113	97.4	Lillaz	-	450	990	1250	Dora Baltea a Les Iles
Dora Baltea	Dora B.	76.761	76.1A	Pontey	2368	610	1250	1550	Dora Baltea a Pontey
Dora Baltea	Dora B.	87.830	65A	Champdepraz	-	730	1510	1820	Dora Baltea a Champdepraz
Dora Baltea	Dora B.	97.890	56.2A	Hone	2954	1150	2220	2690	Dora Baltea a Hone-ponte S.R.
Dora Baltea	Dora B.	110.223	47A	Tavagnasco	3313	1630	3000	3520	Dora Baltea a Tavagnasco
Dora Baltea	Dora B.	122.565	37	Ivrea	3365	1340	1660	1780	
Dora Baltea	Paleovalveo Ribes		1	Fiorano Canavese	-	16	1270	1580	
Dora Baltea	Dora B.	148.667	19.1A	Mazzè	3864	1495	2900	3540	Dora Baltea a Mazzè
Dora Baltea	Dora B.	168.990	1.1A	Confluenza in Po	3950	1620	2800	3400	Dora Baltea a Verolengo

FIGURA 27 – PORTATE DI PIENA PER LA SEZIONE DI INTERESSE - PGRA 2015

La strettoia idraulica naturale, identificata nella sezione idraulica posta in prossimità del Ponte Vecchio di Ivrea, e riportata per facilità di comprensione nelle Figura 22, Figura 23 e Figura 24 precedenti, consente di far defluire a valle dello stesso una portata al colmo di piena pari al valore di circa 1.700 m<sup>3</sup>/s, corrispondente ad una portata di poco superiore a quella calcolata per un tempo di ritorno di 20 anni per la Dora Baltea nella sezione di Tavagnasco. In Figura 28 si evidenzia graficamente la relazione tra portate fluenti e livelli di piena raggiunti in uscita dalla strettoia sopra descritta (fonte: Regione Piemonte).

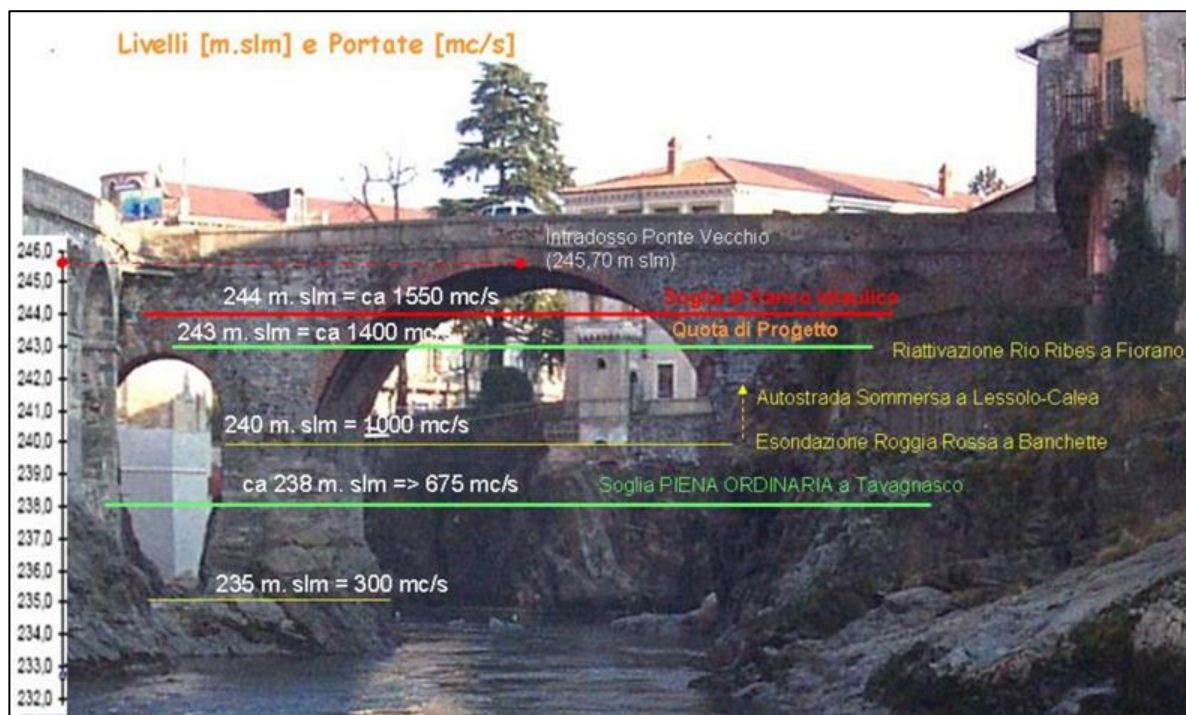


FIGURA 28 – LIVELLI IDROMETRICI CARATTERISTICI ALLA SEZIONE DI RIFERIMENTO “PONTE VECCHIO” [REGIONE PIEMONTE: ESERCITAZIONE PROTEZIONE CIVILE 2010 – “NODO IDRAULICO DI IVREA”]

Come evidenziato nelle immagini in Figura 30 in occasione di portate di piena simili a quelle dell'evento di piena dell'anno 2000, la sezione di deflusso allo sbocco della strettoia risulta quasi completamente saturata.

In occasione di un evento con portata massima di piena a Tavagnasco pari a circa 3000 m<sup>3</sup>/s, associato ad un tempo di ritorno di T=200 anni, come accorso nell'evento alluvionale dell'Ottobre 2000, il valore di portata eccedente la quota parte che riesce fisicamente a defluire attraverso la strettoia e dal Ponte Vecchio di Ivrea (1660 m<sup>3</sup>/s), pari a 1270 m<sup>3</sup>/s, esonda a monte dell'abitato di Ivrea riattivando il paleo alveo del Rio Ribes e confluendo prima nel torrente Chiusella e poi nella Dora Baltea, a valle della traversa.

Si osserva come il valore di picco della portata tenda a rimanere costante spostandosi da Tavagnasco (a monte del nucleo di Ivrea) a Mazzé (a circa 20 km valle del nucleo di Ivrea), in quanto la maggiore portata dovuta all'incremento di superficie sottesa, per tempi di ritorno elevati, tende a bilanciarsi con gli effetti di laminazione dovuti alle aree di espansione della Dora Baltea nell'ambito territoriale di pianura.

Quanto descritto, come già citato al paragrafo 4.6 è basato dalle risultanze di importanti studi condotti da Enti differenti tra cui il *"Piano Stralcio di Integrazione al PAI - Nodo idraulico di Ivrea"* redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po approvato con Delibera n.1/2003 del 25 febbraio 2003 da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità stessa nonché nelle analisi compiute dal Politecnico di Torino e dal Politecnico di Trento per conto della Provincia di Torino con realizzazione di idonei modelli fisici (*"Realizzazione di un modello fisico in scala ridotta del Nodo Idraulico d'Ivrea"*, Prof. Butera ed altri, ottobre 2002; *"Modello fisico finalizzato alla definizione delle condizioni di sfioro del fiume Dora Baltea nel paleoalveo del rio Ribes a monte dell'abitato di Ivrea"* - Università di Trento, 2005) e pertanto può ritenersi assodato.

Le considerazioni svolte ai paragrafi precedenti sulla base di documenti ufficiali consentono di assumere come elementi fondamentali nella determinazione delle portate massime affluenti alla sezione di presa, le seguenti assunzioni:

- ✓ allo stato attuale, con portata alla sezione di Tavagnasco di 3.000 m<sup>3</sup>/sec, perviene alla sezione di presa una portata non superiore a 1.660 m<sup>3</sup>/sec che rappresenta quella compatibile con la sezione strettoia del Ponte Vecchio a sud del centro storico di Ivrea;
- ✓ le esondazioni in sponda destra, causate dalla riattivazione del Rio Ribes, riconfluiscono nell'alveo della Dora Baltea a valle della traversa in progetto ad una distanza minima di 6 Km circa, senza alcuna interferenza delle opere di Edil Samar con la dinamica di piena;
- ✓ non sono prevedibili interventi funzionali sia per considerazioni puramente idrauliche, sia per l'effetto stravolgente di impatto ambientale, soluzioni che prevedano l'assegnazione dell'intera portata al ramo principale della Dora Baltea che attraversa Ivrea. Tale ipotesi richiederebbe interventi sulle sezioni di deflusso incompatibili con la natura del centro storico;
- ✓ non sono stati realizzati interventi di modifica dell'incile. In generale le opere realizzate dopo l'alluvione del 2000 non modificano le previsioni sulle portate fluenti nella strettoia di Ivrea descritte in precedenza e integrate nella Pianificazione di Bacino.

Si sottolinea che la limitazione di portata transitante dalla Città di Ivrea non è determinata dalla presenza del Ponte Vecchio, ma dalla stessa conformazione geomorfologica dell'area, caratterizzata da una profonda forra con pareti di roccia nuda con contemporaneo cambio di direzione del flusso d'acqua non trascurabile. Come già descritto nelle risultanze dello studio condotto dal Politecnico di Torino (*"Realizzazione di un modello fisico in scala ridotta del Nodo Idraulico d'Ivrea"*) l'eliminazione del Ponte Vecchio non comporterebbe un miglioramento apprezzabile sul deflusso di piena non venendo in generale allargata la sezione utile, se non con l'allargamento della forra stessa.



Detta assunzione è confermata dal fatto che nel “Piano Stralcio di Integrazione al PAI - Nodo idraulico di Ivrea” non è previsto alcun intervento sulle sezioni di deflusso in Ivrea che comporterebbe uno stravolgimento dell’intero tessuto cittadino.

#### 4.9 PORTATA DI PIENA DI PROGETTO

A complemento del quadro conoscitivo necessario alla definizione della portata di piena di progetto è necessario ribadire quanto segue:

- ✓ In data 03/03/2020 Edil Samar Srl ha inviato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione Generale per le Dighe, le risultanze di un approfondito studio tipografico delle aree oggetto d’intervento, atto all’aggiornamento della morfologia fluviale in cui si evince la necessità di rideterminare i volumi invasati dalle opere nella configurazione in variante, da 1.200.000 m<sup>3</sup> originari a 951.000 m<sup>3</sup>;
- ✓ In data 19/03/2020 la Direzione Generale per le Dighe ha trasmesso a Edil Samar il parere n. 6918, in cui stabilisce che alla luce della rideterminazione del volume invasato inferiore a 1.000.000 di m<sup>3</sup> l’opera non risulta più di competenza dello Stato ai fini della vigilanza sulla sicurezza (ivi compresa l’approvazione in linea tecnica del progetto), né per altezza, né per volume di invaso, configurandosi quale “piccola diga - traversa” di competenza regionale (Regione Piemonte-Direzione Difesa del Suolo, Settore Sbarramenti Fluviali di Ritenuta e Bacini di Accumulo).

Stante le attuali caratteristiche dello sbarramento proposto da Edil Samar, con volume invasato inferiore a 1.000.000 di m<sup>3</sup>, l’opera è esente dall’applicazione di quanto disposto dal D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe “Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)” relativamente alle portate di progetto.

Gli studi e le verifiche di seguito presentati sono stati condotti pertanto nel rispetto delle Normative Vigenti ed in particolare della “Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B” approvata dall’Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazione del Comitato Istituzionale n°2 dell’11 maggio 1999 ed aggiornata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 10 del 5 aprile 2006.

La direttiva “Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B” prevede, al paragrafo 3.3, che per i corsi d’acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali venga utilizzata una portata di progetto non inferiore a quella assunta per la delimitazione della fascia B cioè quella duecentennale. Nel caso specifico, a titolo altamente cautelativo, si è utilizzato un tempo di ritorno superiore, pari a 500 anni come esemplificato dalla Figura 29 seguente.

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s	Idrometro Denominazione
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.					
Dora Baltea	Dora B.	110.223	47A	Tavagnasco	3313	1630	3000	3520	Dora Baltea a Tavagnasco ←
Dora Baltea	Dora B.	122.565	37	Ivrea	3365	1340	1660	1780	
Dora Baltea	Paleoalveo Ribes		1	Fiorano Canavese	-	16	1270	1580	

FIGURA 29 – PORTATE DI PIENA PER LA SEZIONE DI INTERESSE (PGRA 2015) - DETTAGLIO

Alla luce delle considerazioni su esposte, a titolo cautelativo, tuttavia le verifiche idrauliche sono state eseguite per valori di portata  $Q_{500}$ , pari a  $1780 \text{ m}^3/\text{s}$ , come peraltro previsto dalla “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”, adottata dall’Autorità di Bacino del Fiume Po per traverse fluviali di volume invasato inferiore a  $1.000.000 \text{ m}^3$ , in cui si prevedono verifiche di compatibilità dei manufatti per eventi di piena con tempo di ritorno di 200 e 500 anni in caso di opere di particolare importanza.

Gli organi di scarico sono, quindi, stati calcolati e dimensionati in modo tale da far regolarmente defluire verso valle la portata di massima piena assunta come riferimento in condizioni di sicurezza idraulica, garantendo il necessario franco di sicurezza prescritto.

Si sottolinea che considerare portate di piena superiori ( $Q_{1000}$ ) oltre non essere giustificato sul piano normativo per opere con volume invasato inferiore a  $1.000.000 \text{ m}^3$ , non è rappresentativo della reale condizione idraulica del tratto di fiume Dora Baltea interessato, così come più volte ribadito da studi compiuti da Enti prestigiosi quali il Politecnico di Torino e il Politecnico di Trento.

La strettoia idraulica naturale, identificata nella sezione del Ponte Vecchio di Ivrea, infatti, consente di far defluire a valle dello stesso una portata al colmo di piena pari al valore di circa  $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$ , corrispondente ad una portata di poco superiore a quella calcolata per un tempo di ritorno di 20 anni per la Dora Baltea nella sezione di Tavagnasco, come descritto nel dettaglio in precedenza.

Quanto descritto trova conferma in quanto descritto nell’elaborato Elaborato IV A del PGRA Vigente “Area a rischio significativo di alluvione ARS Distrettuali\_2. Schede monografiche: Fiume Dora Baltea a Ivrea” in cui si evidenzia:

- ✓ “ [,,] L’evento alluvionale di riferimento per l’ARS di Ivrea e più in generale per l’intera asta del fiume Dora Baltea, sia in territorio valdostano che piemontese, è quello del 2000. Numerose aree residenziali e produttive del Comune di Ivrea e dei Comuni limitrofi, presenti sia lungo l’asta della Dora Baltea che in corrispondenza dello scolmatore naturale, sono state interessate da estesi allagamenti. Inoltre numerosi tratti di infrastrutture viarie interessate dagli allagamenti sono stati fortemente danneggiati, in particolare l’autostrada Torino - Aosta e la bretella Ivrea Santhià è state in più punti sommerse ed erose dalle acque di piena. Precedentemente all’evento del 2000, nel 1993 si verificarono, pur in misura minore, estesi allagamenti in corrispondenza del nodo di Ivrea conseguenti anche alla riattivazione dello scolmatore naturale. Gli effetti di tali eventi alluvionali sono stati cartografati dalla Regione Piemonte mediante foto interpretazione e sopralluoghi a terra, rappresentando il limite delle aree allagate e alcune informazioni relative alle dinamiche di piena (solchi erosivi, correnti veloci, altezze idriche). La portata di piena dell’evento del 2000 alla stazione di Tavagnasco, posta poco a monte del nodo di Ivrea, è stata stimata in circa  $3100 \text{ m}^3/\text{s}$  (fonte ARPA Piemonte) e costituisce il massimo storico superiore ai valori stimati nel 1920 ( $2670 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e nel 1993 ( $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Tale portata dell’evento del 2000 ha in termini statistici un tempo di ritorno di poco superiore a 200 anni, stimato considerando anche l’incidenza dell’evento stesso sulle serie storiche. La portata con TR 200 anni fissata dal PAI ad Ivrea e stimata mediante elaborazioni idrologiche ed idrauliche, aggiornate con i dati della piena del 2000, è pari a  $2900 \text{ m}^3/\text{s}$ , mentre la portata massima transitante in corrispondenza della stretta di Ivrea, al di sotto del ponte storico, è pari a circa  $1700 \text{ m}^3/\text{s}$ ”.

Come descritto compiutamente in Relazione Idraulica le modifiche apportate alle opere sono state studiate in modo tale da non modificare in maniera sostanziale i livelli di sicurezza idraulica già approvati in sede di Valutazione di Impatto Ambientale (Decreto Ministeriale n. DEC DSA n°1432 del 29/12/2005) e di Concessione a derivare (Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014), nel rispetto delle norme tecniche di settore e rispetto ai valori di piena individuati dall'aggiornamento della Pianificazione di Bacino descritta in precedenza (cfr. Figura 29).

Si sottolinea che modifiche introdotte non variano la compatibilità idraulica dell'intervento rispetto a quanto già approvato mediante la "Verifica di compatibilità idraulica" realizzata nel 2004 dal Prof. Ing. Maurizio Rosso, che il presente documento intende aggiornare alla luce delle modifiche apportate alle opere.

Allo stesso modo come descritto nello Studio Preliminare Ambientale in conformità ai criteri generali dettati nel Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Nodo Idraulico di Ivrea, nello "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po*" e, in ultimo, in attuazione del parere dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, il proponente, nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo dell'impianto, ha previsto la realizzazione di una soglia sfiorante in sponda destra lungo la linea spondale a quota 228.90 m s.l.m., al fine di incrementare la capacità di laminazione delle aree golenali attraverso l'alimentazione di percorsi golenali da rimodellare morfologicamente lungo i tracciati dei paleo alvei come descritto nello Studio di Fattibilità sopra citato.

La realizzazione della soglia sfiorante in destra idrografica è stata già oggetto di Verifica di ottemperanza alle prescrizioni di cui al punto 2 del Decreto VIA n°1432 del 29/12/2005 in attuazione del parere dell'Autorità di Bacino e in relazione ai criteri generali del PAI – Nodo Idraulico di Ivrea, al fine di favorire la capacità di esondazione e laminazione nelle aree golenali.

Al Capitolo 5 della Relazione Idraulica si riporta nuovamente la descrizione geometrica e idraulica dell'opera, provvedendo a verificare, in aggiornamento a quanto già eseguito positivamente in sede di Verifica di ottemperanza al punto 2 del Decreto VIA di cui al Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018, mediante modellazione numerica bidimensionale, la funzionalità e la compatibilità dell'opera con le prescrizioni derivanti dalla Pianificazione di Bacino, alla luce delle modificazioni introdotte.

Nel rispetto di quanto già approvato con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143, si evidenzia che le opere in oggetto integrano senza modifiche sensibili i principi funzionali che hanno portato al giudizio positivo di ottemperanza alle prescrizioni contenute al punto 2 del Decreto VIA n°1432 del 29/12/2005 relativamente sia al funzionamento dello sfioratore che in generale all'aggiramento del manufatto idraulico in caso di piena.

## 5 AGGIORNAMENTO DELLA DISPONIBILITA' IDRICA

Il calcolo delle risorse idriche fruibili all'interno del bacino idrografico considerato costituisce un aspetto di fondamentale rilevanza nello studio di fattibilità di un impianto per la produzione di energia idroelettrica.

Un modo significativo di valutare l'entità della risorsa idrica naturale in alveo è quello di diagrammare la cosiddetta curva di durata, che fornisce la relazione esistente tra i valori di portata media giornaliera e la loro occorrenza.

La contemporanea conoscenza delle curve di durata delle portate, di utilizzazione del corso d'acqua e di utilizzazione dell'impianto permette di individuare le condizioni medie di funzionamento della centrale, per quanto riguarda la lunghezza del periodo di funzionamento a pieno carico, la percentuale di volume derivato rispetto al totale disponibile e lo sfruttamento delle opere di utilizzazione (e quindi le ore di utilizzazione dell'impianto) in funzione della portata massima di dimensionamento dell'impianto.

Come compiutamente descritto in sede di Valutazione di Impatto Ambientale le analisi idrologiche eseguite si basano sui dati di portata misurati nella stazione idrometrica di Tavagnasco in cui è disponibile la più lunga serie di dati idrometrici tra tutte quelle del Piemonte e della Valle d'Aosta, la porzione occidentale del bacino del Po.

Il Servizio Idrografico Italiano ha gestito tale stazione dal 1925 al 1985. Le osservazioni furono sospese per riprendere nel 2002 con il Servizio Meteorografico della Regione Piemonte e successivamente con l'ARPA regionale. Tenuto conto della disponibilità dei dati relativi al 2019, risulta un periodo di ben 78 anni (1925 ÷ 1985; 2002 ÷ 2019), ampiamente significativo per l'attendibilità e la rappresentatività dei risultati delle elaborazioni statistiche. Normalmente si ritengono valide, per ottenere risultati significativi, serie idroclimatiche di almeno 25/30 anni (Bruce & Clark, 1966; Sokolov & Chapman, 1974).

La stazione di Tavagnasco, posta all'incirca a 9,5 km a monte di Ivrea e a circa 11 km dall'area di realizzazione dell'impianto in oggetto, ha sostituito nel 1939 quella vicinissima di Ponte Baio.

I dati ricavabili sono significativi ai fini dello studio, pur con le limitazioni di cui si dirà, in quanto a valle, e per tutto il tratto in esame, gli apporti di altri corsi d'acqua sono di entità trascurabile.

Denominazione	TAVAGNASCO DORA BALTEA
Località	PONTE PER SETTIMO VITTONO
Comune	TAVAGNASCO
Provincia	PROVINCIA DI TORINO
Regione	PIEMONTE
Quota sito (m s.l.m.)	270.00
UTM X (m)	408502
UTM Y (m)	5044703
Lat. (ED50 G sess)	453256
Long. (ED50 G sess)	74940
Data attivazione	2002-01-01
Sensori presenti *	1 *
Bacino idrografico	DORA BALTEA
Zero idrometrico	N.D.



FIGURA 30 – STAZIONE IDROMETRICA DI TAVAGNASCO – CARATTERISTICHE SINTETICHE

Per ottenere i valori di portata oraria riferiti ai livelli idrometrici rilevati nella stazione di Tavagnasco è necessario utilizzare la scala di deflusso che ARPA Piemonte pubblica annualmente.

Nel prosieguo si presenteranno sinteticamente gli approfondimenti eseguiti ai parametri idrologici caratteristici della sezione d'interesse nonché gli effetti che questi hanno sulla derivazione in progetto e sul relativo sfruttamento energetico delle portate fluenti, andando ad integrare ed in parte a modificare quanto descritto e autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005.

Le considerazioni qua effettuate sono alla base dei criteri di dimensionamento dell'impianto e delle relative analisi numeriche riportate al Capitolo 6, a giustificazione delle modifiche ai parametri di concessione richiesti.

## 5.1 DISPONIBILITÀ IDRICA

Con riferimento ai dati idrologici già disponibili (dati statistici delle portate disponibili in alveo dedotti dagli annali idrologici della stazione idrometrica di Tavagnasco per gli anni 1925÷1984, raggruppati per valori medi mensili), nonché agli ulteriori dati di monitoraggio orario del regime di portata della Dora Baltea alla sezione di Tavagnasco nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2019 (fonte ARPA Piemonte non disponibili in sede di progettazione definitiva allegata alla VIA), si è proceduto alla ricostruzione della curva di durata media della Dora Baltea alla sezione della traversa "ex Cima", per poter meglio rappresentare il regime idrologico medio annuo e, quindi, i valori di producibilità attesi dall'impianto.

Nella seguente Figura 31 sono graficamente rappresentate le curve di durata delle portate naturali della Dora Baltea nella sezione di interesse di torre Balfredo (non considerando in questa fase le derivazioni del Naviglio di Ivrea) confrontando i dati medi del periodo 1925÷1984 con i dati del periodo 2002÷2019, considerato che nel primo periodo (1925÷1984) i dati sono disponibili come valori medi mensili, mentre a partire dall'anno 2002 il monitoraggio da parte di ARPA Piemonte ha interessato i dati di misura orari in una sezione, seppur sempre a Tavagnasco, ma di diversa localizzazione rispetto a quella considerata fino al 1984 durante il monitoraggio da parte del Servizio Idrografico Nazionale.

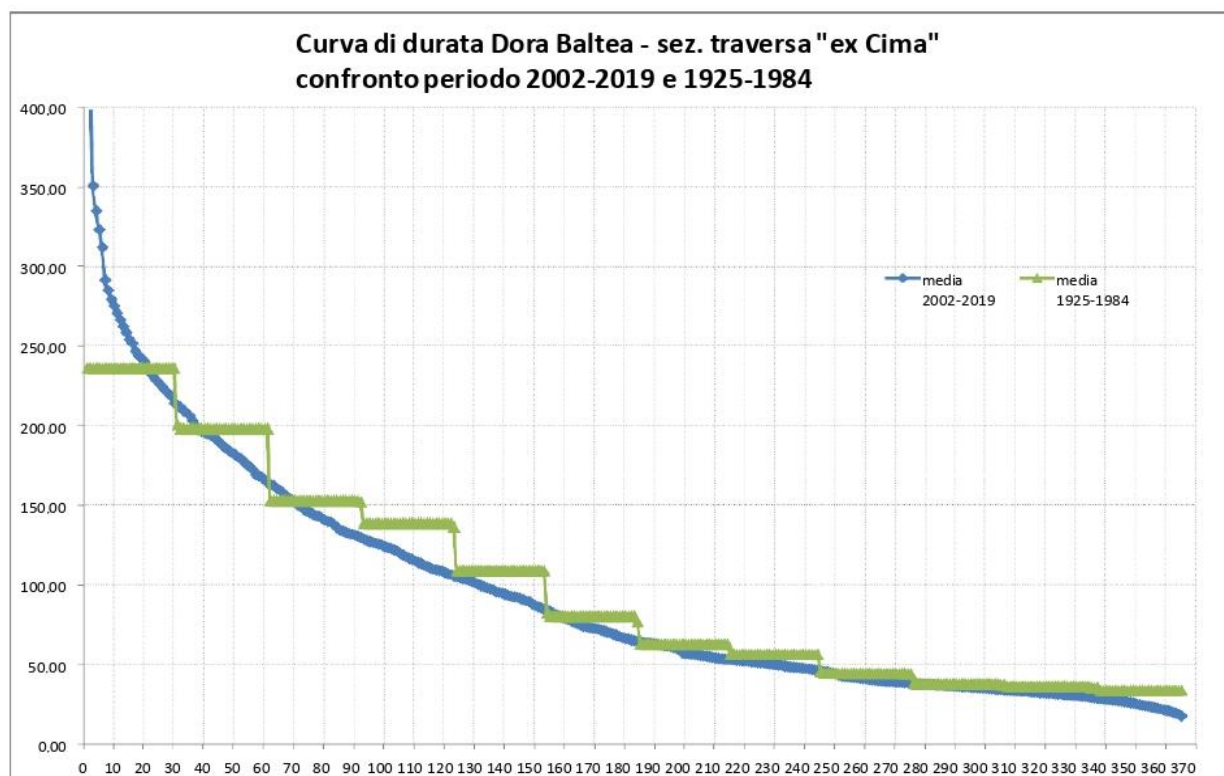


FIGURA 31 - CURVA DI DURATA DORA BALTEA – CONFRONTO PERIODO 1925-1984 E 2002-2019

È possibile osservare come i valori di portata medi orari del periodo 2002÷2019 siano mediamente più bassi rispetto a quelli valutati considerando le misure medie mensili del periodo 1925÷1984, senza comunque evidenziare sostanziali scostamenti dalle caratteristiche della forma della curva di durata.

Nella seguente Figura 32 sono invece graficamente rappresentate le curve di durata della Dora Baltea nella sezione di interesse confrontando i dati medi del periodo 1925÷2004 con i soli dati ARPA del periodo 2005÷2019 acquisiti successivamente all'espletamento positivo della Valutazione di Impatto Ambientale con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005.

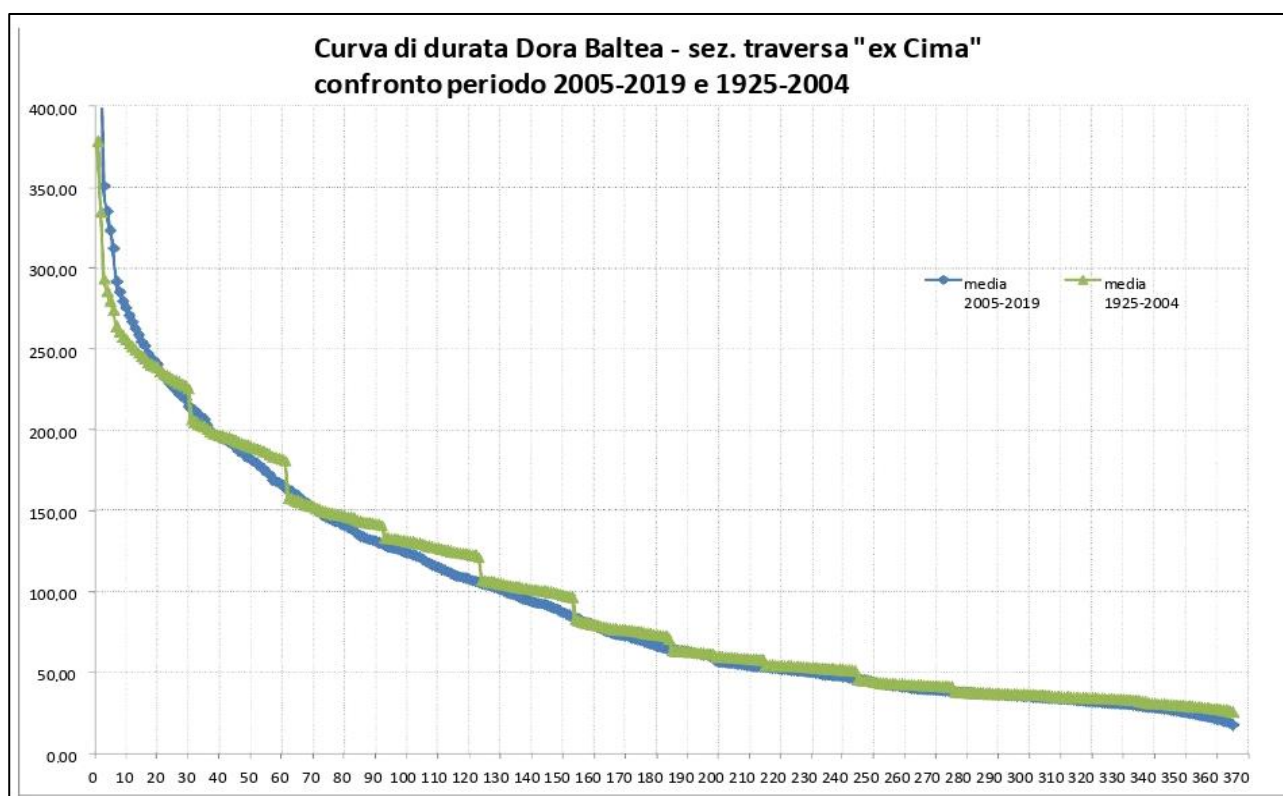


FIGURA 32 - CURVA DI DURATA DORA BALTEA – CONFRONTO PERIODO 1925-2004 E 2005-2019

È possibile osservare come i valori di portata medi orari del periodo 2005÷2019 siano anche in questo caso mediamente più bassi, nell'ordine di circa il 3÷5%, con differenze più marcate per le minori durate, rispetto a quelli valutati considerando le misure medie mensili del periodo complessivo 1925÷2004, senza comunque evidenziare sostanziali scostamenti dalle caratteristiche della forma della curva di durata, ad ulteriore conferma della bontà dei dati disponibili nei diversi periodi di misura analizzati.

