REGIONE LIGURIA

COMUNE DI ORTOVERO

PROVINCIA DI SAVONA

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA IN CORPO TRAVERSA DEL CANALE IRRIGUO DI ORTOVERO (SV)

Torrente
ARROSCIA

PROGETTO DEFINITIVO

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
00	08/02/2019	PRIMA_EMISSIONE			

TAVOLA	TITOLO ELABORATO	SCALA
R-14	**RELAZIONE RISPOSTA INTEGRAZIONI PROT. N. PG/2019/0001601**	**-**

PROPONENTE	VISTO	PROGETTISTA
Stefania Benzo Via J. Amoretti 15 18100 Imperia	Consorzio Irriguo Ortovero Via Roma, 247 17037 Ortovero (SV) C.F.-P.I. 90010640093	Ing. Enrico Guerrina Località Serra, Borgata Cattini 69A 12087 Pamparato (CN) P.I. 03560840047 Ordine degli Ingegneri di Cuneo A2299 enrico.guerrina@ingpec.eu cell. 339 8265094

IDENTIFICATIVO FILE:

NOTE: LA DIFFUSIONE E RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE DEL SEGUENTE ELABORATO E' VIETATA A TERMINE DI LEGGE.

Sommario

1 PREMESSA 2
2 PUNTO 1 2
3 PUNTO 2 3
4 PUNTO 3 4
5 PUNTO 4 5
6 PUNTO 5 8
7 PUNTO 6 15
8 PUNTO 7 16
9 PUNTO 8 20
10 PUNTO 9 22
11 PUNTO 10 25

1 PREMESSA

Il presente documento è redatto in risposta alla nota trasmessa con protocollo PG/2019/0001601 relativa alla richiesta di documentazione integrativa nell'ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità alla VIA, per il progetto per la realizzazione di un impianto idroelettrico, a salto concentrato, su una traversa esistente a servizio della Bealera del Consorzio di irriguo di Ortovero sita in località Ortovero (SV).

Puntualmente nel seguito verrà fornita risposta o indicazioni in merito ai quesiti di dettaglio richiesti.

2 PUNTO 1

> *In relazione al capitolo 10.2 viene dichiarato che per motivi legati alla manutenzione dell'impianto si prevede di installare coperture carrabili sopra i canali a progetto: occorre specificare in merito con particolare riferimento al canale di scarico sabbie;*

Attualmente, l'unico accesso all'opera di presa della derivazione irrigua esistente è in sponda destra del torrente Arroscia, ovvero dalla sponda opposta rispetto alla presa del canale irriguo. In occasione delle operazioni di manutenzione che necessitano dell'ausilio di un mezzo meccanico è necessario guadare il torrente percorrendo il coronamento della briglia esistente. Nella salvaguardia del diritto di terzi si è deciso di mantenere tale accesso anche a lavori ultimati e, dunque, si è reso necessario rendere superabile, il passaggio di rimonta, l'impianto ed il canale di scarico sabbie.

La particolare tipologia di turbina, installata su di una paratoia mobile, non ha reso possibile la realizzazione di una soletta continua in cemento armato, e pertanto si è optato per una copertura carrabile movibile in corrispondenza della turbina, mantenendo una copertura in cemento armato solo in corrispondenza della paratoia d'impianto.

Anche il passaggio pesci, per ragioni legate agli aspetti manutentivi, sarà dotato di copertura carrabile movibile.

Il canale di restituzione, invece, sarà dotato di una copertura carrabile costituita da una soletta in c.a. di spessore pari a 30 cm con botola d'accesso/ispezione anch'essa sempre carrabile.

Al fine di contenere gli ingombri visivi dell'impianto si è deciso di utilizzare una particolare tipologia di paratoia denominata porta vinciana o paratoia a libro. Tale soluzione presenta alcuni importanti vantaggi, tra cui l'assenza di parti meccaniche (cilindri di sollevamento)

esposti alla corrente, invisibilità in fase di esercizio, di contro, per funzionare in modo ottimale, nel particolare contesto del Torrente Arroscia, necessita di una tenuta/protezione anche sulla parte superiore.

Le solette in c.a., offrono adeguata protezione alle paratoie e contribuiscono alla realizzazione di una buona tenuta idraulica.

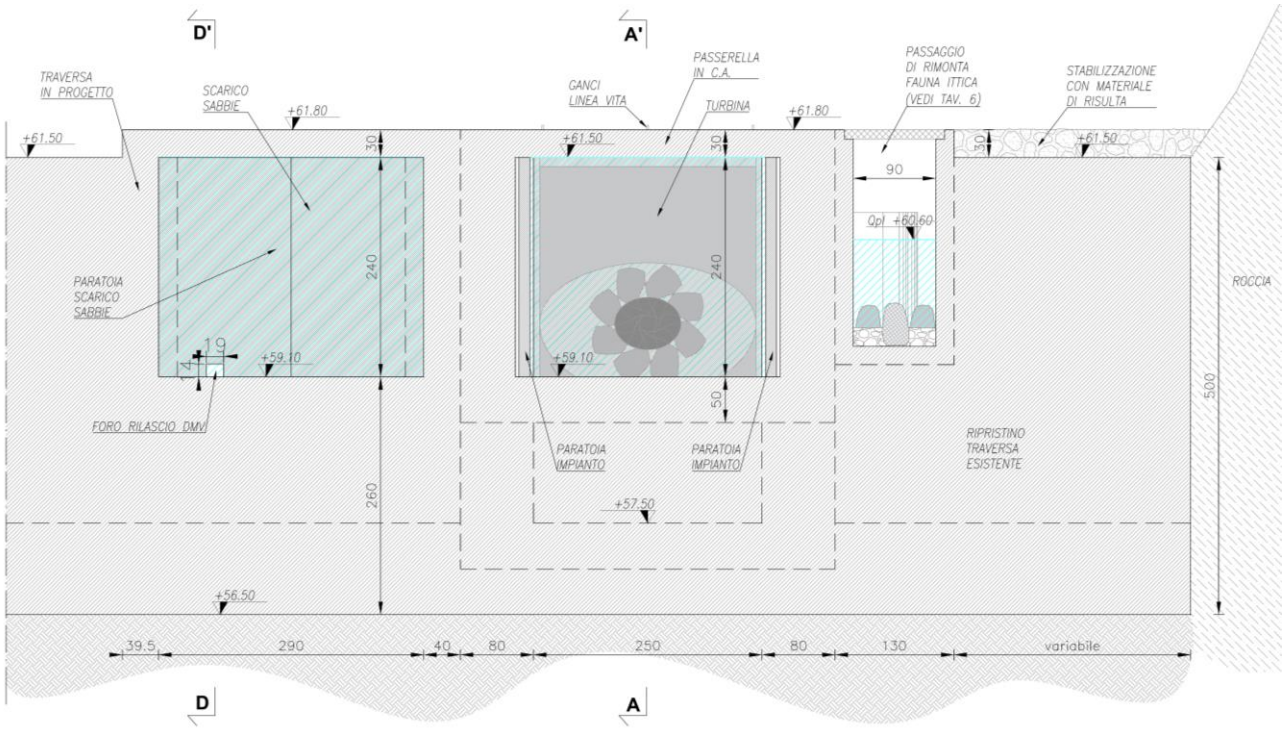


Figura 1 Sezione B-B estratta dall'Elaborato T-05-R1 Planimetria generale piante particolareggiate e sezioni impianto a progetto.

L'immagine riportata in figura 1 mostra la posizione delle solette carrabili a copertura delle paratoie a porta vinciana.

3 PUNTO 2

Specificare in planimetria e sezione il collegamento della platea di fondazione in sponda sinistra sotto il canale di derivazione idrico con il materiale alluvionale;

Si rimanda il lettore all'elaborato **T-16 Particolare traversa in sponda sinistra** per il dettaglio richiesto**.** La traversa verrà immorsata nell'affioramento roccioso presente in sponda sinistra, garantendo la continuità strutturale tra la traversa ed il canale irriguo. Pertanto le operazioni ridurranno il fenomeno di scalzamento a cui è attualmente soggetto

il canale irriguo. Durante la realizzazione delle opere verranno adottate tutte le necessarie precauzioni al fine di garantire la continuità della derivazione irrigua.

4 PUNTO 3

> *In sponda destra a monte dell'opera di presa e prevista una plateazione del fondo alveo che parrebbe molto estesa non conforme alla norma. Occorre specificare, con adeguata rappresentazione grafica, l'installazione in sponda destra di massi cementati e l'allocazione di materiale di risulta (non meglio specificato) all'interno dell'alveo;*

Il nuovo intervento proposto, in seguito alla verifica della situazione attuale dell'alveo, prevede la realizzazione di protezioni anti erosive della traversa a garanzia dell'impianto e del canale irriguo. La tecnica adottata consiste nella realizzazione di un selciato in massi di adeguata dimensione (min. 2500kg). Le zone più sollecitate risultano il piede di valle della traversa e la zona in prossimità dell'impianto a progetto, evitando lo scalzamento.

A maggiore garanzia il piede della traversa sarà opportunamente coperto dal materiale lapideo d'alveo proveniente dalla costruzione delle opere a progetto.

Le protezioni anti erosive proposte nell'area dell'impianto a progetto collegano il terreno naturale con il fondo canale di scarico sabbie e, a favore di sicurezza, si propone una soluzione con pendenze basse, prossime all'angolo di riposo del materiale sciolto di origine alluvionale presente in alveo. Tale scelta garantisce, durante le cacciate d'acqua dalla paratoia scarico sabbie, la massima influenza della paratoia stessa sulla superficie a monte, consentendo di mantenere in perfetto stato di esercizio, sia la rampa di rimonta per la fauna ittica che la presa dell'impianto a progetto.

A seguito di alcuni approfondimenti si propone una riduzione di tale platea in selciato fino ad un raggio di 3 m dall'impianto e di circa 4 dallo scarico sabbie come riportato nella tavola **T04-R2-Planimetria stato di progetto** e **T05-R2 Planimetria generale – piante particolareggiate e sezioni impianto a progetto** in modo tale da renderla conforme alla norma.

Nulla vieta, durante la fase di cantiere, di eliminare completamente la protezione del fondo proposta, nel caso in cui il fondo risultasse completamente in roccia.

