



Regione Autonoma Valle d'Aosta



Comuni di
Gressoney Saint - Jean / Gaby

Committenza

Bieler Mauro - Alliod Mattia
Blu Energie Srl



Titolo progetto

IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE LYS



Procedimento

V.I.A.

Elaborato

Scala

1:

Data

Titolo elaborato

Per la committenza



Corso Padre Lorenzo 29
11100 Aosta (AO)
P.IVA 01229540073
TEL. 0165 89986
info@evidro.it

Timbri e firme

Documento firmato digitalmente da:

Progettazione



Loc. Grande Charrière 72
11020 Saint Christophe (AO)
P.IVA 01133060077
TEL. 0165 548482
alessandro.mosso@gmail.com

Dott. ing. Alessandro Mosso
Ordine degli ingegneri della Valle d'Aosta
Posizione n. 663
Cod. Fiscale MSSLSN83E26A326A

Redatto

Verificato

Codice commessa	Tipologia lavoro	Settore	Tipologia elaborato	Tipologia documento	Id elaborato	Versione
1702V						
Versione	Data	Descrizione revisione e riferimento documenti sostituiti				
1						
2						
3						

Diritti riservati ex art. 2578 C.C. - Riproduzione e consegna a terzi solo su specifica autorizzazione

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA
COMUNI DI GRESSONEY SAINT JEAN E GABY

RELAZIONE IDROLOGICA

Impianto idroelettrico sul torrente LYS in località Pont Trenta

Valutazione di Impatto Ambientale

Versione	Data	Revisioni	Autore/i	Verificato
1702V-RI-R11-1	14 febbraio 2019	-	MV-MO	-

Indice

1	Introduzione	5
2	Inquadramento territoriale	7
3	Materiali e metodi	9
3.1	Descrizione della stazione	9
3.2	Misure di portata	10
3.3	Calcolo delle portate	11
3.3.1	Calcolo dell'equazione della scala di deflusso	11
3.3.2	Calcolo dell'incertezza della misura	12
4	Analisi dati	15
4.1	Livelli	15
4.2	Misure puntuali	15
4.3	Scala di deflusso	17
4.4	Portate misurate	18
4.5	Deflusso Minimo Vitale - DMV	22
4.5.1	Criterio 1	24
4.5.2	Criterio 2	25
4.5.3	Criterio 3	25
4.5.4	Risultati	26
5	Considerazioni	29
5.1	Hydro Peaking	29
5.2	Diritti esistenti	33

6	Conclusioni	35
A	Allegati	39
A.1	Misure Puntuali	39
A.2	Dati di portata	47

CAPITOLO 1

Introduzione

Nella presente relazione vengono presentati i dati idrologici relativi al progetto di un impianto idroelettrico sul torrente Lys nei comuni di Gaby e di Gressoney-Saint-Jean (AO).

Verranno analizzate le portate defluenti nel torrente Lys nel tratto interessato dal progetto, con particolare riferimento alle campagne di misura in continuo effettuate su specifica richiesta dell'Ufficio Demanio Idrico, Dipartimento programmazione, difesa del suolo e risorse idriche della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

CAPITOLO 2

Inquadramento territoriale

L'impianto idroelettrico in progetto è localizzato sul torrente Lys nell'omonima vallata, a cavallo dei comuni di Gressoney Saint Jean e Gaby. Il torrente Lys è caratterizzato da un orientamento principale Nord-Sud. La testata del bacino è costituita dall'ampio circo glaciale costituente parte del massiccio del Monte Rosa, chiuso a Nord dalle vette dei Lyskamm Orientale (4531m) e Occidentale (4476m). Lungo il decorso del torrente Lys si innestano molteplici affluenti laterali (sia in destra che in sinistra idrografica). Il principale affluente localizzato in sinistra idrografica è il torrente Moosbach (con un bacino di circa 13 km²). In destra idrografica i torrenti Battbach e Montelbach, caratterizzati rispettivamente da un bacino afferente di circa 3.5 e 3.7 km², sono i principali affluenti. Il torrente è inoltre caratterizzato dalla presenza di due invasi artificiali (Gabiet e Bieltschoke) che regolano in maniera sensibile il regime idrologico. Sono presenti anche numerosi laghi naturali di origine glaciale le cui dimensioni estremamente ridotte non influenzano particolarmente l'idrologia di bacino.

Il bacino sotteso dalla derivazione in progetto ha una superficie di circa 132 km² e comprende i territori comunali di Gressoney Saint Jean e di Gressoney La Trinité (2.1). Risulta infine molto importante sottolineare che circa il 10% del bacino è occupato dalle masse glaciali che ne occupano la testata.

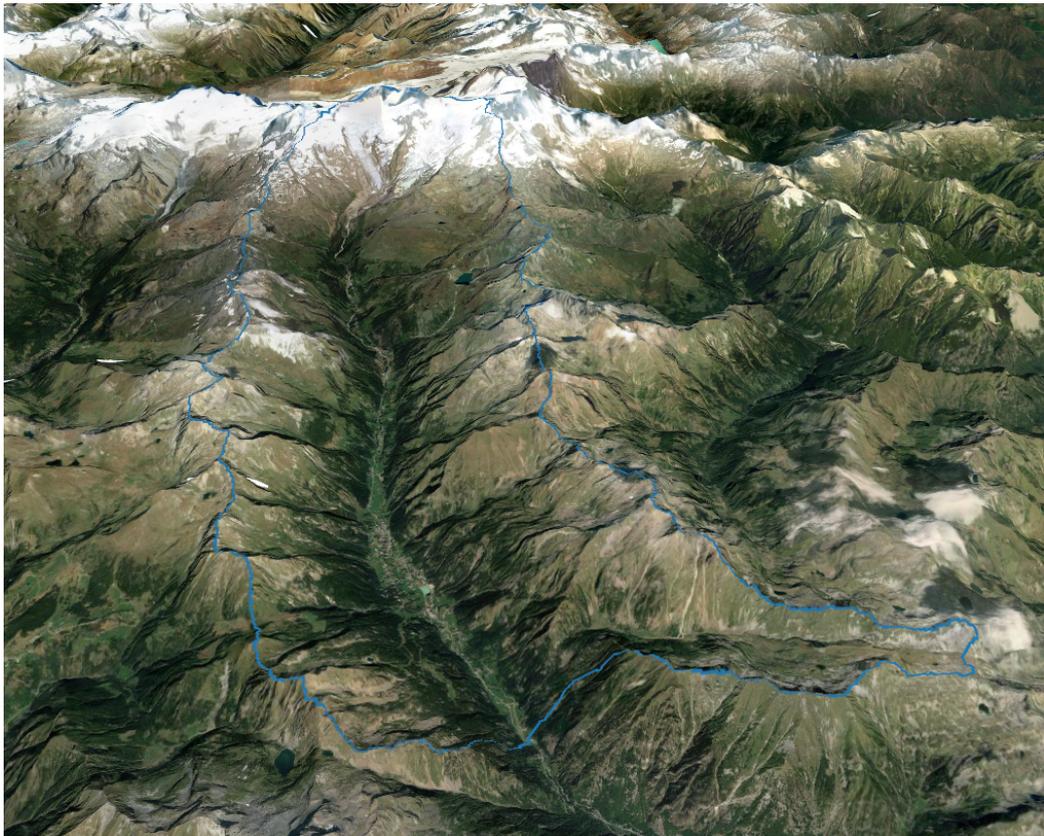


Figura 2.1: *Bacino idrografico sotteso dalla derivazione*

3.1 Descrizione della stazione

In data 5 maggio 2017 è stata installata la stazione di misura presso il torrente Lys in località *Trinò*. A partire da tale data i livelli di battente idraulico sono registrati automaticamente dalla stazione ogni 30 minuti.

Tabella 3.1: *Coordinate ED50 della stazione di misura*

Stazione	Est [m]	Nord [m]	Quota m s.l.m.
Idrometrica torrente Lys	410'915	5'065'717	1240

La stazione di misura è così composta:

- Sonda piezometrica immersa in alveo protetta dai possibili urti da parte del materiale lapideo trasportato dalla corrente.
- Box stagno in cui è installata la strumentazione elettronica.
- Data Logger per la memorizzazione del dato di livello idrico.
- Modem GSM per la trasmissione del dato registrato al server remoto.
- Pannello solare per l'alimentazione elettrica della strumentazione presente all'interno del box.

- Pacco batteria per accumulo e per il funzionamento della strumentazione nel periodo notturno.

La stazione di misura è studiata per funzionare in ambienti alpini di difficile accesso, soprattutto nel periodo invernale. Il sistema presentato è estremamente affidabile, richiede bassa manutenzione ed è in grado di lavorare in presenza di elevate coperture nevose e a basse temperature senza perdere in efficienza.



Figura 3.1: *Stazione idrometrica installata*

3.2 Misure di portata

Per ricavare le portate defluenti nel torrente è necessario effettuare delle misure puntuali con l'utilizzo di un correntimetro, così da poter definire una scala di deflusso associata ai livelli idrometrici registrati dalla stazione.

Le misure puntuali di portata sono effettuate tramite correntimetro elettromagnetico modello:

- Modello: HACH - FH950
- Intervallo di misurazione: 0 - 6 m/s

- Precisione: $\pm 2\%$ del valore misurato $\pm 0,015$ m/s (0 - 3 m/s) e $\pm 4\%$ del valore misurato $\pm 0,015$ m/s (3 - 5 m/s)

3.3 Calcolo delle portate

Sulla sezione di misura individuata, in cui è installata una stazione permanente di misura, si determina su n -verticali la velocità della corrente in modo da campionare l'intera sezione di deflusso. Calcolata la velocità della corrente, grazie alla formula del correntimetro, si ricava il valore di portata nell'istante della misura come sommatoria delle n -sezioni campionate (figura 3.2). Il valore ottenuto viene associato al livello idrico registrato dalla stazione permanente.