A titolo esemplificativo del cambiamento in atto si riassume in Tabella 6 e Figura 33 l'andamento del valore della portata media annua, nella sez. d'intervento, in cui si evince una riduzione media di circa -3% considerando i dati 2005÷2019 rispetto alle serie storiche 1925÷1970.

<b>Portata media sez. "ex Cima" – dati 1925÷1970</b>	98.9 m <sup>3</sup>
<b>Portata media sez. "ex Cima" – dati 1925÷1985, 2002÷2013</b>	98.3 m <sup>3</sup>
<b>Portata media sez. "ex Cima" – dati 2005÷2019</b>	96.0 m <sup>3</sup>
<b>Portata media sez. "ex Cima" – estrapolazione al 2044</b>	91.6 m <sup>3</sup>

TABELLA 6 – VARIAZIONE PORTATA NATURALE MEDIA ANNUA - DORA BALTEA SEZ. TRAVERSA "EX CIMA" (TORRE BALFREDO – IVREA)

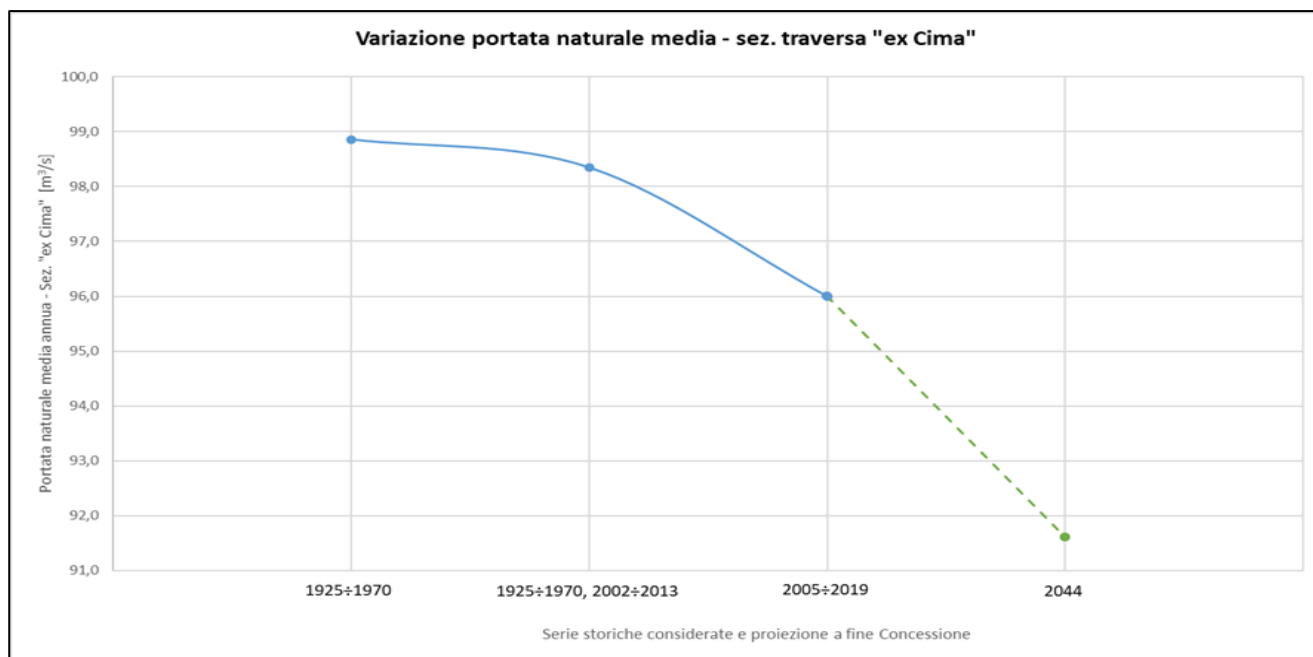


FIGURA 33 - VARIAZIONE PORTATA NATURALE MEDIA ANNUA - DORA BALTEA SEZ. TRAVERSA "EX CIMA" (TORRE BALFREDO – IVREA)

Come descritto in precedenza è in atto una generale riduzione delle portate fluenti (riduzione della portata media annua di circa -3% considerando i dati 2005÷2019 rispetto alle serie storiche precedenti quali i dati 1925÷1970) il cui trend è ipotizzato in continuazione con il medesimo gradiente, negli anni di durata della concessione, prevista in scadenza per l'anno 2044.

Nelle valutazioni idrologiche definite al Capitolo 6 è stato tenuto in considerazione l'andamento sopra descritto, introducendo un coefficiente di incertezza considerato pari a -5%, introdotto da una parte per tenere in considerazione in via cautelativa di eventuali errori di interpolazione delle curve di durata delle portate (fornite da ARPA Piemonte) da cui sono stati desunti i dati di portata orari dall'altra per integrare nell'analisi quanto descritto in precedenza relativamente alla dinamica in atto di generale riduzione delle portate fluenti evidenziato dagli stessi dati misurati da ARPA Piemonte.

Relativamente alla rilevata variazione della disponibilità di risorsa idrica presente nella Dora Baltea nell'ultimo ventennio si può asserire:

- ✓ come rilevato nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte e Regione Valle d'Aosta è in atto una generale modificazione del clima che incide in particolare su alcuni parametri meteorologici quali temperatura e precipitazioni nevose;
- ✓ l'analisi delle anomalie di precipitazione cumulata media annua sul Piemonte e sulla Valle d'Aosta calcolata a partire dal 1958 fino ai dati a disposizione, non delinea una tendenza chiara e, anche i deboli segnali di tendenza (diminuzione nell'intero periodo e aumento nell'ultimo periodo), non risultano statisticamente significativi. Da un punto di vista più qualitativo, si può tuttavia osservare nell'ultimo ventennio, nelle stagioni invernali e primaverili una maggiore frequenza di anni con un deficit di precipitazione rispetto alla media, nonché una diminuzione del numero di giorni piovosi (precipitazione registrata maggiore o uguale a 1 mm) nella maggior parte delle stazioni pluviometriche della rete della Regione Piemonte;
- ✓ le serie storiche orarie sono più affidabili, permettendo di descrivere un andamento delle portate in maniera più precisa e completa rispetto a quanto possibile con le serie mensili/giornaliere adottate in precedenza.

La Dora Baltea, per la natura della sua conformazione morfologica del bacino, risente maggiormente della variazione delle temperature e delle precipitazioni nevose e della permanenza al suolo delle stesse.

In Europa si stima che il potenziale per la produzione idroelettrica sarà ridotto del 6% entro il 2070, rispetto al periodo di riferimento 1970-2000 per effetto dei cambiamenti climatici. Tuttavia, questo valore medio è il risultato di una riduzione maggiore nell'area mediterranea che viene compensata da un aumento nell'Europa settentrionale ed orientale. Mentre la portata dei corsi d'acqua non subirà cambiamenti sostanziali su base annua, la dinamica stagionale sarà significativamente alterata nel prossimo futuro: sarà necessario adottare conformazioni impiantistiche che possano adattarsi a dette modificazioni, specialmente per impianti di taglia considerevole come nell'intervento proposto.

In particolare si prevede una diminuzione estiva delle portate (un periodo dell'anno caratterizzato da consumo limitato) ed un aumento di queste in Aprile e Maggio (periodi di consumo maggiore). Come prevedibile, questa dinamica stagionale influisce maggiormente sugli impianti di produzione ad acqua fluente, come quello in esame, rispetto agli impianti a bacino.

È utile alla comprensione delle modifiche richieste ai parametri di concessione, citare alcune ulteriori considerazioni (fonte PTA Piemonte, PTA Valle d'Aosta, "Le precipitazioni intense in Piemonte" Arpa Piemonte, 2013 e "Cambiamenti Climatici in Valle d'Aosta", Società Meteorologica Subalpina, 2006):

- ✓ dall'analisi storica dei dati misurati sulla regione (Piemonte e Valle d'Aosta) si evidenzia un trend positivo nelle temperature, in particolare nei valori massimi, significativo dal punto di vista statistico. Tale trend, che raggiunge circa i 2°C negli ultimi 59 anni, è in linea con quanto evidenziato dalla letteratura per l'area alpina: un'area dove il riscaldamento globale si manifesta in modo più deciso;
- ✓ l'analisi delle anomalie di temperatura media annuali calcolate a partire dal 1958 fino al 2016, mostra chiaramente una inversione di tendenza delle annate a partire dagli anni '90 rispetto al periodo precedente. Negli ultimi anni in particolare, si osserva come la temperatura media sia stata pressoché sempre al disopra della norma del trentennio di riferimento (1971-2000) per un aumento totale stimato di circa 1°C in 50 anni;
- ✓ anche le temperature minime giornaliere hanno subito un aumento, anche se di minore entità, circa 1,5°C in 59 anni. Non si evince una variazione di trend nei periodi più recenti, infatti nell'intero periodo 1958-2015 le temperature minime sono aumentate di 0,25°C/10 anni, nel periodo 1981-2016 di 0,22°C/10 anni;
- ✓ la quantità di neve fresca è complessivamente in diminuzione negli ultimi trent'anni, anche se nello stesso periodo si evidenziano singole stagioni particolarmente nevose. I modelli meteorologici attuali prevedono che la quantità di neve al suolo a 2000 m s.l.m. diminuirà del 40-60% e la durata della neve al suolo diminuirà di 20-40 giorni;
- ✓ In generale, sovrapposta a una tendenza al riscaldamento, sembra aumentare la variabilità interannuale, che determina l'alternanza di stagioni con caratteristiche climatiche molto differenti. Considerando i valori mensili si osserva inoltre come in questi ultimi 30 anni ci sia stata una maggiore variabilità nelle precipitazioni dei mesi di novembre e dicembre tanto da far registrare un'elevata frequenza di eventi eccezionali sia positivi che negativi;
- ✓ la superficie glacializzata diminuirà del 50-100% entro il 2050. La combinazione di temperature più alte e tassi di precipitazioni maggiori in primavera fa sì che una parte della precipitazione invernale cada in forma di pioggia. Inoltre, si prevede una diminuzione della precipitazione nel periodo estivo ed autunnale. Il verificarsi di queste condizioni può a sua volta determinare un anticipo nel picco di rilascio di acqua legato alla fusione stagionale del manto nevoso e ad una riduzione delle portate



durante il periodo estivo e autunnale. Nei bacini dove la superficie glacializzata è ancora importante, come la Dora Baltea si potrebbe verificare inizialmente un incremento delle portate dovuto alla fusione delle masse glaciali nelle prossime decadi, con in seguito una diminuzione. Si tratta potenzialmente di un cambio vero e proprio del regime idrico di alcune aree dell'ambiente alpino: da una dinamica glacio-nivale e una puramente nivale (Majone et al. 2015);

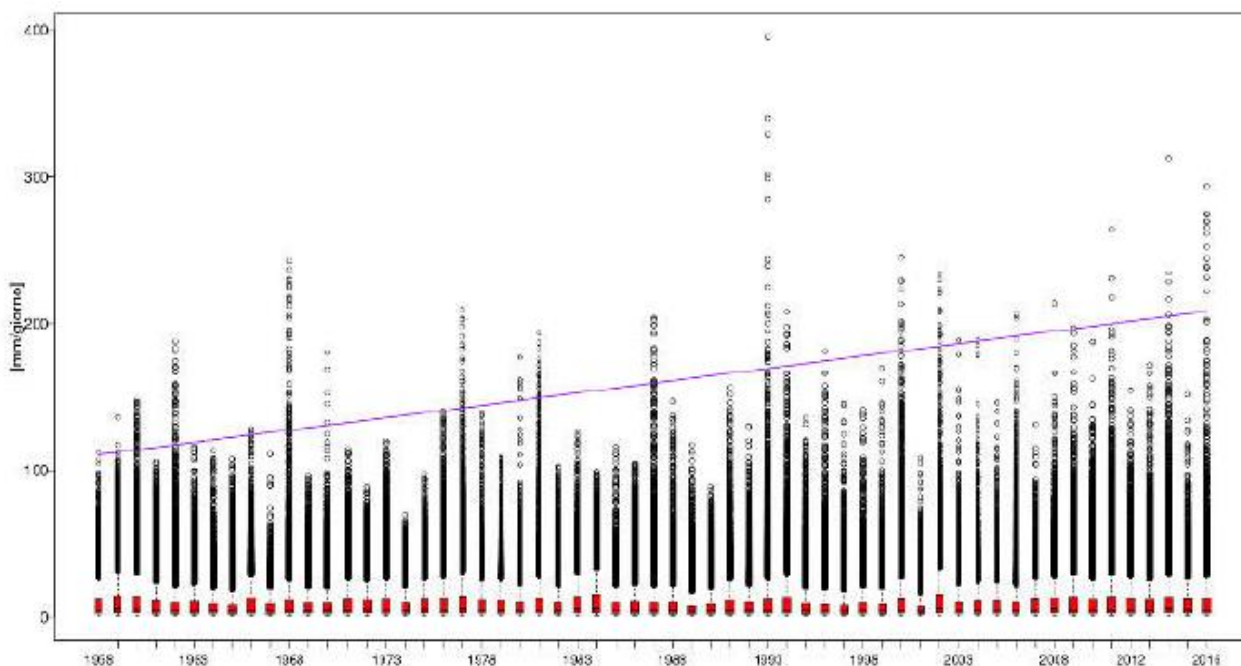
- ✓ alle quote dai 2000 metri in su, in molte aree del Piemonte e della valle d'Aosta, le nevicate complessive della stagione invernale, se sono diminuite dagli anni '80, non mostrano negli ultimi anni una ulteriore tendenza alla diminuzione, piuttosto sembra essersi modificata la loro distribuzione nei mesi. In alcune stazioni al di sopra dei 2000-dei 2000-2200 m di quota si evince un lieve aumento della precipitazione nevosa negli ultimi 15 anni;
- ✓ gli studi condotti dimostrano che sulle Alpi eventi estremi si intensificheranno o, in altri termini, che i tempi di ritorno di un dato evento pluviometrico estremo si ridurranno. Questo fenomeno sarà particolarmente significativo durante l'autunno e per le regioni settentrionali dell'arco Alpino (si rimanda la paragrafo successivo per dettagli).

### 5.1.1 PRECIPITAZIONI INTENSE

Il PTA della regione Piemonte evidenzia inoltre un'importante considerazione relativa alla variabilità di accadimento degli eventi meteorologici estremi.

Dal punto di vista delle precipitazioni intense, confrontando i percentili più elevati (95° e 99°) della distribuzione della pioggia giornaliera dei periodi 1971-2000 e 2001-2015, si osserva l'aumento della precipitazione sia da attribuire a un aumento dei fenomeni più intensi. Proprio per analizzare le variazioni nelle precipitazioni più intense, sono state considerate le distribuzioni annuali delle precipitazioni giornaliere (superiori o uguali ad 1 mm) su tutti i punti griglia su cui viene effettuata l'analisi oggettiva (Figura 34).

Si riscontra un trend positivo statisticamente significativo di aumento dei valori estremi giornalieri (massimo della distribuzione di ogni anno), pari a 1,63 mm.



**FIGURA 34 - BOXPLOT DELLE DISTRIBUZIONI ANNUALI DELLE PRECIPITAZIONI GIORNALIERE SUL PIEMONTE DAL 1958 AL 2016, SUPERIORI O UGUALI AD 1 MM. IN VIOLA IL TREND (STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVO) DEI VALORI MASSIMI GIORNALIERI [PTA PIEMONTE]**

La situazione italiana per il futuro è incerta e fortemente variabile e necessita di attenzione. Studi recenti (Brunetti et al., 2002; 2004) hanno dimostrato che negli ultimi 50 anni, le condizioni climatiche si sono evolute secondo i seguenti pattern:

- ✓ il numero di giorni piovosi è diminuito di circa il 14%, mentre le precipitazioni totali hanno subito un decremento stimato in 47 mm/100 anni per il nord e in 104 mm/100 anni per il sud;
- ✓ a livello stagionale si riscontra che la riduzione dei giorni piovosi è molto più elevata in inverno rispetto alle altre stagioni;
- ✓ sempre a livello stagionale, si riscontra una tendenza all'aumento dell'intensità delle precipitazioni e ad una diminuzione della loro durata, soprattutto in inverno;
- ✓ è aumentato il numero degli eventi estremi;
- ✓ in particolare, sul nord dell'Italia (Brunetti et al., 2000) l'incremento dell'intensità delle precipitazioni provoca un aumento della percentuale di precipitazione giornaliera (PG) se ci si riferisce a classi di precipitazioni molto alte ( $25\text{mm} < \text{PG} < 50\text{mm}$  e  $\text{PG} > 50\text{mm}$ ), e ad una diminuzione di quelle di classi inferiori ( $0\text{mm} < \text{PG} < 2.5\text{mm}$  e  $2.5\text{mm} < \text{PG} < 12.5\text{mm}$ ).

## 5.2 VARIAZIONI ORARIE

Recenti approfondimenti idrologici hanno dimostrato che il regime idrologico alla sezione di presa si è lievemente modificato rispetto a quanto descritto e autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005.

Partendo dai dati idrologici utilizzati in sede di VIA è stato possibile aggiornare le valutazioni idrologiche alla luce delle informazioni desunte dalla rete di misura automatica di ARPA Piemonte. Nello specifico si ha a disposizione le seguenti informazioni:

- ✓ per gli anni 1925÷1984 valori medi mensili delle portate transittanti;
- ✓ per gli anni 2002÷2019 valori medi orari delle portate transittanti, effettivamente usati nell'aggiornamento dell'analisi idrologica, essendo più cautelativi, come descritto in precedenza.

È evidente che le serie storiche orarie, non disponibili in sede di VIA, consentono di descrivere in maniera estremamente puntuale il regime idraulico medio della sezione fluviale, rispetto a quanto disponibile in precedenza. Alla luce di quanto descritto è possibile effettuare due importanti considerazioni, alla base dei criteri di dimensionamento dell'impianto e delle relative analisi numeriche riportate nel prosieguo della trattazione. In sintesi:

- ✓ i valori di portata medi giornalieri del periodo 2005÷2019 sono mediamente più bassi, nell'ordine di circa il 3÷5%, seppur con differenze più marcate per le minori durate, rispetto a quelli valutati considerando le misure medie mensili del periodo complessivo 1925÷1970, senza comunque evidenziare sostanziali scostamenti dalle caratteristiche della forma della curva di durata;
- ✓ l'adozione di misure medie orarie rileva un'oscillazione infra giornaliera della portata transittante non trascurabile. Le oscillazioni rilevate sono in valori assoluti pari a  $\pm 30 \div 60 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dette variazioni sono da imputare, al netto degli eventi pluviometrici, da una parte ai naturali fenomeni meteorologici relativi allo scioglimento di nevi e ghiacciai, e, per una componente non trascurabile, ai rilasci modulati degli invasi artificiali posti a monte.

A titolo rappresentativo si riporta nella pagina seguente l'andamento delle portate transittanti nella sezione di Tavagnasco, non considerando pertanto in questa fase le derivazioni del Naviglio di Ivrea, in alcune giornate tipo, in cui si evince l'esistenza non trascurabile di forti oscillazioni infra giornaliera della disponibilità

idrica. Le serie storiche pluviometriche disponibili gestite dal Centro Funzionale – Regione Valle d’Aosta mostrano per l’intorno delle date individuate l’assenza di eventi pluviometrici significativi.

In Figura 35 si riporta l’andamento delle portate misurate il 18/04/2017 in cui si rileva un’escursione infra giornaliera di circa  $36 \text{ m}^3/\text{s}$  nell’arco di solo 4 ore ( $Q_{\text{max}}$ :  $94.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{\text{min}}$ :  $58.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{\text{media}}$ :  $78.3 \text{ m}^3/\text{s}$  - Pari ad una variazione del 46% rispetto alla portata media fluente nella giornata, rappresentata dalla linea arancione tratteggiata).

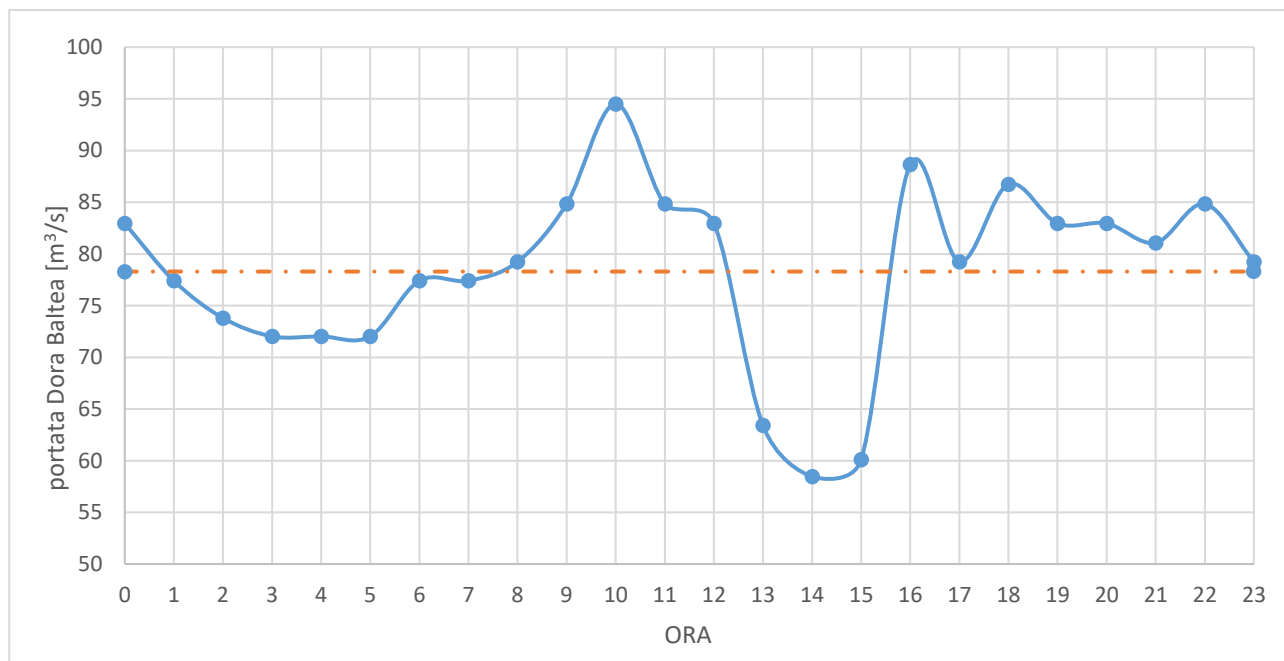


FIGURA 35 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI PROGETTO [ARPA PIEMONTE, GIORNO 18/04/2017]

In Figura 36 si riporta l’andamento delle portate misurate il 03/01/2013 in cui si evince un’escursione infra giornaliera di circa  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $Q_{\text{max}}$ :  $43.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{\text{min}}$ :  $18.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{\text{media}}$ :  $30.1 \text{ m}^3/\text{s}$  - Pari ad una variazione del 80% rispetto alla portata media fluente nella giornata, rappresentata dalla linea arancione tratteggiata).

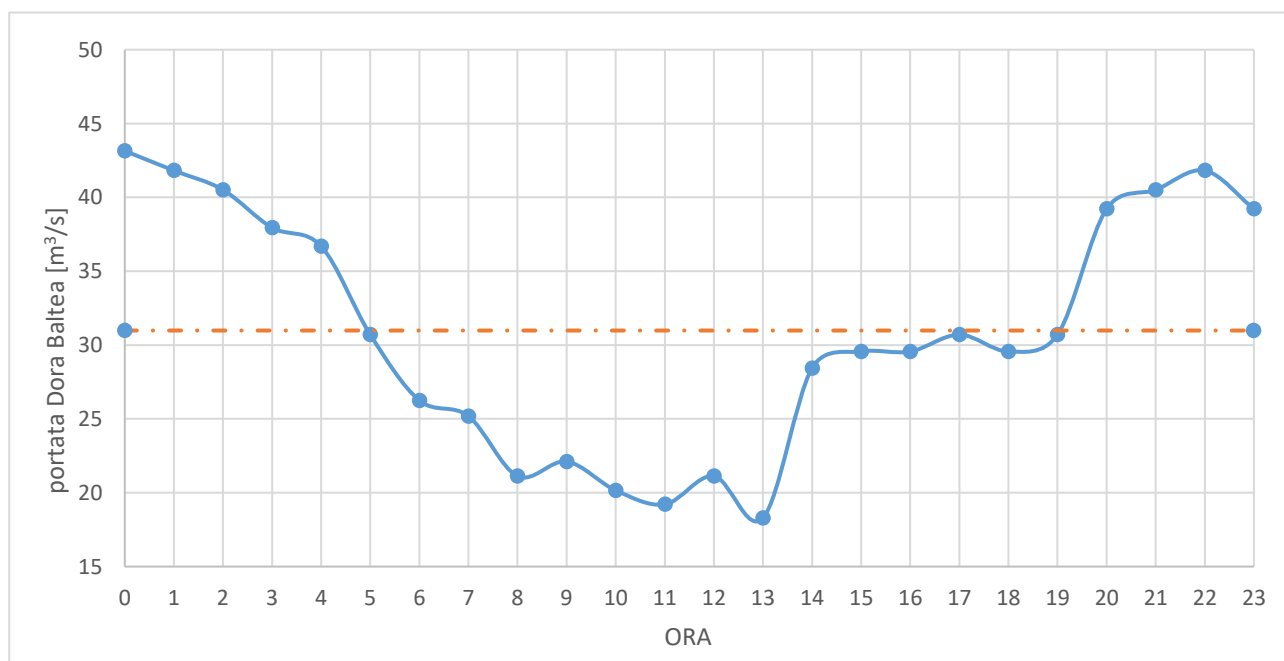


FIGURA 36 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI PROGETTO [ARPA PIEMONTE, GIORNO 08/09/2008]

Le variazioni sopra descritte determinano una serie di effetti diretti sull'impianto, non considerati in sede né di VIA né di Conessione.

Le analisi idrologiche effettuate a partire da dati medi giornalieri, desunti dalle serie storiche descritte in precedenza, non tengono in dovuto conto della grande variabilità del regime reale dei deflussi. Quanto descritto trova conferma nell'annamento esemplificativo riportato in Figura 37 seguente relativo all'andamento di una giornata tipo (valori orari ottenuti dall'idrometro di Tavagnasco e ragguagliati alla sezione dell'impianto, considerando la derivazione del Naviglio di Ivrea, come descritto in seguito).

La linea viola rappresenta la portata massima derivabile dell'impianto in progetto oggetto di modifica, pari a  $156 \text{ m}^3/\text{s}$  come stabilito con Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014.