Al contrario nel caso in cui si riscontrasse un fondo in materiale sciolto, la soluzione proposta garantirebbe la stabilità durante le operazioni di pulizia e scarico sabbie, caratterizzate da turbolenza e velocità molto elevate.

Si è anche proposto di realizzare un repellente al fondo in massi sciolti di dimensione adeguata (min. 2500 kg), posizionato tra la sponda destra in roccia ed il passaggio di

rimonta, per creare, in occasione delle piene, una zona di deposito / calma al fine di evitare fenomeni erosivi destabilizzanti per le opere a progetto.

Mentre durante la fase di esercizio, risulta fondamentale il riempimento fino alla quota di +61.80 m s.l.m. con il materiale proveniente dagli scavi per evitare la creazione di una zona di ristagno a tergo delle opere di nuova realizzazione e per consentire un facile accesso e la manutenzione ordinaria del passaggio di rimonta. La sezione tipologica della protezione al fondo è riportata nell'elaborato **T05-R2 Planimetria generale – piante particolareggiate e sezioni impianto a progetto**.

5 PUNTO 4

Il capitolo 11 della relazione "movimento terre" prevede la movimentazione di 2506 mc di materiale litoide all'interno dell'alveo, questo aspetto deve essere rivisto ai sensi della DGR 226/2009;

Ai sensi dell'allegato alla DGR 226/2009 l'intervento di sistemazione della traversa rientra tra i casi riportati al punto 2 comma a1) *"interventi finalizzati alla conservazione della sezione utile al deflusso, alla eliminazione di manifesti sovralluvionamenti di alveo a seguito di eventi di piena eccezionali, al mantenimento o al recupero dell'officiosità delle opere e delle infrastrutture, laddove, sulla base di adeguati studi, verifiche e progettazioni, tali interventi risultino necessari ed adeguati alla mitigazione del rischio idraulico"*.

Come indicato al punto 5 della suddetta DGR, il materiale asportato per la realizzazione del canale turbina e canale di scarico sabbie, salvo il calcestruzzo proveniente dalla traversa, sarà utilizzato prioritariamente come *"movimentazione in loco o nelle immediate pertinenze del medesimo corso d'acqua"* e/o *"risistemato in sezioni dello stesso corso d'acqua"*.

Premesso che le parti in calcestruzzo provenienti dai tagli e demolizioni dovranno essere opportunamente smaltite presso discariche autorizzate in quanto non sono riutilizzabili in loco e che l'effettiva quantità non è computabile con la dovuta precisione in quanto non è completamente nota l'effettiva geometria in quanto non risulta in nostre mani le tavole progettuali, il restante materiale movimentato sarà interamente riutilizzato, in loco ai sensi della DGR 226/2009. Al capitolo 11 della *R-01-Relazione tecnica illustrativa* sono indicati, in funzione delle lavorazioni proposte, i volumi che necessitano di movimentazione e risultano:

- ≈189 m^3 provenienti dalla realizzazione della scala ittiofauna (scavo parzialmente in roccia, depositi alluvionali e demolizioni cls);
- ≈301 m^3 provenienti dalla realizzazione dell'impianto e canale scarico sabbie (scavo in depositi alluvionali, e demolizioni cls);

- ≈2016 m^3provenienti dalla sistemazione della traversa (scavi e movimentazioni e sistemazioni in depositi alluvionali e demolizioni cls); (vedi sezione A-A' della tavola **T-17 Planimetrie e sezioni tipo sistemazione materiale d'alveo movimentato**)

La stima approssimata del volume di traversa da rimuovere, non essendo certa la geometria e lo stato di conservazione, può essere quantificata nella massima movimentazione di materiale di completo ripristino della traversa in circa 1396.20 m^3, di cui una parte verrà occupata dall'impianto (275 m^3/s) e l'altra dal ripristino della traversa per circa 835.20 m^3, variabile in fase di costruzione.

Avendo modificato la geometria della traversa ne risulta che il ripristino comporti un volume libero di circa 213 m^3 che verrà riempito dal materiale proveniente dalla realizzazione del selciato di protezione del piede traversa (174 m^3), dalla sistemazione della derivazione irrigua che sarà dotata di scarico sabbie (5 m^3) ed in parte dagli scavi dell'impianto a progetto (per circa 34 m^3).

La realizzazione dell'impianto idroelettrico e del passaggio di rimonta per la fauna ittica comporta la movimentazione rispettivamente di 301 m^3 + 189 m^3 = 490 m^3. Tale materiale ai sensi della DGR 226/2009 sarà riposizionato nelle immediate vicinanze al punto di prelievo.

Come precedentemente indicato 34 m^3 saranno posizionati a tergo della traversa, 90 m^3 saranno posizionati tra il passaggio di rimonta e la sponda destra portando il terreno alla quota di 61.80 m s.l.m. al fine di evitare la creazione di zone di ristagno. I restanti 366 m^3 saranno posizionati al piede della traversa per proteggerlo dagli evidenti problemi di abbassamento del fondo già riscontrati in passato i cui effetti sono riportati nelle immagini seguenti.

Il volume di materiale sciolto rimanente risulta da 2016 m^3 – 1396.2 m^3 = 619.8 m^3 è necessario alle operazioni di cantiere (scavi per la realizzazione delle strutture e ture di protezione) e sarà ricollocato nel medesimo sito di prelievo ad ultimazione dei lavori, per il ripristino dei luoghi.

La DGR 226/2009 sempre al comma 5 lettera d) prevede il riutilizzo del materiale movimentato, previo accordo con gli enti e i Comuni, per la realizzazione di opere di sistemazione idraulica in loco. In virtù di tale condizione si chiede la possibilità di utilizzare il materiale proveniente dagli scavi in roccia, opportunamente vagliato, per la realizzazione dei rivestimenti. Nel caso non sia possibile provvedere al riutilizzo di quest'ultima parte di materiale nelle modalità indicate, i rivestimenti saranno eseguiti, sempre in pietra, ma di origine alloctona, rispettando il più possibile i colori naturali dell'area.

Si rimanda all'elaborato di dettaglio **T-17 Planimetrie e sezioni tipo sistemazione materiale d'alveo movimentato** per l'individuazione della proposta relativa alle zone di deposito.



Figura 2 Evidenza di fenomeni erosivi dovuti ad abbassamento del fondo (foto ante alluvione del 2016)



Figura 3 Ripristino temporaneo della traversa al fine di consentire le attività agricole che dipendono fortemente dalla derivazione irrigua (maggio 2017).

6 PUNTO 5

Ricadendo all'interno di un tratto d'alveo indagato, la modellazione idraulica deve essere inserita in quella dei Piani di Bacino anche per una maggior conformità delle condizioni al contorno;

Si riporta di seguito la modellazione idraulica del tratto di Torrente Arroscia inserita in quella del piano di Bacino. Date le differenti condizioni morfologiche in cui attualmente versa il Torrente Arroscia si è inserita la modellazione idraulica di progetto, sostituendola, nel tratto di sovrapposizione a quella esistente datata 2003.

Le considerazioni effettuate, hanno un carattere prettamente qualitativo, e di indirizzo, anche in virtù del fatto che i rilievi di base adottati nella modellazione di piano di bacino e per le analisi della compatibilità idraulica, come illustrato nel seguito, presentano alcune sostanziali differenze dovute alle evoluzioni morfologiche avvenute negli ultimi 15 anni.

Il tratto di torrente oggetto di intervento è stato modellato dall'autorità di bacino a partire da un rilievo datato 2003, con sezioni schematiche di ridotto dettaglio. L'assenza di elementi potenzialmente esposti al rischio, giustifica tale semplificazione, in quanto il tratto è di collegamento tra l'abitato di Pogli e il centro di Ortovero.

Lo stralcio planimetrico seguente, indica il tratto nel quale sono state riscontrate differenti condizioni dell'alveo con abbassamenti del fondo generalizzati dovuti al parziale crollo delle briglie a valle di quella in esame.

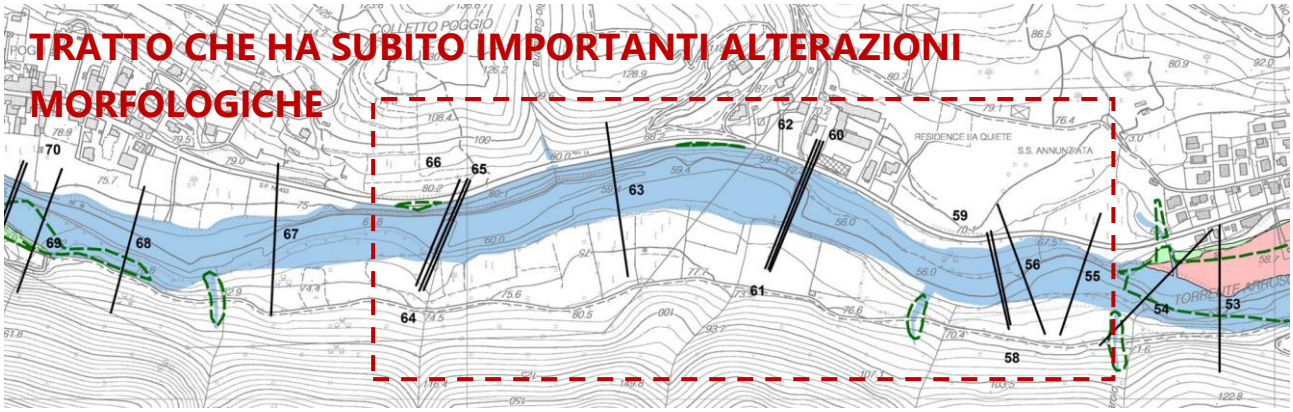


Figura 4 Sezioni utilizzate per la modellazione idraulica del Piano di Bacino del Centa (tratto di T. Arroscia a monte dell'abito di Ortovero)

La figura seguente, invece, illustra le sezioni di dettaglio utilizzate per la modellazione idraulica adottata in fase di analisi di compatibilità idraulica dell'intervento a progetto con il deflusso delle piene, riportata nella relazione **R-04-Relazione verifiche idrauliche**. Il rilievo di dettaglio è stato eseguito tra il 2015 ed il 2017, al fine di valutare accuratamente gli effetti causati dall'evento alluvionale del novembre 2016. Il rilievo utilizzato nel progetto, rispetto

a quello del piano di bacino, presenta una differenza in quota di -2.73 m circa, pertanto il rilievo di progetto, solo per la sovrapposizione, è stato alzato di +2.73 m.