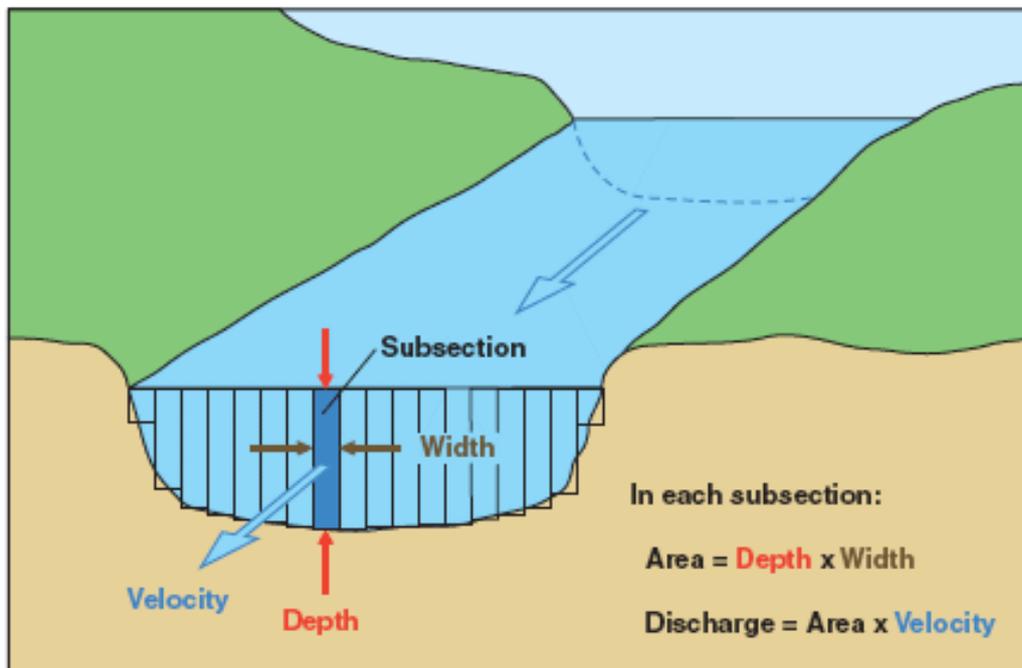


Figura 3.2: Sezione di misura tipo

La ripetizione di questo procedimento a diversi valori di tirante idrico in alveo consente di costruire la scala di deflusso della stazione di misura.

3.3.1 Calcolo dell'equazione della scala di deflusso

La scala di deflusso è calcolata tramite una regressione lineare sulle misure puntuali effettuate ed i livelli idrometrici ad esse associati. L'equazione

utilizzata per la regressione è riferita al documento tecnico di **ARPA Veneto** *CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME BRENTA A BARZIZA* nella forma:

$$Q = a \cdot (b)^h + c \quad (3.1)$$

in cui:

- a, b, c : Coefficienti
- h : Livello idrometrico
- Q : Portata liquida

Le misure puntuali necessarie per la costruzione delle scale di deflusso sono state effettuate in base variabilità del livello idrometrico registrato dalla sonda. Le misure sono state distribuite durante il corso dell'anno in modo da consentire una corretta descrizione della correlazione tra livello idrometrico e portate liquide defluenti.

3.3.2 Calcolo dell'incertezza della misura

L'incertezza relativa alle misure di portata è un elemento molto importante per determinare l'attendibilità dei valori misurati. La definizione dell'incertezza è fondamentale per poter confrontare tra loro diverse misure di portata e determinarne il peso. Il calcolo degli errori nelle misurazioni è infatti oggetto di numerose norme ISO, incentrate proprio sul calcolo dell'incertezza legato a misure idrometriche, quali:

- 1088:2007 - *Hydrometry - Velocity-area methods using current-meters*.
- 5168:2005 - *Measurement of fluid flow - Procedures for the evaluation of uncertainties*.
- ISO/IEC Guide 98-3:2008 *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*.
- ISO/TS 25377:2007 - *Hydrometric uncertainty guidance (HUG)*.

La procedura base per la misura di portata con mulinello idraulico è definita nella norma: ISO 748 *Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats*.

La portata così misurata rappresenta una stima della portata reale. Il calcolo dell'incertezza, permette di definire un intervallo entro il quale, verosimilmente, andrà a ricadere la portata reale rispetto a quella stimata. Il parametro di incertezza può essere calcolato con due approcci diversi:

1. Calcolo basato su analisi statistiche di osservazioni ripetute per ottenere una stima della deviazione standard delle osservazioni.
2. Calcolo basato su una distribuzione assunta di valori basati sull'esperienza e sulla valutazione scientifica.

Le fonti di incertezza possono essere identificate considerando l'equazione per il calcolo della portata da utilizzare per le misure con correntimetro:

$$Q = \sum_{i=1}^m b_i d_i \bar{v}_i \quad (3.2)$$

in cui:

- m : verticali
- i : punti sulle verticali
- b : larghezza
- d : profondità
- v : velocità del fluido

Il calcolo dell'incertezza sulla portata è il risultato della somma delle incertezze legate alla misura di larghezza, profondità e velocità. Correlate al parametro di velocità vi sono a sua volta diverse fonti di incertezza. Le singole fonti di incertezza verranno indicate con la lettera u ed un pedice (es: Incertezza sulla larghezza della sezione di misura - u_b).

L'incertezza viene calcolata secondo quanto definito nella norma ISO 1088 (2007), con la seguente formulazione:

$$U(Q) = \sqrt{u_m^2 + u_s^2 + \frac{\sum_{i=1}^m ((b_i d_i \bar{v}_i)^2 [u_{b,i}^2 + u_{d,i}^2 + u_{p,i}^2 + \frac{1}{n_i} (u_{c,i}^2 + u_{e,i}^2)])}{(\sum_{i=1}^m b_i d_i \bar{v}_i)^2}} \quad (3.3)$$

in cui i termini:

- $u_{c,i}^2 = \sum_{n=1}^n u_{c,n}^2$: incertezza associata al valore di velocità misurato per ogni punto n su ogni verticale i .
- $u_{e,i}^2 = \sum_{n=1}^n u_{e,n}^2$: incertezza associata al tempo di esposizione per ogni punto n su ogni verticale i .

Il valore di $U(Q)$ fornisce quindi un valore di incertezza (percentuale) totale della misura di portata sulla sezione considerata.

La definizione dell'incertezza permette a questo punto di capire la qualità della misura.

CAPITOLO 4

Analisi dati

Nel presente capitolo vengono presentati i dati raccolti durante la campagna di misura, il periodo oggetto di analisi è il seguente: 5/5/2017 - 31/12/2018. Le misure di livello non sono state interrotte in data 31/12/2018 ma sono ancora in atto e continueranno fin quando necessario, così da poter aggiornare la base dati su cui effettuare eventuali valutazioni future.

4.1 Livelli

In figura 4.1 sono riportati i livelli idrometrici registrati della stazione in corrispondenza della sezione di alveo scelta per il monitoraggio.

Le linee arancioni indicano i livelli per i quali è stata effettuata una misura puntuale di portata liquida in alveo.

4.2 Misure puntuali

All'interno del periodo di monitoraggio sono state effettuate diverse misure puntuali di portata liquida al fine di definire una corretta scala di deflusso. Si riportano le misure effettuate in tabella 4.1.

Le misurazioni sono state tutte effettuate in accordo alla norma **UNI EN ISO 748:2008** *HYDROMETRY - MEASUREMENT OF LIQUID FLOW IN OPEN CHANNELS USING CURRENT-METERS OR FLOATS*.

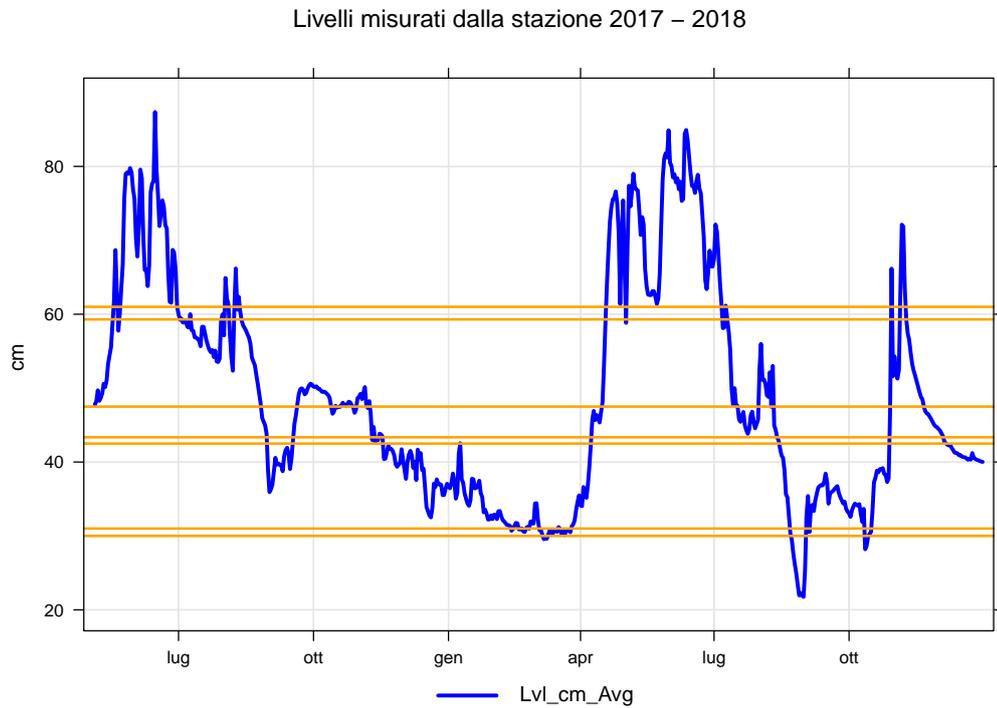


Figura 4.1: *Livelli idrometrici registrati della stazione*

Al termine della misurazione viene verificato il risultato in quanto tutti gli strumenti in dotazione ai tecnici permettono di conoscere direttamente in campo il valore del deflusso calcolato sulla sezione misurata. Tale verifica permette agli operatori di comprendere in campo se il valore di portata atteso è stato più o meno rispettato. La verifica delle scale di deflusso è una delle attività più importanti nella gestione dei misuratori di livello in alveo. La valutazione diretta in campo del valore di portata e l'individuazione immediata di possibili problematiche nella scala di deflusso permette agli operatori di poter individuare tempestivamente delle problematiche nella sezione di misura.

Tabella 4.1: *Misure puntuali*

Data	Portata <i>l/s</i>	Incertezza <i>%</i>
5/5/2017	1254	9.79
18/5/2017	3337	5.05
20/10/2017	929	7.88
4/12/2017	440	12.3
2/2/2018	773	7.77
17/10/2018	871	7.47
9/11/2018	3568	9.12
6/12/2018	1234	6.68

4.3 Scala di deflusso

In figura 4.2 si riporta la correlazione ottenuta durante la campagna di misura effettuata tra i livelli idrometrici e le portate liquide transitanti in alveo.

Tale equazione è da ritenersi precisa e validata fino a valori di circa 4000 \sim 5000 l/s, al di sopra di questi valori l'incerteza risulta troppo elevata per poter ritenere attendibile il dato. Il torrente Lys non risulta essere guadabile in condizioni di sicurezza per gli operatori per valori di portata liquida maggiori di 4000 l/s.

I valori di portata liquida superiori sono stati calibrati secondo la modellazione idraulica utilizzata per la verifica delle portate di piena, al fine di fornire un dato che, seppur con un maggiore grado di incerteza associato, abbia comunque una validità ai fini della presente analisi idrologica.

In riferimento ai limiti di attendibilità del dato sopra esposti è bene ricordare i dati dell'impianto in progetto, la portata massima derivabile dall'impianto in progetto è fissata infatti in 3500 l/s, questo valore sommato ai valori massimi di DMV presenti in tabella 4.6, comporta valori intorno ai 5000 l/s. Per questo motivo valori di portata più elevata non sono stati indagati con ulteriore precisione.