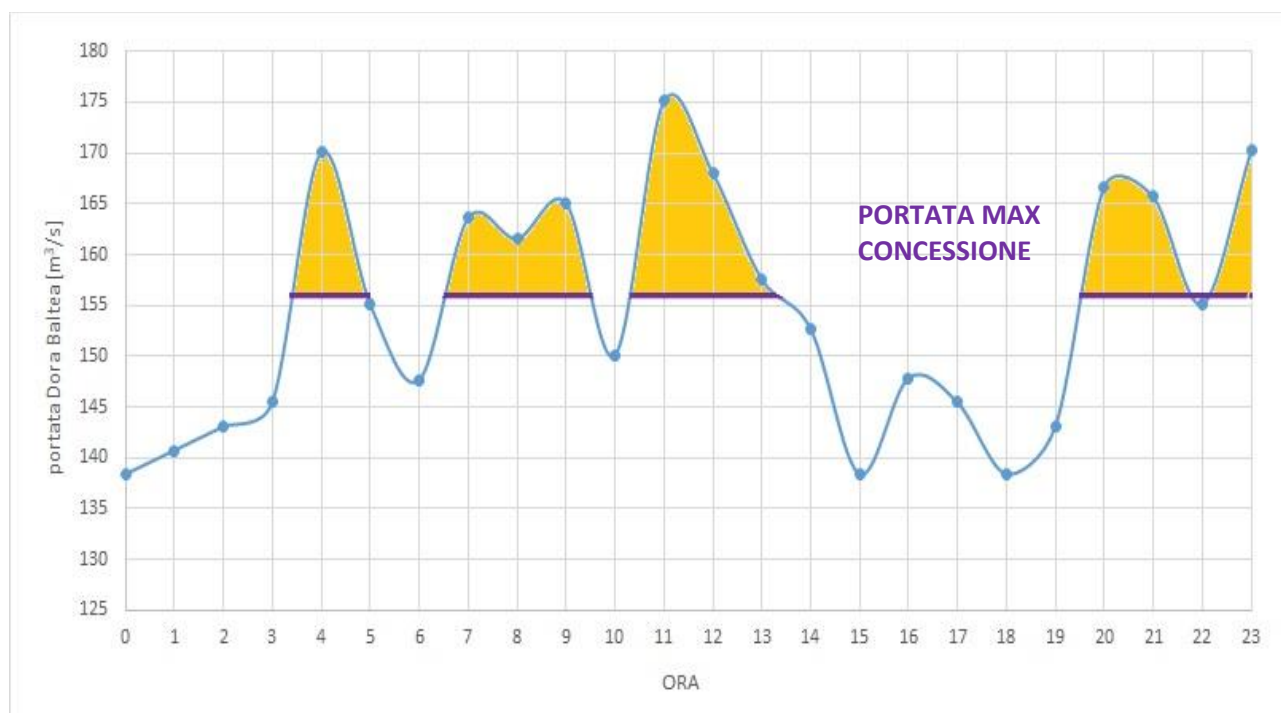


FIGURA 37 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI PROGETTO [ARPA PIEMONTE, GIORNO 02/06/2018]

La portata media giornaliera alla sezione di progetto nella giornata del 02/06/2018 è valutabile in  $156 \text{ m}^3/\text{s}$ , (che corrisponderebbe ad un funzionamento a piena potenza per l'intera giornata) tuttavia solo una parte di essa è effettivamente sfruttabile ai fini energetici, considerazione che un'analisi ideologica basata sulla sola media giornaliera non è in grado di evidenziare.

Come si desume dalla Figura 37 l'analisi dell'andamento orario delle portate riporta la presenza di sensibili oscillazioni che portano in taluni orari a superare la portata massima derivabile di concessione con la necessità di dover regolare le turbine al fine di ottemperare al limite imposto, previsto a  $156 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ne consegue che la portata giornaliera reale nella giornata del 02/06/2018, scomputando le aree arancioni perché non sfruttabili, sia pari a  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  comportando una sovrastima delle reali portate medie derivabili e conseguentemente delle relative produzioni attese, che nel caso di specie è valutabile in circa -4%, e nel complesso dei dati disponibili tra il 3÷6%.

Al fine di consentire il pieno sfruttamento energetico delle portate disponibili che sfiorerebbero dalla traversa nei momenti di picco (vedasi le oscillazioni naturali, come i rilasci dei bacini idroelettrici esistenti a monte o l'aumento dei fenomeni più intensi descritto in precedenza) si evidenzia pertanto la necessità di





In Tabella 8 si elencano i principali invasi regionali, che comprendono sia impianti a serbatoio, con una durata di invaso superiore alle 400 ore caratterizzati da una modulazione stagionale delle portate (si veda la diga di Place Mouline - Bionaz) che impianti a bacino, con una durata di invaso superiore minore di 400 ore e maggiore di 2 ore caratterizzati da una modulazione settimanale o giornaliera delle portate.

Nome Diga	Portata massima rilasciata
Place Moulin	16,6 m <sup>3</sup> /s
Dighe di Cignana	3,0 m <sup>3</sup> /s
Diga di Perrères	4,5 m <sup>3</sup> /s
Diga del lago del Goillet	3,3 m <sup>3</sup> /s
Dighe del lago del Gabiet	2,6 m <sup>3</sup> /s
Diga di Beauregard	16,5 m <sup>3</sup> /s

TABELLA 8 – PORTATA MASSIMA RILASCIATA DALLE PRINCIPALI DIGHE SECONDO LE RISPETTIVE CONCESSIONI

Considerando per facilità di trattazione unicamente gli invasi di cui alla Tabella 8 precedente è evidente la possibilità degli stessi di rilasciare in maniera pressoché istantanea una portata massima considerevole e non trascurabile, concentrata in poche ore al giorno nei momenti di maggiore remunerazione dell'energia.

L'effetto di questo modello di gestione, ormai secolare, ha un effetto differente e cumulato sul regime naturale della Dora Baltea in funzione dell'alternanza di invasi posti lungo la medesima asta, come esemplificato in Figura 39, e del rispettivo tempo di corrivazione del singolo impianto rispetto alla sezione di progetto.

Al fine di sottolineare che il sistema di invasi artificiali ha un importante effetto di laminazione delle portate (e delle piene) si riporta una nota emessa da regione Valle d'Aosta Ufficio Dighe “[...] nel corso dell'alluvione dell'anno 2000 nessuno dei grandi invasi stagionali ha rilasciato portate durante quei giorni di precipitazioni eccezionali (tranne il Gabiet che, pur sfiorando dal giorno 15 ottobre una portata massima di circa 5 m<sup>3</sup>/s, ha comunque ritardato la fuoriuscita di ben 240.000 m<sup>3</sup> d'acqua che avrebbero costituito la punta dell'onda di piena); anzi essi hanno permesso di invasare complessivamente una quantità d'acqua pari a circa 7.500.000 m<sup>3</sup>, trattenendo la pioggia caduta sui bacini imbriferi di cui essi raccolgono le acque (circa 210 km<sup>2</sup>). Senza le dighe tale massa d'acqua si sarebbe immediatamente riversata nell'alveo di torrenti e fiumi aggravando situazioni già critiche”.

#### 5.2.1.1 INFLUENZA DEI RILASCI DEI BACINI ARTIFICIALI SUI DEFLUSSI DELLA DORA BALTEA

Il sistema di invasi artificiali le cui caratteristiche sono riassunte in Tabella 7 precedente ha effetti evidenti sul regime degli efflussi misurato a Tavagnasco, allo sbocco della Dora Baltea dalla regione Valle d'Aosta come verrà descritto nel presente paragrafo.

Le centrali idroelettriche ad acqua fluente sono escluse dalla trattazione (come la centrale in progetto), in quanto non hanno capacità di laminazione delle portate, risultando di fatto trasparenti alle portate in ingresso.

Gli effetti della forte incidenza della componente antropica, legata ai rilasci dei bacini idroelettrici sono maggiormente evidente nella stagione invernale quando l'effetto delle precipitazioni (mediamente assenti nel periodo o comunque di tipo prevalentemente nevoso) e fusione della componente nevosa-ghiacciai sulle portate fluenti della neve sono minori.

Si veda a titolo esemplificativo l'andamento delle portate misurate a Tavagnasco (cfr. Figura 40) tra il 08/01/2007 e il 22/01/2007 con raggruppamento giornaliero (le date individuate sono puramente indicative di un regime che si mantiene costante praticamente tutti gli anni), in cui è evidenziato in colore arancione un evidente minimo (periodico) delle portate fluenti localizzato nei giorni festivi.

Le serie storiche pluviometriche disponibili gestite dal Centro Funzionale – Regione Valle d'Aosta mostrano per l'intorno delle date individuate l'assenza di eventi pluviometrici significativi pertanto dette variazioni sono da imputare ai rilasci controllati degli invasi artificiali, come sottolineato inoltre dall'evidente ciclicità dei fenomeni evidenziati.

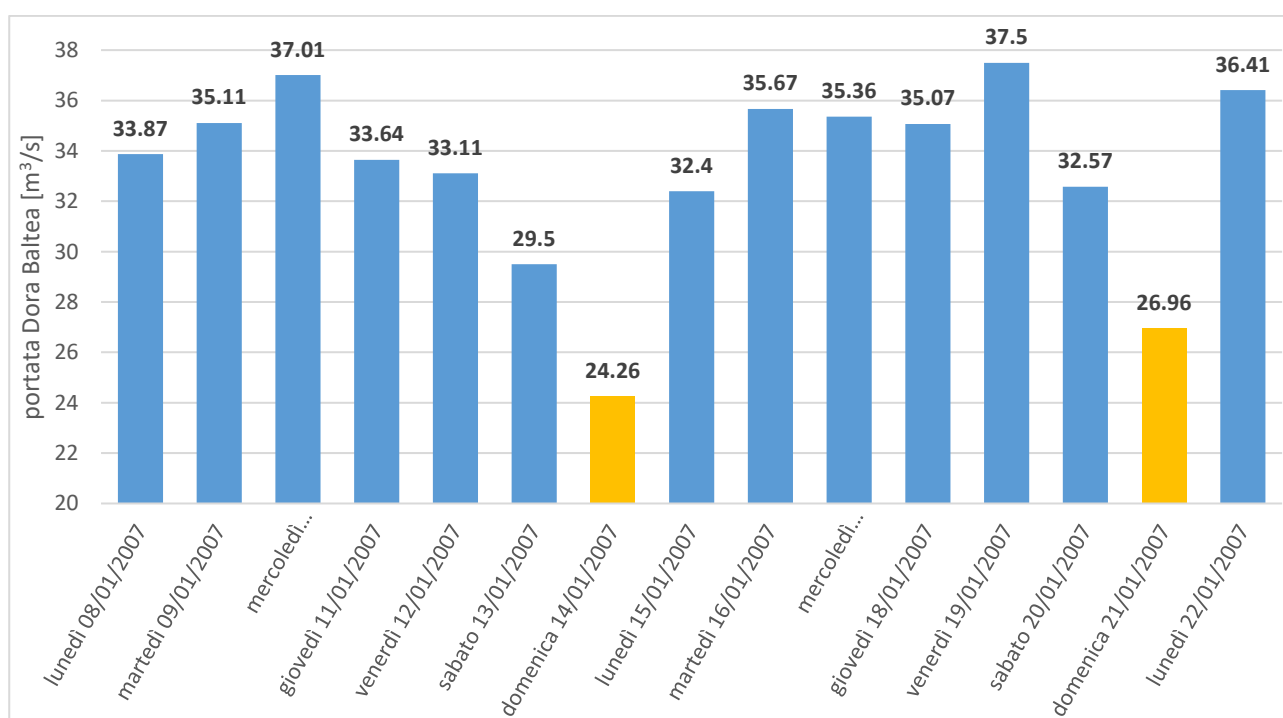


FIGURA 40 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI TAVAGNASCO – MEDIE GIORNALIERE 08/01/2007-22/01/2007

	Portata naturale media giorni lavorativi (lun-ven)	Portata naturale domenica	Differenza %
<b>Settimana 1</b>	34.5 m³/s	24.26 m³/s	30%
<b>Settimana 2</b>	35.2 m³/s	26.96 m³/s	27%

TABELLA 9 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI TAVAGNASCO – DIFFERENZA GIORNI LAVORATI/FESTIVI

Come rappresentato in Figura 36 ed in Tabella 9 è evidente che l'andamento delle portate della Dora Baltea sia fortemente dipendente dalla componente antropica con variazioni medie tra i giorni lavorativi e la domenica non trascurabili: risulta evidente che le portate medie rilevate nelle giornate lavorative (lun-ven) siano superiori del 25±35 % rispetto alle portate fluenti nella giornata di domenica.



Dette variazioni si mantengono elevate, e chiaramente evidenti, per l'intero periodo invernale quando la componente pluviometrica e di fusione dei deflussi è minoritaria. Per gli altri periodi dell'anno dette variazioni tuttavia persistono, con valori % assoluti minori.

In Figura 41 si riporta per confronto un dettaglio dei dati evidenziati in Figura 40 rilevati con cadenza giornaliera, con le stesse misurazioni eseguite a cadenza oraria tra il 08/01/2007 e il 14/01/2007: si evidenzia il tipico andamento oscillante tipico dei bacini con forte sfruttamento idroelettrico.

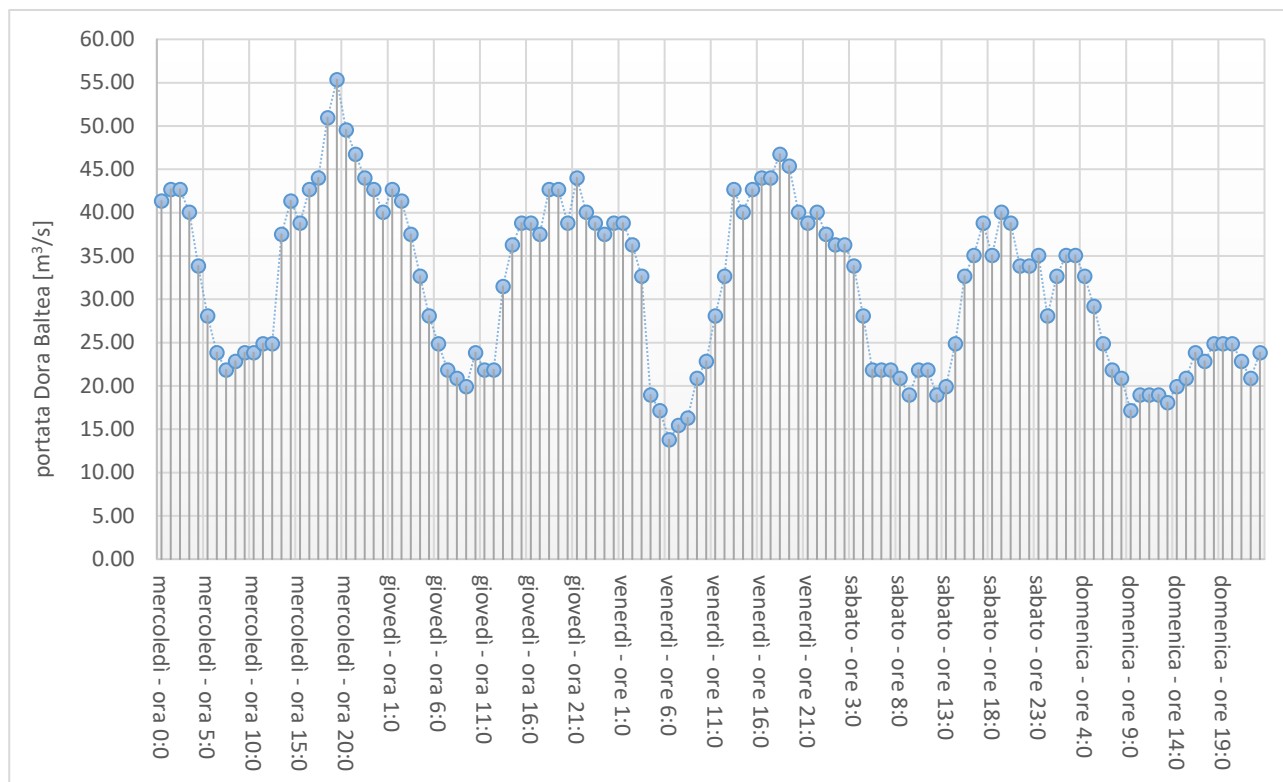


FIGURA 41 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI TAVAGNASCO – MEDIE ORARIE 08/01/2007-14/01/2007

In Tabella 10 si riassumono in dettaglio i parametri caratteristici delle oscillazioni sopra evidenziate. È evidente che in termini %, rispetto alla portata media fluente nella giornata, l'effetto dei rilasci degli invasi artificiali sia sensibile.

	Portata media giornaliera	Portata oraia massima	Portata oraia minima	Oscillazione assoluta	Oscillazione % sulla portata media
<b>Mercoledì 10/01/2007</b>	37.01 m <sup>3</sup> /s	55,34 m <sup>3</sup> /s	21,84 m <sup>3</sup> /s	33,50 m <sup>3</sup> /s	91%
<b>Giovedì 11/01/2007</b>	33.64 m <sup>3</sup> /s	44,01 m <sup>3</sup> /s	19,91 m <sup>3</sup> /s	24,10 m <sup>3</sup> /s	72%
<b>Venerdì 12/01/2007</b>	33.11 m <sup>3</sup> /s	46,74 m <sup>3</sup> /s	13,80 m <sup>3</sup> /s	32,94 m <sup>3</sup> /s	99%
<b>Sabato 13/01/2007</b>	29.5 m <sup>3</sup> /s	40,06 m <sup>3</sup> /s	18,98 m <sup>3</sup> /s	21,09 m <sup>3</sup> /s	71%
<b>Domenica 14/01/2007</b>	24.26 m <sup>3</sup> /s	35,05 m <sup>3</sup> /s	17,17 m <sup>3</sup> /s	17,89 m <sup>3</sup> /s	74%

TABELLA 10 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI TAVAGNASCO – MEDIE ORARIE 08/01/2007-14/01/2007 – PARAMETRI CARATTERISTICI

Come già rilevato in precedenza nelle giornate festive, ed in misura maggiore di domenica, le portate fluenti risultano più costanti e caratterizzate da valori minori rispetto alla media dei giorni lavorativi, indice di una gestione dei bacini di monte più focalizzata all'accumulo di risorsa idrica che alla produzione energetica. Quanto descritto si ripercuote alla sezione di chiusura attraverso delle forti oscillazioni orarie infragiornaliere, a ricorrenza altamente periodica per tutto il corso dell'anno, valutabili in termini assoluti tra i 20÷60 m<sup>3</sup>/s, con valori minori nelle festività e di notte.

Un bacino regolato da invaso artificiale consente di concentrare la produzione idroelettrica in un determinato momento della giornata per una durata complessiva di poche ore, tipicamente quando il prezzo di riferimento evidenzia un margine di guadagno maggiore, riducendo le portate rilasciate nelle ore di minor richiesta, quali le ore notturne o tipicamente i fine settimana. Le centrali idroelettriche a bacino hanno infatti la peculiarità di poter essere attivate e disattivate con l'apertura delle saracinesche idrauliche, dando quindi la possibilità di coprire facilmente gli improvvisi picchi di richiesta che si possono verificare, generando un rilascio di portata considerevole e concentrato.

L'andamento medio del prezzo dell'energia in Italia prevede due picchi giornalieri nelle fasce orarie 7:00 – 12:00 e 17:00 – 20:00 a maggiore richiesta energetica (denominate "ore piene"); nelle restanti fasce orarie 0:00 – 7:00; 12:00 – 17:00; 20:00 – 24:00 (denominate "ore vuote") il fabbisogno energetico nazionale scende riducendo di conseguenza la domanda e di conseguenza i prezzi.

La dinamica dei prezzi si ripercuote in maniera pressochè parallela sul regime delle portate della Dora Baltea (caratteristica specifica, addirittura unica nel reticolo idrografico alpino) date le caratteristiche specifiche descritte in precedenza come evidenziato in maniera estremamente esaustiva nel grafico riportato in Figura 42 in cui si sovrappone per uniformità le medesime misurazioni eseguite a cadenza oraria tra il 08/01/2007 e il 14/01/2007 a Tavagnasco con l'evoluzione dei prezzi orari negli stessi orari (fonte: Gestore Mercati Energetici – PUN Zona Nord esiti del Mercato del Giorno Prima (MGP)).

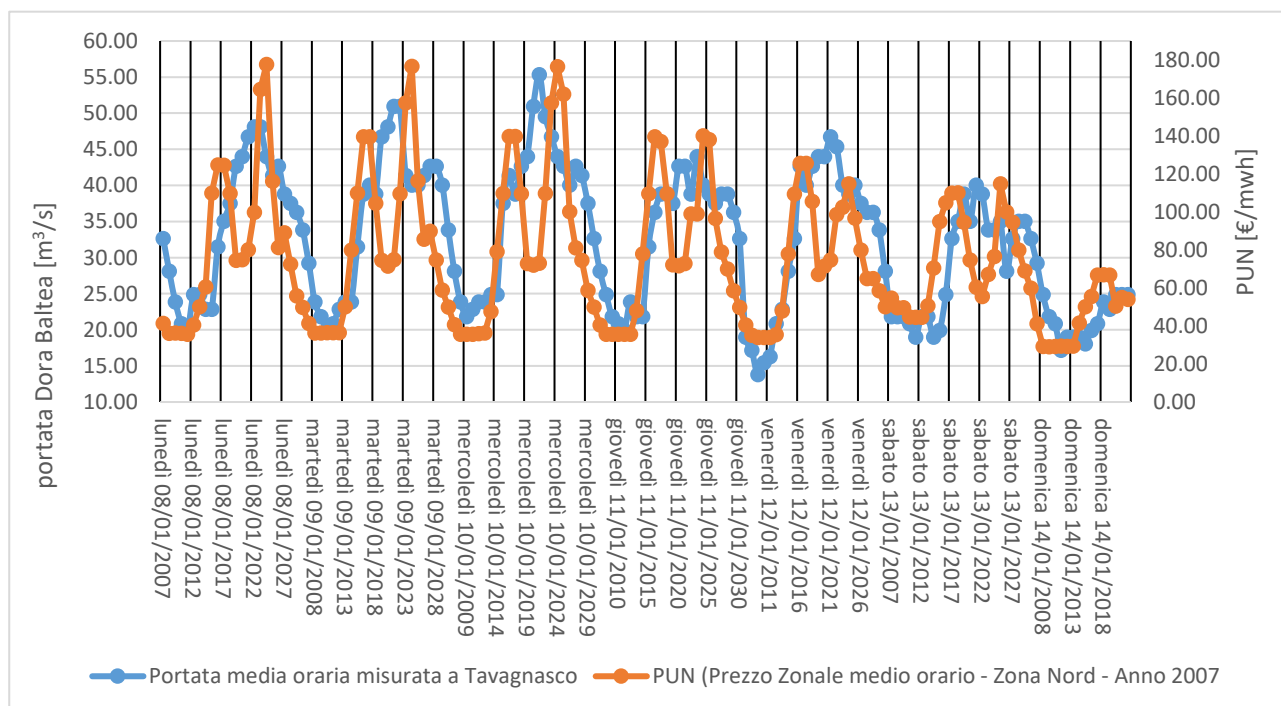


FIGURA 42 – CONFRONTO PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI TAVAGNASCO – PUN ZONA NORD<sup>2</sup>

<sup>2</sup> I dati orari di portata sono stati traslati di 4 ore, compatibilmente con un tempo di corrivazione medio atteso per la sezione di Tavagnasco.

## 6 AGGIORNAMENTO DELL'ANALISI IDROLOGICA

Il presente documento rappresenta l'aggiornamento dello studio idrologico già condotto in sede di Valutazione d'Impatto Ambientale, autorizzato con DEC DSA n°1432 del 29/12/2005, ed in sede di Decreto di Concessione con Determina Dirigenziale della Provincia di Torino (ora Città Metropolitana di Torino) n. 461-21990 del 23 giugno 2014.

Come già descritto al Capitolo 5, con riferimento ai dati idrologici già disponibili (dati statistici delle portate disponibili in alveo dedotti dagli annali idrologici della stazione idrometrica di Tavagnasco per gli anni 1925÷1984, raggruppati per valori medi mensili), nonché agli ulteriori dati di monitoraggio orario del regime di portata della Dora Baltea alla sezione di Tavagnasco nel periodo compreso tra il 2002 ed il 2019 (fonte ARPA Piemonte non disponibili in sede di progettazione definitiva allegata alla VIA), si è proceduto alla ricostruzione della curva di durata media della Dora Baltea alla sezione della traversa "ex Cima", per poter meglio rappresentare il regime idrologico medio annuo e, quindi, i valori di producibilità attesi dall'impianto.

I valori di portata medi orari del periodo 2005÷2019 si rilevano mediamente più bassi, nell'ordine di circa il 3÷5% con differenze più marcate per le minori durate, rispetto a quelli valutati in sede di Valutazione d'Impatto Ambientale nel periodo complessivo 1925÷2004, senza comunque evidenziare sostanziali scostamenti dalle caratteristiche della forma della curva di durata, ad ulteriore conferma della bontà dei dati disponibili nei diversi periodi di misura analizzati.

Come riassunto in Tabella 6 e Figura 33 le variazioni orarie descritte in precedenza comportano una riduzione della portata media annua di circa -3% considerando i dati 2005÷2019 rispetto alle serie storiche precedenti.

Una valutazione basata sui valori orari ha inoltre evidenziato una sensibile riduzione delle portate effettivamente turbinabili, spiegabile dal fatto che oltre ad una riduzione della generale disponibilità idrica non tutte le punte evidenziabili all'interno della stessa giornata possono essere sfruttate a livello energetico con la configurazione di impianto prevista in VIA, con un riduzione dell'efficienza complessiva dell'utilizzazione della risorsa idrica disponibile. Relativamente alla rilevata variazione della disponibilità di risorsa idrica presente nella Dora Baltea si può asserire:

- ✓ come rilevato nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte e Regione Valle d'Aosta è in atto una generale modificazione del clima che incide in particolare su alcuni parametri meteorologici quali temperatura, precipitazioni nevose e aumento dei fenomeni più intensi;
- ✓ le serie storiche orarie sono più affidabili, permettendo di descrivere un andamento delle portate in maniera più precisa e completa rispetto a quanto possibile con le serie mensili/giornaliere adottate in precedenza;
- ✓ il tratto sotteso dall'impianto in progetto risulta essere in stretta dipendenza con gli impianti idroelettrici presenti in Valle d'Aosta. In particolare questi effetti si traducono in sottrazioni di risorsa quando gli impianti invasano (tipicamente nelle ore notturne e nelle festività) e aumento delle portate in alveo quando si produce energia (tipicamente nelle "ore piene" nelle fasce orarie orarie 7:00 – 12:00 e 17:00 – 20:00, che nella sezione di progetto si traduce in uno sfasamento di circa 4 ore), pertanto è indispensabile integrare i dati precedentemente calcolati delle portate fluenti sfruttabili tenendo conto degli effetti di bacinnizzazione delle acque causati dagli impianti sopra citati.

Al fine di consentire il pieno sfruttamento energetico delle portate disponibili che sfiorerebbero dalla traversa nei momenti di picco (vedasi le oscillazioni naturali, come i rilasci dei bacini idroelettrici esistenti a monte o l'aumento dei fenomeni più intensi descritto in precedenza) si evidenzia pertanto la necessità di

incrementare il valore di portata massima derivabile, già Concesso con Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014, al fine di poter sfruttare dette variazioni repentine di portata. Come si avrà modo di presentare un aumento della portata massima derivabile non determina necessariamente un aumento della portata media annua derivabile: si tratta di una caratteristica specifica (addirittura unica nel reticolo idrografico alpino) della Dora Baltea la quale è caratterizzata da una forte escursione giornaliera (e stagionale) delle portate.

In allegato alla presente si riportano le tabelle di dettaglio con i risultati delle elaborazioni idrologiche descritte nei paragrafi seguenti.

## 6.1 PORTATA NATURALE ALLA SEZIONE DI PRESA (IVREA – TORRE BALFREDO)

Come evidenziato in precedenza, a titolo cautelativo nel presente aggiornamento dello studio idrologico già condotto in sede di Valutazione d’Impatto Ambientale si sono adottati unicamente i valori di portata misurati nella stazione idrometrica di Tavagnasco misurati dal 2005 al 2019 (ultimo anno per cui è disponibile la scala di deflusso aggiornata) con cadenza oraria.

I dati di portata giornaliera registrati a Tavagnasco sono stati pertanto traslati a valle, in corrispondenza della sezione di presa dell’impianto idroelettrico in progetto, mediante la formulazione seguente:

$$Q_s = Q_m * \frac{A_s}{A_m} * (1 - \mu)$$

In cui:

- $Q_s$  rappresenta la portata, in  $m^3/s$ , alla sezione di interesse (Ivrea – Torre Balfredo);
- $Q_m$  rappresenta la portata, espressa in  $m^3/s$ , misurata in corrispondenza della sezione strumentata (Tavagnasco);
- $A_s$  è l’area del bacino imbrifero sotteso alla sezione di interesse;
- $A_m$  è l’area del bacino sotteso alla sezione strumentata;
- $\mu$  è un coefficiente di incertezza considerato pari a -5%, introdotto per tenere in considerazione in via cautelativa di eventuali errori di interpolazione delle curve di durata delle portate ed in generale per integrare nell’analisi quanto descritto in precedenza relativamente alla dinamica in atto di generale riduzione delle portate fluenti (si veda la Figura 33 a descrizione dell’andamento delle portate).

Il coefficiente di incertezza introdotto consente di integrare, a favore di sicurezza, le considerazioni effettuate sull’evoluzione della dinamica degli efflussi: come descritto in precedenza è in atto una generale riduzione delle portate fluenti (riduzione della portata media annua di circa -3% considerando i dati 2005÷2019 rispetto alle serie storiche precedenti quali i dati 1925÷1970) il cui trend continuerà negli anni di durata della concessione, prevista in scadenza per l’anno 2044.

Nella Tabella 11 seguente si riassumono le aree del bacino imbrifero sotteso dalle diverse sezioni considerate.