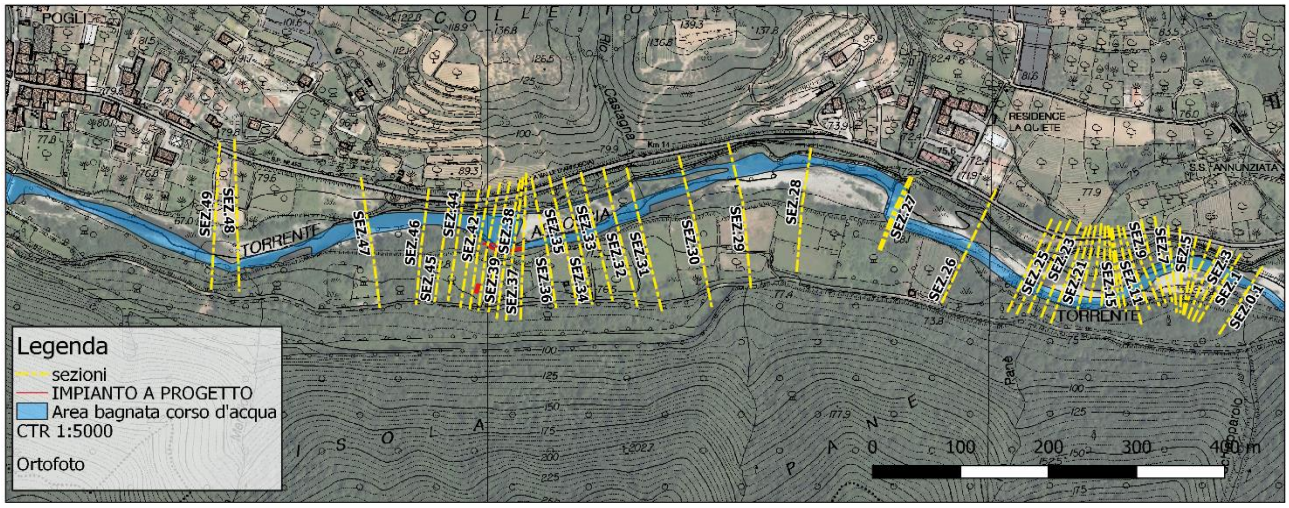


Figura 5 Posizione delle sezioni adottate nella modellazione idraulica.

L' estensione del rilievo copre circa 1.1 km di Torrente Arroscia ed interessa un tratto ritenuto idraulicamente significativo che include tutte le opere esistenti a valle della traversa oggetto di studio. Sono state realizzate 50 sezioni dalla 0.1 alla 49 con infittimento nelle aree critiche.

Dal 2003 ad oggi il torrente ha subito molte trasformazioni, in particolare il parziale crollo delle due traverse immediatamente a valle di quella oggetto di studio. Le immagini seguenti riportano lo stato dei luoghi nel 2000 (prima del rilievo del piano di bacino) e nel 2017 (stato attuale dei luoghi).

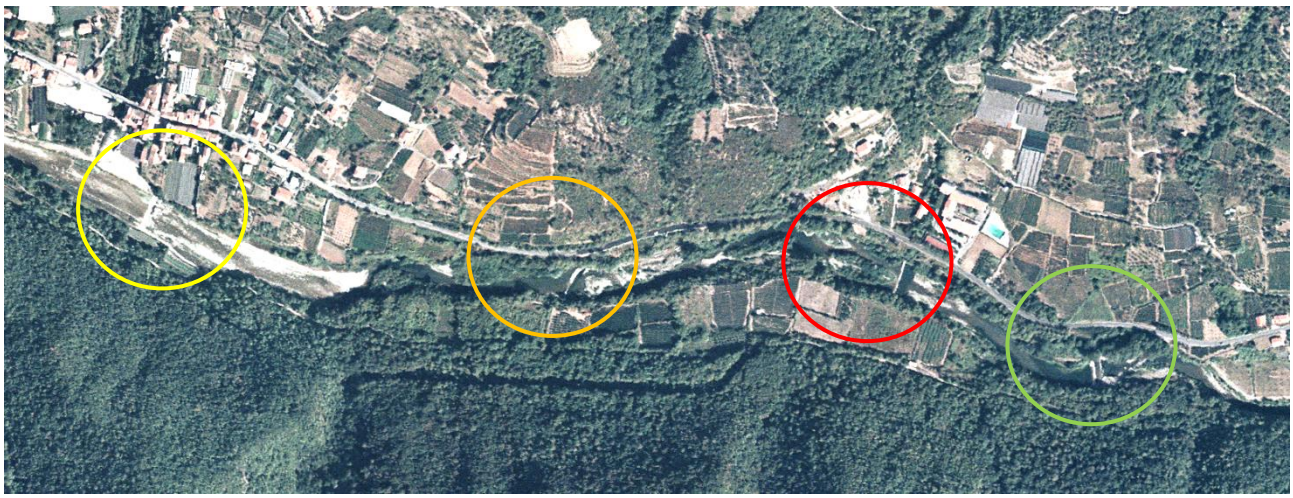


Figura 6 Intervento di sistemazione fondo alveo ancora funzionante nell' anno 2000 (fonte geo portale nazionale)



Figura 7 Foto aerea del 13/03/2017 (fonte Google Earth)

Con riferimento alle Figura 6 e 7, si evidenzia come nel corso degli ultimi 15 anni la scarsa manutenzione e le frequenti piene hanno portato al grave danneggiamento ed alla parziale rottura delle traverse riportate nei cerchi verde e rosso, con particolare deterioramento di quest'ultima.

Questa traversa, prima della rottura, in condizioni di piena rigurgitava parzialmente la traversa oggetto di studio (cerchio arancione in Figura 6), localizzando il salto di Bidone esattamente in concomitanza della briglia stessa. Le sezioni 64-65-66 del piano di bacino, dove è localizzata la traversa, presentano un livello di corrente veloce/critico proprio per la localizzazione di tale fenomeno. Tali condizioni non sono più in grado di realizzarsi.

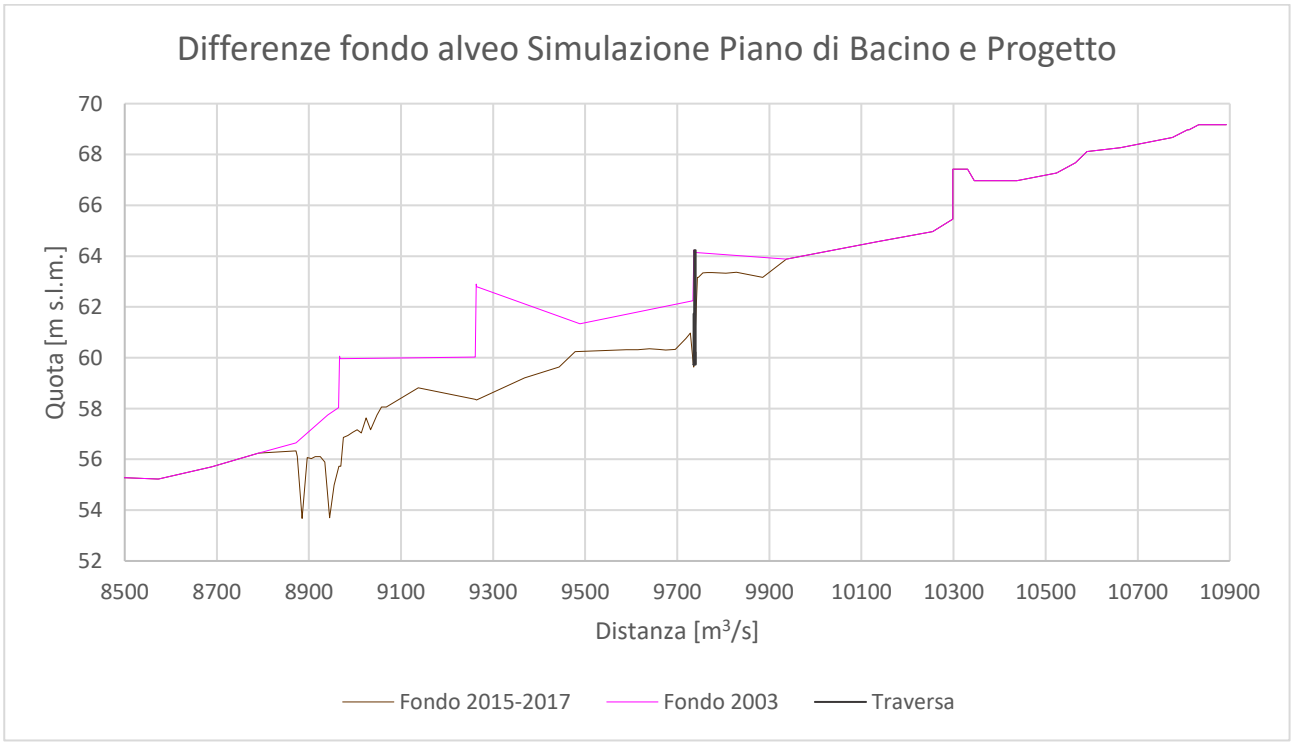


Figura 8 Differenze fondo alveo rilevato nel 2003 (linea magenta) e quello rilevato nel 2015-2017 (linea marrone)

L'inserimento della modellazione idraulica di progetto in quella del Piano di bacino ha permesso di effettuare le verifiche idrauliche nelle condizioni attuali del torrente.