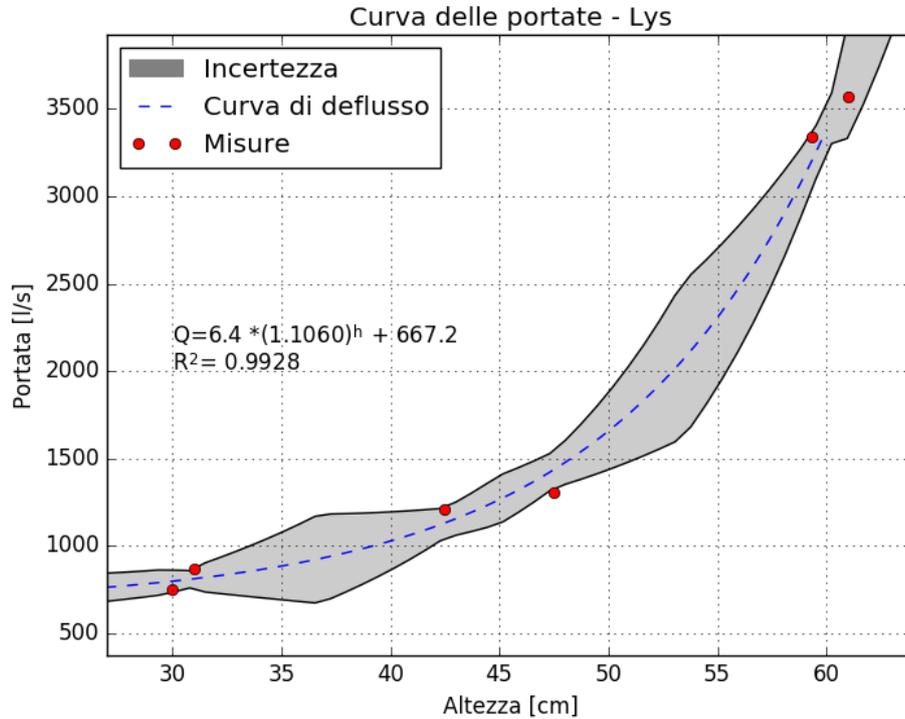


Figura 4.2: Scala di deflusso al 31/12/2018

4.4 Portate misurate

In figura 4.3 sono riportati i valori misurati delle portate liquide, espressi come medie giornaliere. Nella tabella 4.2 sono riportate le medie mensili.

A causa delle derivazioni idroelettriche presenti a monte del tratto oggetto di analisi risulta difficile effettuare delle considerazioni sulle differenze rilevate tra quanto misurato e quanto previsto dai modelli presenti nel Piano di tutela delle acque del 2006, di seguito *PTA 2006*. Ciò nonostante dai dati presentati risulta evidente come la disponibilità idrica nel tratto analizzato risulti essere maggiore rispetto a quanto ipotizzato nelle prime fasi di valutazione del progetto.

L'attendibilità del dato presentato risulta limitata unicamente nei mesi di maggio e giugno, in questi mesi però, come descritto in precedenza, la disponibilità idrica risulta oltremodo abbondante e più che sufficiente per sostenere la derivazione idroelettrica proposta e, allo stesso tempo, garantire un sovrabbondante rilascio di portata liquida nel tratto sotteso. Per i mesi restanti le misure puntuali hanno permesso di creare una scala di deflusso

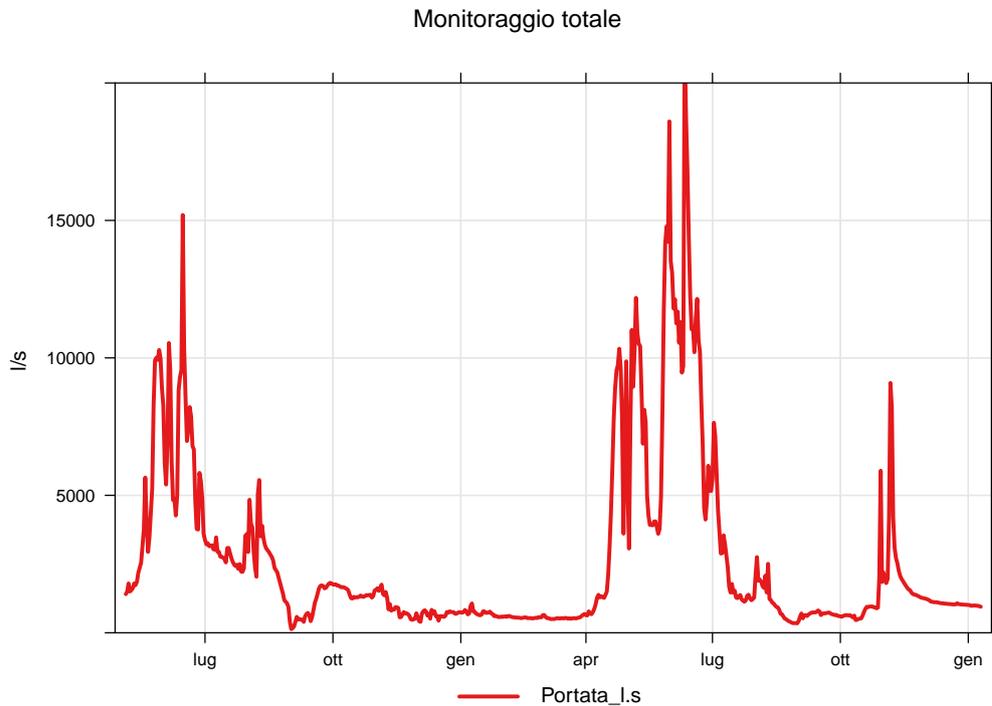


Figura 4.3: *Portate misurate*

molto precisa ed in grado di descrivere correttamente tutti i livelli rilevati. Questo ha consentito di poter effettuare dei ragionamenti mirati e precisi su tali valori.

La tabella 4.2 riporta valori di portate medie mensili compatibili con la realizzazione di una nuova derivazione idroelettrica, sia per quanto riguarda la sostenibilità economica dell'investimento sia per la sostenibilità ambientale della stessa.

In tabella 4.3 sono riportate le portate medie mensili misurate a cui è associato il valore di incertezza medio mensile, calcolato secondo quanto illustrato nel paragrafo 3.3.2. Si può osservare come nei mesi di maggio e giugno, come già illustrato precedentemente, il dato risulti meno attendibile rispetto agli altri mesi dell'anno. Al contrario nei restanti mesi le incertezze medie mensili non modificano i risultati delle analisi e delle valutazioni economiche riguardo la sostenibilità finanziaria dell'impianto idroelettrico in progetto.

Tabella 4.2: *Medie mensili misurate*

	2017	2018	MEDIA
	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>
gen		847	847
feb		672	672
mar		660	660
apr		3 664	3 664
mag	4 795	7 139	5 967
giu	7 286	9 217	8 251
lug	2 853	2 552	2 703
ago	2 779	1 224	2 002
set	1 345	806	1 075
ott	1 564	1 020	1 292
nov	1 322	2 414	1 868
dic	937	1 243	1 090

Tabella 4.3: *Medie mensili misurate con incertezza percentuale associata*

	2017	2018	MEDIA
	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>
gen		847 ± 13,4 %	847 ± 13,4 %
feb		672 ± 9,1 %	672 ± 9,1 %
mar		660 ± 8,3 %	660 ± 8,3 %
apr		3664 ± 21,8 %	3664 ± 21,8 %
mag	4795 ± 42,4 %	7139 ± 37,5 %	5967 ± 39,9 %
giu	7286 ± 48,6 %	9217 ± 51,1 %	8251 ± 49,9 %
lug	2853 ± 10,3 %	2552 ± 11,5 %	2703 ± 10,9 %
ago	2779 ± 11,3 %	1224 ± 10,4 %	2002 ± 10,9 %
set	1345 ± 10,5 %	806 ± 13,9 %	1075 ± 12,2 %
ott	1564 ± 8,0 %	1020 ± 12,4 %	1292 ± 10,2 %
nov	1322 ± 9,0 %	2414 ± 11,5 %	1868 ± 10,2 %
dic	937 ± 12,5 %	1243 ± 9,4 %	1090 ± 11,0 %

Tabella 4.4: *Medie mensili misurate con incertezza associata espressa come portata liquida*

	2017	2018	MEDIA
	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>
gen		847 ± 114	847 ± 114
feb		672 ± 61	672 ± 61
mar		660 ± 55	660 ± 55
apr		3664 ± 800	3664 ± 800
mag	4795 ± 2031	7139 ± 2674	5967 ± 2381
giu	7286 ± 3540	9217 ± 4713	8251 ± 4114
lug	2853 ± 295	2552 ± 293	2703 ± 295
ago	2779 ± 314	1224 ± 128	2002 ± 217
set	1345 ± 142	806 ± 112	1075 ± 131
ott	1564 ± 126	1020 ± 126	1292 ± 132
nov	1322 ± 118	2414 ± 277	1868 ± 191
dic	937 ± 117	1243 ± 117	1090 ± 119

In tabella 4.5 sono riportati i valori delle deviazioni standard mensili delle portate liquide misurate. Si può osservare come nei mesi invernali la portata sia poco variabile. Risulta interessante osservare come le precipitazioni verificatosi a cavallo tra ottobre e novembre 2018 innalzino notevolmente tali valori rispetto a quanto registrato nel 2017.

Tabella 4.5: Deviazioni standard mensili

	2017	2018	MEDIA
	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>
gen		139	139
feb		67	67
mar		65	65
apr		3 164	3 164
mag	3 691	3 332	3 512
giu	3 532	3 635	3 584
lug	670	1 665	1 167
ago	2 027	861	1 444
set	386	108	247
ott	285	996	640
nov	280	1 612	946
dic	172	85	128

4.5 Deflusso Minimo Vitale - DMV

Il calcolo del Deflusso Minimo Vitale, di seguito DMV, da applicare alla derivazione proposta si inserisce in un contesto di transizione tra le norme attualmente in vigore (*PTA 2006*) e lo stato attuale dell'arte nel monitoraggio e nelle procedure di definizione dei Deflussi Minimi Vitali, applicate dai servizi tecnici della Regione Autonoma Valle d'Aosta nell'ambito delle attività di revisione e sperimentazione di tali deflussi. Per questo motivo, trovandosi la procedura di impatto ambientale in una prima fase di valutazione del progetto, verrà effettuato un calcolo dei Deflussi Minimi Vitali secondo quanto definito nell'allegato G del *PTA 2006*, è bene sottolineare però che i calcoli che sono qui riportati fanno riferimento a delle misure di portata e non sono il risultato di calcoli analitici come riportato nel sopracitato allegato. Per questo motivo si propone che i valori di DMV riportati di seguito siano utilizzati come base di partenza per valutare la sostenibilità ambientale ed economica della derivazione. In un secondo momento, qualora l'iter autorizzativo dovesse proseguire con un parere positivo relativamente alla Valutazione di Impatto Ambientale, verrà richiesta l'attivazione di una sperimentazione con l'ausilio di una valutazione tramite analisi multicriterio (MCA) per la definizione dei rilasci da inserire nell'eventuale futuro disciplinare di concessione.