Area bacino imbrifero impianto		
Dora Baltea - Tavagnasco	3.313	km <sup>2</sup>
Dora Baltea – Ivrea (Torre Balfredo)	3.394	km <sup>2</sup>

TABELLA 11 – AREE BACINO IMBRIFERO SOTTESO

Nella Tabella 12 e nella Figura 43 e Figura 44 seguenti si sintetizza l’andamento medio mensile delle portate attese nell’anno medio del fiume Dora Baltea in corrispondenza delle opere di presa (Ivrea località Torre Balfredo) valutato come descritto in precedenza (valori comprensivi del coefficiente d’incertezza)

MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$Q_{NATURALE}$ [m <sup>3</sup> /s]	34,1	30,4	32,0	69,0	162,0	234,6	164,3	117,6	82,2	60,1	71,7	40,2

TABELLA 12 – ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE NATURALI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL’IMPIANTO IN PROGETTO

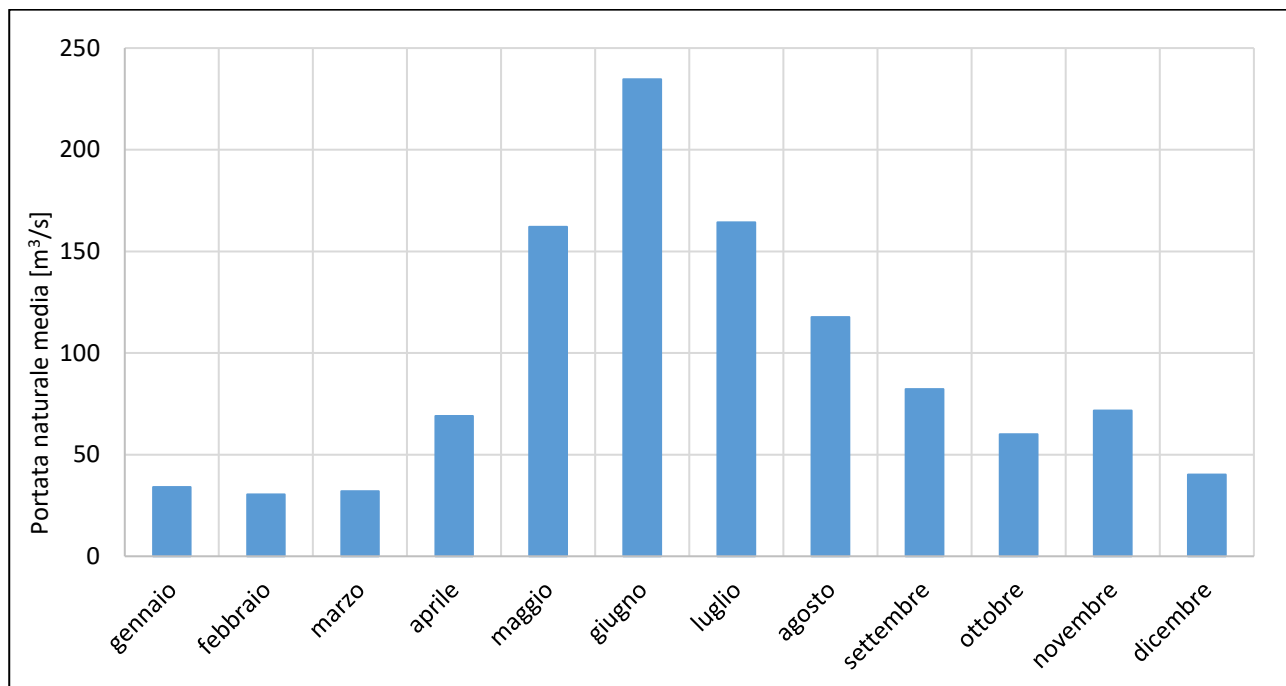


FIGURA 43 – ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE NATURALI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL’IMPIANTO IN PROGETTO

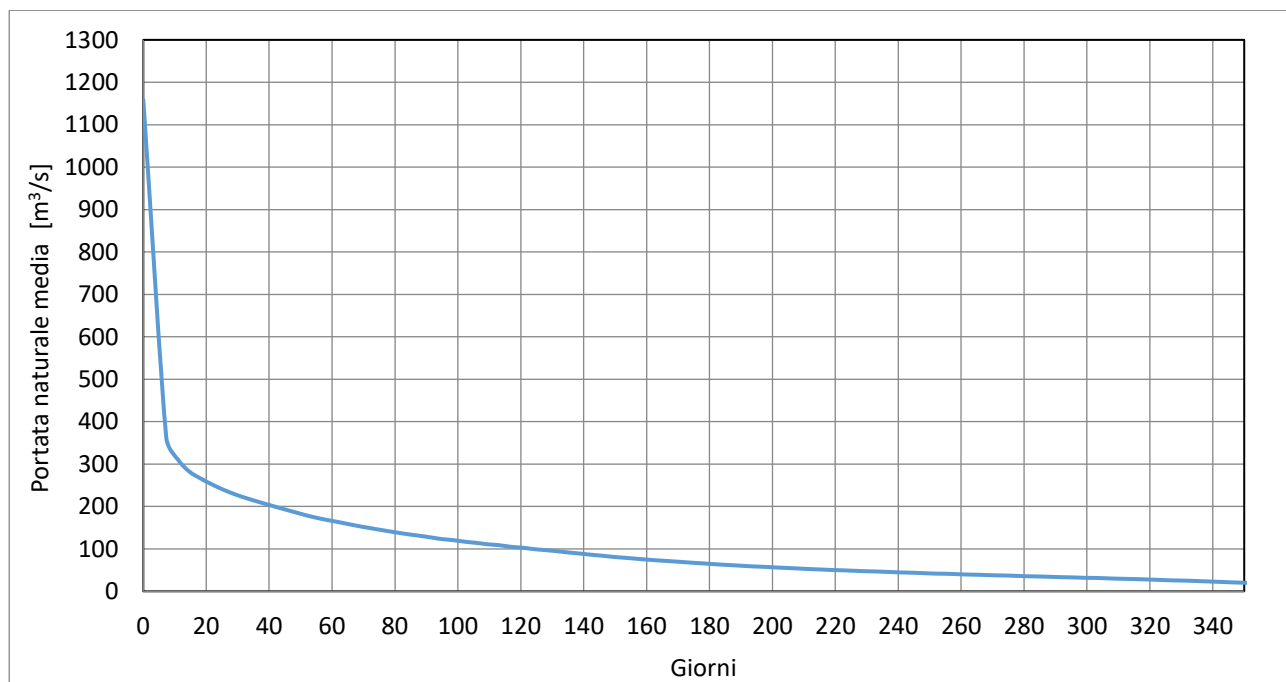


FIGURA 44 – CURVA DI DURATA DELLE PORTATE NATURALI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL’IMPIANTO IN PROGETTO

La curva di durata delle portate naturali del periodo 2005÷2019 ha la forma tipica del regime idrico dei bacini glaciali e nivali, ove la parte più alta della curva è rappresentata dalle portate dei mesi estivi e quella più bassa dalle portate dei mesi invernali.

La curva di durata delle portate naturali, alla luce delle considerazioni fatte sui valori di portata media annua naturale, estrapolazione all'anno 2044, valutata pari a 91.6 m<sup>3</sup>/s (cfr. Tabella 6), può essere riassunta con i seguenti valori significativi:

	Q <sub>1</sub>	Q <sub>11</sub>	Q <sub>29</sub>	Q <sub>60</sub>	Q <sub>91</sub>	Q <sub>135</sub>	Q <sub>183</sub>	Q <sub>274</sub>	Q <sub>355</sub>	Q <sub>365</sub>
[m <sup>3</sup> /s]	1040	311,4	228,4	163,1	127,2	91,6	63,4	37,3	18,6	12,5
In % della Q <sub>NATURALE MEDIA</sub> ANNUA	1137%	340%	250%	178%	139%	100%	69%	41%	20%	14%

TABELLA 9 – VALORI DI DURATA DELLE PORTATE NATURALI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

I valori più rappresentativi delle condizioni idrologiche della Dora Baltea nella sezione di Ivrea località Torre Balfredo sono:

- ✓ valore di portata di durata pari a 183 giorni (63,47 m<sup>3</sup>/s): per metà dell'anno (soprattutto nella stagione fredda), in media, le portate disponibili sono inferiori;
- ✓ Q<sub>MED</sub>: 91,61 m<sup>3</sup>/s, a partire dalla quale risulta una durata di 135 giorni: per quasi due terzi dell'anno le portate sono inferiori (valori comprensivi del coefficiente d'incertezza);
- ✓ La Q<sub>1</sub> è la media delle portate massime giornaliere annue;
- ✓ la Q<sub>365</sub> è la media delle portate minime giornaliere annue.

In allegato si riportano i valori caratteristici con aggregazione media mensile e giornaliera, dedotti dai valori orari misurati da Arpa Piemonte dal 2005 al 2019 (ultimo anno per cui è disponibile la scala di deflusso aggiornata), ragguagliati alla sezione di progetto come descritto in precedenza (valori comprensivi del coefficiente d'incertezza).

## 6.2 DEFLUSSO MINIMO VITALE - Q<sub>PAI</sub>

L'impianto in oggetto, per le sue caratteristiche realizzative, non determina una sottensione effettiva del corso d'acqua su quale si inserisce poiché le turbine risultano inserite in corpo traversa e la risorsa idrica a monte e a valle dello sbarramento non risulta in alcun modo depauperata assimilandosi alla tipologia prevista dall'art. 3, comma 4 lettera b del Regolamento regionale 17 luglio 2007, n. 8/R, recante: "Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge regionale 29 dicembre 2000, n.61)", in cui sono esonerati dalla disciplina sul DMV i seguenti impianti idroelettrici:

- ✓ *"b) gli utilizzi dell'acqua per uso energetico attuati mediante turbine collocate nel corpo della traversa, a condizione che la continuità idraulica sia assicurata da un'apposita scala di risalita della fauna ittica".*

In ottemperanza a quanto stabilito in sede di Valutazione d'Impatto Ambientale autorizzato con DEC DSA n°1432 del 29/12/2005 ed in sede di Decreto di Concessione con Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014, sulla base della vigente disciplina regionale, sarà tuttavia sempre garantito il rilascio di un idoneo quantitativo di risorsa idrica attraverso la scala di risalita per l'ittiofauna di tipo naturalistico,

Il passaggio, imitando di fatto le caratteristiche di un corso d'acqua naturale, consentirà il ripristino della continuità fluviale, creando alcontempo lungo il percorso habitat fruibili per la fauna acquatica.

Per la portata di competenza del passaggio per pesci ( $Q_{PAI - (DMV)}$ ) si è assunto quanto prescritto dal DEC/DSN2005/01432 del 29/12/2005 e dalla Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014 pari a 2.310 l/s (cfr. Tabella 13).

$Q_{PAI - (DMV)}$	2,310	$m^3/s$
-------------------	-------	---------

TABELLA 13 – PORTATA DI ALIMENTAZIONE DELLA SCALA DI RISALITA ITTIOFAUNA ( $Q_{PAI - (DMV)}$ )

La progettazione del By-pass Naturalistico è stata sviluppata sulla base del progetto della traversa di derivazione delle acque della Dora Baltea con annessa centrale idroelettrica in comune di Ivrea proposto dalla società Edil Samar s.r.l..

In particolare, la stesura del progetto del By-pass Naturalistico, sviluppato essenzialmente come opera destinata alla risalita della fauna ittica (passaggio artificiale per pesci), è stata necessariamente vincolata alla conformità con il nuovo Regolamento Regionale n.8/R recante: “Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)”.

La progettazione del passaggio per pesci è stata eseguita secondo quanto previsto dal suddetto regolamento, ed in particolare per quanto contenuto all'allegato D: “Progetti di adeguamento delle opere di presa” – punto E3. La progettazione inoltre è conforme a quanto successivamente con le linee guida della Regione Piemonte, approvate con D.G.R. n. 25-1741 del 13 luglio 2015 “Linee guida tecniche per la progettazione e il monitoraggio dei passaggi per la libera circolazione della fauna ittica” descritta al punto 6.3 “Canali by-pass”.

### 6.3 PRELIEVI IN ATTO – AGGIORNAMENTO POST VIA

Come già previsto in sede di Valutazione di Impatto Ambientale e di Concessione il principale elemento della rete idrica secondaria nell'area d'intervento è rappresentato dal Naviglio di Ivrea, la cui costruzione fu iniziata durante il regno Vittorio Amedeo VIII nel 1433 e fu ultimata nel 1468; esso fu originariamente concepito per scopi commerciali, come via di comunicazione diretta fra Ivrea e Vercelli. Nei secoli successivi, sotto la spinta del progressivo sviluppo dell'irrigazione in genere e della risicoltura nel Vercellese in particolare, vennero eseguiti a più riprese interventi di adeguamento funzionale, sino a pervenire alla configurazione attuale.

Il Naviglio trae alimentazione dalla Dora Baltea in corrispondenza del centro abitato, mediante una traversa lunga 450 m provvista di scaricatore (“il Pontetto”). Il canale ha una percorrenza di circa 70 km e dal medesimo sono derivati altri 7 canali sulla quale insistono numerosi impianti idroelettrici, 2 dei quali entrati in funzione successivamente all'ottenimento da parte di Edil Samar del decreto di Valutazione d'Impatto Ambientale positiva (autorizzato con DEC DSA n°1432 del 29/12/2005) e della Concessione (assentita con Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014).

Sulla base dei dati di concessione e delle portate derivate fornite dal Consorzio Ovest Sesia in sede di VIA erano state definite una serie di possibili alternative della configurazione dei prelievi del Naviglio e dell'impatto di queste sulla derivazione proposta da Edil Samar in termini di produzioni energetiche e di portate derivabili.

Come verrà descritto al paragrafo successivo, a seguito della realizzazione da parte della Coutenza di una nuova centrale idroelettrica posta in corpo alla traversa da cui sono captate le acque del Naviglio di Ivrea in

fregio allo scaricatore citato in precedenza, entrata in esercizio il 10 settembre 2015, è possibile allo stato attuale definire in maniera univoca la reale disonibilità delle acque per l'intervento di Edil Samar (cfr. Figura 45).

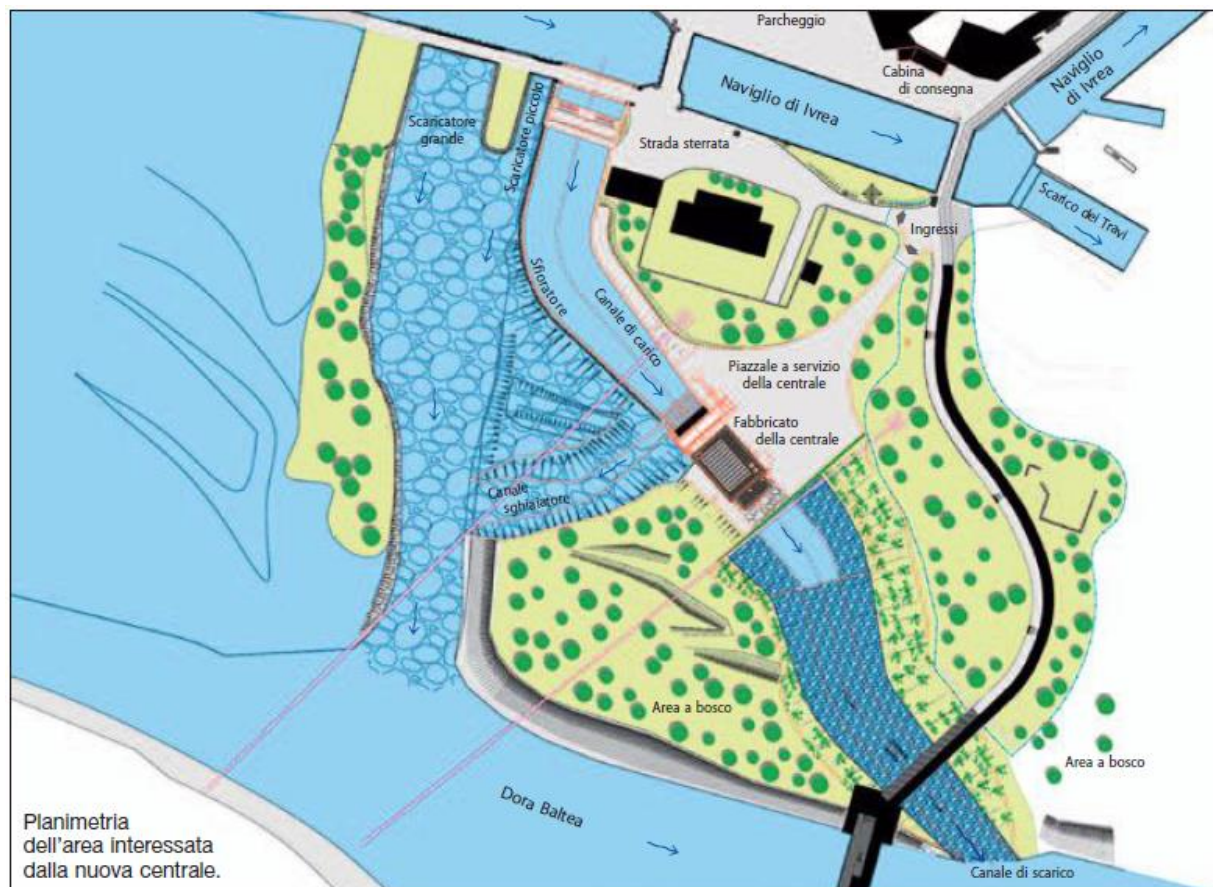


FIGURA 45 – CENTRALE IDROELETTRICA COUTENZA REALIZZATA IN PROSSIMITA' DELL'IMBOCCO DEL NAVIGLIO DI IVREA  
[FONTE: PERIODICO EST SESIA, ANNO LX-LXI – N. 118]

### 6.3.1 AGGIORNAMENTO DERIVAZIONE NAVIGLIO DI IVREA - CONSORZIO OVEST SESIA

Il Consorzio Ovest Sesia risulta titolare di concessione di derivazione in base al disciplinare del Ministero Lavori Pubblici emanato in data 11 novembre 1990, n° 17 di repertorio per prelievo massimo di moduli 250 e medio di moduli 179. Tale portata derivabile tramite il Naviglio d'Ivrea poteva essere elevata, come a suo tempo già previsto dall'Amministrazione Demaniale giusta progetto 10/6/1967 oggetto dei voti n.757 del 25 luglio 1968 della IV Sezione del Consiglio Superiore di LL.PP. e successivamente riconfermato della II Sezione dello stesso Consiglio Superiore con voto n. 268 del 17/7/1984, a 520 (cinquecentoventi) moduli massimi e medi 369 (trecentosessantanove), non appena il concessionario, proseguendo e completando il programma di opere intrapreso dall'Amministrazione Demaniale, avrebbero ampliato e consolidato il canale derivato, al fine di rendere possibile il transito della maggiore portata (moduli massimi 270 e medi 190).

Il Consorzio Ovest Sesia ha tuttavia richiesto e ottenuto con Determina Dirigenziale n. 520-702162 del 22/06/2007 la concessione a derivare dal fiume Dora Baltea la portata di moduli massimi 400 (quattrocento) e medi 230 (duecentotrenta) per produzione idroelettrica con derivazione diretta dal Naviglio e restituzione in Dora Baltea immediatamente a valle della presa (centrale puntuale). I valori di portata assentiti sono ricompresi in quelli già assentiti alla Coutenza medesima con D.M. 08/11/1990 n. 2347 a decorrere dal completamento dei lavori di ampliamento del Naviglio di Ivrea, tali da consentire al Naviglio stesso l'utilizzo dell'intera portata prevista.



Succeivamente all’ottenimento della concessione e relativa Autorizzazione Unica è stato realizzato l’impianto in oggetto, entrato in esercizio il 10 settembre 2015, come da schema d’impianto riportato nella Figura 45 precedente.

In definitiva la centrale Idroelettrica della Coutenza utilizza le portate riservate al Naviglio e non ancora utilizzate dal canale stesso a causa del rinvio a tempo indefinito della riforma che avrebbe dovuto incrementare le portate derivabili massime dal canale, per uso irriguo, da 25 a 52 metri cubi al secondo (rispettivamente moduli 250 e 520 moduli). Allo stato attuale pertanto:

- ✓ il potenziamento del Naviglio di Ivrea allo stato attuale non è praticabile (a meno di non sottendere e dismettere il nuovo impianto realizzato dal Consorzio stesso nel 2015);
- ✓ nella valutazione della disponibilità di risorsa idrica per l’intervento in progetto è corretto valutare quale prelievo del Naviglio di Ivrea una portata di 25 m<sup>3</sup>/s massimi e 17,9 medi per usi irrigui (“Alternativa 1” della Valutazione d’Impatto Ambientale autorizzata con DEC DSA n°1432 del 29/12/2005) e della restante disponibilità per usi idroelettrici. In tal caso la portata eccedente i 25 m<sup>3</sup>/s (sino alla massima concessa di 52 m<sup>3</sup>/s) continua a transitare nell’alveo, essendo la derivazione idroelettrica della Coutenza puntuale e posta a monte della centrale in progetto.

I valori di portata media derivata dal Naviglio di Ivrea sono stati forniti a Edil Samar da Parte del Consorzio Ovest Sesia durante l’iter di Autorizzazione Unica (tuttora da ritenersi validi e rappresentativi del funzionamento del comparto irriguo, ) e pertanto integrati nella presente trattazione.

A titolo cautelativo si è considerata una derivazione costante (nel rispetto dei parametri massimi e medi di concessione irrigua) con variazione mensile dei valori derivati, così come riassunto in Tabella 14 e Figura 46.

MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>Q<sub>Deriva Consorzio</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	11,0	11,0	11,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	11,0	11,0	11,0

TABELLA 14 – DERIVAZIONI ESISTENTI A MONTE DELLA PRESA EDIL SAMAR (NAVIGLIO DI IVREA)

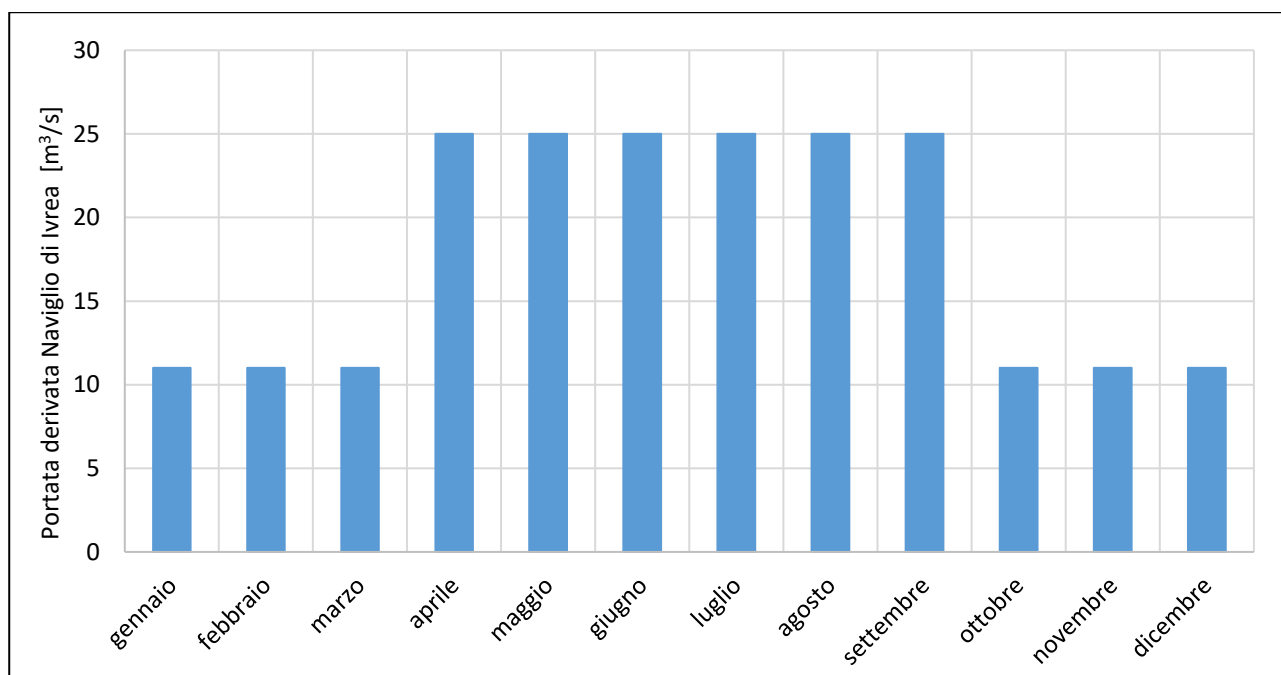


FIGURA 46 – DERIVAZIONI ESISTENTI A MONTE DELLA PRESA EDIL SAMAR (NAVIGLIO DI IVREA)

In sede di Determina Dirigenziale n. 520-702162 del 22/06/2007 con la quale è stata assentita la centrale puntuale realizzata sulla Traversa di Ivrea sono stati altresì definiti i valori di DMV che il Consorzio Ovest Sesia è tenuto a mantenere in alveo, pari a 12 m<sup>3</sup>/s. L'esercizio della derivazione (sia per la componente idroelettrica che per quella ad uso irriguo) dovrà essere sospesa ogni qual volta la portata fluente in Dora Baltea risulta uguale o inferiore al predetto valore di DMV.

Il presente aggiornamento dell'analisi idrologica integra detta prescrizione nella valutazione delle portate disponibili.

Si ribadisce che in data 22/04/2014 è stata firmata idonea Convenzione atta a stabilire i rapporti tra Edil Samar e Consorzio Ovest Sesia, propedeutica all'ottenimento della Concessione, assentita con Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014.

#### 6.3.1.1 ULTERIORI AGGIORNAMENTI SUCCESSIVI ALLA DETERMINA POSITIVA DI VIA

Rispetto all'idrologia già presentata in sede di Valutazione di Impatto Ambientale e di Domanda di Concessione si evidenzia che con D.D. n. 215-7943 del 5.4.2016 e D.D. n. 216-7944 del 5.4.2016 è stata autorizzata, ed in seguito realizzata una derivazione idroelettrica sulla "Roggia Pianezza", a sua volta alimentata dal "Naviglio di Ivrea", a sua volta derivato dalla Dora Baltea (EAP n. 373) mediante la realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico in Comune di Ivrea località Torre Balfredo avente le seguenti caratteristiche: portata massima 4500 litri/s, portata media 4254 litri/s, salto 5.68 metri, potenza nominale media 237 kW (derivazione annuale).

La realizzazione della centralina sulla "Roggia Pianezza" ha parzialmente modificato il regime delle portate transitanti rispetto alle valutazioni idrologiche della VIA. Se in precedenza le portate derivate mediante la roggia erano restituite in Dora Baltea a monte della centrale Edil Samar e pertanto potenzialmente sfruttabili ai fini energetici, la realizzazione dell'impianto ha modificato il regime delle acque locali che allo stato attuali sono rilasciate in Dora Baltea a circa 500 m a valle della derivazione in progetto, rendendole di fatto indisponibili a Edil Samar.

Si evidenzia che le portate derivate dalla "Roggia Pianezza" sono già conteggiate nelle portate concesse e derivate dal Naviglio di Ivrea, pertanto non si aggiungono a quanto già descritto in Tabella 14. A differenza della VIA detta disponibilità idrica non ritorna più in Dora Baltea prima dell'impianto ex Cima, ma immediatamente a valle: diversamente a quanto valutato in precedenza nelle analisi idrologiche a corredo della Valutazione d'Impatto Ambientale e della Concessione detta risorsa non è sfruttabile e pertanto da scomputare nel computo delle portate disponibili.

In Tabella 15 si riassumono i valori di portata derivati dalla "Roggia Pianezza" e resi indisponibili all'intervento in progetto.

<b>Q<sub>MAX</sub></b>	4,500	m <sup>3</sup> /s
<b>Q<sub>MEDIA</sub></b>	4,254	m <sup>3</sup> /s

TABELLA 15 – PORTATA DI ALIMENTAZIONE DELLA CENTRALINA "ROGGIA PIANEZZA"

## 6.4 PORTATE DISPONIBILI

La portata disponibile, in corrispondenza della traversa in progetto posta in Ivrea località Torre Balfredo è stata valutata come differenza tra la portata naturale (ragguagliata alla sezione di presa dai dati di portata

media oraria misurati a Tavagnasco da Arpa Piemonte) definita al paragrafo 6.1 e quella resa indisponibile a seguito delle derivazioni irrigue (Naviglio di Ivrea), dispersione in subalveo e DMV.

In sintesi la portata disponibile è stata ricavata dalla seguente relazione:

$$Q_{DISP} = Q_{NAT} - Q_{SUB} - Q_{PAI (DMV)}$$

In cui:

- ✓  $Q_{ANT}$  è la portata naturale ragguagliata alla sezione di progetto come descritto al paragrafo 6.1 a partire dalle misure idrometriche della stazione di Tavagnasco effettuate da Arpa Piemonte dal 2005 al 2019 (ultimo anno per cui è disponibile la scala di deflusso aggiornata) con cadenza oraria;
- ✓  $Q_{IR}$  è la portata indisponibile perché prelevata dal Naviglio di Ivrea, così come definita dalla Tabella 14 (nel rispettivo del rispettivo DMV);
- ✓  $Q_{SUB}$  è la portata indisponibile perché persa in subalveo per infiltrazione. Come descritto nella Relazione geologica e geotecnica integrativa l'asta fluviale della Dora Baltea, tra l'idrometro di Tavagnasco e la sezione di presa presenta un reciproco interscambio tra falda acquifera e corso d'acqua; in occasione di periodi piovosi questa drena le falde, mentre le alimenta in periodi asciutti. In definitiva poiché non sono in generale evidenti squilibri degli scambi idrici tra Dora Baltea e la falda nell'anno medio, si ritiene l'effetto dell'infiltrazione pressoché trascurabile rispetto alle portate fluenti pertanto in analogia all'analisi idrologica effettuata in sede di Valutazione d'impatto Ambientale è viene trascurato;
- ✓  $Q_{PAI (DMV)}$  è il rilascio previsto alla traversa per garantire l'alimentazione della scala di risalita dell'ittiofauna di tipo naturalistico, così come definito dalla Tabella 13.

Nella Tabella 12Tabella 16 seguente si sintetizza l'andamento medio mensile delle portate disponibili nell'anno medio del fiume Dora Baltea in corrispondenza delle opere di presa (comune di Ivrea, località Torre Balfredo) valutato come descritto in precedenza (valori comprensivi del coefficiente d'incertezza).

MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$Q_{DISPONIBILI}$ [m <sup>3</sup> /s]	21,7	18,5	20,2	43,4	134,7	207,3	137,0	90,3	55,0	46,8	58,7	27,6

TABELLA 16 – ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE DISPONIBILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

Alla luce delle considerazioni riportate ne consegue un valore di portata disponibile media annua riassunto in Tabella 17 seguente.

-	MEDIA ANNUA
$Q_{DISPONIBILI}$ [m <sup>3</sup> /s] MEDIA ANNUA	71,8

TABELLA 17 – PORTATA DISPONIBILE MEDIA ANNUA RAGGUAGLIATA ALLA SEZIONE DI PRESA DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

In Figura 47 si riporta a titolo esemplificativo l'andamento medio mensile delle portate disponibili, ragguagliate alla sezione di presa dell'impianto in progetto.

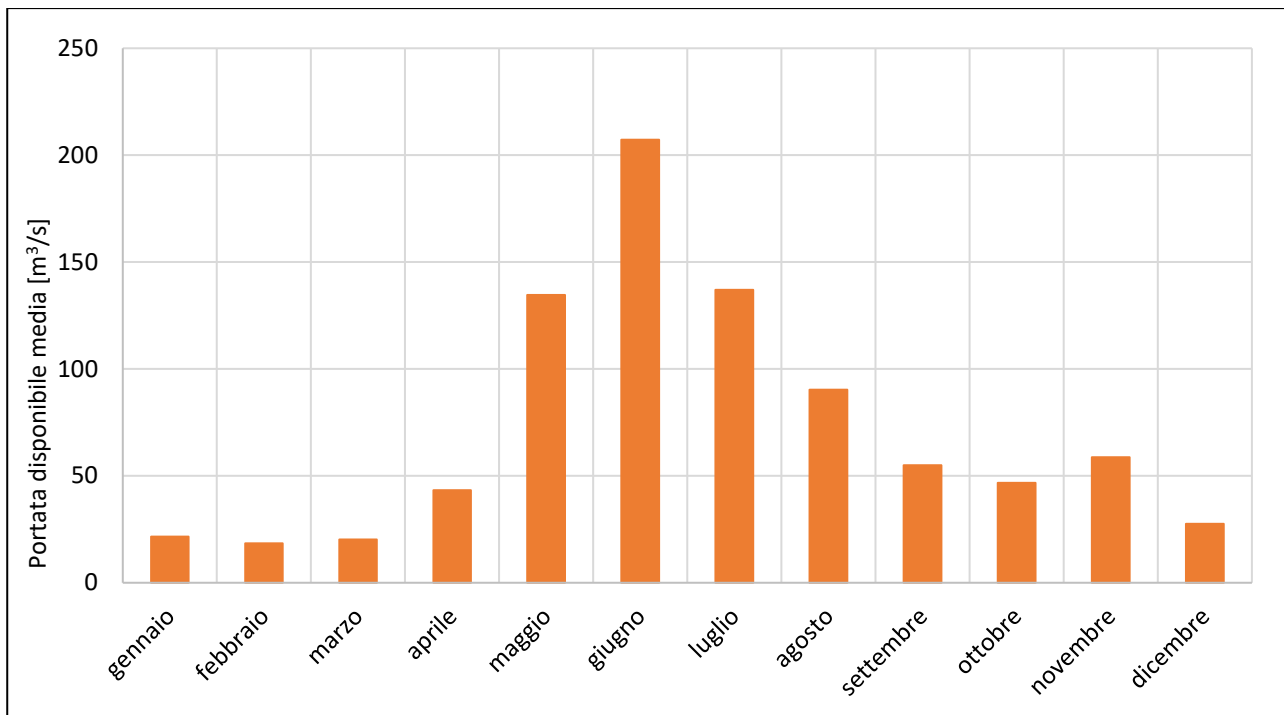


FIGURA 47 – ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE DISPONIBILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL’IMPIANTO IN PROGETTO

In virtù delle considerazioni fatte al paragrafo precedente si riporta in Figura 48 e Figura 49 l’andamento delle portate naturali e di quelle disponibili valutate alla sezione d’intervento.

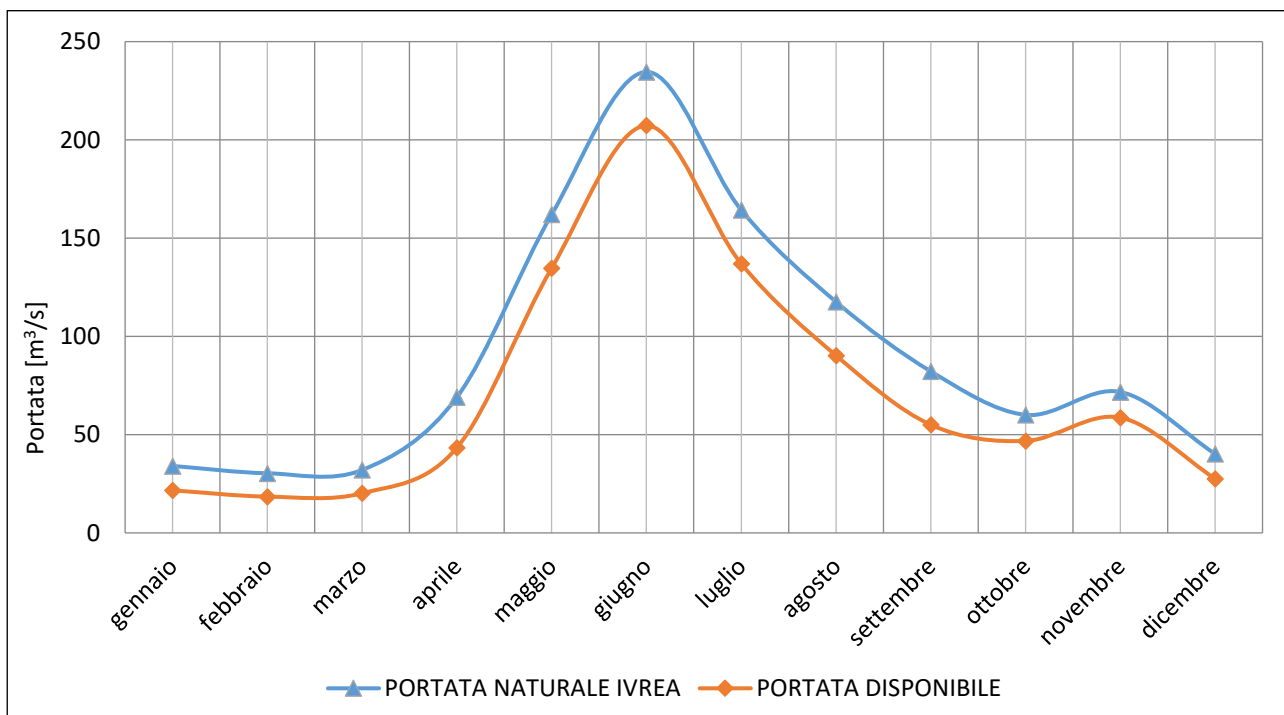


FIGURA 48 – CONFRONTO ANDAMENTI MENSILI PORTATE NATURALI E DELLE PORTATE DISPONIBILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL’IMPIANTO IN PROGETTO

La curva di durata delle portate disponibili, alla luce delle considerazioni introdotte sulle portate non captabili a seguito delle derivazioni irrigue (Naviglio di Ivrea), dispersione in subalveo e portata di alimentazione del passaggio per pesci, può essere riassunta con i seguenti valori significativi:

	Q <sub>1</sub>	Q <sub>11</sub>	Q <sub>29</sub>	Q <sub>60</sub>	Q <sub>91</sub>	Q <sub>135</sub>	Q <sub>183</sub>	Q <sub>274</sub>	Q <sub>355</sub>	Q <sub>365</sub>
[m <sup>3</sup> /s]	1040	285.5	202.5	136.0	100.0	67.0	44.2	22.0	16.0	10.0
In % della Q <sub>DISP MEDIA ANNUA</sub>	1448%	398%	282%	189%	139%	93%	62%	31%	22%	14%

TABELLA 9 – VALORI DI DURATA DELLE PORTATE DISPONIBILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

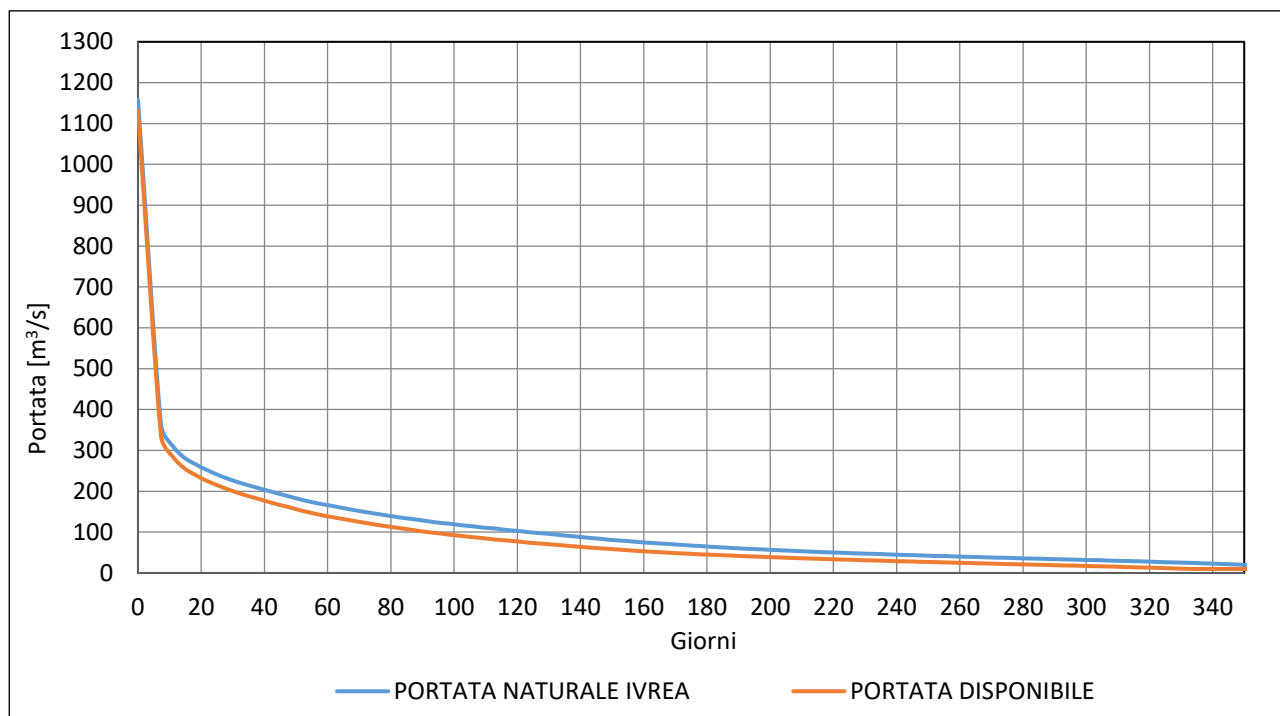


FIGURA 49 – CONFRONTO CURVA DI DURATA DELLE PORTATE NATURALI E DELLE PORTATE DISPONIBILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

#### 6.4.1 UTILIZZAZIONE DELLA RISORSA PER SCOPI IDROELETTRICI

Le analisi svolte hanno consentito di individuare i dati caratteristici di portata alla sezione di presa sia in termini complessivi, sia al netto di quanto destinato alla derivazione del Naviglio di Ivrea ed alla scala di risalita dell'ittiofauna come riassunto in Tabella 18.

MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MED
Q <sub>NATURALE</sub> [m <sup>3</sup> /s]	34,1	30,4	32,0	69,0	162,0	234,6	164,3	117,6	82,2	60,1	71,7	40,2	91,6
Q <sub>Deriva Consorzio</sub> [m <sup>3</sup> /s]	11,0	11,0	11,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	11,0	11,0	11,0	17,9
Q <sub>PAI – (DMV)</sub> [m <sup>3</sup> /s]	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,3
Q <sub>DISPONIBILI</sub> [m <sup>3</sup> /s]	21,7	18,5	20,2	43,4	134,7	207,3	137,0	90,3	55,0	46,8	58,7	27,6	71,8

TABELLA 18 – PORTATE MEDIE NETTE MENSILI ALLA SEZIONE DI PRESA

In allegato alla presente si riportano le tabelle di dettaglio (con discretizzazione giornaliera) con i risultati delle elaborazioni idrologiche descritte nei paragrafi precedenti.

## 6.5 PORTATE DERIVABILI

Come già espresso all'interno della Relazione tecnica l'aggiornamento richiesto al dimensionamento dell'impianto è legato essenzialmente a fattori dimensionali delle opere già autorizzate nonché delle considerazioni riportate in precedenza relative alle forti escursioni orarie delle portate fluenti.

La scelta della portata massima derivabile, generalmente inferiore alla portata massima disponibile, è legata da una parte alla forma della curva di durata delle portate disponibili, dall'altra al costo delle opere. È pertanto sul piano economico che viene determinato il dimensionamento dell'impianto. Considerati i costi di costruzione attuali in ambito idroelettrico, è consuetudine per impianti ad acqua fluente, selezionare la portata di dimensionamento nel range di valori di portata superati dal 3% al 20% dei giorni dell'anno, in funzione della forma della curva di durata delle portate medie disponibili relativa al sito in esame.

In considerazione di quanto descritto si sono rideterminati valori caratteristici della derivazione oggetto d'intervento, al fine di adattare la derivazione ad un regime idrologico sempre più impulsivo, prevedendo da una parte un incremento della portata massima derivabile al fine di poter sfruttare i picchi di portata infragiornalieri, derivanti dai rilasci di notevoli quantitativi di risorsa idrica concentrati in poco tempo (tipicamente derivanti da rilasci da invasi artificiali) nonché le portate di morbida, dall'altra una contemporanea rimodulazione delle portate medie annue derivante da una mutata disponibilità idrica rispetto a quanto autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005.

La modifica dei parametri concessori, così come proposta, consente di sfruttare meglio la risorsa idrica, nei momenti in cui effettivamente è presente senza alcuna limitazione al fine di ottimizzare la produzione di energia alternativa rinnovabile.

Nella fattispecie le modifiche introdotte consentono più efficiente della derivazione, migliorando la funzionalità dell'impianti senza modificare l'ingombro delle opere già autorizzate in sede di VIA, specialmente:

- ✓ nella gestione delle variazioni infra giornaliere dovuti ai periodici rilasci degli invasi idroelettrici di monte (cfr. Figura 37). L'adozione di misure medie orarie rileva infatti un'oscillazione infra giornaliera della portata transitante non trascurabile (le oscillazioni rilevate sono in valori assoluti pari a  $\pm 30 \div 60$  m<sup>3</sup>/s), corrispondete in alcuni momenti circa il 40% della portata massima originale, pari a 156 m<sup>3</sup>/s;
- ✓ durante gli eventi meteorici impulsivi, previsti in generale aumento a seguito dei mutamenti climatici in atto (cfr. Figura 34);
- ✓ nei periodi di morbida, quando la disponibilità idrica in fiume è naturalmente elevata, tipicamente durante la stagione estiva in cui si concentra lo scioglimento della componente nevosa;
- ✓ in generale prevedendo macchine dotate di doppia regolazione, ovvero la possibilità di variare sia le pale del distributore che della girante, con garanzia di un incremento del range di funzionamento delle stesse.

Si evidenzia altresì che variazioni proposte non introducono variazioni sostanziali nei parametri della Concessione rilasciata con Determinazione Dirigenziale n. 461-21990/2014 poiché non è stato modificato né il punto di presa, né la modalità di restituzione delle portate derivate.

Alla luce di quanto descritto nel presente paragrafo e in precedenza si propone quindi di adeguare i parametri concessori come segue:

	VIA05	PROPOSTA
PORTATA MASSIMA DERIVATA	156,00 m <sup>3</sup> /s	180,00 m <sup>3</sup> /s

TABELLA 19 – AGGIORNAMENTO PORTATA MASSIMA DERIVATA

L'incremento di portata massima non comporta la modifica dei gruppi di produzione rispetto a quanto già autorizzato in sede di VIA, dal momento che queste sono già in grado di soddisfare questo aumento di portata derivata, ma unicamente un utilizzo più efficiente degli stessi. Lo stesso progetto autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005 prevedeva infatti l'adozione di “un corpo della centrale idroelettrica con tre gruppi turbina alternatore dimensionati ognuno per una portata massima di circa 60 m<sup>3</sup>/s e per un salto di circa 6 m”, e pertanto un valore teorico di portata massima di 180 m<sup>3</sup>/s è da ritenersi coerente a quanto richiesto con il presente documento.

Alla luce delle valutazioni effettuate il valore della portata massima proposta risulta pari al 90° percentile della curva di durata delle portate disponibili (corrispondente a valori di portata superati dal 11% dei giorni dell'anno), rispetto ad un valore della portata massima autorizzato in VIA di pari al 87° percentile (corrispondente a valori di portata superati dal 14%) e quindi nella sostanza trascurabile.

Le macchine individuate, in analogia al progetto autorizzato, sono del tipo Kaplan a doppia regolazione (distributore regolante l'afflusso dell'acqua e girante a pale regolabili) che permettono una buona regolazione delle portate in ingresso mantenendo un valore di rendimento accettabile anche per portate basse, fuori dall'ottimo di progetto.

Date le dimensioni delle turbine, e l'elevata inerzia delle masse in gioco è previsto che la singola macchina non entri in funzione con portate fluenti minori di 11 m<sup>3</sup>/s, corrispondenti ad una durata di circa 20 giorni (Q<sub>343</sub>), tipicamente nei mesi invernali.

#### 6.5.1 CURVA DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Per determinare in forma esatta i deflussi captati e resi disponibili per la produzione di energia, diversamente alle analisi effettuate in sede sia di Valutazione d'Impatto Ambientale che di Concessione, si è fatto riferimento ai dati di portata misurata resi disponibili da Arpa Piemonte con aggregazione oraria.

Come descritto al paragrafo 5.2 l'analisi dell'andamento orario delle portate riporta la presenza di sensibili oscillazioni che portano in taluni orari a superare la portata massima derivabile di concessione con la necessità di dover regolare in maniera continuativa gli organi di derivazione, al fine di ottemperare al limite imposto da disciplinare.

In Figura 50 si riporta a titolo esemplificativo l'andamento delle portate misurate in aprile 2018: se la portata giornaliera media è valutabile in 158 m<sup>3</sup>/s, scomputando le aree arancioni perché non sfruttabili dati i limiti imposti dalla Concessione sulle portate massime derivabili, si ha una portata media effettivamente sfruttabile di 152 m<sup>3</sup>/s. Alla luce di quanto evidenziato, i dati orari rendono evidente l'errore dato dal passo di discretizzazione utilizzato nelle analisi idrauliche basate su dati medi giornalieri, ovvero una sovrastima delle reali portate medie derivabili e conseguentemente delle relative produzioni attese, che nel caso di specie è valutabile in circa -3%.

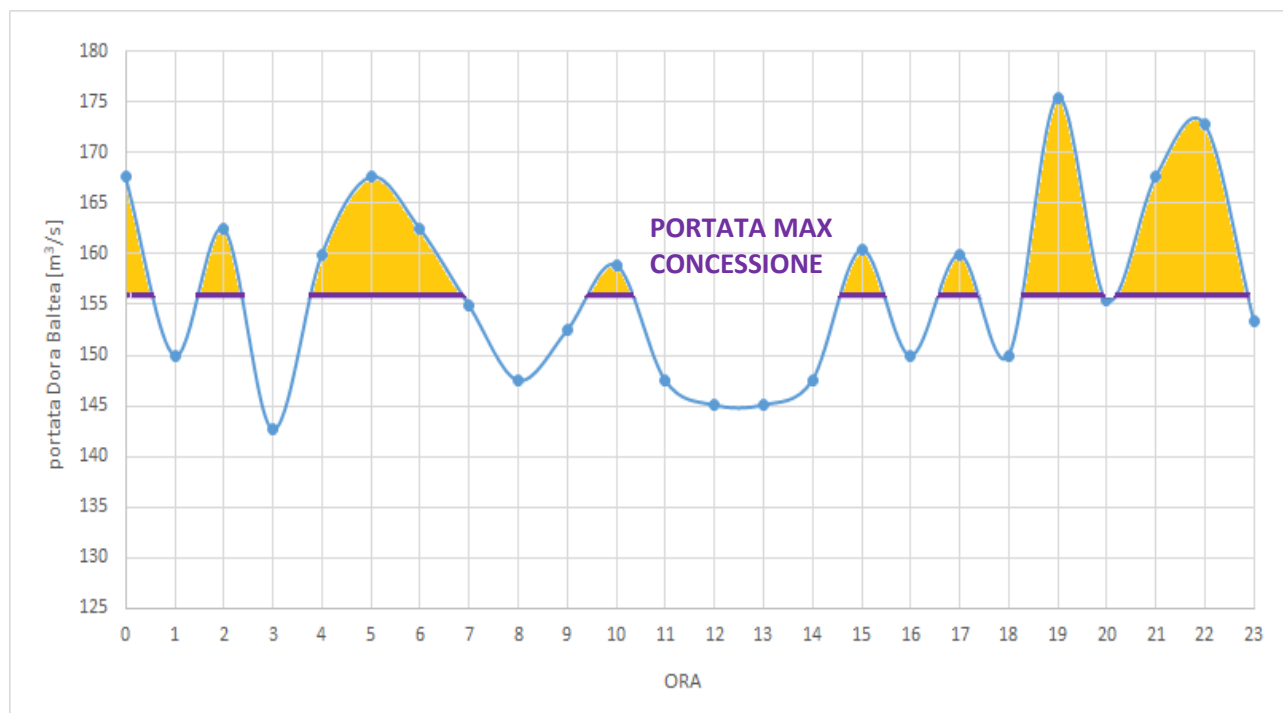


FIGURA 50 – PORTATA NATURALE DORA BALTEA SEZIONE DI PROGETTO [ARPA PIEMONTE, APRILE 2018]

Ne consegue che utilizzando come dato di partenza dei valori medi mensili (l'analisi idrologica in VIA era basata su dati di portata medi mensili dedotti dagli annali idrologici della stazione idrometrica di Tavagnasco per gli anni 1925÷1984) si ha una sensibile sovrastima dei valori di portata effettivamente captabili, valutabile complessivamente tramite i dati disponibili, tra il 3÷6%.

La portata media mensile è infatti formulata da una media aritmetica fra una serie di trenta/trentuno valori giornalieri differenziati, e di altrettanti ventiquattro valori orari, se si considerano le serie storiche adottate nel presente aggiornamento, dei quali alcuni sono superiori e altri inferiori al valore della portata media mensile. Si verifica anche che spesso i valori di portata giornalieri siano notevolmente superiori al valore di concessione ed in questo caso vengano sfiorati.

La valutazione della portata media effettivamente derivabile, a partire dalla portata massima turbinabile di un impianto, è funzione della tipologia di turbine, della capacità delle stesse di regolare le variazioni di risorsa in maniera stabile e sufficientemente rapida nonché delle capacità complessive di captazione della bocca di presa. Solo una quota parte delle portate potenzialmente derivabili è effettivamente turbinata, la restante parte continua a fluire dallo sbarramento senza alcuna sottrazione.

Volendo stimare le portate effettivamente derivabili dalla centrale in progetto, appare necessario introdurre un fattore di riduzione delle portate captabili per trasformarle in portate turbinate. Tale fattore viene normalmente calcolato (con opportuno modello numerico) come funzione del rapporto fra capacità di sfruttamento delle macchine individuate ( $Q_{MAX}$ ) e la portata disponibile ( $Q_{DISPONIBILE}$ ) valutato a seconda della distribuzione dei dati misurati (giornaliere/orarie). L'introduzione di questo tipo di correzione è necessaria per compensare la sovrastima che si otterrebbe, nel fare un semplice rapporto diretto fra portata disponibile e quella effettivamente turbinabile (Eccher et al., 2009).

La portata effettivamente turbinata ( $Q_{TURB}$ ) può essere espressa dalla relazione seguente per la maggior parte del campo di variazione di  $Q_{TURB}$ :



$$Q_{TURB} = \left[ a \left( \frac{Q_{MAX(\Delta h)}}{Q_{DISPONIBILE}} \right)^{(\alpha)} + b^{(\beta)} \right] Q_{DISPONIBILE}$$

dove “a”, “b”, “α” e “β” sono fattori che dipendono dalle caratteristiche di distribuzione delle portate (giornaliere/orarie) rispetto alle portate di media mensile nonché dalle caratteristiche delle turbine adottate, della variazione di salto(Δh) a tergo lo sbarramento (come verrà descritto in seguito), della loro sensibilità/rapidità all’adattamento dalle variazioni di portata fluente e dell’alternanza degli spegnimenti/accensioni dei singoli gruppi quando la variazione di portata scende al di sotto del limite tollerato.

L’analisi numerica consente pertanto di tenere in considerazione delle evidenti variazioni orarie in una stessa giornata (caratteristica dei bacini con forte componente glaciale), già descritti in precedenza.

Per la valutazione delle perdite di carico nel canale di scarico e conseguentemente per conoscere i valori del salto disponibile da utilizzare nel calcolo dell’energia annua producibile dall’impianto, è stato implementato un modello idraulico sia dell’imbocco che dello scarico dell’impianto utilizzando il software Hec-Ras. Dette elaborazioni confermano quale alternativa di progetto l’adozione di 3 macchine gemelle da 60 m³/s di portata massima smaltibile in corrispondenza di un salto medio di concessione valutato tramite modellazione HEC RAS pari a 5,35 m come descritto al paragrafo 7.

La capacità di una macchina di elaborare la portata massima di 60 m³/s è legata infatti all’occorrenza del salto di progetto: con le tre turbine a pieno carico il livello di valle aumenterebbe e quindi il salto si ridurrebbe, cosa che comporterebbe anche una diminuzione della portata complessivamente elaborata dai tre gruppi.

A seconda del livello idrico allo scarico una macchina è in grado di elaborare completamente o solo in parte la portata massima di dimensionamento: il legame  $Q_{TURB}-Q_{DISP}-\Delta h-\eta_{(rendimento)}$  è descritto nel diagramma collinare, tipico di ogni macchina di cui si riporta un esempio in Figura 51.

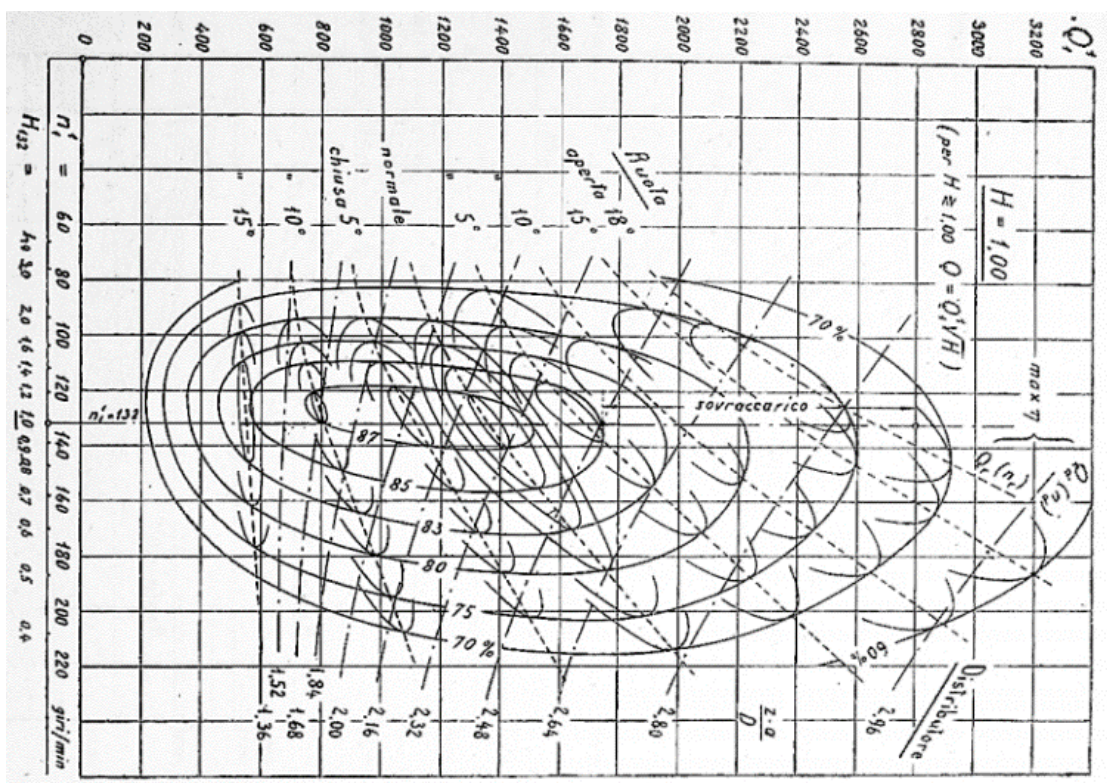


FIGURA 51 – DIAGRAMMA COLLINARE PER MACCHINA KAPLAN A DOPPIA REGOLAZIONE

L'occorrenza di oscillazioni orarie delle portate fluenti (valutate in valori assoluti in  $\pm 30 \div 60 \text{ m}^3/\text{s}$ , a seconda dei rilasci dei bacini di monte) implica:

- ✓ l'accensione o lo spegnimento continuativo dei gruppi (cosa che non è consigliata per incremento dell'usura, e comunque non fattibile, per le dimensioni in gioco del gruppo di produzione) al fine di sfruttare i picchi nei rilasci;
- ✓ consentire ai gruppi di lavorare a potenze minori, suddividendo la portata in arrivo su più macchine, garantendo a ciascuna una tolleranza adeguata in funzione delle oscillazioni attese. Detta modalità di funzionamento, se da una parte consente di ridurre gli spegnimenti periodici delle macchine comporta spesso di far funzionare le macchine al di fuori del loro ottimo di rendimento, con sensibili variazioni sulle produzioni attese.