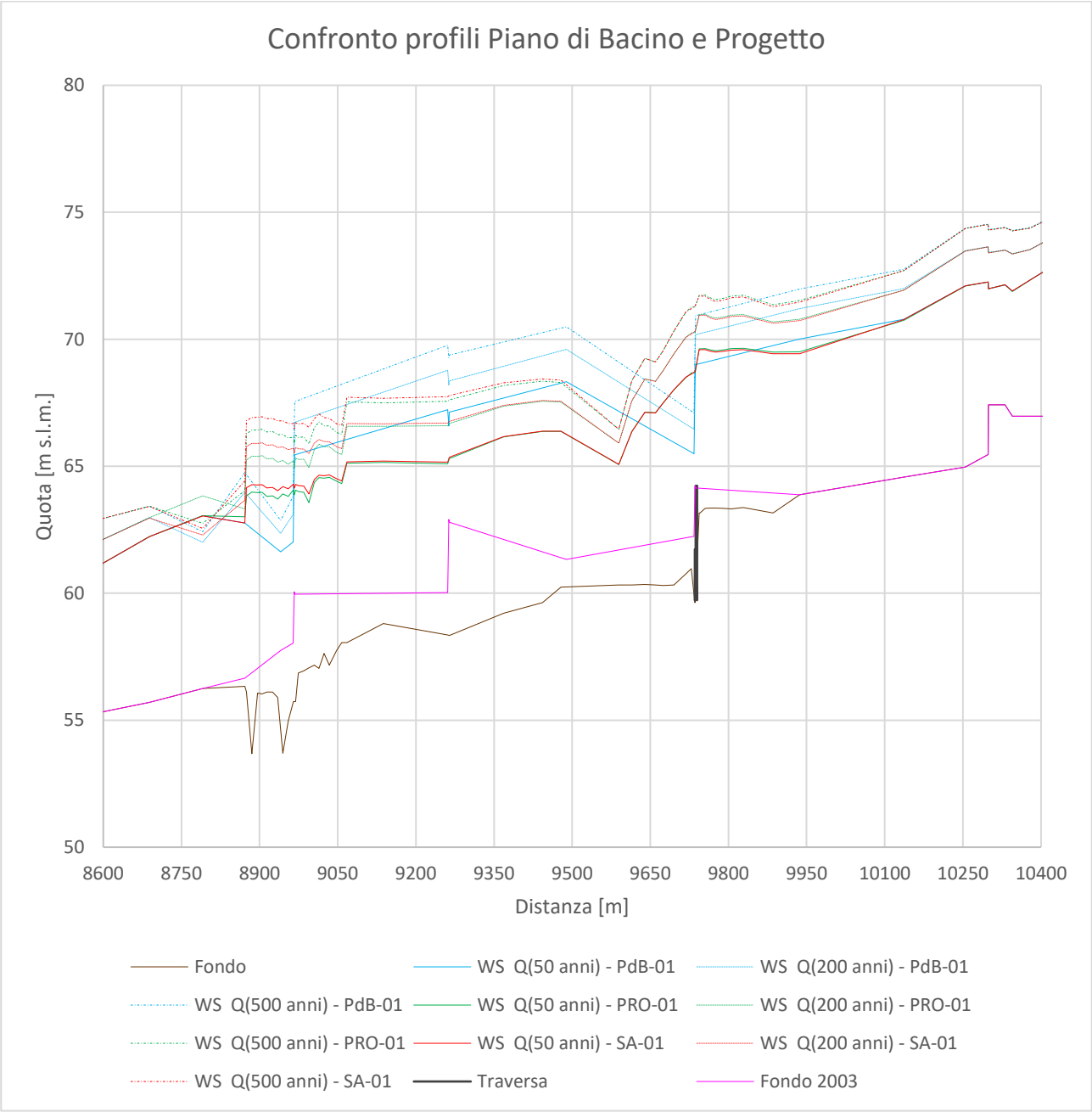


Figura 9 Confronto profili in moto permanente con portate con tempo di ritorno T= 50, 200, 500 anni con la modellazione idraulica realizzata ad-hoc nelle condizioni ante e post intervento e quella del piano di bacino.

Le immagini di Figura 8 e 9 mostrano chiaramente come la variazione di fondo avvenuta nel corso degli ultimi 15 anni ha portato ad uno sfalsamento dei fondi e di conseguenza dei dati nel tratto indagato, pertanto si assume come **stato di fatto,** anche per la simulazione di piano di bacino, la condizione attuale, ovvero con l'inserimento del rilievo 2015-2017, che riporta compiutamente lo stato dei luoghi.

Il confronto in forma grafica è illustrato di seguito.

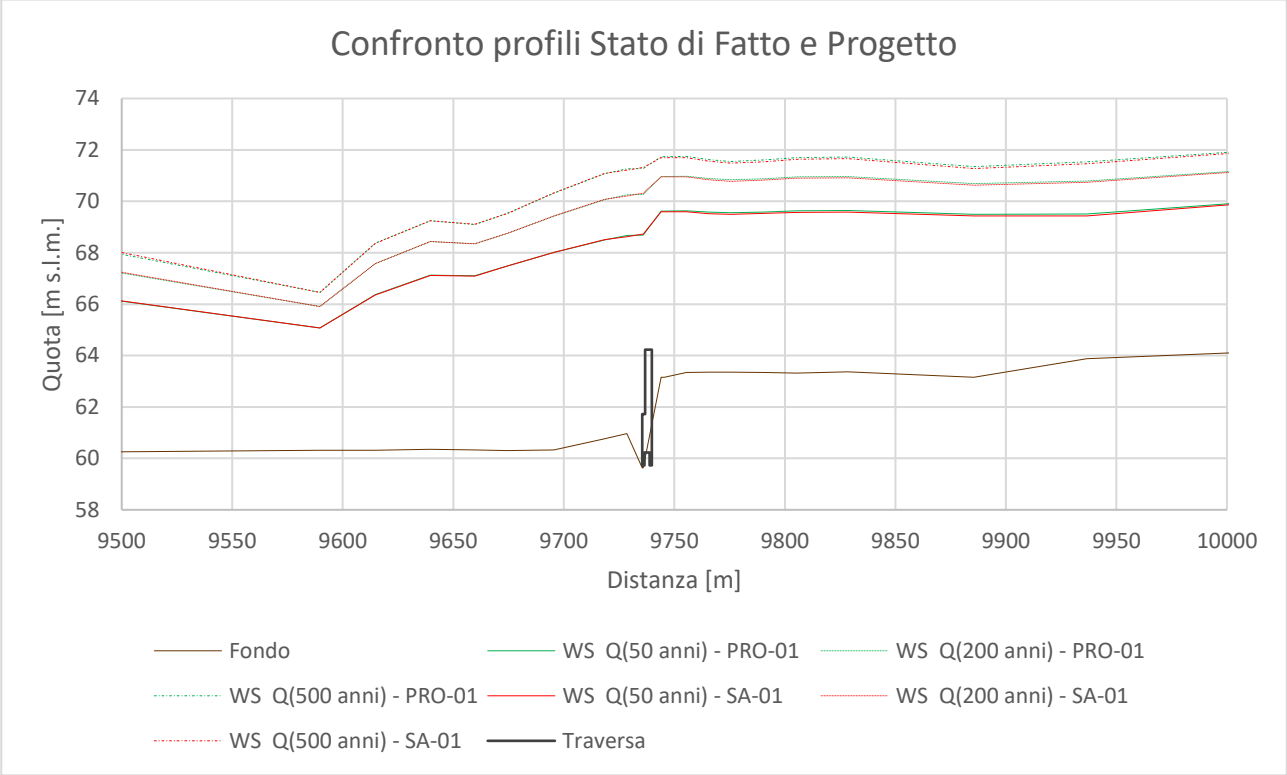


Figura 10 Confronto tra profili in moto permanente con portate con tempo di ritorno T= 50, 200, 500 anni in condizioni di fatto (SA-01) e progetto (PRO-01) in un intorno di 500 m a cavallo della traversa

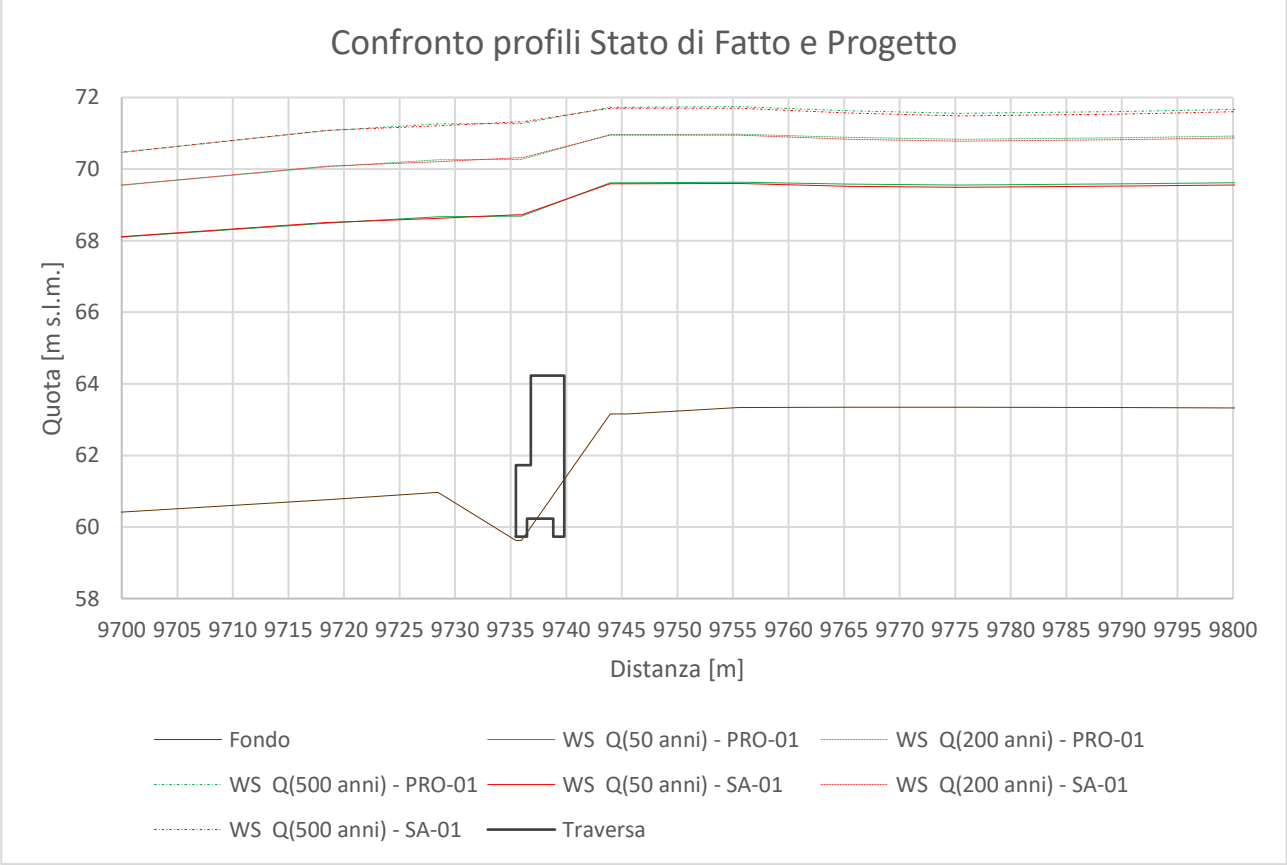


Figura 11 Confronto tra profili in moto permanente con portate con tempo di ritorno T= 50, 200, 500 anni in condizioni di fatto (SA-01) e progetto (PRO-01) in un intorno di 100 m a cavallo della traversa

Le variazioni dei livelli tra la condizione ante e post intervento nell'intorno della traversa risultano molto contenute ed in linea con quanto riportato nella relazione **R-04-Relazione verifiche idrauliche**.