Si fa presente come il tratto di torrente considerato sia in parte sotteso

dall'impianto di Zuino di proprietà di C.V.A. s.p.a. con opera di presa in loc. Bielciuken ed una portata massima derivabile di $7 \text{ m}^3/\text{s}$ [2]. Rispetto al punto in cui si intende inserire l'opera di presa, risulta non soggetto a derivazioni il bacino del torrente *Lòòbach* (Superficie bacino 9.86 km^2) che fornisce un contributo importante in termini di portata liquida naturale disponibile. La complessità di tali prelievi preesistenti va considerata nei risultati di seguito esposti relativi ai valori di DMV da rilasciare a valle dell'opera di presa, una valutazione e delle analisi più approfondite, anche attraverso l'ausilio della metodologia *MesoHABSIM* [3] si ritiene necessario al fine di valutare correttamente i quantitativi di rilascio di DMV. Considerata la complessità dei rilievi necessari per l'applicazione della metodologia *MesoHABSIM*, si propone di effettuare tali rilievi e analisi qualora la procedura di valutazione di impatto ambientale dovesse esprimere parere positivo.

In riferimento a quanto contenuto nell'allegato G del *PTA 2006* sono state effettuate delle ipotesi di DMV a partire da quanto presentato nel capitolo 2 di tale documento. In particolare si è calcolato il valore di DMV con i criteri definiti 1 e 2, successivamente a titolo esemplificativo è stato calcolato uno scenario definito *real-time* sulla base dello stato attuale dell'arte in materia di definizione dei Deflussi Minimi Vitali o Deflussi Ecologici. In particolare si è fatto riferimento all'attività di sperimentazione sul torrente Graines e successiva Delibera di Giunta Regionale 407-2018 avente come oggetto *APPROVAZIONE, A FAR DATA DAL 1° APRILE 2018, DEL REGIME DI PORTATE DI DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV) DA RILASCIARE A VALLE DELLA DERIVAZIONE POSTA SUL TORRENTE GRAINES, IN COMUNE DI BRUSSON, ASSENTITA CON DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REGIONE N. 382 IN DATA 17/11/2010 ALLA SOCIETÀ IDROELETTRICA BRUSSON S.R.L. DI COURMAYEUR, APPROVAZIONE DEL DISCIPLINARE SUPPLEMENTIVO AL DISCIPLINARE DI SUBCONCESSIONE PROT. N. 7143/DDS DELL'8 LUGLIO 2010, NONCHÉ PARZIALE MODIFICA DELLE PRESCRIZIONI DI CUI ALLA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 426 IN DATA 19/02/2010.*

La superficie del bacino non è stata considerata in quanto nel metodo è necessaria unicamente per stimare la portata sulla base delle precipitazioni medie annue da cui si ricava la portata media specifica per unità di superficie, che va quindi moltiplicata per la superficie stessa per ottenere le portate medie alla sezione di chiusura del bacino considerata. Tali portate essendo ricavate da misure dirette, come richiesto in sede di conferenza dei servizi, non necessitano del parametro superficie del bacino per essere definite.

Per quanto riguarda i criteri 1 e 2, di seguito CR1 e CR2, il calcolo è stato effettuato come segue.

4.5.1 Criterio 1

$$DMV = k \cdot Q_{meda} \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T \quad (4.1)$$

in cui:

- Q_{meda} : Portata media annuale misurata - [l/s];
- K : parametro sperimentale determinato per singole aree geografiche, in questo caso $K = -2.00 \cdot 10^{-5}S + 0.14 = 0.137376$ - ($S = 131.2 \text{ km}^2$);
- M : Parametro morfologico = 1,1 (Bacino Lys);
- Z : Valutazione della qualità ambientale = 1,2;
- A : Interazione tra acque superficiali e sotterranee = 1;
- T : Modulazione nel tempo del DMV:
 - T=1,00 - gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre;
 - T=1,05 - aprile maggio e settembre;
 - T=1,15 - giugno, luglio e agosto.

Per quanto riguarda il parametro Z si è fatto riferimento alla relazione presentata in sede di Studio di Impatto Ambientale, in tale documento a pagina 34 sono riportati i risultati dei rilevamenti effettuati sul torrente Lys con i valori assunti dall'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) (Allegato alla relazione del presente progetto *R05-Compatibilità con il PTA*). In figura 4.4 sono riportati i risultati dei rilievi, il giudizio medio dell'indice risulta essere *mediocre*, facendo a questo punto riferimento alla tabella dell'allegato G del PTA 2006 riportata in figura 4.5 si ottiene un valore di Z pari a 1,20.

Tratto	SPONDA DESTRA				SPONDA SINISTRA			
	Valore IFF	LIVELLO	GIUDIZIO	COLORE	Valore IFF	LIVELLO	GIUDIZIO	COLORE
1	176	III	Mediocre		135	III	Mediocre	
2	106	III	Mediocre		106	III	Mediocre	
3	196	II-III	Buono-Mediocre		196	II-III	Buono-Mediocre	
4	124	III	Mediocre		124	III	Mediocre	
5	171	III	Mediocre		171	III	Mediocre	
6	99	IV	Scadente		95	IV	Scadente	

Figura 4.4: Valori dell'indice IFF

4.5.2 Criterio 2

$$DMV_{mensile} = Q_{mediamensile} \cdot Z_{decimale} \quad (4.2)$$

in cui:

- $Q_{mediamensile}$: Portata media mensile misurata - [l/s];
- $Z_{decimale}$: Parte decimale del parametro Z definito al paragrafo precedente relativo al criterio n. 1 = 0,2.

4.5.3 Criterio 3

Il *PTA 2006* definisce il criterio 3 come criterio *sperimentale*. Sulla base dell'esperienza maturata durante sperimentazioni su altri impianti idroelettrici localizzati sul territorio valdostano si propone di definire dei rilasci in tempo reale come percentuale di portata liquida naturale misurata in ingresso all'opera di presa. Questa tipologia di rilasci è stata ideata per replicare nel tratto sotteso la variabilità naturale delle portate liquide presenti a monte dell'opera di presa.

Per la quantificazione del minimo DMV da rilasciare nel torrente (al quale andrà sommata la % di DMV definita mese per mese) si propone inizialmente il valore di circa 350 l/s, questo valore è stato ottenuto partendo dal valore relativo al DMV rilasciato dall'opera di presa di Bielciuken di proprietà di C.V.A. spa (280 l/s). Tale valore è stato riproporzionato sulla base dell'area di bacino sotteso dall'impianto di C.V.A. (corrispondente a circa 105 km²) rispetto all'area di bacino sotteso dall'impianto in progetto che come riportato in precedenza ha una superficie di circa 132 km².

Stato rappresentato dalla qualità ecosistemica		Valore parametro Z	Stato rappresentato dall'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF)
Qualità molto elevata	Qualità elevata	1,30	Elevato
Qualità soddisfacente		1,25	Buono
Qualità mediocre	Qualità mediocri con contrasti	1,20	Mediocre
Qualità cattiva	Qualità cattiva con contrasti	1,20	Scadente
Qualità pessima		1,20	Pessimo

Figura 4.5: Tabella con cui viene definito il parametro Z all'interno dell'allegato G del PTA 2006

4.5.4 Risultati

Si riportano in tabella 4.6 i DMV calcolati secondo quanto esposto nei paragrafi precedenti. In riferimento ai valori ottenuti con il calcolo definito dal Criterio 1 è bene sottolineare come tali valori siano fortemente influenzati dai valori massimi di portata, si ricorda che tali valori sono associati ad una elevata incertezza essendo al di fuori della scala di deflusso ottenuta tramite le misure puntuali in alveo, di conseguenza i valori associati al Criterio 1 necessitano di ulteriori approfondimenti. I valori associati al Criterio 2 appaiono maggiormente allineati con la disponibilità idrica rilevata, anche in questo caso però sarà necessario valutare correttamente i valori minimi di rilascio di DMV, questo andrà fatto in un secondo momento attraverso l'applicazione della metodologia *MesoHABSIM*.

Riguardo alla terza alternativa, i valori medi mensili presentati hanno poco valore e sono puramente indicativi di quelle che potrebbero essere le portate medie, i rilasci *realtime* per definizione non vanno rappresentati con delle medie in quanto sono stati ideati per replicare nel tratto sotteso la variabilità naturale delle portate liquide presenti a monte dell'opera di presa. Anche in questo caso è necessario definire un minimo, allo stesso modo di quanto riportato nella Delibera di Giunta Regionale 407-2018, che potrà essere definito unicamente attraverso l'applicazione del metodo *MesoHABSIM*.

A seguito delle osservazioni riportate nel verbale della conferenza dei ser-

vizi in data 5 ottobre 2016, con particolare riferimento al parere espresso dal *Dipartimento programmazione, difesa del suolo e risorse idriche* struttura *Gestione Demanio idrico* in merito alla *Valutazione di impatto ambientale del progetto di impianto idroelettrico con derivazione dal torrente Lys, nei comuni di Gressoney St Jean e Gaby - Presentato dal sig. Edi Vuillermoz di Roisan*, in cui era stato specificato quanto segue:

[...] *il valore delle portate di DMV con il quale vengono attivate le nuove sperimentazioni deve essere determinato mediante il Criterio 2 previsto dal PTA.* [...];

Per questo motivo nei calcoli di producibilità dell'impianto verrà utilizzato il DMV determinato con il Criterio 2 del PTA.

Tabella 4.6: *Ipotesi di DMV*

	CR1	CR2	CR3 <i>Real time</i>		
	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s</i>	<i>%</i>	<i>min l/s</i>
gen	455	169	106	12.5%	350
feb	455	134	84	12.5%	350
mar	455	132	82	12.5%	350
apr	477	733	623	17.0%	350
mag	477	1 193	1 074	18.0%	350
giu	523	1 650	2 063	25.0%	350
lug	523	541	676	25.0%	350
ago	523	400	400	20.0%	350
set	477	215	161	15.0%	350
ott	455	258	194	15.0%	350
nov	455	374	233	12.5%	350
dic	455	218	136	12.5%	350

5.1 Hydro Peaking

Durante la campagna di misura sono stati registrati numerosi eventi di *Hydropeaking*. Per *Hydropeaking* si intende: *"una sequenza ripetuta di rapidi aumenti e riduzioni della portata in un corso d'acqua artificialmente provocati dalle restituzioni in alveo delle portate utilizzate dalle centrali idroelettriche per la produzione di energia"* - [1].

In figura 5.2 sono riportati diversi esempi di *Hydropeaking* registrati dalla stazione idrometrica.