Il modello numerico è risolto in via iterativa a partire dai parametri caratteristici di derivazioni similari e dei collinari delle macchine (indicanti il rapporto portata elaborabile e salto), forniti dal produttore delle turbine individuato ed esemplificato in Figura 51.

In Figura 52 si riporta la curva di funzionamento assunta come riferimento per la valutazione della portata media derivabile e della relativa producibilità media annua, costruita sui seguenti parametri a partire dalla relazione numerica precedente:

- ✓  $Q_{\text{DISP}}/Q_{\text{MAX}}$  [%]: rapporto tra la portata massima derivabile dell'impianto, così come riassunto in Tabella 19, e portata media mensile disponibile al netto del DMV. Come già evidenziato, il progetto autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005 prevedeva infatti l'adozione di "un corpo della centrale idroelettrica con tre gruppi turbina alternatore dimensionati ognuno per una portata massima di circa  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- ✓  $Q_{\text{TURB}}$  [%]: percentuale di portata derivata rispetto alla portata media mensile disponibile costruita in funzione dei parametri caratteristici dell'impianto e dei gruppi di produzioni forniti dal produttore individuato.

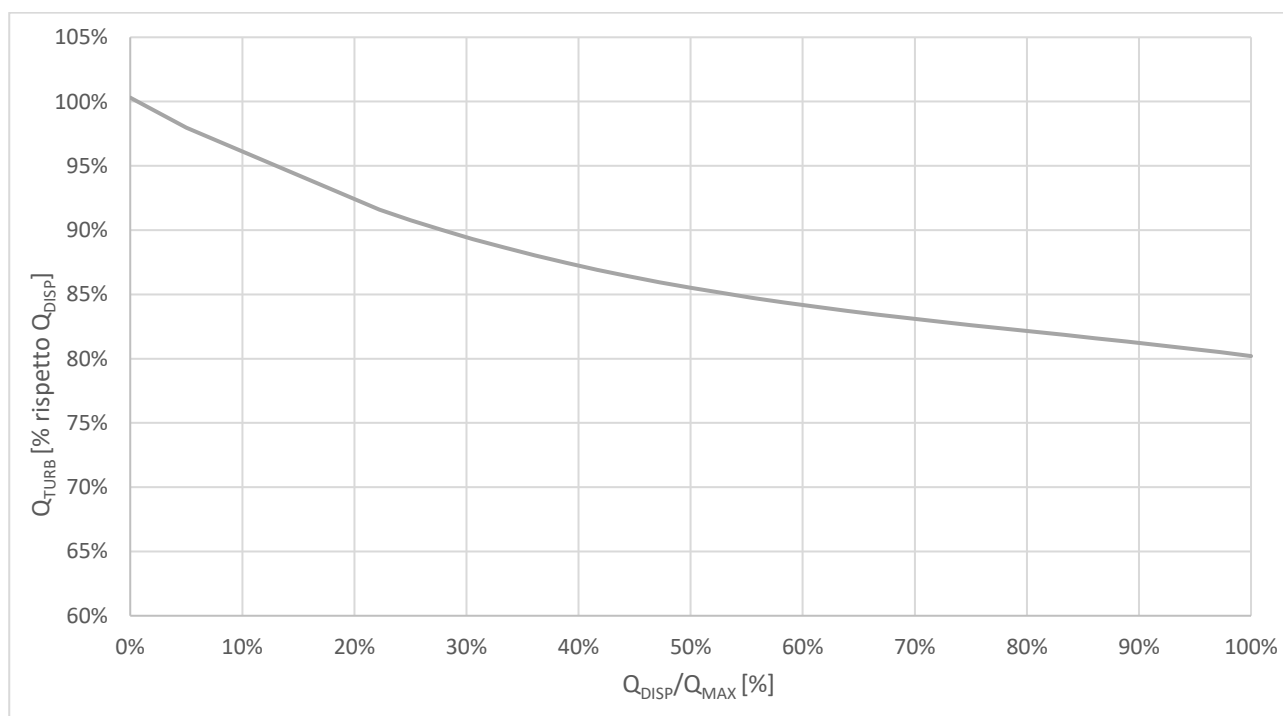


FIGURA 52 – CURVA DI FUNZIONAMENTO  $Q_{\text{TURB}} - Q_{\text{DISP}}$  IN FUNZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'IMPIANTO

È evidente che al crescere dei livelli idrici in Dora Baltea per esempio la capacità di captazione esattamente uguale alla portata media del mese considerato ( $Q_{DISP}/Q_{MAX}=1$ ), non sarà possibile captare la totalità del deflusso, bensì circa solo l'80÷90% di esso. La restante porzione defluirà dallo sbarramento senza sottrazione di risorsa, essendo l'opera in progetto di tipo puntuale. Alla luce di quanto descritto nel presente paragrafo e in precedenza si propone quindi di adeguare i parametri concessori come riassunto nella Tabella 20 seguente.

	VIA05	PROPOSTA
PORTATA MEDIA DERIVATA	66,64 m <sup>3</sup> /s	57,00

TABELLA 20 – AGGIORNAMENTO PORTATA MEDIA DERIVATA

Come si può desumere dalle analisi descritte in precedenza un aumento della portata massima derivabile non determina necessariamente un aumento della portata media annua derivabile: si tratta di una caratteristica specifica (addirittura unica nel reticolo idrografico alpino) della Dora Baltea la quale è caratterizzata da una forte escursione giornaliera (e stagionale) delle portate a cui è associabile una curva di funzionamento di cui alla Figura 52.

#### 6.5.2 GRAFICI CARATTERISTICI DELLE PORTATE DERIVABILI

Nella Tabella 21 e nella Figura 53 seguente si sintetizza l'andamento medio mensile delle portate derivabili nell'anno medio del fiume Dora Baltea in corrispondenza delle opere di presa (Ivrea località Torre Balfredo) valutato come descritto in precedenza.

MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$Q_{DERIVABILE}$ [m <sup>3</sup> /s]	18,2	14,7	16,0	35,8	102,5	148,8	111,0	76,4	47,6	41,3	47,4	24,1

TABELLA 21 – ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE DERIVABILI DALL'IMPIANTO IN PROGETTO

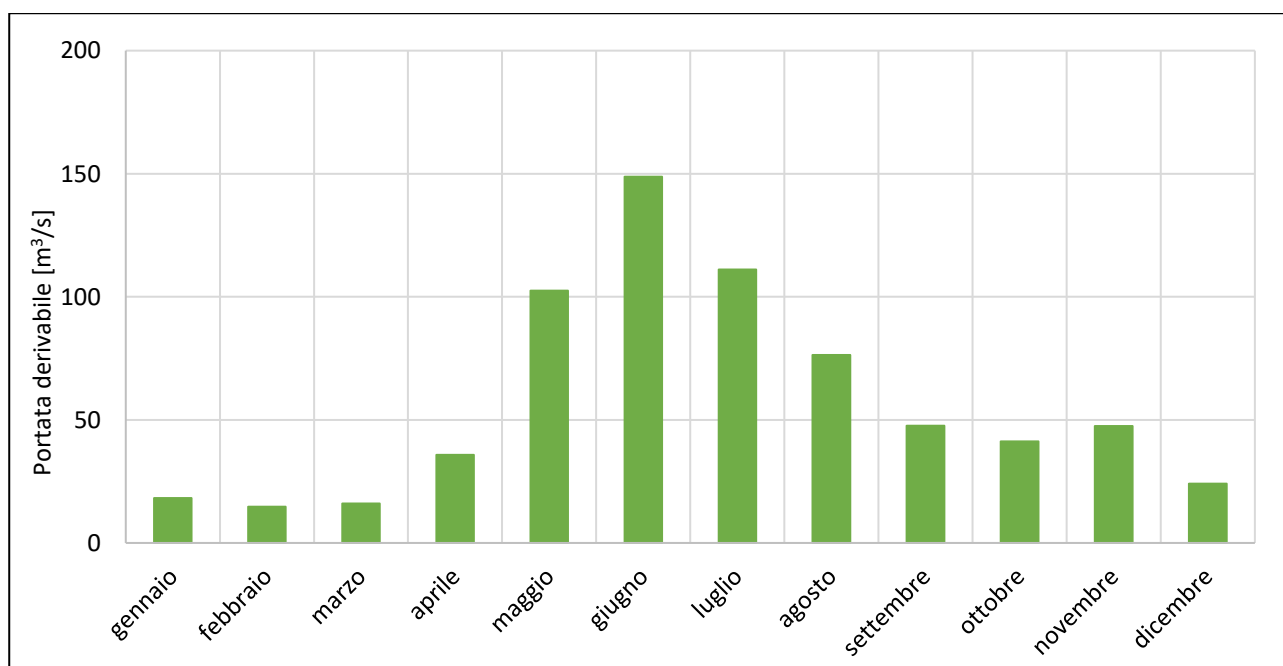


FIGURA 53 – ANDAMENTO MENSILE DELLE PORTATE DERIVABILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

In virtù delle considerazioni fatte al paragrafo precedente si riporta in Figura 54 il confronto tra gli andamenti mensili delle portate naturali, disponibili, derivabili e del Q<sub>PAI</sub> (in ottemperanza al disciplinare di Concessione) nella sezione oggetto di intervento.

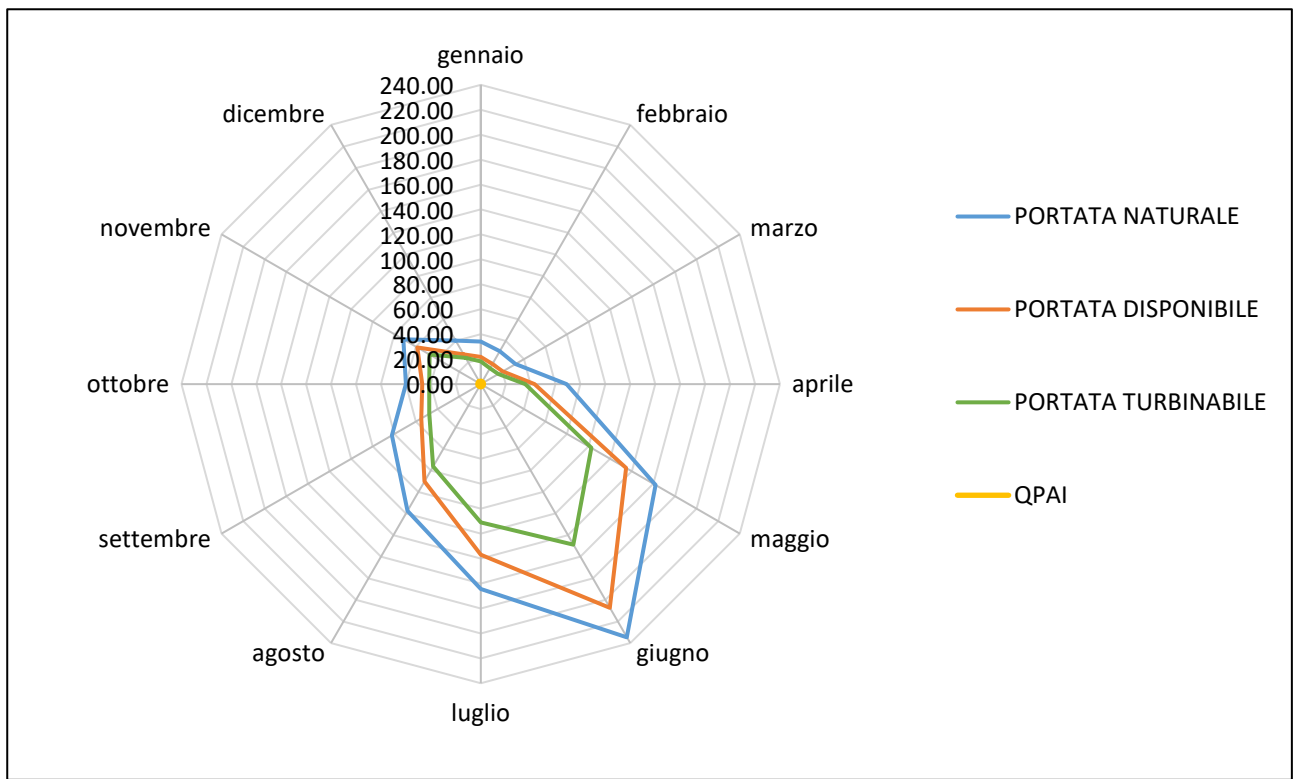
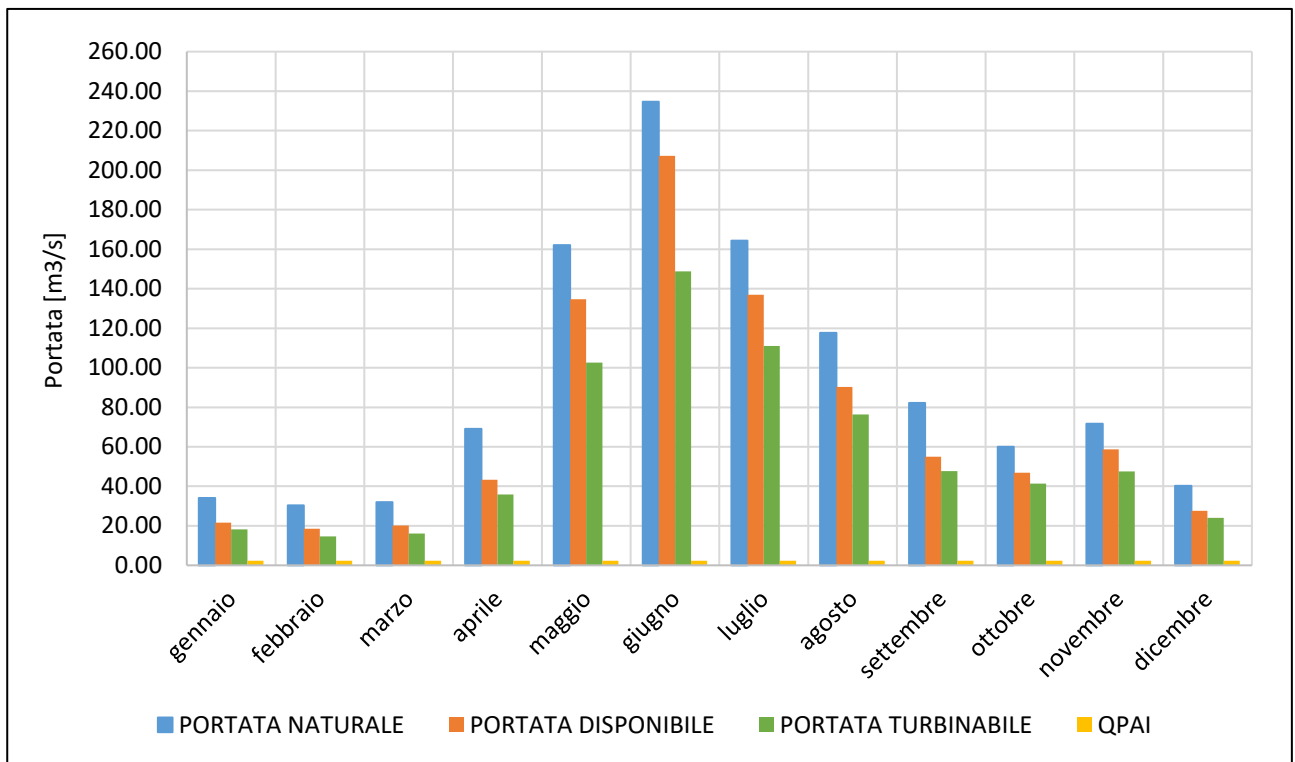


FIGURA 54 – CONFRONTO ANDAMENTI MENSILI PORTATE NATURALI E DELLE PORTATE DISPONIBILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL’IMPIANTO IN PROGETTO

Come si può notare dal grafico precedente, in ogni momento dell’anno le portate derivabili saranno automaticamente modulate al fine del rispetto delle componenti sensibili quale la Q<sub>PAI</sub> defluente

tramite il passaggio per pesci naturalistico. Il diagramma evidenzia inoltre la necessità di adottare una configurazione di impianto costituita da tre gruppi di produzione gemelli: considerando le portate fluenti si conferma la configurazione già autorizzata, che concentra la produzione energetica nei mesi in cui la disponibilità idrica è massima a seguito dello scioglimento delle nevi.

In Figura 55 si riporta la curva di durata riassuntiva dei valori di portata caratteristici sopra descritti.

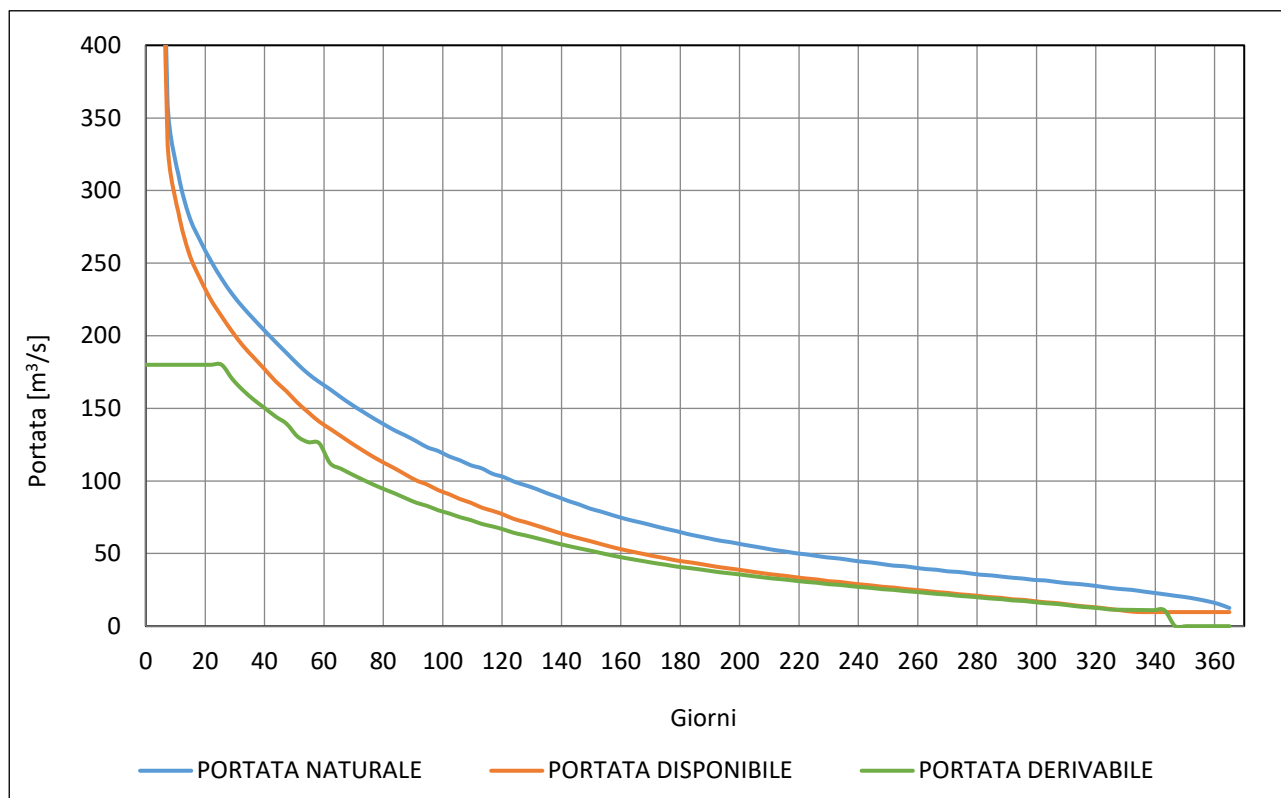


FIGURA 55 – CONFRONTO CURVA DI DURATA DELLE PORTATE NATURALI, DELLE PORTATE DISPONIBILI E DELLE PORTATE DERIVABILI RAGGUAGLIATE ALLA SEZIONE DI PRESA DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

La massima portata derivabile, come citato in precedenza è stata fissata a 180,0 m<sup>3</sup>/s corrispondente, sulla curva delle durate delle portate derivabili, a circa 26 giorni di superamento. Come descritto in precedenza, date le dimensioni delle turbine, e l'elevata inerzia delle masse in gioco è previsto che la singola macchina non entri in funzione con portate fluenti minori di 11 m<sup>3</sup>/s, corrispondenti ad una durata di circa 20 giorni (Q<sub>343</sub>), tipicamente nei mesi invernali.

Si noti che la portata di dimensionamento dell'impianto proposta consente di ottimizzare la curva di funzionamento dell'impianto (e quindi la produzione energetica) senza modificare l'ingombro delle opere rispetto a quanto già autorizzato in sede di VIA, sfruttando principalmente i mesi dell'anno in cui la risorsa idrica è massima a seguito dello scioglimento nivale e degli eventi meteorici primaverili/autunnali.

La curva di durata può essere riassunta con i seguenti valori significativi.

	Q <sub>1</sub>	Q <sub>11</sub>	Q <sub>26</sub>	Q <sub>60</sub>	Q <sub>91</sub>	Q <sub>135</sub>	Q <sub>183</sub>	Q <sub>274</sub>	Q <sub>343</sub>	Q <sub>365</sub>
Q <sub>DERIVABILE</sub> [m <sup>3</sup> /s]	180,0	180,0	180,0	126,0	85,0	58,8	40,2	21,0	11	-

TABELLA 22 – VALORI DI DURATA DELLE PORTATE DERIVABILI

## 7 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DELLA DERIVAZIONE

Di seguito si ricapitolano i dati caratteristici della derivazione, ricavati dalle valutazioni idrologiche illustrate al Capitolo 6.

### 7.1 PORTATE DI CONCESSIONE

Alla luce delle considerazioni effettuate, le modifiche introdotte richiedono l'aggiornamento dei valori di portata di Concessione rispetto a quanto rilasciato con Determinazione Dirigenziale n. 461-21990/2014 e riassunti in Tabella 23 seguente:

	VIA05	PROPOSTA
PORTATA MASSIMA DERIVATA	156,00 m <sup>3</sup> /s	180 m <sup>3</sup> /s
PORTATA MEDIA DERIVATA	66,64 m <sup>3</sup> /s	57,00 m <sup>3</sup> /s

TABELLA 23 – AGGIORNAMENTO PORTATA MASSIMA DERIVATA

La portata media derivata è stata determinata in funzione del salto disponibile, oltre che della disponibilità idrologica.

La modifica così come descritta, non introduce variazioni sostanziali poiché non è stato modificato né il punto di presa, né la modalità di restituzione delle portate derivate; inoltre la modifica dei parametri concessori consente di sfruttare meglio la risorsa idrica, nei momenti in cui effettivamente è presente senza alcuna limitazione, come nei periodi di morbida estivi o a seguito di eventi meteorici impulsivi.

### 7.2 STIMA DEL SALTO MOTORE MEDIO E LIVELLI DI ESERCIZIO

Partendo dai dati di portata disponibili medi orari del periodo 2005÷2019 (ultimi dati disponibili), ottenuti come descritto al paragrafo 6.4 è stato possibile ricavare i livelli del pelo libero a monte e a valle della traversa e successivamente valutare con discretizzazione oraria il dislivello esistente.

Al fine di ridurre i rimborsi da prevedere alla centrale idroelettrica posta a monte della derivazione in progetto, dovuti alla riduzione di salto che l'impianto di proprietà della Coutenza Canali Cavour avrebbe a seguito della realizzazione dell'impianti "Ex Cima" si è ritenuto di ridurre la quota di esercizio da 228.50 m s.l.m. a 228.30 m s.l.m. così come descritto nella Relazione "Definizione dei volumi invasati" a cui si rimanda.

La quota di esercizio proposta è ritenuta il miglior compromesso tra produzione energetica prevista e rimborso dovuto per mancata produzione della centrale Coutenza Canali Cavour, specialmente nei mesi di magra, in cui la perdita di salto imputabile al rigurgito dell'impianto in progetto è da ritenersi più rilevante. Conseguentemente alla riduzione del livello di esercizio descritta in precedenza è stato ricalcolato il salto medio di concessione: la sua rideterminazione è stata effettuata tramite l'implementazione di un modello idraulico monodimensionale attraverso il software di calcolo Hec-Ras, a partire dalle seguenti ipotesi:

- ridefinizione della geometria fluviale a partire dall'aggiornamento delle informazioni geomorfologiche delle aree ottenute tramite informazioni LIDAR (con risoluzione al suolo di 1 x 1 m) e campagna topografiche classiche eseguite nell'anno 2019 e nel 2020 (si rimanda alla Relazione "Definizione dei volumi invasati" per una trattazione di dettaglio);

- riduzione delle modifiche morfologiche dell'alveo a valle delle opere (previste in sede di VIA per un tratto di circa 600 m), con parziale mantenimento della barra a losanga posta in sponda destra della Dora Baltea;
- ridefinizione, in riduzione, della quota di esercizio (da 228.50 m s.l.m. a 228.30 m s.l.m.), mantenendo invariata la quota di base del manufatto;
- incremento della portata massima derivata (da 156,00 m<sup>3</sup>/s a 180,00 m<sup>3</sup>/s), come descritto al paragrafo 6.5.

La determinazione della scala di deflusso della portata per la sezione idrografica a valle della traversa è stata effettuata mediante un modello numerico di dettaglio, realizzato con il software Hec-Ras: la sua affidabilità, dimostrata dall'ampio utilizzo in tutto il mondo, è inoltre riconosciuta in campo scientifico internazionale. L'approccio utilizzato è quello caratteristico delle correnti in moto permanente monodimensionale in alveo a sezione gradualmente variabile che ipotizza un valore costante della portata nel tempo e lungo tutto il tratto considerato.

Il salto geodetico sfruttato dall'impianto è variabile al variare della portata naturale in quanto i livelli di monte e di valle crescono al crescere della portata defluente, ma in maniera diversa, con quello di valle che cresce più di quello di monte, che viene mantenuto il più possibile costante grazie alle regolazioni compiute dalle macchine stesse tramite il movimento delle pale di girante e distributore.

Per la valutazione delle perdite di carico nel canale di carico e conseguentemente per conoscere i valori del salto disponibile da utilizzare nel calcolo dell'energia annua producibile dall'impianto, è stato implementato un modello idraulico numerico utilizzando il software Hec-Ras.

La Figura 56 mostra in modo schematico la planimetria di output del modello Hec-Ras in cui sono evidenziate le sezioni rilevate e utilizzate nelle calcolazioni (in verde) e le opere in progetto. La base di riferimento è il rilievo LIDAR 1x1 m eseguito dal Ministero dell'Ambiente.

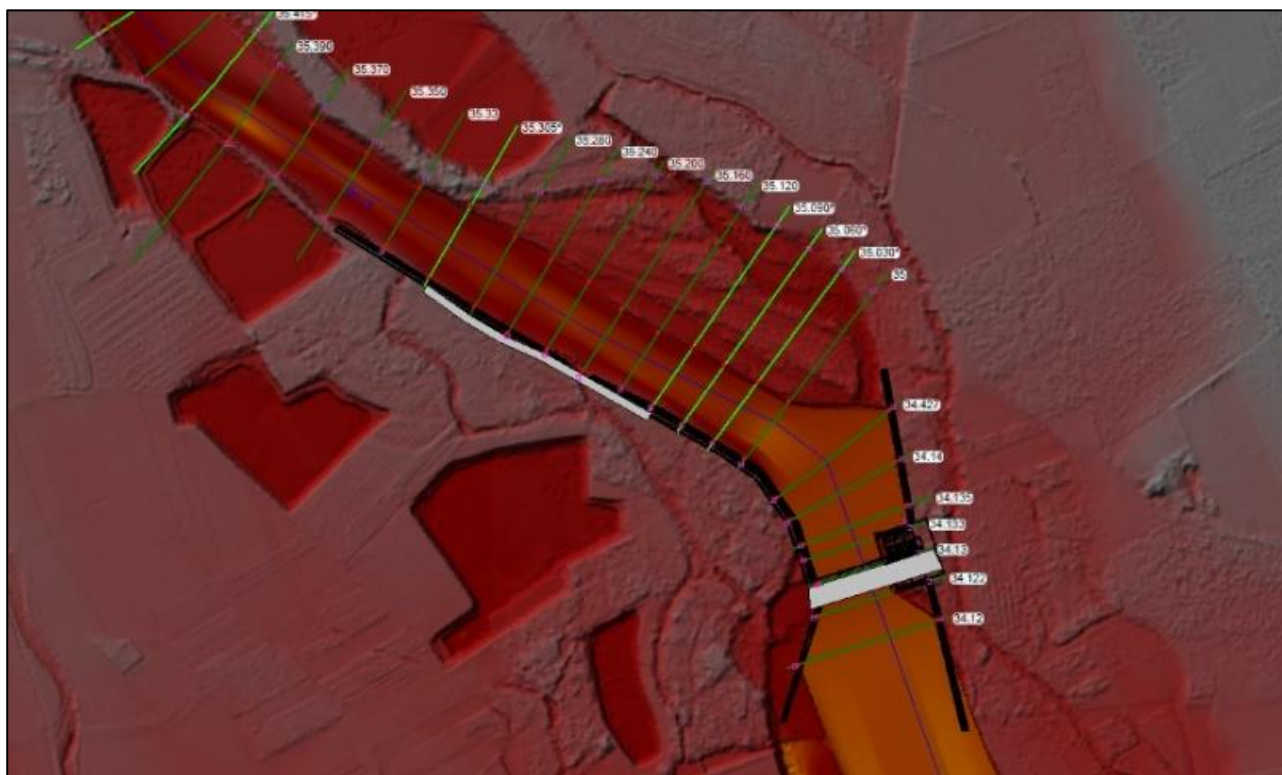


FIGURA 56 – SEZIONI IDROGRAFICHE UTILIZZATE PER LA SIMULAZIONE IDRAULICA CON SOFTWARE HEC-RAS

La traversa in progetto, realizzata in Ivrea località Torre Balfredo è stata simulata come un elemento di tipo inline structure, con profilo “*Broad Crested*”, ovvero uno stramazzo in parete grossa. Si rimanda alla Relazione Idraulica per una descrizione di dettaglio delle caratteristiche del modello utilizzato oltre che per la valutazione dei livelli di valle anche per verificare il corretto dimensionamento degli organi di scarico e in generale il comportamento dell’opera nei confronti delle piene.