Le tabelle seguenti riportano il confronto tra i valori di livello e carico totale nello stato di fatto e di progetto per la modellazione idraulica di progetto inserita in quella di bacino.

Tabella 1 Confronto livelli corrente moto permanente con portata con tempo di ritorno 50 anni modellazione idraulica di progetto su piano di Bacino (SA-01Stato di fatto e PRO-01=stato di progetto). Le sezioni sottolineate sono quelle aggiunte o modificate dal nuovo rilievo.

Sezione	Portata di progetto	Fondo Alveo	Pelo libero (SA-01)	Pelo libero (PRO-01)	Carico totale (SA-01)	Carico totale (PRO-01)	Cfr
73	1240	66.97	71.9	71.88	73.01	73	***-0.02***
72	1240	67.42	72.15	72.14	72.82	72.81	***-0.01***
71	1240	67.42	71.99	71.98	72.72	72.71	***-0.01***
70	1240	65.46	72.26	72.25	72.6	72.6	***-0.01***
69	1240	64.97	72.1	72.1	72.54	72.54	0
68	1240	64.57	70.78	70.75	72.15	72.14	***-0.03***
67	1240	63.88	69.43	69.51	71.04	71.05	***0.08***
66.05	1240	63.16	69.43	69.49	70.74	70.77	***0.06***
66.04	1240	63.37	69.59	69.65	70.45	70.49	***0.06***
66.03	1240	63.32	69.57	69.63	70.39	70.43	***0.06***
66.02	1240	63.34	69.53	69.59	70.36	70.4	***0.06***
66.01	1240	63.35	69.49	69.55	70.33	70.37	***0.06***
66	1240	63.35	69.52	69.58	70.29	70.33	***0.06***
65	1240	63.34	69.59	69.64	70.23	70.28	***0.05***
64.5	1240	63.16	69.59	69.62	70.21	70.27	***0.03***
Traversa							
64.1	1240	59.63	68.73	68.68	69.19	69.19	***-0.05***
64	1240	60.97	68.63	68.67	69.18	69.18	***0.04***
63.99	1240	60.76	68.51	68.49	69.15	69.16	***-0.02***
63.98	1240	60.33	68.02	68.01	69.07	69.07	***-0.01***
63.97	1240	60.3	67.49	67.49	68.96	68.97	0
63.96	1240	60.33	67.1	67.11	68.87	68.87	***0.01***
63.95	1240	60.35	67.11	67.13	68.71	68.71	***0.02***
63.94	1240	60.32	66.36	66.37	68.51	68.51	***0.01***
63.93	1240	60.32	65.07	65.07	68.15	68.15	0
63.92	1240	60.24	66.38	66.37	67.33	67.32	***-0.01***
62.99	1240	59.63	66.38	66.37	67.2	67.2	***-0.01***
62.98	1240	59.21	66.17	66.16	67.03	67.02	***-0.01***

Tabella 2 Confronto livelli corrente moto permanente con portata con tempo di ritorno 200 anni modellazione idraulica di progetto su piano di Bacino (SA-01Stato di fatto e PRO-01=stato di progetto). Le sezioni sottolineate sono quelle aggiunte o modificate dal nuovo rilievo.

Sezione	Portata di progetto	Fondo Alveo	Pelo libero (SA-01)	Pelo libero (PRO-01)	Carico totale (SA-01)	Carico totale (PRO-01)	Cfr
73	1780	66.97	73.36	73.35	74.38	74.38	**-0.01**
72	1780	67.42	73.51	73.51	74.26	74.25	0
71	1780	67.42	73.4	73.4	74.18	74.18	0
70	1780	65.46	73.64	73.63	74.08	74.08	**-0.01**
69	1780	64.97	73.47	73.47	74.02	74.02	0
68	1780	64.57	71.94	71.93	73.63	73.63	**-0.01**
67	1780	63.88	70.74	70.79	72.63	72.65	**0.05**
66.05	1780	63.16	70.63	70.69	72.39	72.41	**0.06**
66.04	1780	63.37	70.92	70.97	72.04	72.08	**0.05**
66.03	1780	63.32	70.9	70.95	71.98	72.02	**0.05**
66.02	1780	63.34	70.83	70.88	71.94	71.98	**0.05**
66.01	1780	63.35	70.78	70.83	71.91	71.95	**0.05**
66	1780	63.35	70.84	70.89	71.86	71.9	**0.05**
65	1780	63.34	70.95	70.98	71.79	71.83	**0.03**
64.5	1780	63.16	70.95	70.97	71.77	71.81	**0.02**
Traversa							
64.1	1780	59.63	70.31	70.27	70.95	70.95	**-0.04**
64	1780	60.97	70.21	70.26	70.94	70.94	**0.05**
63.99	1780	60.76	70.08	70.07	70.91	70.92	**-0.01**
63.98	1780	60.33	69.43	69.42	70.82	70.82	**-0.01**
63.97	1780	60.3	68.75	68.76	70.7	70.7	**0.01**
63.96	1780	60.33	68.34	68.35	70.6	70.6	**0.01**
63.95	1780	60.35	68.43	68.44	70.42	70.42	**0.01**
63.94	1780	60.32	67.57	67.57	70.22	70.22	0
63.93	1780	60.32	65.91	65.91	69.85	69.85	0
63.92	1780	60.24	67.56	67.53	68.82	68.8	**-0.03**
62.99	1780	59.63	67.59	67.56	68.68	68.65	**-0.03**
62.98	1780	59.21	67.4	67.36	68.5	68.47	**-0.04**

I valori riportati nelle tabelle evidenziano come le variazioni di livello siano molto contenute e dell'ordine della precisione di calcolo con differenze massime di 8 centimetri tra lo stato attuale e quello di progetto, è pertanto possibile affermare che le modifiche indotte sul deflusso delle piene dalla realizzazione dell'intervento, sono di piccola entità.

Tabella 3 Tabella 2 Confronto livelli corrente moto permanente con portata con tempo di ritorno 500 anni modellazione idraulica di progetto su piano di Bacino (SA-01Stato di fatto e PRO-01=stato di progetto). Le sezioni sottolineate sono quelle aggiunte o modificate dal nuovo rilievo.

Sezione	Portata di progetto	Fondo Alveo	Pelo libero (SA-01)	Pelo libero (PRO-01)	Carico totale (SA-01)	Carico totale (PRO-01)	Cfr
73	2164	66.97	74.27	74.27	75.29	75.29	0
72	2164	67.42	74.39	74.39	75.19	75.19	0
71	2164	67.42	74.3	74.3	75.12	75.12	0
70	2164	65.46	74.52	74.52	75.03	75.03	0
69	2164	64.97	74.36	74.36	74.97	74.97	0
68	2164	64.57	72.7	72.7	74.58	74.58	0
67	2164	63.88	71.46	71.53	73.61	73.63	**0.07**
66.05	2164	63.16	71.28	71.36	73.39	73.42	**0.08**
66.04	2164	63.37	71.66	71.73	72.99	73.03	**0.07**
66.03	2164	63.32	71.63	71.7	72.93	72.97	**0.07**
66.02	2164	63.34	71.54	71.61	72.89	72.93	**0.07**
66.01	2164	63.35	71.49	71.56	72.86	72.9	**0.07**
66	2164	63.35	71.56	71.63	72.79	72.84	**0.07**
65	2164	63.34	71.7	71.75	72.71	72.76	**0.05**
64.5	2164	63.16	71.7	71.73	72.69	72.74	**0.03**
Traversa							
64.1	2164	59.63	71.32	71.27	72.07	72.07	**-0.05**
64	2164	60.97	71.21	71.27	72.05	72.06	**0.06**
63.99	2164	60.76	71.08	71.07	72.03	72.03	**-0.01**
63.98	2164	60.33	70.32	70.32	71.92	71.93	0
63.97	2164	60.3	69.53	69.54	71.79	71.8	**0.01**
63.96	2164	60.33	69.11	69.1	71.7	71.7	**-0.01**
63.95	2164	60.35	69.25	69.24	71.5	71.5	**-0.01**
63.94	2164	60.32	68.37	68.37	71.3	71.3	0
63.93	2164	60.32	66.46	66.46	70.92	70.92	0
63.92	2164	60.24	68.39	68.3	69.81	69.76	**-0.09**
62.99	2164	59.63	68.44	68.35	69.67	69.61	**-0.09**
62.98	2164	59.21	68.28	68.18	69.5	69.43	**-0.1**

7 PUNTO 6

Occorre consegnare la modellazione anche in formato hec-ras;

Si allega alla presente consegna i file di calcolo utilizzati per modellazione idraulica in formato Hec-ras.

8 PUNTO 7

Come è stato fatto per l'analisi sul trasporto solido occorre produrre la comparazione dei profili della corrente ante e post intervento.

Relativamente alla comparazione dei profili di piena ante e post intervento si rimanda il lettore alla tabella 8 della relazione **R-04-Relazione verifiche idrauliche** e alla tabella 12 per il confronto in condizioni di normale esercizio (curva di durata). Di seguito si riporta la comparazione grafica dei profili in condizione di piena.