Sempre all'interno dell'articolo [1] vengono analizzati gli effetti e le pressioni di questo fenomeno.

[...] Il fenomeno dell'hydropeaking (o deflussi discontinui) consiste in una sequenza ripetuta di rapidi aumenti e riduzioni della portata in un corso d'acqua artificialmente provocati dalle restituzioni in alveo delle portate utilizzate dalle centrali idroelettriche per la produzione di energia. É riconosciuto internazionalmente da decenni come nei tratti di corsi d'acqua soggetti ad hydropeaking si riscontrano spesso una considerevole alterazione di numerosi processi fisici e biologici di vitale importanza per l'integrità dell'ecosistema fluviale. É anche riconosciuto come tali effetti possano essere molteplici, interessare diverse tipologie di organismi viventi, e come la loro valutazione costituisca

un corpo di conoscenze scientifiche ancora non del tutto consolidato. In questo senso è utile distinguere fra pressione ed effetti dell'hydropeaking. Con pressione si intende l'alterazione dell'andamento temporale della principale variabile guida interessata, ovvero, la portata. La pressione da hydropeaking può riguardare in alcuni casi anche l'alterazione dell'andamento temporale di altre variabili guida dei processi fluviali, quali ad esempio la temperatura. [...]

L'attivazione di una derivazione limiterà tale fenomeno riducendone considerevolmente la frequenza e l'intensità nel tratto sotteso dalla stessa.



Figura 5.1: *Variazione naturale delle portate in alveo*

È stata effettuata una quantificazione degli eventi di *Hydropeaking* come differenza tra la portata minima a la portata massima registrata nell'arco di 24 ore (variazione di portata). Nel periodo compreso tra il 5/5/2017 e il 31/12/2018 i giorni in cui si è registrato un evento di Hydropeaking sono riportati in tabella 5.1.

Questa valutazione comprende però anche in parte variazioni naturali di portata liquida in alveo, nei periodi di scioglimento di manto nevoso la variazione delle portate liquide in alveo può essere importante a causa della fluttuazione

Tabella 5.1: *Eventi di Hydropeaking su base giornaliera*

Variazione giornaliera di portata <i>l/s</i>	Numero di eventi	Percentuale su periodo monitorato <i>TOT: 606 gg</i>
2000	133	22 %
1000	173	28,5 %
500	242	40 %

Tabella 5.2: *Eventi di Hydropeaking su base oraria*

Variazione orarie di portata <i>l/s</i>	Numero di eventi	Percentuale su periodo monitorato <i>TOT: 606 gg</i>
2000	67	11 %
1000	114	18,8 %
500	163	26,9 %

di temperatura tra giorno e notte (Figura 5.1). Queste variazioni di portata essendo di origine naturale non possono essere definite come *Hydropeaking*, si è quindi deciso di effettuare una seconda analisi in cui si è valutata la variazione oraria di portata, ovvero si è calcolata la media oraria del deflusso naturale presente in alveo e la differenza tra il medesimo valore misurato nell'ora successiva. Anche in questo caso sono stati analizzati 3 step di variazione (500, 1000 e 2000 l/s), i risultati sono riportati in tabella 5.2.

Considerando i valori esposti nella tabella 5.2 si può concludere che la realizzazione dell'impianto permetterebbe la riduzione del fenomeno di *Hydropeaking* di chiara origine antropica per un'equivalente di circa 40 giorni/anno (equivalente all'11% di 365 giorni) per variazioni orarie di portata superiori a 2000 l/s. Tale riduzione garantirebbe un notevole miglioramento dell'idoneità ittica e ridurrebbe lo stress dovuto ad improvvise variazioni di portata nel tratto sotteso dall'impianto in progetto.

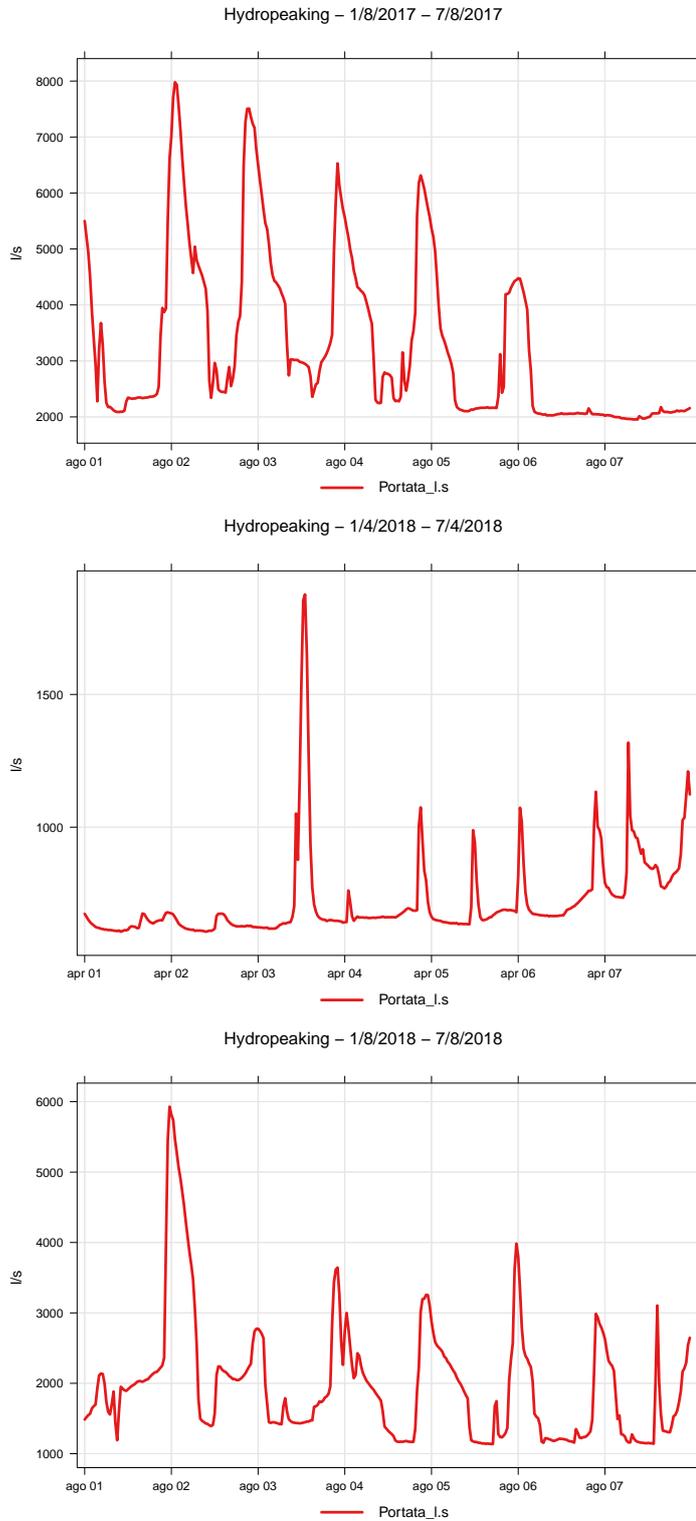


Figura 5.2: *Esempi di fenomeni di Hydropeaking registrati*

5.2 Diritti esistenti

A seguito delle osservazioni riportate nel verbale della conferenza dei servizi in data 5 ottobre 2016, con particolare riferimento al parere espresso dal *Dipartimento programmazione, difesa del suolo e risorse idriche* struttura *Gestione Demanio idrico* in merito alla *Valutazione di impatto ambientale del progetto di impianto idroelettrico con derivazione dal torrente Lys, nei comuni di Gressoney St Jean e Gaby - Presentato dal sig. Edy Vuillermoz di Roisan*, in cui era stato richiesto di

[...] per quanto riguarda il calcolo dell'effettiva disponibilità idrica per la derivazione in progetto sottolinea la necessità che il progetto tenga adeguatamente in considerazione la presenza di diritti di derivazione posti a monte e nel tratto sotteso dal nuovo impianto idroelettrico. Tali diritti, sebbene non sono attualmente in uso o sono utilizzati in maniera limitata rispetto alla loro competenza, devo essere obbligatoriamente salvaguardati. [...];

A seguito di una verifica congiunta effettuata con i tecnici della struttura *Gestione Demanio idrico* in data 1/2/2019, sono stati rilevati i diritti presenti in tabella 5.3 e in tabella 5.4. La quasi totalità di tali diritti è stata dichiarata decaduta attraverso la DGR 1544 del 30/10/2015. La verifica è stata effettuata nel tratto sotteso dall'impianto idroelettrico in progetto e nel tratto compreso tra l'opera di presa in progetto e l'opera di presa *Bielciuken* a servizio dell'impianto di Zuino di proprietà di CVA spa. Tale scelta è motivata dal fatto che tutti i diritti posti a monte della presa *Bielciuken* non influiscono sulla disponibilità idrica a valle di questa opera di presa, in quanto tale disponibilità è funzione unicamente del DMV dell'impianto di CVA e della portata massima turbinabile di quest'ultimo.

Di seguito sono riportati i diritti irrigui totali a monte e a valle dell'opera di presa:

- **MONTE:** Totale diritti = 0.995 moduli
- **SOTTESO:** Totale diritti = 0.05 moduli

In totale si può dire che i diritti esistenti non utilizzati siano nel complesso pari a moduli 1 (uno), ossia 100 l/s, tale quantitativo influisce con la derivazione unicamente nei mesi di luglio, agosto e settembre, considerando il periodo irriguo compreso tra il 1 aprile e il 30 settembre. Nel caso in cui tali derivazioni dovessero essere attivate la sostenibilità energetica ed economica

Tabella 5.3: *Diritti posti a monte dell'opera di Presa*

NUMERO PRATICA	Stato Diritto	Diritto Irriguo	Diritto Forza Motrice	Periodo
2865	RINUNCIATO	-	5	
2864	RINUNCIATO	0.015	1	
2858		0.8		
2863	RINUNCIATO		2	
2867	RINUNCIATO		2.67	
2859 a	RINUNCIATO		1	
2859 b		0.18	1	
2862			2.5	
2868	RINUNCIATO		4	

Tabella 5.4: *Diritti posti nel tratto sotteso dall'impianto in progetto*

NUMERO PRATICA	Stato Diritto	Diritto Irriguo	Diritto Forza Motrice	Periodo
2883A	RINUNCIATO		-	
2883B		0.05		1/7 – 15/8

dell'impianto non subirebbe variazioni di rilievo, si stima infatti una perdita di produzione, associata a tali diritti, pari a circa 176'000 kWh/anno.