I livelli di valle in sede di VIA e di Concessione sono stati stimati tramite una media della scala delle portate determinata sulla base delle espressioni di Bazin, Kutter e Strickler con l’utilizzazione dei coefficienti di scabrezza 1,75 (Bazin), 2,3 (Kutter), 35 (Strickler) e 0,028 (Manning) ipotizzando un andamento regolare dell’alveo, con sezioni costanti e pendenza di fondo del 1,0 ‰.

È evidente che le analisi effettuate rappresentano un aggiornamento importante rispetto a quanto già autorizzato in sede di VIA e di Concessione, alla luce dell’utilizzo di software numerici altamente affidabili ed evoluti rispetto alle sole formule di moto uniforme utilizzate in precedenza.

#### 7.2.1 AGGIORNAMENTO DELLA SCALA DI DEFLUSSO DELLE PORTATE

Utilizzando come input i valori di portata disponibile e della  $Q_{pai}$  sono stati ricavati i livelli del pelo libero presso la sezione idrografica di valle in cui è prevista la realizzazione dello scarico della centrale in progetto, come esemplificato dalla Figura 57 seguente tramite estratto delle risultanze del modello Hec-Ras.

Essendo l’impianto in progetto di tipo puntuale le acque sono restituite immediatamente al piede del manufatto, senza sottensione di alveo naturale.

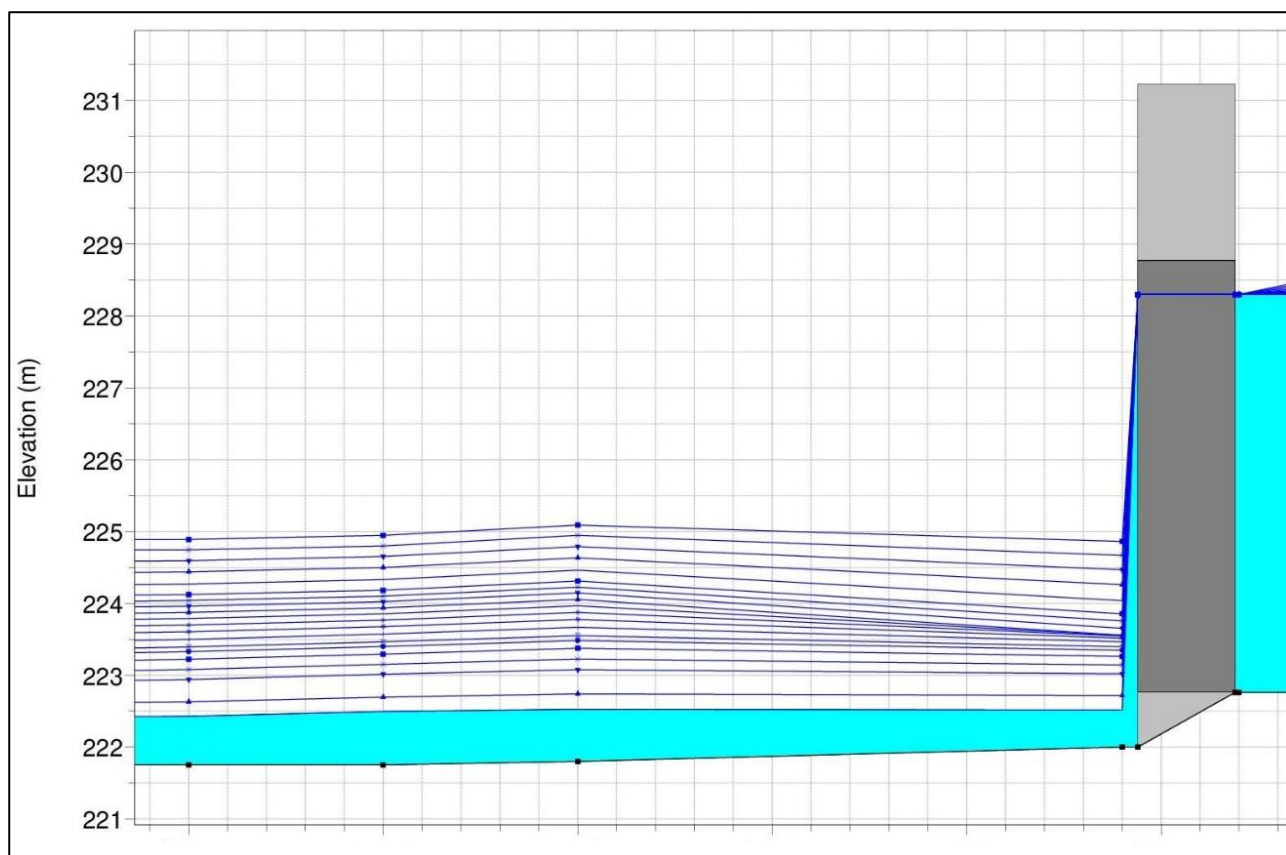


FIGURA 57 – VARIAZIONE DEI LIVELLI DI VALLE AL CRESCERE DELLA PORTATA DISPONIBILE OTTENUTI TRAMITE SOFTWARE HEC-RAS

L’interpolazione di questi punti dà origine alla scala di deflusso delle portate che permette di ottenere il valore dell’andamento del salto di progetto, ottenuto come differenza tra pelo libero di monte, pari alla



quota di esercizio dello sbarramento al netto delle perdite di imbocco, e il livello di valle variabile in funzione del regime di portata disponibile.

A questo punto il salto idraulico  $\Delta h_i$  alla generica ora  $i$  è stato definito come segue:

$$\Delta h_i = h_{(monte)} - h_{(valle)}$$

Analogamente a quanto già fatto in sede di VIA e di Concessione, utilizzando tutta le serie di dati disponibili (che nel presente aggiornamento si ricorda essere oraria rispetto ad una discretizzazione giornaliera/mensile adottata in sede di VIA) è stata valutata la media dei salti utili  $\Delta h_i^{disp}$ , ovvero considerando a titolo cautelativo le portate disponibili (e non quelle fisicamente sfruttabili) dall'impianto. Si ricorda infatti che la tipologia di turbina installata (Kaplan) è ad alto grado di reazione, lavora con girante completamente immersa in acqua, e il salto utile è definito dal dislivello piezometrico monte-valle.

Il salto utile medio sarà pertanto:

$$\overline{\Delta h} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta h_i^{disp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [ h_{(monte)}^{dips_i} - h_{(valle)}^{fdisp_i} ]$$

Come già discusso in precedenza le oscillazioni orarie di portata derivate dai rilasci dei bacini idroelettrici di monte influiscono sui livelli idrici in prossimità della derivazione di progetto, riponendo i medesimi errori di definizione dei rispettivi valori medi giornalieri.

In Figura 58 si riporta a titolo rappresentativo di una dinamica caratteristica del tratto fluviale il confronto delle portate derivabili e del relativo salto idraulico  $\Delta h_i$  per la giornata del 03/02/2006 in cui si rileva:

- ✓ un'escursione infra giornaliera di circa 36 m<sup>3</sup>/s nell'arco di circa 6 ore ( $Q_{max}$ : 46,6 m<sup>3</sup>/s;  $Q_{min}$ : 13,7 m<sup>3</sup>/s;  $Q_{media}$ : 30,3 m<sup>3</sup>/s - Pari ad una variazione del 109% rispetto alla portata media fluente;
- ✓ un'escursione infra giornaliera di salto idraulico  $\Delta h_i$  valutabile (tramite modellazione numerica Hec-Ras) in circa 0,5 m nell'arco di circa 6 ore ( $\Delta h_{max}$ : 6,0 m;  $\Delta h_{min}$ : 5,5 m;  $\Delta h_{med}$ : 5,7 m<sup>3</sup>/s - Pari ad una variazione del 10% rispetto al dislivello medio.

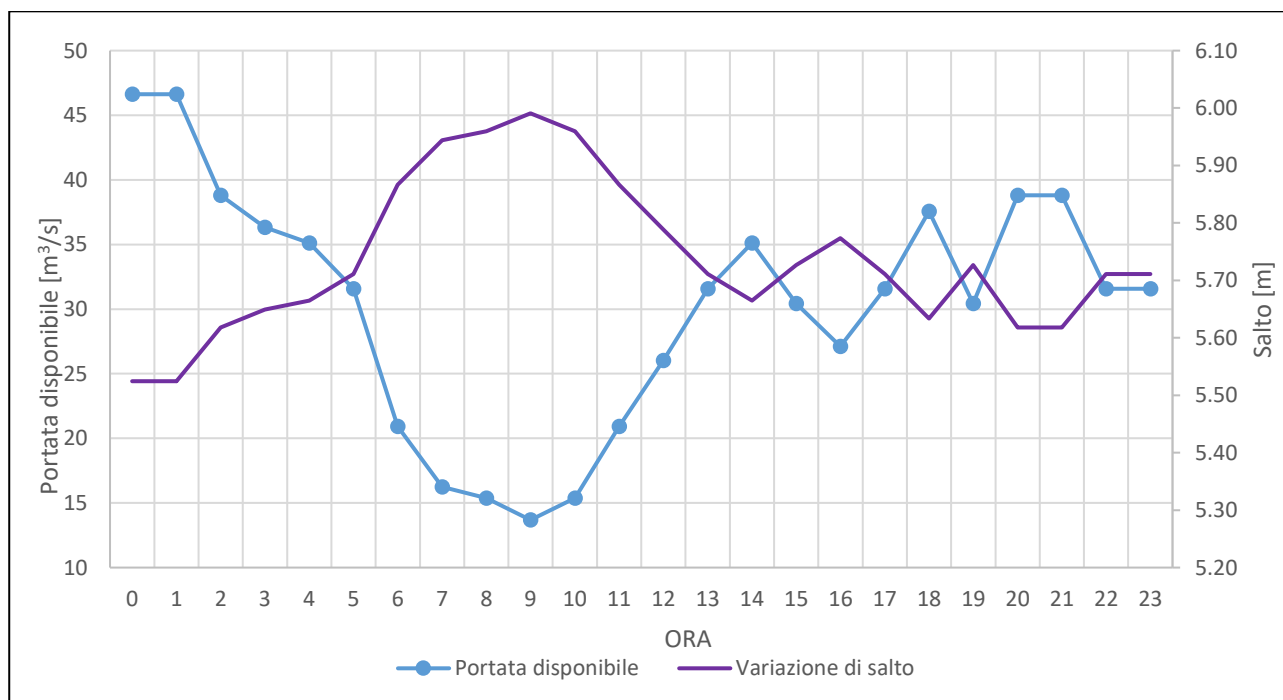


FIGURA 58 – ANDAMENTO DELLA PORTATA DISPONIBILE DORA BALTEA E DEL SALTO MEDIO ATTESO [GIORNO 03/02/2006]

In Tabella 24 e Figura 59 seguente si riporta la scala delle portate nella sezione di valle ottenuti tramite il modello idraulico Hec-Ras sopra descritto.

$Q_{\text{DISPONIBILI}} + Q_{\text{PAI}}$ [m <sup>3</sup> /s]	15	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
$H_{\text{MEDIO}}$ [m]	6.0	5.7	5.4	5.1	4.9	4.6	4.4	4.3	4.1	3.9	3.7

TABELLA 24 – RELAZIONE PORTATA DISPONIBILE E SALTO ELABORATO PER LA CONFORMAZIONE DI PROGETTO

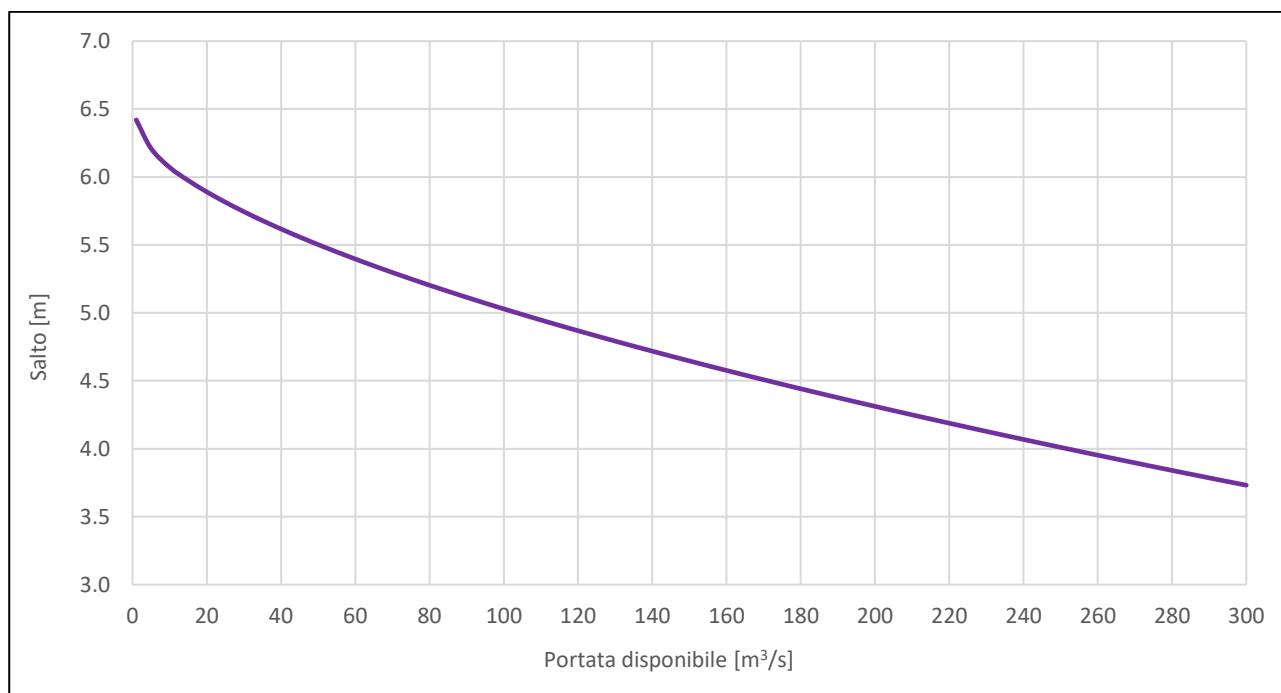


FIGURA 59 – RELAZIONE PORTATA DISPONIBILE E SALTO ELABORATO PER LA CONFORMAZIONE DI PROGETTO

Per le particolarità dell’impianto in progetto, che lavora con un range abbastanza ampio di livelli d’esercizio a valle, a causa delle forti oscillazioni di portata date alla presenza degli invasi di monte, la relazione che lega il salto idraulico alla portata disponibile non è lineare (cfr. Figura 59).

Nella Tabella 25 e Figura 60 seguente si sintetizza l’andamento medio mensile del salto medio in funzione della sintesi dei principali parametri idraulici descritti in precedenza

MESE	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	MED
$Q_{\text{DISPONIBILI}} + Q_{\text{PAI}} - (DMV)$ [m <sup>3</sup> /s]	24,0	20,8	22,5	45,7	137,0	209,6	139,3	92,6	57,3	49,1	61,0	29,9	74,1
$Q_{\text{TURBINABILI}}$	18,2	14,7	16,0	35,8	102,5	148,8	111,0	76,4	47,6	41,3	47,4	24,1	57,0
$H_{\text{MEDIO}}$ [m]	5,88	5,92	5,90	5,58	4,69	4,21	4,68	5,07	5,44	5,54	5,40	5,79	5,35
QUOTA DI VALLE MEDIA [m s.l.m.]	222,4	222,4	222,4	222,7	223,6	224,1	223,6	223,2	222,9	222,8	222,9	222,5	223,0

TABELLA 25 – ANDAMENTO MENSILE DEL SALTO ELABORATO PER LA CONFORMAZIONE DI PROGETTO

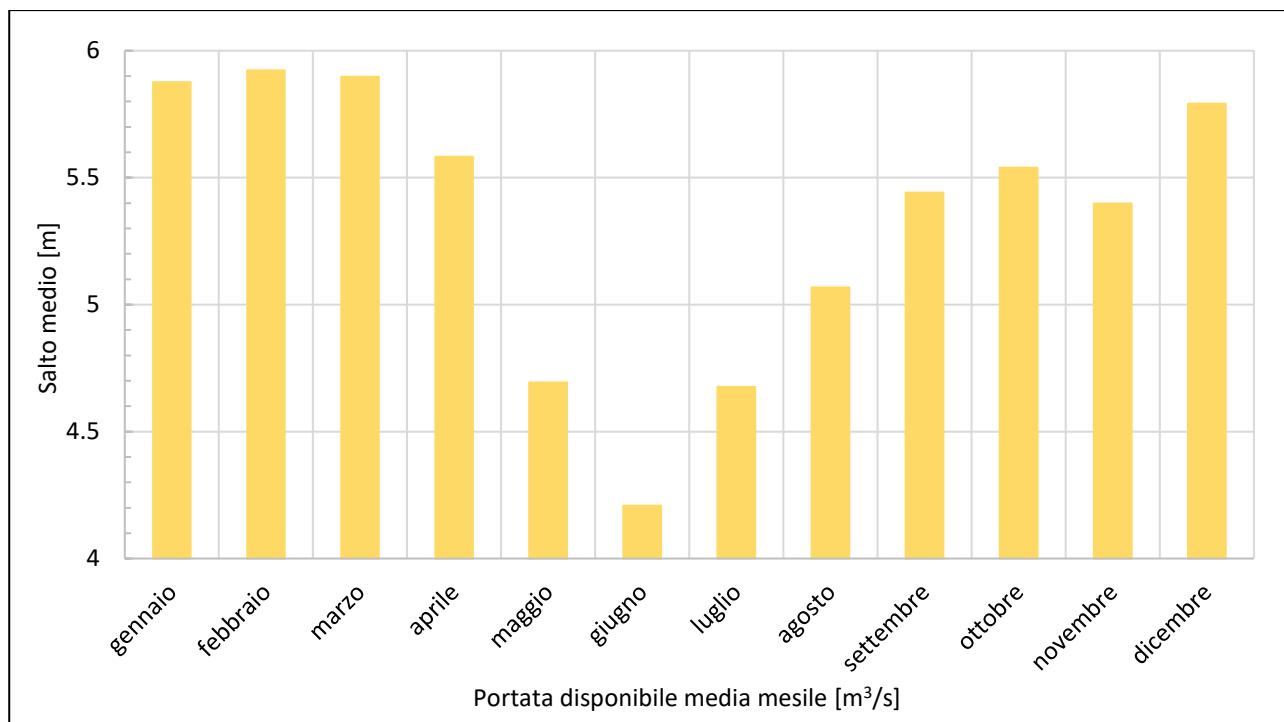


FIGURA 60 – ANDAMENTO MENSILE DEL SALTO ATTESO NELLA SEZIONE D’INTERESSE

Alla luce delle elaborazioni numeriche svolte, si evidenzia in Figura 61 la curva di durata del salto, ovvero la stima della percentuale di tempo dell’anno nella quale un dislivello sfruttabile viene eguagliato o superata durante l’intero periodo di osservazione.

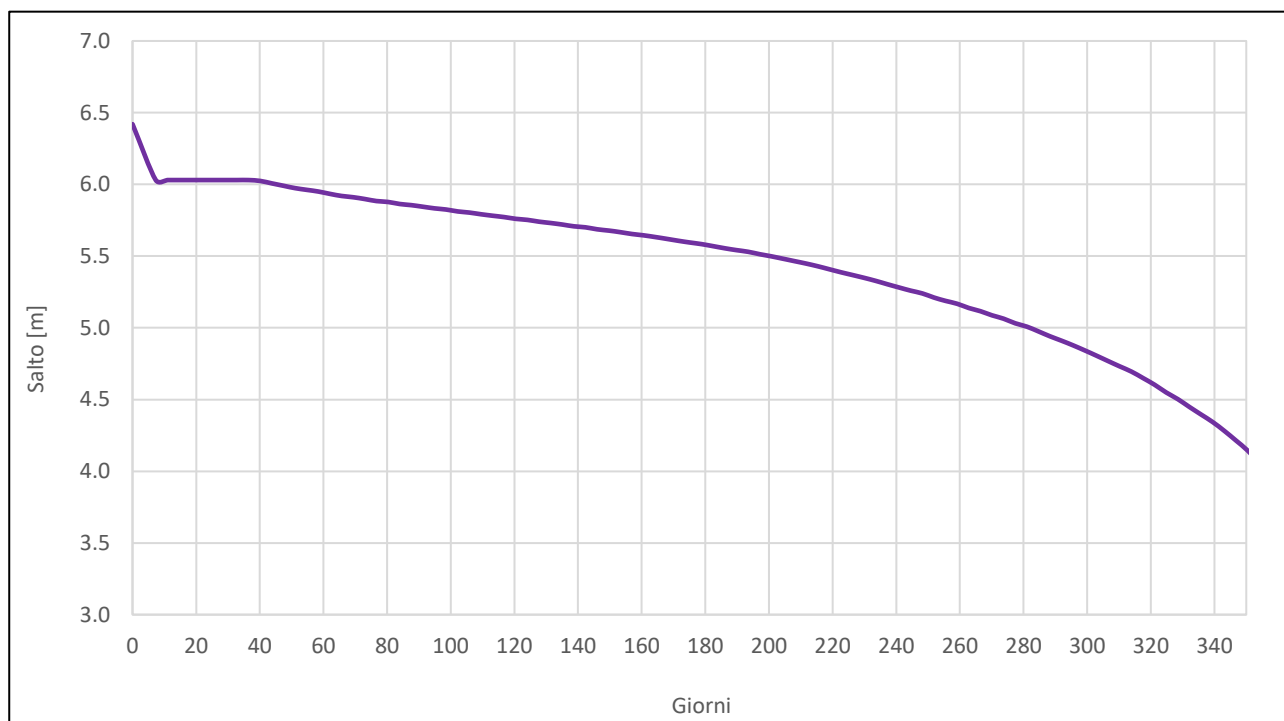


FIGURA 61 – CURVA DI DURATA DEL SALTO

A titolo cautelativo nelle valutazioni precedenti si sono considerate tutte le portate fluenti anche quelle per il quale le macchine non sono in funzione perché la portata fluente risulta essere al di sotto del minimo accettabile dalle stesse. Come descritto in precedenza, date le dimensioni delle turbine, e l’elevata inerzia

delle masse in gioco è previsto che la singola macchina non entri in funzione con portate fluenti minori di 11 m<sup>3</sup>/s, tipicamente nei mesi invernali.

Alla luce delle risultanze della modellazione numerica effettuata il valore di salto medio, valutato cautelativamente come il salto corrispondente alla portata media disponibile, si modifica come riassunto in Tabella 26 seguente.

	VIA05	AGGIORNAMENTO
SALTO MEDIO (H <sub>NOM</sub> )	6,08 m	5,35 m

TABELLA 26 – RIDEFINIZIONE IN RIDUZIONE DEL SALTO MEDIO

### 7.3 POTENZA NOMINALE

La potenza nominale di un'utilizzazione misura la potenza idraulica media teoricamente disponibile nell'anno e dipende esclusivamente dalla portata media e dal salto nominale medio di concessione, entrambi fortemente influenzati dalle rilevanti oscillazioni descritte in precedenza non rilevate in precedenza per l'adozione di una discretizzazione delle portate rilevate dall'idrometro di Tavagnasco giornaliera, rispetto a quella oraria del presente studio.

Sulla base delle valutazioni descritte ai paragrafi precedenti, essa viene calcolata, come da normativa, tramite la seguente espressione:

$$P_N = \frac{Q_{MEDI A} \cdot H_{MEDI O P O N D E R A T O} \cdot 1000}{102} = 2989,70 \text{ kW}$$

Dove:

- ✓  $Q_{MEDI A}$  è la portata media annua richiesta in Concessione (cfr. Tabella 20);
- ✓  $H_{MEDI O P O N D E R A T O}$  è il salto utile, ovvero il dislivello medio ponderato tra il pelo libero a monte della presa e quello a valle, da ritenersi variabile in funzione della portata disponibile nella sezione di progetto, come previsto in sede di VIA e di Disciplinare di Concessione (cfr. Tabella 26).

Alla luce delle risultanze della modellazione numerica effettuata, e dell'integrazione delle valutazioni idrologiche descritte compiutamente in precedenza, la potenza di concessione assentita con Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014, si modifica come segue:

	CONCESSIONE	AGGIORNAMENTO
POTENZA NOMINALE	4.263,80 kW	2989,70 kW

TABELLA 27 – RIDEFINIZIONE DELLA POTENZA NOMINALE DI CONCESSIONE

### 7.4 PRODUCIBILITÀ ATTESA

La potenza media effettiva e la producibilità media annua invece sono state determinate integrando con discretizzazione oraria la curva di durata delle portate derivabili (riportata in Figura 55), moltiplicata per il salto motore netto (valutato alla medesima portata fluente attraverso la relazione esemplificata in Figura 59) e il rendimento medio dell'impianto, secondo le espressioni di seguito riportate.

$$P_{eff} = \frac{1}{T} \int_0^T \eta \cdot 9.81 \cdot Q_{DER} \cdot H_{MEDIO\ PONDERATO} \cdot dD$$

$$E = \int_0^T \eta \cdot 9.81 \cdot Q_{DER} \cdot H_{MEDIO\ PONDERATO} \cdot 24 \cdot dD$$

Dove:

- ✓  $Q_{DER}$  è portata derivata dall'impianto, limitata dal valore massimo di 180 m<sup>3</sup>/s previsto in sede di variante (cfr. Tabella 19), e dalla capacità di derivazione delle turbine in relazione al legame  $Q_{URB}$ - $Q_{DISP}$ - $\Delta h$ - $\eta$ (rendimento) descritto nel diagramma collinare esemplificativo di Figura 51;
- ✓  $H_{MEDIO\ PONDERATO}$  è il salto utile medio, ovvero il dislivello medio tra il pelo libero a monte della presa e quello a valle, valutato a partire dalle serie storiche orarie tramite modellazione numerica eseguita per mezzo del software Hec-Ras, come riassunto in Tabella 26;
- ✓  $\eta(Q/Q_{MAX})$  è il rendimento stimato complessivo, in funzione della parzializzazione della portata fluente in una data ora nei 3 gruppi, in base ai valori forniti dai costruttori per gruppi simili. In base ai rendimenti delle macchine individuate, ed al relativo accoppiamento, si è considerato un valore di rendimento medio complessivo turbina/alternatore pari al 80÷90% (valore variabile) in funzione della medesima relazione citata in precedenza  $Q_{TURB}$ - $Q_{DISP}$ - $\Delta h$ - $\eta$ (rendimento) descritto nel diagramma collinare esemplificativo di Figura 51;
- ✓ un fermo impianto pari al 5% su base annua, percentuale verificata con impianti simili su traversa e basso salto, come già previsto in sede di VIA.

Dall'analisi delle curve di durata delle portate misurate da Arpa Piemonte a Tavagnasco con discretizzazione oraria nel periodo 2005÷2019, alla luce delle modificazioni accorse rispetto al VIA ed alle elaborazioni descritte in precedenza è stata aggiornata la stima dell'energia annua producibile dall'impianto.

L'istogramma di Figura 62 mostra l'esito della simulazione condotta sulla base dei prelievi idrici attuali.