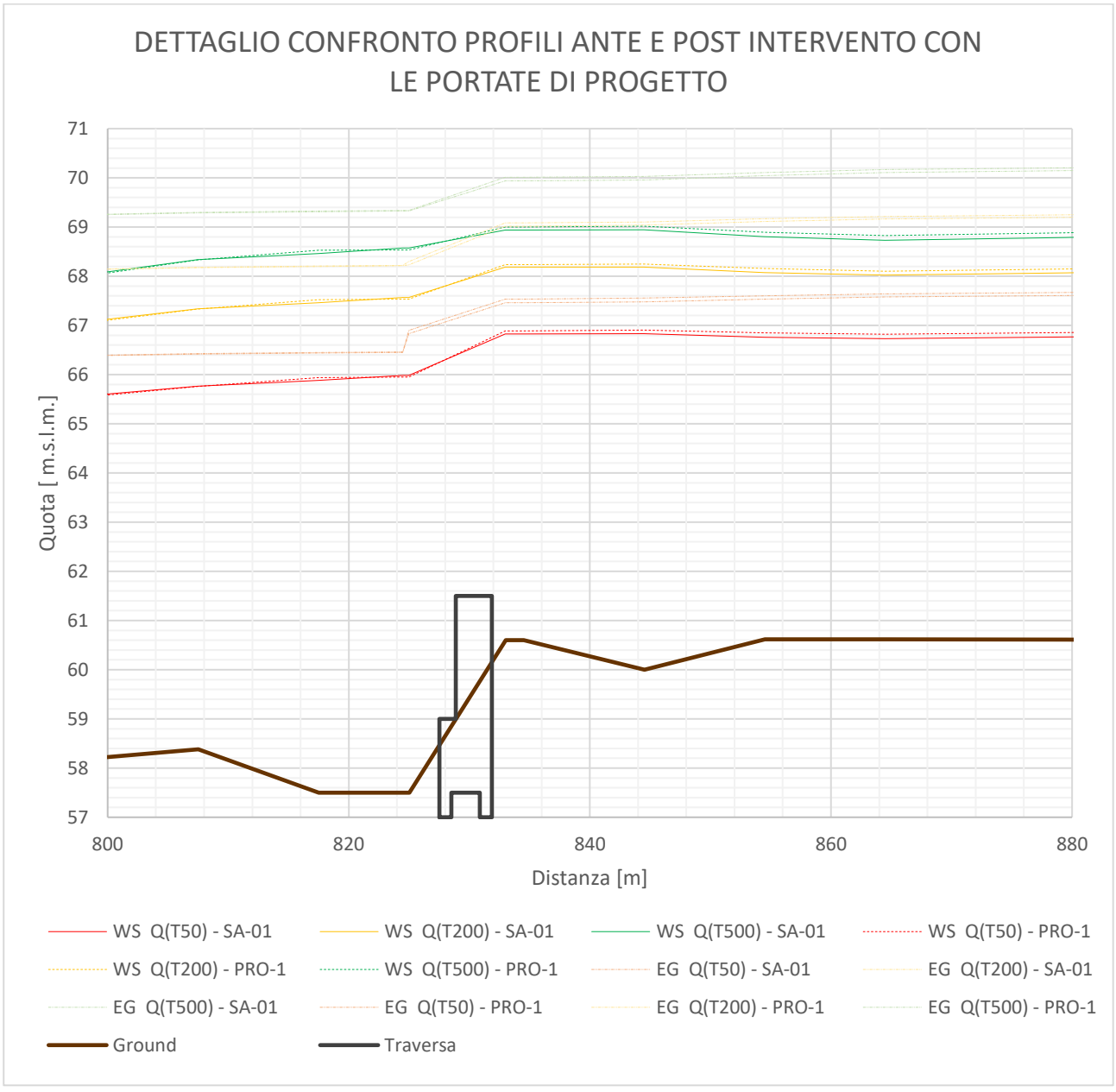


Figura 12 Dettaglio del Confronto tra i profili di piena con tempo di ritorno pari 50 anni (1240 m3/s), 200 anni (1240 m^3/s) e 500 anni (2164 m^3/s) in condizioni ante (SA-01 - linea continua) e post (PRO-1 - linea tratteggiata) intervento con indicazione della linea dei carichi totali associata alle due condizioni

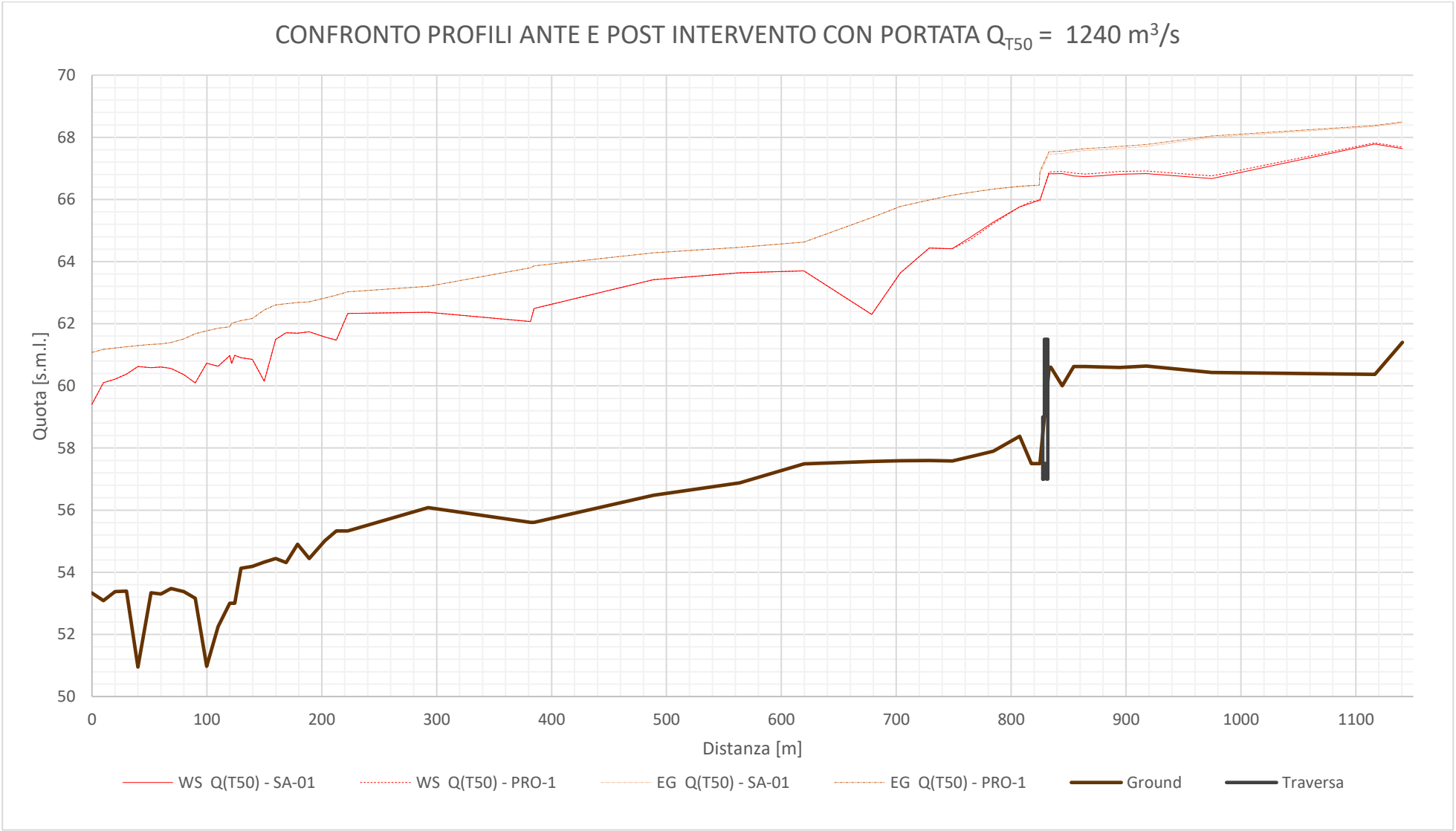


Figura 13 Confronto tra i profili di piena con tempo di ritorno pari 50 anni (1240 m³/s) in condizioni ante (SA-01 - linea continua) e post (PRO-1 - linea tratteggiata) intervento con indicazione della linea dei carichi totali associata alle due condizioni