CAPITOLO 6

Conclusioni

A seguito di quanto riportato nel verbale della conferenza dei servizi in data 5 ottobre 2016, con particolare riferimento al parere espresso dal *Dipartimento programmazione, difesa del suolo e risorse idriche* struttura *Gestione Demanio idrico* in merito alla *Valutazione di impatto ambientale del progetto di impianto idroelettrico con derivazione dal torrente Lys, nei comuni di Gressoney St Jean e Gaby - Presentato dal sig. Edi Vuillermoz di Roisan*, in cui era stato richiesto di

[...] disporre di dati derivanti da misure in continuo delle portate transittanti in alveo, con una campagna di raccolta dati estesa ad almeno un anno di misurazioni;

con la presente relazione si è voluto dimostrare come la disponibilità idrica rilevata nella campagna di misure effettuata tra il 5 maggio 2017 e il 31 dicembre 2018 permetta di valutare la realizzazione di una nuova derivazione idroelettrica garantendone la sostenibilità economica ed allo stesso tempo garantire dei quantitativi dei Deflusso Minimo Vitale nel tratto sotteso sufficienti a tutelare la qualità ambientale del corso d'acqua. Come descritto nei capitoli precedenti tali valori di DMV andranno approfonditi e rivisti in un'attività di sperimentazione che consenta di ottimizzare la produzione di energia rispetto alla sostenibilità ambientale.

Bibliografia

- [1] Mauro Carolli, Davide Vanzo, Guido Zolezzi, Annunziato Siviglia, and Maria Cristina Bruno. Metodo per la quantificazione della pressione da hydropeaking. *Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica, Università degli Studi di Trento Disponibile a: http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manualilineeguida/Metodo_Hydropeaking_CAROLLI_ET_AL2014.pdf*, 2014.
- [2] Sito ufficiale di cva spa - online 17/1/2019. <http://www.cvaspa.it/acqua/impianti/zuino/>.
- [3] P Vezza, A Zanin, and P Parasiewicz. Manuale tecnicooperativo per la modellazione e la valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale. *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale-Manuali e Linee Guida*, 154(2017):102, 2017.

APPENDICE A

Allegati

A.1 Misure Puntuali

Nome profilo: LYS_1
 Nome operatore: MO
 Ora e data: 14:14:20 05.05.2017
 Largh. flusso: 870,0 cm
 Scarico totale: 1254 l/s
 Area totale: 3,23 m²
 Prof. intermedia: 37,13 cm
 Incertezza: 9.79 %

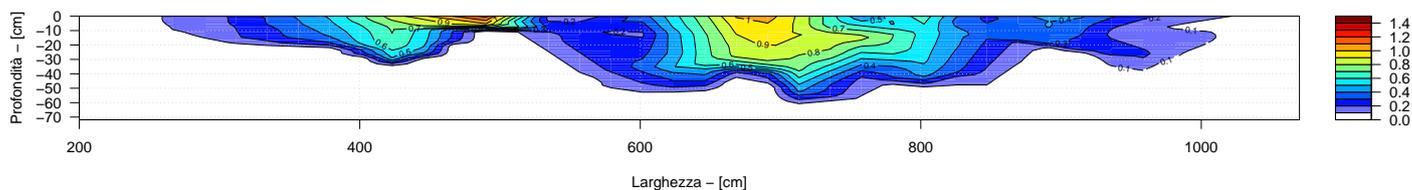
Foto della misura



Misure effettuate

Verticali	Posizione cm	# verticali	Battente cm	Misura 0.2	Misura 0.4	Misura 0.6	Misura 0.8	Vel media m/s	Area mq	Flux l/s
1	200	0 punto	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.12	8.2
2	300	3 punto	25	0.17	0	0.15	0.06	0.13	0.19	51.5
3	380	3 punto	24	0.49	0	0.41	0.29	0.40	0.15	83.7
4	430	3 punto	38	0.76	0	0.71	0.59	0.69	0.14	118.8
5	490	1 punto	11	0.00	0	0.95	0.00	0.95	0.15	76.1
6	540	3 punto	50	0.23	0	-0.03	0.01	0.04	0.33	49.8
7	600	3 punto	59	0.17	0	0.33	0.18	0.26	0.23	94.6
8	640	3 punto	58	0.64	0	0.61	0.34	0.55	0.20	140.8
9	680	3 punto	41	1.04	0	0.92	0.62	0.87	0.16	123.9
10	710	3 punto	64	0.91	0	0.72	0.45	0.70	0.34	170.5
11	760	3 punto	72	0.83	0	0.16	0.07	0.30	0.25	102.1
12	800	3 punto	52	0.58	0	0.53	0.44	0.52	0.23	82.2
13	840	3 punto	64	0.35	0	0.22	-0.02	0.19	0.26	74.5
14	900	3 punto	24	0.42	0	0.37	0.33	0.37	0.18	50.2
15	950	3 punto	47	0.12	0	0.24	0.15	0.19	0.28	26.8
16	1'070	0 punto	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Sezione isovelocità



Diritti riservati ex art. 2578 C.C. -
 Riproduzione e consegna a terzi solo su
 specifica autorizzazione.


 EAUX VALDÔTAINES
 ENERGIA INFINITA

Strada Larzey-Entrèves n. 10B
 11013 - COURMAYEUR (AO)
 Tel. +39 0165 841300 - Fax +39 0165 844692
 P.Iva/C.F. 01112130073
 Capitale sociale Euro 500.000,00
 Reg Imprese di Aosta R.E.A. n. AO-68507
 info@evidro.it

Nome profilo: LYS_180517
 Nome operatore: MO
 Ora e data: 14:36:03 18.05.2017
 Largh. flusso: 1420 cm
 Scarico totale: 3337 l/s
 Area totale: 5,91 m²
 Prof. intermedia: 41,66 cm
 Incertezza: 5.05 %

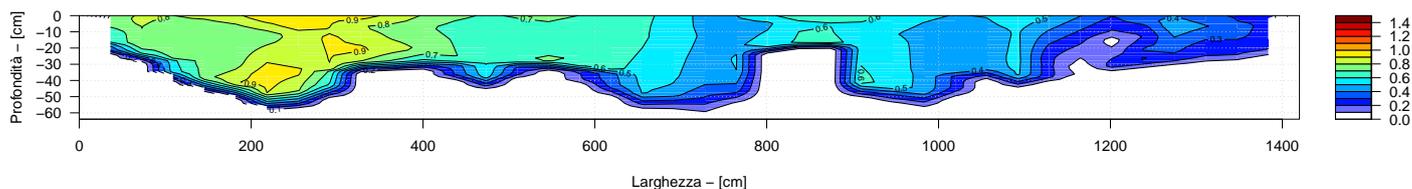
Foto della misura



Misure effettuate

Verticali	Posizione cm	# verticali	Battente cm	Misura 0.2	Misura 0.4	Misura 0.6	Misura 0.8	Vel media m/s	Area mq	Flux l/s
1	0	0 punto	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27
2	1	2 punto	20	0.71	0	0.00	0.40	0.56	0.17	109.30
3	70	3 punto	29	0.81	0	0.79	0.60	0.75	0.18	135.40
4	120	3 punto	45	0.69	0	0.74	0.70	0.72	0.29	218.70
5	180	3 punto	52	0.72	0	0.77	0.89	0.79	0.22	188.50
6	220	3 punto	60	0.75	0	0.97	0.90	0.90	0.35	308.50
7	280	3 punto	57	0.92	0	0.89	0.75	0.86	0.23	197.60
8	330	3 punto	35	0.80	0	0.92	0.79	0.86	0.24	191.50
9	400	3 punto	34	0.72	0	0.78	0.62	0.72	0.28	191.60
10	470	3 punto	47	0.61	0	0.64	0.58	0.62	0.28	184.00
11	540	3 punto	34	0.68	0	0.64	0.73	0.67	0.57	351.20
12	660	3 punto	60	0.61	0	0.56	0.53	0.57	0.43	214.30
13	730	3 punto	64	0.48	0	0.45	0.28	0.42	0.30	132.10
14	780	3 punto	55	0.46	0	0.52	0.37	0.47	0.08	39.03
15	800	3 punto	24	0.48	0	0.52	0.55	0.52	0.13	76.84
16	860	2 punto	20	0.64	0	0.00	0.67	0.66	0.06	38.71
17	890	2 punto	22	0.54	0	0.00	0.61	0.58	0.07	43.24
18	910	3 punto	52	0.52	0	0.60	0.64	0.59	0.27	149.00
19	960	3 punto	57	0.50	0	0.51	0.51	0.50	0.23	111.40
20	1'000	3 punto	60	0.45	0	0.45	0.44	0.45	0.25	112.30
21	1'050	3 punto	40	0.46	0	0.45	0.44	0.45	0.22	107.10
22	1'100	3 punto	47	0.52	0	0.54	0.53	0.53	0.21	52.19
23	1'150	1 punto	38	0.00	0	-0.04	0.00	-0.04	0.26	23.87
24	1'220	3 punto	35	0.06	0	0.26	0.33	0.23	0.14	42.10
25	1'260	3 punto	33	0.51	0	0.37	0.30	0.39	0.16	53.23
26	1'310	3 punto	31	0.41	0	0.25	0.20	0.28	0.21	57.22
27	1'380	3 punto	30	0.29	0	0.26	0.21	0.26	0.06	7.66
28	1'420	0 punto	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sezione isovelocità



Diritti riservati ex art. 2578 C.C. -
 Riproduzione e consegna a terzi solo su
 specifica autorizzazione.

Nome profilo: LYS
 Nome operatore: M. Ogliengo
 Ora e data: 11:04:35 20.10.2017
 Largh. flusso: 1200 cm
 Scarico totale: 928,9 l/s
 Area totale: 2,94 m²
 Prof. intermedia: 24,51 cm
 Incertezza: 7.88 %