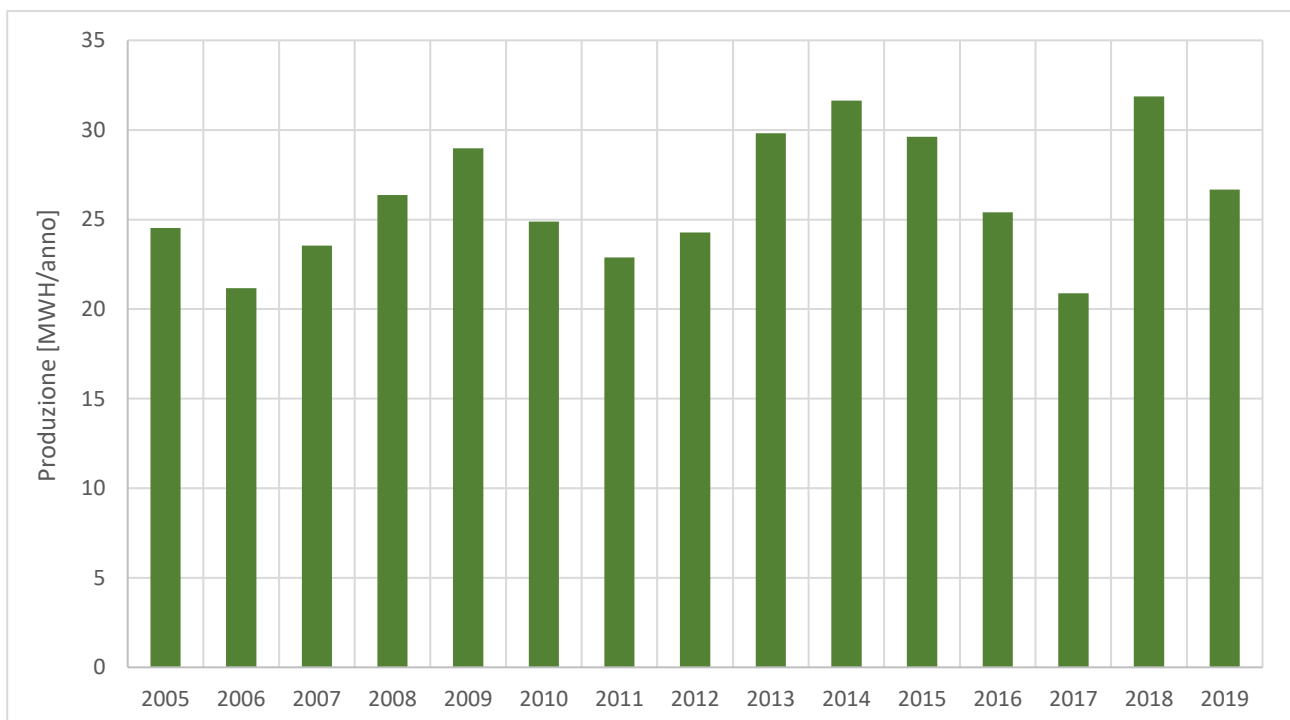


FIGURA 62 – PRODUZIONE ANNUA LORDA STIMATA PER LA CENTRALE IDROELETTRICA TRA NEL PERIODO 2005÷2019

La Tabella 28 seguente, alla luce delle risultanze della modellazione numerica effettuata e dei relativi aggiornamenti delle disponibilità idriche, riassume il valore atteso di energia elettrica immessa in rete

	<b>VIA05<sup>3</sup></b>	<b>AGGIORNAMENTO</b>
Produzione energetica totale lorda	30,0 GWh	26,3 GWh/anno
Produzione energetica totale lorda (al netto delle perdite di fermo impianto)	28,5 GWh	25,0 GWh/anno

**TABELLA 28 – PRODUZIONI ENERGETICHE ATTESE**

#### 7.4.1 RIASSUNTO DEI DATI CARATTERISTICI 3.3. DELLA DERIVAZIONE

Come descritto compiutamente nel Capitolo 5, nel Capitolo 6 e nel Capitolo 7, a seguito della riduzione del salto di progetto, nonché dell'aggiornamento delle conoscenze idrologiche tramite le serie storiche orarie disponibili misurate alla sezione di Tavagnasco (fonte ARPA Piemonte) i parametri concessori sono da ridefinirsi come illustrato in Tabella 1 seguente:

	<b>VIA05</b>	<b>PROPOSTA</b>
PORTATA MEDIA DERIVATA	66,64 m <sup>3</sup> /s	<b>57,00</b>
PORTATA MASSIMA DERIVATA	156,00 m <sup>3</sup> /s	<b>180 m<sup>3</sup>/s</b>
SALTO MEDIO	6,08 m	<b>5,35 m</b>
POTENZA MEDIA NOMINALE	3968,56 kW	<b>2989,70 kW</b>

**TABELLA 29 – RIDEFINIZIONE DEI PARAMETRI CONCESSORI**

La modifica dei parametri concessori, così come descritta, non introduce variazioni sostanziali nei parametri della Concessione rilasciata con Determinazione Dirigenziale n. 461-21990/2014 poiché non è stato modificato né il punto di presa, né la modalità di restituzione delle portate derivate; inoltre la modifica dei parametri concessori consente di sfruttare meglio la risorsa idrica, nei momenti in cui effettivamente è presente senza alcuna limitazione, come nei periodi di morbida estivi o a seguito di eventi impulsivi.

L'analisi effettuata, descritta compiutamente nella presente trattazione e negli elaborati grafici allegati, consente non solo di escludere il verificarsi di impatti ambientali negativi ma altresì di dimostrare che le modifiche e gli adeguamenti tecnici apportati risultano migliorativi rispetto a quanto già autorizzato con DEC/DSA/1432 del 29/12/2005 e nella successiva verifica d'ottemperanza (prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018).

<sup>3</sup> Produzioni energetiche valutate in sede di VIA alle medesime ipotesi dei quantitativi di risorsa idrica sottratta dal Naviglio di Ivrea (Alternativa 1)

## 8 ALLEGATI

Si riporta in allegato:

- I. Sintesi della serie storica oraria delle portate della Dora Baltea, rilevate nella stazione idrometrica di Tavagnasco da Arpa Piemonte 2005 ÷ 2019 - Elaborazioni Edil Samar con aggregazione mensile e giornaliera.

**PORTATA NATURALE MEDIA MENSILE DORA BALTEA SEZIONE DI IVREA – TORRE BALFREDO (DATI ORARI ARPA PIEMONTE 2005 ÷ 2019)**

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
2005	36,7	35,9	35,5	52,2	127,1	176,8	125,6	109,2	107,6	66,2	44,8	29,1
2006	25,3	26,6	20,2	42,6	119,0	141,2	127,5	66,0	124,7	74,1	42,8	35,8
2007	31,8	28,1	27,9	58,0	136,5	214,7	132,7	108,8	72,5	55,0	45,6	34,0
2008	34,8	30,4	27,4	33,7	170,8	249,4	167,1	117,1	97,0	51,6	92,3	58,5
2009	39,5	34,4	42,1	118,3	275,9	303,3	198,4	130,7	90,3	51,0	35,2	28,6
2010	26,6	27,1	34,3	51,3	154,6	278,1	182,9	110,4	64,5	51,3	54,4	36,8
2011	29,4	26,1	28,6	66,5	108,7	192,4	124,1	94,9	88,6	44,9	79,9	35,5
2012	31,2	28,4	31,1	52,7	160,2	217,8	153,2	110,3	66,7	49,9	40,6	34,0
2013	28,2	29,9	23,9	84,5	216,5	280,4	244,7	163,6	85,3	72,9	60,7	48,3
2014	40,2	36,9	55,9	99,7	140,9	202,7	172,1	145,2	83,1	65,2	99,2	61,7
2015	41,5	40,2	41,4	78,3	191,8	209,1	156,6	142,1	84,1	81,2	54,3	34,9
2016	34,0	31,2	33,5	74,7	122,4	206,4	172,4	104,8	75,9	43,5	66,1	42,9
2017	33,7	20,8	23,7	69,4	134,4	224,3	123,2	112,4	51,2	32,3	22,9	19,3
2018	40,3	31,4	24,2	92,0	280,8	349,1	194,4	128,7	74,6	67,3	255,5	45,3
2019	38,0	28,0	30,7	61,3	90,3	273,0	190,0	120,0	67,4	94,8	81,8	58,2



**PORTATA NATURALE MEDIA GIORNALIERA DORA BALTEA SEZIONE DI IVREA – TORRE BALFREDO (DATI ORARI ARPA PIEMONTE 2005 ÷ 2019)**

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
1	28,3	33,6	32,0	43,6	120,3	218,1	200,4	133,0	95,5	62,8	69,0	50,8
2	32,0	32,9	32,2	44,8	122,1	208,3	208,2	148,8	90,6	64,1	63,0	46,7
3	31,4	31,3	32,2	44,6	123,5	212,3	203,0	142,6	87,3	68,4	71,0	45,5
4	33,5	31,1	31,2	48,3	130,1	230,6	196,9	129,4	93,7	71,8	72,3	45,7
5	34,3	30,6	30,0	48,7	136,6	227,4	195,2	128,8	95,2	68,8	109,2	45,1
6	29,3	32,7	28,4	45,3	130,5	237,1	189,5	125,0	89,9	64,9	115,0	45,0
7	35,1	33,7	28,3	48,9	125,0	234,2	186,2	126,4	89,3	63,9	93,1	44,2
8	41,1	32,8	28,4	52,7	124,6	229,0	182,2	139,1	86,7	59,8	76,6	39,1
9	44,9	32,4	28,3	53,5	128,8	229,7	172,4	135,9	92,2	60,2	72,1	42,6
10	36,8	30,8	29,4	55,7	136,3	230,4	165,5	126,6	84,4	59,2	70,4	41,5
11	36,2	30,2	29,6	57,9	145,7	246,8	163,2	119,1	81,6	61,9	70,2	40,5
12	35,5	29,9	29,2	57,6	148,1	258,5	162,9	117,8	84,2	54,8	78,9	41,8
13	34,4	29,4	28,4	57,2	145,9	254,4	173,3	119,1	84,8	56,3	67,9	42,2
14	33,8	30,0	29,5	57,8	150,9	257,1	167,7	119,6	86,0	57,1	63,9	41,4
15	33,3	30,3	30,8	59,5	153,5	264,5	157,7	121,2	120,2	60,6	68,4	42,8
16	33,8	29,6	34,7	65,4	152,7	277,5	148,9	117,3	101,1	56,4	66,9	40,9
17	34,1	29,1	34,6	64,7	151,4	265,3	160,2	106,2	88,9	52,9	63,8	40,1
18	34,9	29,8	32,9	67,3	151,4	253,1	161,4	106,3	85,9	52,1	62,7	39,0
19	36,3	28,0	33,2	69,8	170,1	249,1	153,8	113,2	81,1	53,0	63,3	39,3
20	35,9	28,2	32,4	72,0	156,1	251,2	152,2	110,7	71,9	53,1	62,3	42,6
21	34,1	27,4	32,5	72,5	150,2	241,3	155,9	108,8	69,1	61,1	62,1	41,8
22	32,7	28,8	31,8	72,8	157,1	234,9	149,0	106,4	68,3	64,7	61,2	38,4
23	34,6	29,8	30,9	78,9	179,3	227,7	146,5	105,9	67,0	58,8	74,4	37,8
24	33,6	29,6	30,7	85,6	174,7	219,3	145,9	106,5	68,6	66,3	80,9	35,7
25	33,2	28,4	32,9	84,2	185,8	220,4	146,5	104,5	72,4	58,8	81,0	32,6
26	32,5	28,8	35,6	93,5	202,4	218,1	141,0	105,0	70,5	56,2	64,7	33,1
27	32,6	29,4	35,0	115,9	213,2	212,8	142,0	107,9	67,5	52,6	63,0	35,4
28	32,5	30,8	33,9	114,8	232,6	209,5	140,3	103,8	63,2	53,8	63,6	34,4
29	31,7	34,6	35,6	113,7	250,8	210,4	153,7	103,5	64,8	66,9	62,5	33,7
30	30,8		38,1	123,2	242,3	208,5	139,5	105,7	64,6	63,7	58,4	33,8
31	33,4		40,4		229,9		132,8	101,7		57,0		32,8

**PORTATA DISPONIBILE MEDIA MENSILE DORA BALTEA SEZIONE DI IVREA – TORRE BALFREDO (DATI ORARI ARPA PIEMONTE 2005 ÷ 2019)**

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
2005	23,7	23,4	23,2	26,1	99,8	149,5	98,3	81,9	80,3	52,9	31,5	17,1
2006	15,2	16,3	11,3	19,0	91,7	113,9	100,2	38,8	97,4	60,8	29,5	22,9
2007	19,2	16,3	15,4	34,1	109,2	187,4	105,4	81,5	45,2	41,7	32,3	21,8
2008	22,4	18,5	15,4	13,4	143,5	222,1	139,7	89,8	69,7	38,3	79,0	45,2
2009	26,3	21,4	28,9	91,0	248,6	276,0	171,1	103,3	63,0	37,7	22,0	16,7
2010	16,0	16,1	21,9	26,0	127,3	250,8	155,6	83,1	37,4	37,9	41,0	23,7
2011	17,2	14,5	17,4	39,3	81,4	165,1	96,8	67,6	61,3	31,6	66,6	22,5
2012	18,5	16,8	18,4	25,9	132,9	190,5	125,9	83,0	39,4	36,6	27,3	20,9
2013	16,1	18,0	13,0	61,2	189,2	253,1	217,4	136,3	58,0	59,6	47,4	35,0
2014	26,9	23,6	42,7	72,4	113,6	175,4	144,7	117,9	55,8	51,8	85,9	48,4
2015	28,2	27,0	28,2	51,0	164,5	181,8	129,3	114,8	56,7	67,9	41,0	21,9
2016	21,2	18,4	20,5	47,4	95,1	179,1	145,1	77,5	48,6	30,2	52,8	29,6
2017	20,9	11,6	14,0	42,1	107,1	197,0	95,9	85,1	25,4	19,7	13,1	11,5
2018	28,2	19,2	14,3	66,9	253,5	321,8	167,0	101,4	47,3	54,0	242,2	32,0
2019	24,8	16,3	18,0	34,6	63,0	245,7	162,7	92,6	40,1	81,5	68,5	44,9

**PORTATA DISPONIBILE MEDIA GIORNALIERA DORA BALTEA SEZIONE DI IVREA – TORRE BALFREDO (DATI ORARI ARPA PIEMONTE 2005 ÷ 2019)**

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
1	16,7	21,1	19,8	20,2	92,9	190,8	173,0	105,7	68,2	49,5	55,9	37,7
2	19,9	20,3	19,9	21,5	94,8	181,0	180,9	121,5	63,3	50,8	49,8	33,9
3	19,2	19,3	20,2	21,5	96,2	185,0	175,7	115,2	60,0	55,1	57,8	32,9
4	20,9	19,4	19,2	24,3	102,8	203,3	169,6	102,1	66,4	58,5	59,2	32,7
5	21,6	18,7	18,5	25,6	109,3	200,1	167,9	101,5	67,9	55,5	95,9	32,1
6	17,3	20,7	17,2	22,4	103,2	209,7	162,2	97,7	62,5	51,6	101,7	31,9
7	22,6	21,5	17,0	25,5	97,7	206,9	158,9	99,1	62,0	50,6	79,9	31,2
8	28,4	20,2	16,6	27,8	97,2	201,7	154,9	111,8	59,4	46,5	63,4	26,4
9	32,1	19,9	16,7	28,4	101,5	202,4	145,1	108,6	64,9	47,0	58,8	30,0
10	24,1	18,7	17,9	29,9	109,0	203,1	138,2	99,3	57,1	46,0	57,2	28,9
11	23,4	18,5	18,3	32,2	118,4	219,5	135,9	91,8	54,3	48,6	57,2	27,7
12	22,7	18,5	17,9	32,3	120,8	231,2	135,6	90,5	56,9	41,5	66,0	28,9
13	21,8	17,6	17,3	32,5	118,6	227,1	146,0	91,8	57,5	43,1	54,9	29,1
14	21,7	18,1	18,0	32,2	123,6	229,8	140,4	92,4	58,7	43,8	50,8	28,4
15	21,0	18,5	19,1	33,4	126,2	237,2	130,4	94,2	92,9	47,3	55,2	29,8
16	21,4	17,8	22,6	39,2	125,4	250,1	121,6	90,0	73,9	43,0	53,8	28,3
17	21,6	17,4	22,2	38,3	124,1	238,0	132,9	78,9	61,9	39,6	50,7	27,8
18	22,0	18,2	21,1	40,8	124,1	225,8	134,1	79,0	58,7	38,8	49,7	26,3
19	23,5	16,8	21,3	43,3	142,8	221,8	126,5	85,9	54,0	39,7	50,6	26,8
20	23,3	16,4	20,8	45,5	128,8	223,9	124,9	83,4	44,9	39,8	49,3	29,9
21	21,7	16,1	20,6	45,6	122,9	214,0	128,6	81,5	42,1	47,8	49,1	29,0
22	20,4	17,1	20,0	45,9	129,8	207,6	121,7	79,1	41,1	51,5	48,2	25,7
23	22,1	17,8	19,1	51,9	152,0	200,4	119,2	78,6	40,0	45,6	61,4	25,2
24	21,2	17,7	19,1	58,6	147,4	191,9	118,5	79,2	41,8	53,2	67,9	23,3
25	20,8	16,7	21,2	57,1	158,5	193,1	119,2	77,2	45,3	45,5	68,2	20,4
26	20,1	17,3	23,3	66,2	175,0	190,8	113,7	77,7	43,4	43,0	52,0	21,0
27	20,3	17,8	22,5	88,6	185,9	185,5	114,7	80,6	40,5	39,4	50,2	23,4
28	20,1	18,8	21,6	87,5	205,3	182,2	113,0	76,5	36,1	40,7	50,6	22,5
29	19,5	22,2	23,2	86,4	223,5	183,0	126,4	76,2	37,7	53,8	49,5	21,6
30	18,7		25,3	95,9	215,0	181,2	112,2	78,4	37,6	50,5	45,3	21,7
31	21,1		27,5		202,6		105,5	74,4		43,8		20,6

**PORTATA DERIVABILE MEDIA MENSILE DORA BALTEA SEZIONE DI IVREA – TORRE BALFREDO (DATI ORARI ARPA PIEMONTE 2005 ÷ 2019)**

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
2005	21,1	18,7	19,5	21,6	84,0	121,7	83,2	68,1	68,8	47,2	28,6	12,1
2006	9,2	11,0	4,8	13,1	77,1	95,1	84,8	34,7	70,3	53,4	27,3	19,9
2007	15,0	11,1	10,9	27,4	89,5	145,8	88,7	69,8	40,7	37,8	29,1	17,5
2008	18,2	14,4	11,0	6,5	87,0	166,2	114,6	76,6	60,3	35,0	62,2	40,8
2009	24,0	18,7	26,7	74,5	157,5	177,5	136,6	87,2	54,8	34,3	20,0	12,2
2010	10,9	12,2	18,5	19,9	103,4	160,3	126,3	71,1	33,4	34,5	37,1	21,1
2011	13,0	10,2	12,4	35,4	69,7	129,8	79,5	59,1	53,6	29,1	51,5	20,0
2012	14,9	12,7	14,7	22,3	109,2	151,0	102,9	71,3	35,8	33,4	25,0	18,0
2013	11,6	14,5	6,5	42,8	142,2	155,3	164,7	108,8	51,3	52,7	42,8	32,2
2014	25,2	21,9	38,6	62,8	93,3	138,3	116,8	97,9	49,6	46,3	71,2	43,3
2015	26,2	24,9	25,6	45,2	132,1	141,7	106,9	94,3	50,1	59,2	37,4	19,1
2016	17,8	15,2	17,9	42,6	79,0	142,7	118,8	66,9	43,4	28,1	42,2	27,3
2017	18,2	4,1	7,8	38,3	87,5	153,0	81,4	72,9	20,9	15,7	6,7	5,0
2018	22,9	15,8	8,5	53,0	168,5	179,9	131,2	85,6	42,5	43,8	168,7	29,5
2019	22,9	12,3	14,3	28,9	55,1	170,6	126,5	78,9	36,2	66,0	59,1	40,6

**PORTATA DERIVABILE MEDIA GIORNALIERA DORA BALTEA SEZIONE DI IVREA – TORRE BALFREDO (DATI ORARI ARPA PIEMONTE 2005 ÷ 2019)**

	GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE
1	12,1	17,8	16,0	15,3	74,1	137,1	135,7	88,8	59,5	44,3	44,1	33,4
2	16,4	17,0	16,5	15,6	79,1	134,8	136,8	96,8	55,5	45,3	43,3	29,9
3	15,4	15,1	16,8	15,5	80,0	136,7	134,7	95,8	52,8	48,6	49,6	28,9
4	17,7	14,9	15,2	18,7	84,8	145,6	133,7	86,0	57,8	51,4	49,4	29,0
5	18,5	14,8	13,9	19,5	86,8	148,2	133,7	85,5	59,1	48,9	66,3	28,9
6	13,2	16,6	12,5	16,1	85,3	151,6	130,1	82,5	55,0	45,9	61,0	28,7
7	19,0	17,9	12,3	19,9	79,6	150,7	127,9	83,4	54,5	44,9	53,0	28,0
8	24,1	17,0	12,2	22,4	79,4	151,8	123,5	87,7	52,3	41,5	49,1	23,1
9	26,9	16,7	12,0	22,4	83,3	153,8	117,9	89,1	56,1	42,0	47,6	26,3
10	20,5	14,9	13,1	24,8	88,8	151,7	113,3	83,5	50,3	41,1	46,8	25,6
11	20,4	14,1	13,3	27,1	96,8	152,0	111,4	77,9	48,1	43,2	48,1	24,0
12	19,9	14,4	12,9	26,8	98,8	153,8	111,2	76,7	50,0	37,5	50,2	25,6
13	18,2	13,5	12,0	27,0	96,6	154,6	115,5	77,2	50,3	38,6	46,5	25,9
14	17,6	14,3	13,2	26,7	99,3	158,3	114,2	77,2	51,1	39,3	43,9	25,3
15	17,3	14,5	14,5	27,9	101,0	155,0	107,6	77,4	56,9	41,9	47,4	26,3
16	18,0	13,3	18,5	33,3	98,7	153,4	100,9	74,9	61,4	38,7	46,1	24,6
17	18,3	12,9	18,2	33,1	97,1	153,9	106,4	67,9	53,7	35,8	44,0	24,0
18	19,0	13,9	16,4	35,2	99,8	153,0	106,0	68,1	51,3	35,2	42,9	22,8
19	20,4	12,5	17,1	37,3	108,0	151,6	104,1	73,6	47,4	36,0	43,1	23,0
20	20,1	11,9	16,5	39,0	103,1	149,6	103,6	71,6	40,0	36,0	42,3	25,8
21	18,3	12,2	16,1	39,8	98,5	146,8	104,9	70,2	37,6	40,8	42,5	25,4
22	17,0	13,1	15,1	39,8	101,6	150,0	101,1	68,2	36,9	42,5	41,8	22,0
23	19,0	14,0	14,1	45,1	112,3	149,9	99,1	67,8	35,8	40,0	51,0	21,8
24	18,0	13,9	14,4	50,5	111,3	146,6	98,5	68,3	37,2	43,6	54,8	19,7
25	17,4	12,6	16,6	49,2	118,9	149,2	99,1	66,6	39,3	39,6	51,7	16,5
26	16,9	13,0	19,5	56,8	128,5	147,2	94,9	66,6	38,1	38,2	44,0	16,7
27	16,5	13,5	19,0	67,8	135,9	143,8	95,7	69,1	36,0	35,3	42,3	19,3
28	16,3	15,0	18,2	69,7	137,8	141,9	94,4	66,1	32,4	36,2	43,3	18,7
29	15,4	18,6	19,8	71,8	139,2	143,2	99,0	65,9	33,4	41,1	42,7	17,9
30	14,7		21,7	74,7	135,6	141,8	92,8	67,7	33,4	41,9	39,5	17,7
31	17,5		23,8		132,7		88,6	64,5		38,9		16,3

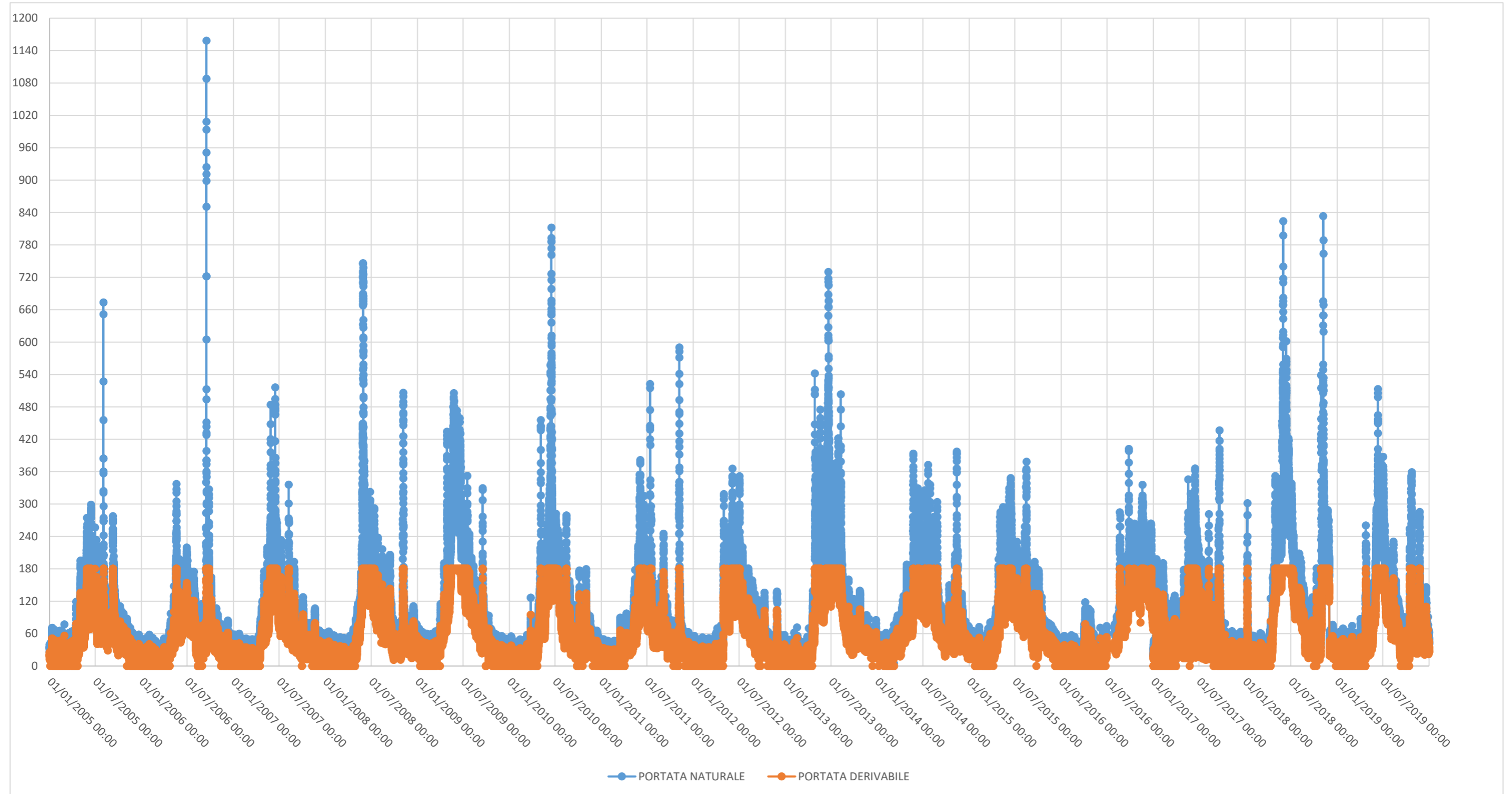
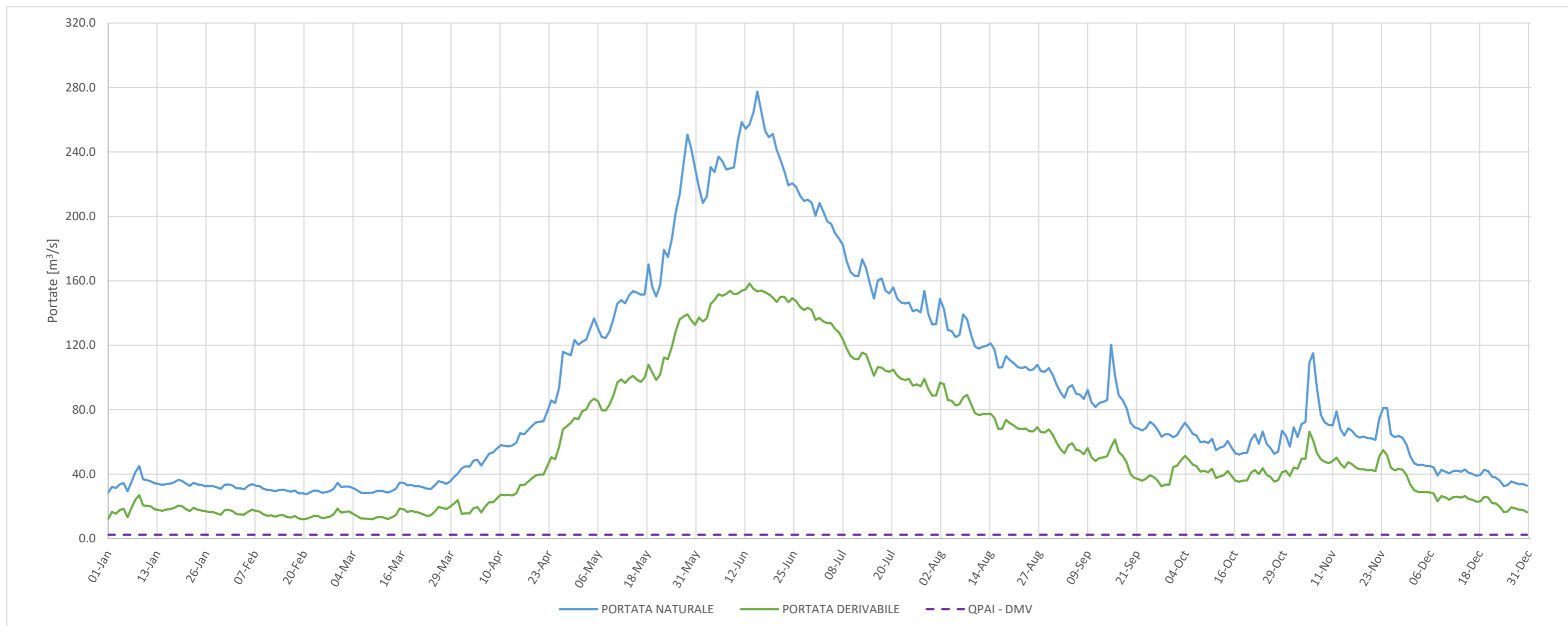


FIGURA 63 - PORTATA NATURALE E PORTATA DERIVABILE VALUTATE ALLA SEZIONE DI PROGETTO (IVREA LOCALITÀ TORRE BALFREDO) – DATI ORARI ARPA PIEMONTE PERIODO 2005÷2019 (IDROMETRO DI TAVAGNASCO)



**FIGURA 64 – ANDAMENTO DELLE PORTATE CARATTERISRTICHE (PORTATA NATURALE, PORTATA DERIVABILE E QPAI – DMV) VALUTATE ALLA SEZIONE DI PROGETTO DI IVREA LOCALITÀ TORRE Balfredo NELL'ANNO IDROLOGICO MEDIO (COSTRUITO SU DATI ORARI ARPA PIEMONTE PERIODO 2005÷2019 - IDROMETRO DI TAVAGNASCO)**