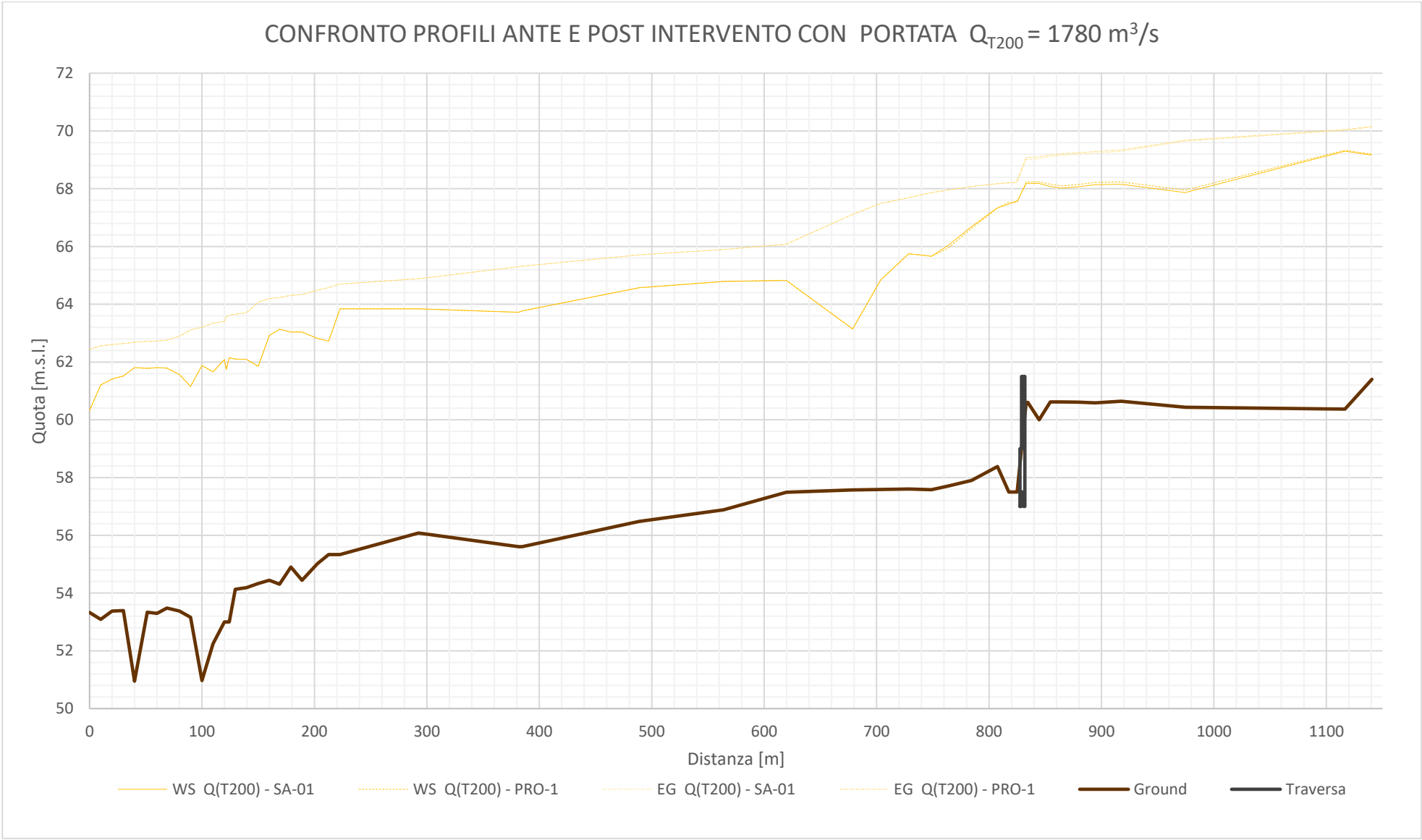


Figura 14 Confronto tra i profili di piena con tempo di ritorno pari 200 anni (1780 m³/s) in condizioni ante (SA-01 - linea continua) e post (PRO-1 - linea tratteggiata) intervento con indicazione della linea dei carichi totali associata alle due condizioni

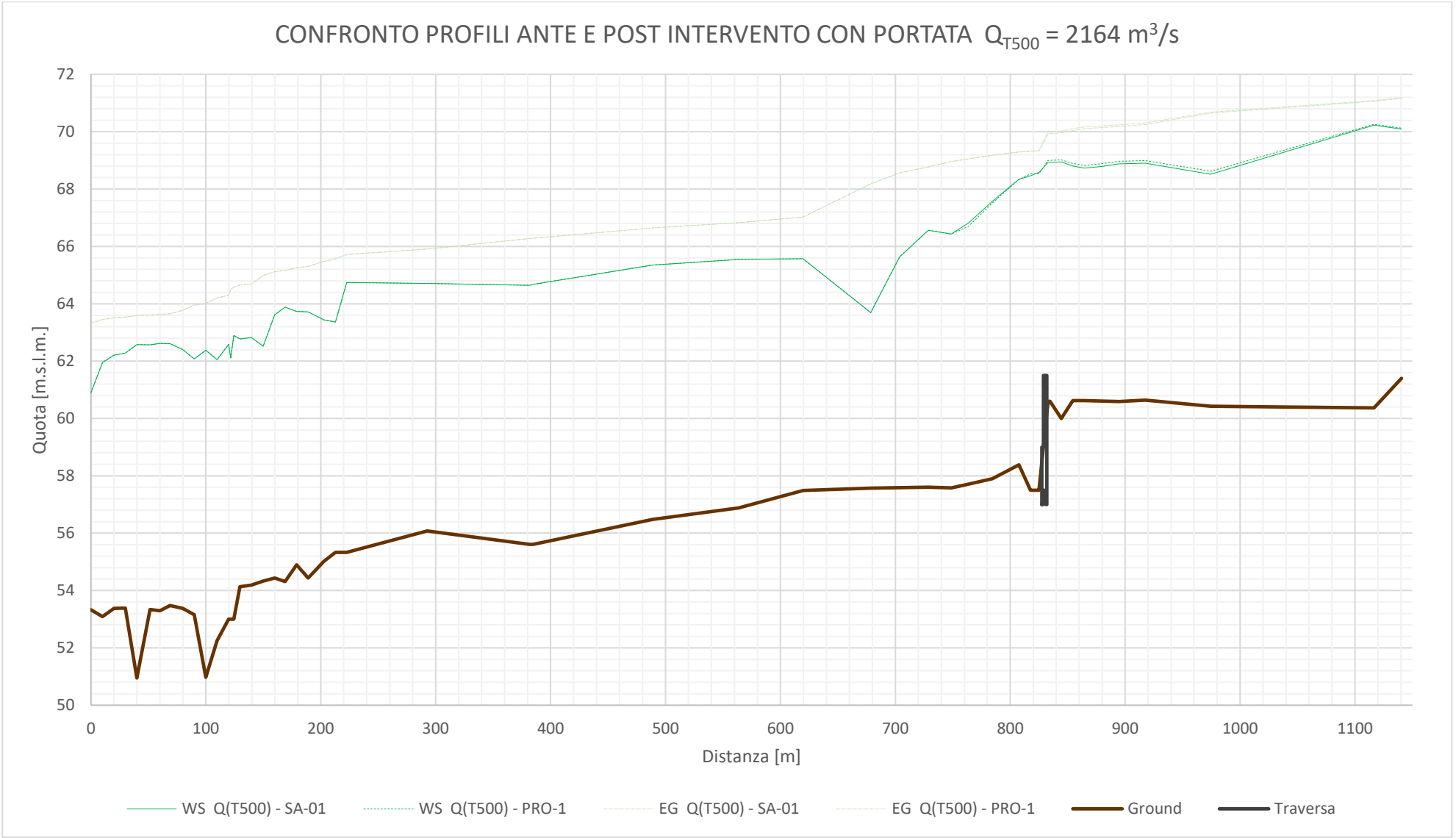


Figura 15 Confronto tra i profili di piena con tempo di ritorno pari 500 anni (2164 m³/s) in condizioni ante (SA-01 - linea continua) e post (PRO-1 - linea tratteggiata) intervento con indicazione della linea dei carichi totali associata alle due condizioni

9 PUNTO 8

Sono inoltre necessari chiarimenti relativamente ai dispositivi per la risalita dell'ittiofauna:

Esplicito dimensionamento della presa e della rampa di risalita dell'ittiofauna;

La presa del passaggio di rimonta per la fauna ittica è costituita da un setto analogo a quello riportato nell'immagine seguente.

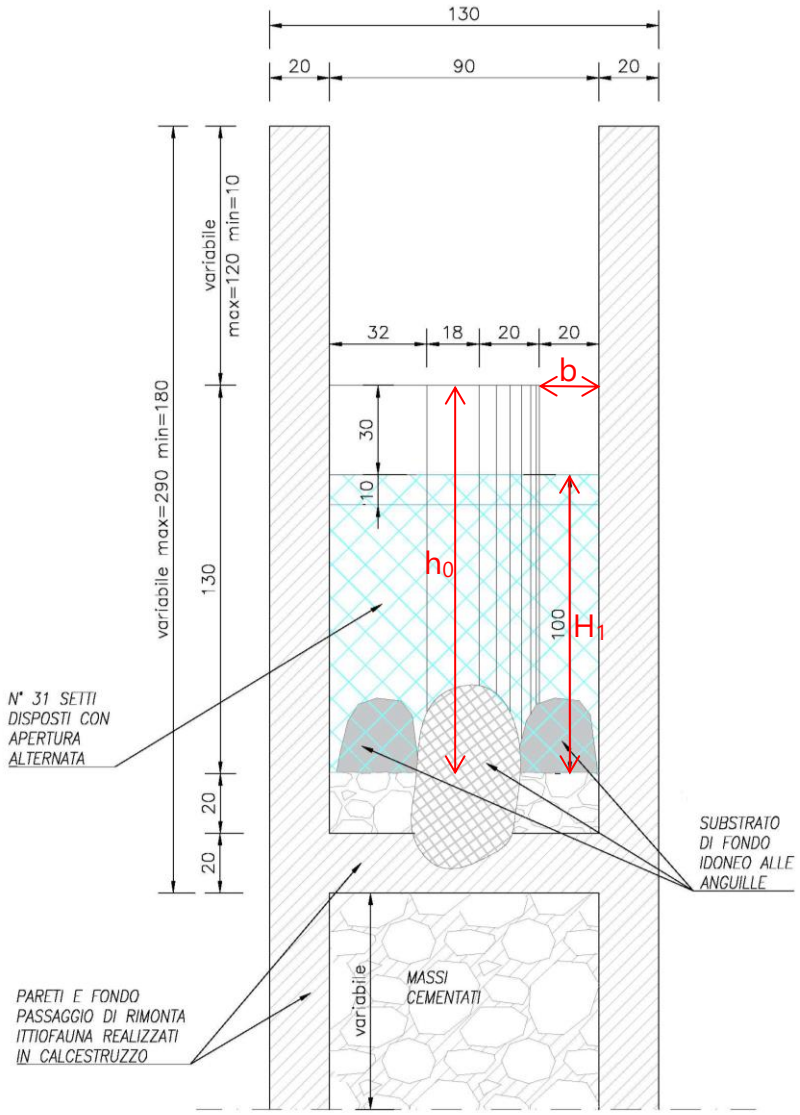


Figura 16 Setto tipo del passaggio di rimonta per la fauna ittica

La fenditura verticale a piena altezza presenta una larghezza **b** di 0.2m un'altezza $\mathbf{h_0}$ di 1.30m ed un battente idraulico $\mathbf{H_1}$ di un 1m.