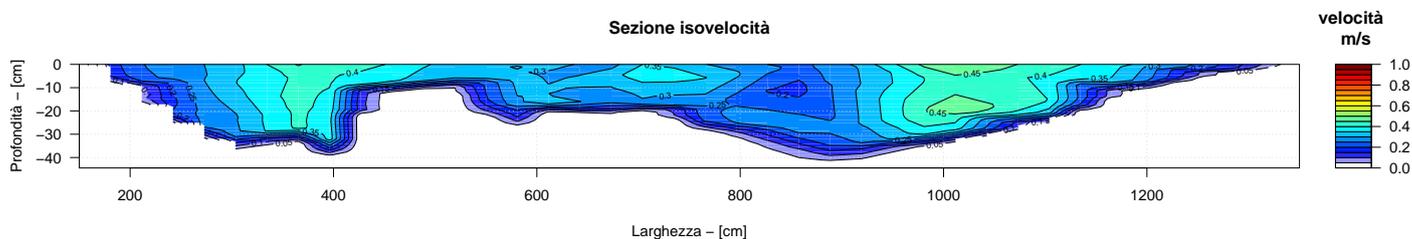
Foto della misura



Misure effettuate

Verticali	Posizione cm	# verticali	Battente cm	Misura 0.2	Misura 0.4	Misura 0.6	Misura 0.8	Vel media m/s	Area mq	Flux l/s
1	150	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.02	2.3
2	190	1 punto	10.9	0.00	0	0.21	0.00	0.21	0.15	34.6
3	260	3 punto	30.9	0.28	0	0.25	0.28	0.26	0.17	50.2
4	310	3 punto	38.6	0.36	0	0.30	0.29	0.31	0.18	65.6
5	360	3 punto	33.1	0.41	0	0.42	0.42	0.42	0.15	58.5
6	400	3 punto	40.8	0.40	0	0.36	0.38	0.37	0.11	40.5
7	440	1 punto	13.1	0.00	0	0.38	0.00	0.38	0.08	27.7
8	510	1 punto	10.2	0.00	0	0.30	0.00	0.30	0.12	34.1
9	570	3 punto	29.7	0.32	0	0.29	0.18	0.27	0.12	36.2
10	620	3 punto	20.6	0.29	0	0.30	0.34	0.31	0.09	25.1
11	660	3 punto	26.0	0.31	0	0.27	0.07	0.23	0.11	32.6
12	710	3 punto	20.3	0.40	0	0.31	0.30	0.33	0.15	45.9
13	770	3 punto	30.1	0.35	0	0.26	0.24	0.27	0.30	72.9
14	850	3 punto	44.5	0.17	0	0.29	0.10	0.21	0.22	51.5
15	900	3 punto	44.4	0.27	0	0.26	0.21	0.25	0.40	140.9
16	1'000	3 punto	35.1	0.43	0	0.49	0.42	0.46	0.31	131.2
17	1'100	3 punto	26.4	0.40	0	0.42	0.34	0.39	0.16	56.9
18	1'180	1 punto	12.6	0.00	0	0.33	0.00	0.33	0.08	20.8
19	1'280	1 punto	3.9	0.00	0	0.17	0.00	0.17	0.01	1.2
20	1'350	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Sezione isovelocità



Diritti riservati ex art. 2578 C.C. -
 Riproduzione e consegna a terzi solo su
 specifica autorizzazione.

Nome profilo: LYS
 Nome operatore: M. Ogliengo
 Ora e data: 11:02:11 04.12.2017
 Largh. flusso: 1130 cm
 Scarico totale: 442,7 l/s
 Area totale: 2,03 m²
 Prof. intermedia: 17,93 cm
 Incertezza: 12.3 %

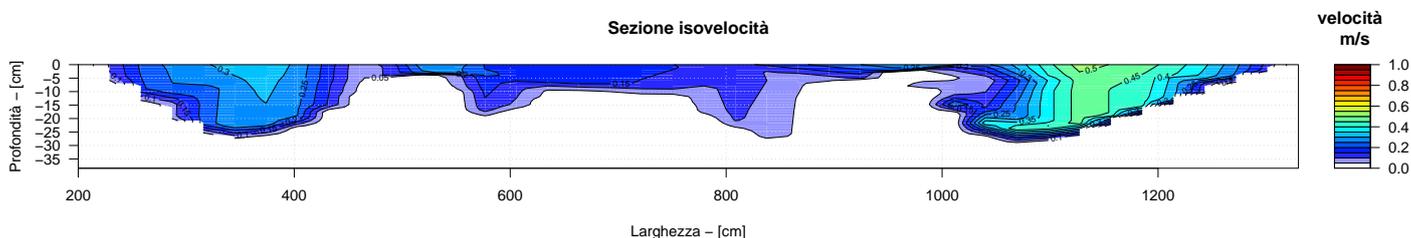
Foto della misura



Misure effettuate

Verticali	Posizione cm	# verticali	Battente cm	Misura 0.2	Misura 0.4	Misura 0.6	Misura 0.8	Vel media m/s	Area mq	Flux l/s
1	200	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.06	7.1
2	270	1 punto	17.9	0.00	0	0.23	0.00	0.23	0.14	36.0
3	330	2 punto	28.9	0.28	0	0.00	0.29	0.28	0.17	50.1
4	390	2 punto	26.7	0.33	0	0.00	0.30	0.31	0.14	24.2
5	470	1 punto	9.2	0.00	0	0.02	0.00	0.02	0.04	6.4
6	530	1 punto	3.7	0.00	0	0.31	0.00	0.31	0.06	15.2
7	580	2 punto	21.7	0.20	0	0.00	0.14	0.17	0.11	19.5
8	650	1 punto	10.7	0.00	0	0.17	0.00	0.17	0.11	16.8
9	740	1 punto	13.3	0.00	0	0.14	0.00	0.14	0.14	18.2
10	810	2 punto	25.8	0.14	0	0.00	0.11	0.12	0.29	13.8
11	900	2 punto	38.5	0.01	0	0.00	-0.07	-0.03	0.12	14.4
12	960	1 punto	2.4	0.00	0	0.26	0.00	0.26	0.15	34.9
13	1'050	3 punto	30.1	0.07	0	0.17	0.44	0.21	0.20	70.8
14	1'120	2 punto	28.2	0.48	0	0.00	0.48	0.48	0.18	82.7
15	1'200	2 punto	17.3	0.44	0	0.00	0.41	0.42	0.08	28.0
16	1'260	1 punto	8.6	0.00	0	0.29	0.00	0.29	0.03	4.4
17	1'330	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Sezione isovelocità



Diritti riservati ex art. 2578 C.C. -
 Riproduzione e consegna a terzi solo su
 specifica autorizzazione.

Nome profilo: LYS
 Nome operatore: M. Ogliengo
 Ora e data: 11:26:06 02.02.2018
 Largh. flusso: 1300 cm
 Scarico totale: 773,1 l/s
 Area totale: 2,68 m²
 Prof. intermedia: 20,60 cm
 Incertezza: 7.77 %

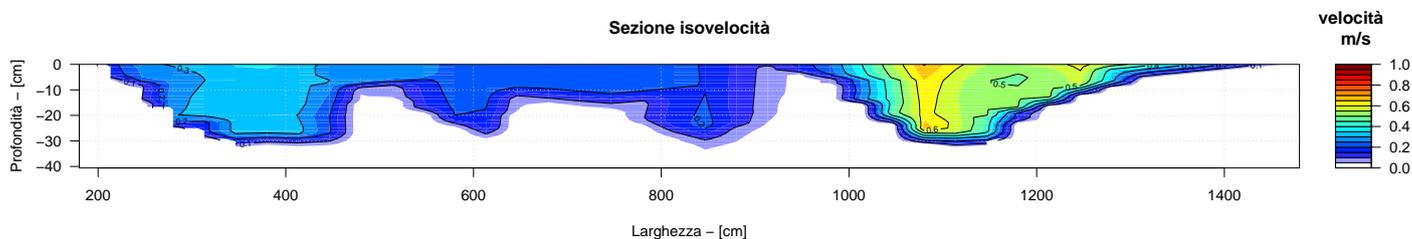
Foto della misura



Misure effettuate

Verticali	Posizione cm	# verticali	Battente cm	Misura 0.2	Misura 0.4	Misura 0.6	Misura 0.8	Vel media m/s	Area mq	Flux l/s
1	180	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.02	3.06
2	230	1 punto	10.2	0.00	0	0.24	0.00	0.24	0.09	23.46
3	280	2 punto	26.0	0.26	0	0.00	0.30	0.28	0.18	53.75
4	340	3 punto	33.5	0.33	0	0.32	0.32	0.32	0.20	64.78
5	400	3 punto	32.0	0.33	0	0.33	0.36	0.33	0.14	40.58
6	440	3 punto	36.7	0.31	0	0.23	0.24	0.25	0.12	30.99
7	490	1 punto	10.3	0.00	0	0.27	0.00	0.27	0.14	33.96
8	570	2 punto	24.1	0.24	0	0.00	0.20	0.22	0.11	24.50
9	610	2 punto	31.6	0.25	0	0.00	0.19	0.22	0.12	24.67
10	660	1 punto	15.9	0.00	0	0.20	0.00	0.20	0.14	27.98
11	740	1 punto	19.4	0.00	0	0.20	0.00	0.20	0.30	57.78
12	840	3 punto	40.6	0.21	0	0.24	0.06	0.19	0.23	32.12
13	900	1 punto	36.5	0.00	0	0.09	0.00	0.09	0.15	20.49
14	970	1 punto	5.8	0.00	0	0.18	0.00	0.18	0.20	85.30
15	1'080	3 punto	31.5	0.65	0	0.62	0.68	0.64	0.20	113.00
16	1'140	3 punto	34.2	0.50	0	0.51	0.48	0.50	0.16	79.13
17	1'200	2 punto	18.3	0.49	0	0.00	0.51	0.50	0.08	40.74
18	1'250	1 punto	12.1	0.00	0	0.57	0.00	0.57	0.06	17.18
19	1'320	1 punto	5.7	0.00	0	-0.02	0.00	-0.02	0.04	-0.41
20	1'480	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sezione isovelocità



Diritti riservati ex art. 2578 C.C. -
 Riproduzione e consegna a terzi solo su
 specifica autorizzazione.

Nome profilo: LYS
 Nome operatore: M. Vuillermoz
 Ora e data: 14:22:06 17.10.2018
 Largh. flusso: 1070 cm
 Scarico totale: 871,7 l/s
 Area totale: 5,71 m²
 Prof. intermedia: 53,33 cm
 Incertezza: 7.47 %

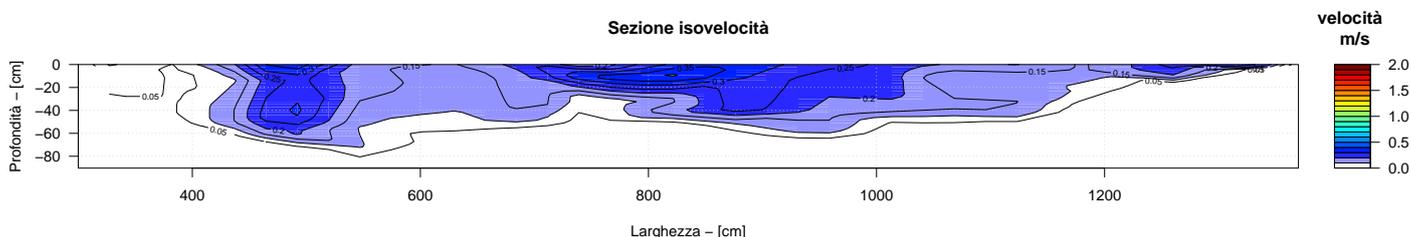
Foto della misura



Misure effettuate

Verticali	Posizione cm	# verticali	Battente cm	Misura 0.2	Misura 0.4	Misura 0.6	Misura 0.8	Vel media m/s	Area mq	Flux l/s
1	300	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.06	2.2
2	330	3 punto	38.6	0.07	0	0.10	0.03	0.08	0.23	12.0
3	380	3 punto	53.0	0.00	0	0.04	0.04	0.03	0.29	19.7
4	430	3 punto	63.5	0.06	0	0.12	0.12	0.11	0.34	69.7
5	480	3 punto	73.8	0.29	0	0.34	0.23	0.30	0.57	118.5
6	550	3 punto	90.3	0.17	0	0.09	0.10	0.11	0.70	76.1
7	640	3 punto	64.8	0.12	0	0.10	0.09	0.10	0.37	51.4
8	700	3 punto	59.9	0.19	0	0.18	0.12	0.17	0.28	38.6
9	750	3 punto	53.0	0.37	0	0.05	-0.06	0.10	0.31	49.4
10	810	3 punto	52.3	0.42	0	0.12	0.17	0.21	0.41	92.4
11	880	3 punto	64.8	0.30	0	0.28	0.10	0.24	0.47	100.1
12	950	3 punto	70.0	0.22	0	0.18	0.15	0.18	0.40	69.7
13	1'010	3 punto	62.4	0.23	0	0.19	0.05	0.17	0.30	45.1
14	1'060	3 punto	60.0	0.10	0	0.17	0.07	0.13	0.40	52.5
15	1'130	3 punto	53.9	0.12	0	0.15	0.13	0.14	0.27	30.2
16	1'190	3 punto	36.5	0.13	0	0.08	0.04	0.09	0.19	26.1
17	1'260	1 punto	17.3	0.00	0	0.19	0.00	0.19	0.09	17.1
18	1'335	1 punto	5.8	0.00	0	0.20	0.00	0.20	0.01	1.0
19	1'370	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Sezione isovelocità



Diritti riservati ex art. 2578 C.C. -
 Riproduzione e consegna a terzi solo su
 specifica autorizzazione.


BLU ENERGIE
 Strada Larzey-Entrèves n. 10B
 11013 - COURMAYEUR (AO)
 Tel. +39 0165 841300 - Fax +39 0165 844692
 P.Iva/C.F. 01229540073
 Capitale sociale Euro 20.000,00
 Reg Imprese di Aosta R.E.A. n. AO-78040
 info@evidro.it

Nome profilo: LYS
 Nome operatore: M. Vuillermoz
 Ora e data: 11:27:41 09.11.2018
 Largh. flusso: 2280 cm
 Scarico totale: 3568 l/s
 Area totale: 6,38 m²
 Prof. intermedia: 27,97 cm
 Incertezza: 9.12 %

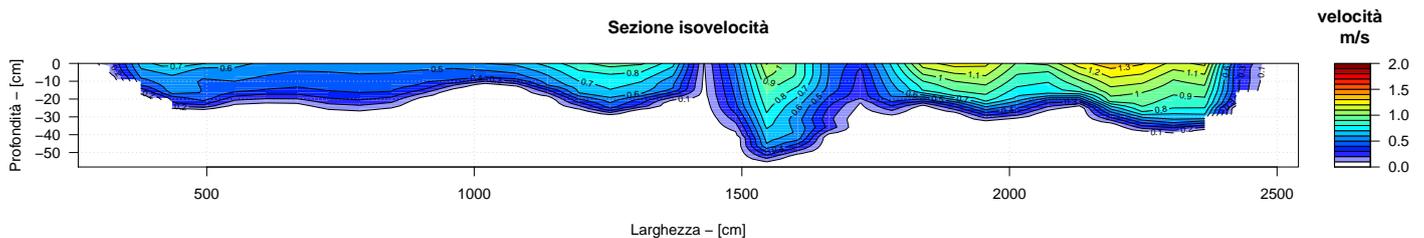
Foto della misura



Misure effettuate

Verticali	Posizione cm	# verticali	Battente cm	Misura 0.2	Misura 0.4	Misura 0.6	Misura 0.8	Vel media m/s	Area mq	Flux l/s
1	260	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.62
2	310	1 punto	6.6	0.00	0	0.07	0.00	0.07	0.04	6.59
3	350	1 punto	12.8	0.00	0	0.26	0.00	0.26	0.09	39.71
4	400	1 punto	23.8	0.00	0	0.60	0.00	0.60	0.16	87.68
5	460	3 punto	28.2	0.52	0	0.54	0.48	0.52	0.21	103.00
6	540	1 punto	25.5	0.00	0	0.44	0.00	0.44	0.26	107.00
7	645	1 punto	24.1	0.00	0	0.38	0.00	0.38	0.27	103.20
8	745	1 punto	30.0	0.00	0	0.38	0.00	0.38	0.25	97.01
9	830	1 punto	29.7	0.00	0	0.39	0.00	0.39	0.22	86.05
10	920	1 punto	19.9	0.00	0	0.38	0.00	0.38	0.14	57.27
11	1'010	1 punto	12.2	0.00	0	0.41	0.00	0.41	0.12	51.06
12	1'100	1 punto	14.6	0.00	0	0.44	0.00	0.44	0.16	84.50
13	1'180	1 punto	26.6	0.00	0	0.59	0.00	0.59	0.26	162.70
14	1'270	3 punto	30.7	0.81	0	0.68	0.52	0.67	0.24	151.50
15	1'360	1 punto	22.6	0.00	0	0.59	0.00	0.59	0.19	61.62
16	1'430	1 punto	31.2	0.00	0	0.06	0.00	0.06	0.18	33.46
17	1'480	1 punto	39.5	0.00	0	0.31	0.00	0.31	0.34	187.90
18	1'550	3 punto	58.1	0.99	0	0.76	0.62	0.79	0.43	286.30
19	1'630	3 punto	50.2	0.77	0	0.43	0.51	0.53	0.29	96.00
20	1'700	1 punto	31.6	0.00	0	0.13	0.00	0.13	0.25	79.87
21	1'780	1 punto	31.5	0.00	0	0.50	0.00	0.50	0.20	133.10
22	1'850	1 punto	24.5	0.00	0	0.86	0.00	0.86	0.29	251.20
23	1'950	1 punto	33.9	0.00	0	0.86	0.00	0.86	0.29	216.90
24	2'040	1 punto	31.6	0.00	0	0.61	0.00	0.61	0.22	161.80
25	2'120	1 punto	23.6	0.00	0	0.85	0.00	0.85	0.28	255.40
26	2'210	1 punto	38.4	0.00	0	0.98	0.00	0.98	0.35	317.30
27	2'300	3 punto	40.7	1.01	0	0.82	0.56	0.80	0.33	278.10
28	2'385	3 punto	37.8	1.09	0	0.86	0.65	0.86	0.16	68.11
29	2'440	1 punto	19.3	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.08	1.96
30	2'490	1 punto	13.9	0.00	0	0.04	0.00	0.04	0.03	0.73
31	2'540	0 punto	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sezione isovelocità



A.2 Dati di portata

Tabella A.1: *Lys portate 2017 - l/s*

gg	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
01		8615	3317	2947	840	1862	1722	1081
02		6228	3170	4869	855	1858	1760	994
03		5370	3208	3950	889	1867	1691	934
04		7062	3104	3812	976	1833	1774	1058
05	1620	11571	3121	2958	1081	1833	1858	1118
06	1665	10197	3139	2421	1028	1808	1611	1151
07	1952	6253	3004	2112	1036	1787	1577	1111
08	1668	4761	2990	5712	1023	1791	1664	1003
09	1707	4801	3441	5811	1022	1784	1526	1053
10	1764	4194	2915	3446	978	1763	1248	922
11	1906	4948	2918	3825	1094	1744	1364	1160
12	1858	9363	2755	3399	1142	1707	1213	1066
13	1959	9928	2752	3159	1165	1597	1245	1121
14	2234	10270	2720	3032	1114	1508	1238	992
15	2393	17729	2689	2969	992	1351	1295	996
16	2560	11216	2565	2906	1075	1278	1290	870
17	3100	8983	3061	2821	1230	1260	1282	755
18	3702	7190	3060	2751	1399	1270	1073	732
19	5635	7605	2872	2622	1492	1266	1077	709
20	3987	8579	2708	2341	1626	1285	1133	699
21	2914	8184	2582	2272	1759	1308	1184	752
22	3435	6905	2493	2207	1826	1284	1155	896
23	4326	6768	2448	2048	1839	1275	1157	870
24	5280	4782	2491	1904	1817	1294	1138	923
25	8647	3721	2355	1762	1760	1318	1104	893
26	10654	3697	2525	1630	1774	1312	1029	893
27	10773	5880	2272	1463	1835	1870	1023	885
28	10674	5511	2265	1419	1881	1593	1032	821
29	11119	4863	2405	1383	1907	1521	1042	830
30	10718	3532	3573	1296	1891	1559	1161	870
31	9415		3588	993		1703		890
Media mensile	4728	7290	2855	2782	1345	1564	1322	937

Tabella A.2: *Lys portate 2018 - l/s*

gg	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
01	878	712	771	761	4952	11442	5291	2235	510	719	2371	1340
02	865	714	773	757	3132	11134	6957	2822	707	701	2107	1326
03	897	696	688	914	6783	10162	6569	2037	833	735	1985	1298
04	974	733	642	831	9565	10419	5449	2075	633	756	2136	1272
05	910	732	642	806	7996	9757	4338	2011	756	771	4067	1216
06	799	705	619	891	9032	10082	3677	1849	772	763	7445	1204
07	837	687	601	1018	10457	9223	2973	1788	731	760	6983	1190
08	1124	682	610	1198	9487	9793	2983	2209	791	768	4127	1184
09	1225	672	603	1444	9190	8388	3564	1631	828	716	3207	1186
10	920	666	620	1549	9132	8566	3271	2560	865	677	2864	1161
11	898	666	640	1453	7811	16827	2905	1393	876	750	2702	1141
12	831	660	642	1501	6352	15189	2509	1349	881	561	2439	1121
13	801	644	623	1463	7336	13841	1840	1260	880	574	2237	1119
14	774	650	637	1432	6967	12039	1629	1228	905	611	2116	1113
15	763	662	643	1539	4792	10506	1927	1156	959	623	2038	1099
16	794	674	632	1661	4179	9579	1625	1097	917	632	1949	1100
17	923	671	653	2243	3893	9617	1684	1080	771	746	1869	1088
18	919	642	646	3173	3890	8958	1449	985	830	898	1788	1084
19	862	643	622	4286	3880	9886	1426	825	837	931	1720	1082
20	864	649	638	5602	4002	10421	1501	807	844	980	1690	1074
21	876	635	618	7069	4006	9294	1541	711	855	967	1599	1063
22	910	633	632	7954	3820	8959	1380	624	866	991	1537	1071
23	832	651	640	8456	3611	7540	1328	598	875	991	1512	1064
24	810	655	643	8606	3771	6296	1293	546	833	999	1504	1118
25	725	647	630	9058	4756	4414	1348	509	808	956	1474	1080
26	738	687	656	8478	7184	4063	1517	480	790	950	1448	1070
27	718	680	667	6986	10105	4660	1550	446	771	902	1415	1063
28	688	677	685	3614	11886	5686	1419	423	781	935	1386	1059
29	690		739	6543	12368	4939	1349	426	746	1954	1368	1054
30	709		783	8672	11961	4936	1396	424	728	5288	1360	1049
31	692		818		15090		1447	415		2027		1045
Media mensile	847	672	660	3665	7142	9221	2553	1226	806	1020	2415	1133
Media anno	2614											