La portata transitante attraverso la fenditura verticale può essere valutata mediante le relazioni degli stramazzi rigurgitati di seguito descritte.

$$Q = k\ Q_d\ [m^3/s] \qquad (1)$$

La portata di progetto Q è funzione di un coefficiente k adimensionale dovuto alla sommersione dello stramazzo (setto), determinato dalla relazione (2) che riduce il termine Q_d, corrispondente alla portata che si avrebbe in condizioni di deflusso libero è determinato dalla relazione (3).

$$k=(1-(1-\frac{\Delta h}{H_1})^{1.5})^{0.385} \qquad (2)$$

dove Δh corrisponde al salto tra i bacini ed è pari a 0.1 m, H_1 è il carico idraulico di progetto, posto pari ad 1m. La relazione (2) fornisce un valore di **k** pari a 0.466.

$$Q_d = C_d\ b\ \sqrt{2g}\ \ {H_1}^{1.5}\ [m^3/s] \qquad (3)$$

dove b= 0.20 m è la larghezza della fenditura verticale e C_d è il coefficiente di contrazione laterale che dipende dalla forma dei bordi del setto. In letteratura tale coefficiente è variabile tra 0.33 per profili non arrotondati e 0.50 per profili arrotondati e lisci. Cautelativamente si è assunto un valore prossimo al profilo non arrotondato e pari a 0.36-0.37, al fin di tenere in conto eventuali irregolarità che possono essere presenti nei getti.

Il valore che si ottiene per il termine $\mathbf{Q_d}$ è pari a 0.331 m^3/s, che porta al valore di progetto di $\mathbf{Q}=k \cdot Q_d$ determinato nella relazione (1) pari a 0.154 m^3/s.

Le immagini seguenti riportano lo schema utilizzato per il calcolo.

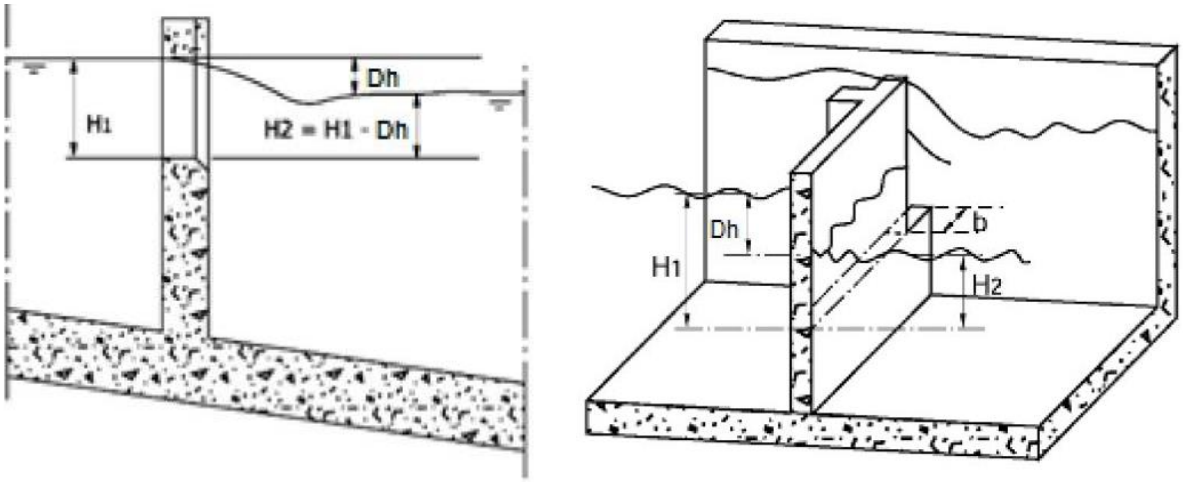


Figura 17 Schemi passaggio a bacini successivi con deflusso continuo: stramazzo rigurgitato

La bocca di presa dell'impianto idroelettrico è stata dimensionata in funzione del massimo contenimento delle perdite di carico e di conseguenza delle velocità di ingresso che si vogliono mantenere all'interno dell'impianto. Si pone pertanto la velocità limite di progetto pari ad 1 m/s.

La turbina è progettata per funzionare al massimo rendimento con una portata leggermente inferiore a quella massima, che è pari 6.0 m^3/s e per ovvi limiti fisici (presenza di distributore, bulbo pale e generatore in acqua) la girante non è in grado di far transitare portate superiori.

Con un battente idraulico di 1 m (la soglia è posta a +60.50 m s.l.m.) ed una larghezza al netto delle barre paratronchi, di 6.54 m alla portata massima derivabile pari a 6.0 m^3/s si ha, dalla relazione U=Q/Ω dove Q è la portata massima derivabile, U la velocità presente nella sezione di area Ω, che la massima velocità attesa è pari a 0.92 m/s, inferiore a 1 m/s e pertanto accettabile.

10 PUNTO 9

Calcolo della ripartizione delle portate naturali tra presa, alimentazione rampa per ittiofauna e stramazzo in funzione della portata naturale;

La ripartizione delle portate presenti in alveo è strettamente legata alla regola operativa di esercizio della turbina riportata al capitolo 13 della relazione *R-01-Relazione tecnico descrittiva*. Tale gestione e ripartizione dei flussi sarà in parte gestita fisicamente dalle opere in parte automatizzata, con la gestione della turbina.

Tabella 4 Individuazione dei flussi previsti a progetto

Durata	**Q_{nat}**	**Q_{irr}**	**Q_{DMV}**	**Q_{der}**	**Q_{ril}**	**Livello traversa in esercizio**	**Livello traversa fermo impianto**
gg	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**	**M**	**m**
10	22.55	0.12	0.27	6.00	16.55	61.90	61.99
30	9.79	0.12	0.27	6.00	3.79	61.66	61.80
60	6.35	0.12	0.27	5.96	0.27	61.50	61.72
91	4.58	0.12	0.27	4.19	0.27	61.50	61.68
135	3.47	0.12	0.27	3.08	0.27	61.50	61.65
182	2.25	0.12	0.27	1.86	0.27	61.50	61.61
274	1.02	0.12	0.27	0.00	1.02	61.55	61.57
355	0.49	0.12	0.27	0.00	0.49	61.54	61.54

I deflussi avranno il seguente ordine prioritario:

1. Deflusso Minimo Vitale
2. Derivazione irrigua preesistente
3. Derivazione ad uso energetico

Il DMV è costituito da due componenti, la prima, pari ad almeno 0.154 m^3/s, defluirà nel passaggio di rimonta per la fauna ittica, la seconda, pari a 0.116 m^3/s, defluirà tramite un'apertura di fondo realizzata nella paratoia di scarico sabbie

La componente minima di 0.154 m^3/s è destinata alla struttura di risalita e sarà sempre garantita in ogni condizione di esercizio. Con impianto regolarmente in funzione, la macchina idraulica nel suo intervallo di funzionamento regolerà le proprie parti mobili, al fine di mantenere costante il livello a monte della traversa, pari a 61.50 m s.l.m. Tale condizione si verifica per le durate comprese tra i 30 e i 182 giorni anno. Per le durate inferiori a 30 giorni, la macchina non è più in grado di mantenere i livelli costanti, e con l'incrementare delle portate in alveo, una parte d'acqua stramazzerà oltre il coronamento della traversa. I battenti attesi saranno da 0.16 m con durata 30 giorni a 0.40 m con durata 10 giorni e con valori ancora superiori per portate con durata inferiore a 10 giorni. Il passaggio di rimonta a piene sponde è in grado di smaltire una portata di 0.206 m^3/s, ed in tali svolge perfettamente la propria funzione.

Nella situazione di fermo impianto la variabilità dei livelli attesi sulla traversa è stata calcolata mediante il software Hec-Ras ed è riportata in tabella 3

Il funzionamento del passaggio in assenza di impianto o di fermo impianto è garantito fino alla durata di 30 giorni l'anno.

La componente di DMV che defluirà tramite l'apertura (foro rettangolare di dimensioni 0.19 m x 0.14 m) sarà fisicamente sempre continuativamente garantita in ogni condizione, in quanto la quota di imposta pari a 59.10 m s.l.m. è inferiore alla soglia di ingresso dell'impianto che è a quota 60.50 m s.l.m.

Nella salvaguardia di diritti di terzi preesistenti, durante i mesi di prelievo del canale irriguo, una coppia di misuratori di livello, posti a cavallo della paratoia di imbocco consentirà di garantire sempre un battente sufficiente al corretto esercizio del canale, andando, se necessario, a limitare il flusso in ingresso alla turbina.

Per quanto riguarda l'impianto idroelettrico i flussi saranno derivati e valorizzati energeticamente, sempre nella salvaguardia dei flussi prioritari precedentemente descritti.

Operativamente l'impianto sarà gestito in funzione dei livelli attesi a monte della traversa. Il livello operativo che garantisce il funzionamento della scala di risalita dell'ittiofauna e la derivazione irrigua è la quota di 61.50 m s.l.m.

L'impianto a sua volta necessità di una portata minima per produrre energia con adeguati rendimenti, per la tipologia di macchina si stima che i rendimenti siano accettabili a partire dal 20% della portata massima derivabile, corrispondente a 1.2 m^3/s.

Occorre dunque che in alveo siano presenti almeno 1.2 m^3/s+0.270 m^3/s = 1.47 m^3/s nei mesi in cui la derivazione irrigua è inattiva, mentre 1.2m^3/s+0.270m^3/s+0.120m^3/s = 1.59 m^3/s nei restanti mesi, per mettere la turbina in parallelo alla fornitura Enel.

Operativamente, da impianto fermo, fintantoché sul coronamento della traversa non saranno presenti almeno 8 cm di acqua (+61.58 m s.l.m.) corrispondenti ad una portata di 1.59 m^3/s l'impianto non potrà entrare in funzione.

Una volta che verrà raggiunta la quota di +61.58 m s.l.m. sulla traversa, la turbina aprendo le sue parti mobili porterà il livello alla quota di esercizio pari +61.50 m s.l.m.

Il livello sarà mantenuto costante, sempre mediante la regolazione delle parti mobili della macchina idraulica fino al raggiungimento della portata massima derivata corrispondente ad una portata in alveo di 6.270 m^3/s o 6.390 m^3/s a seconda del periodo dell'anno legato al funzionamento del canale irriguo. La turbina è dotata di un piccolo flap in testa alla macchina che aiuta nella regolazione dei livelli e consente la limitazione della portata massima derivata.

Il corretto funzionamento del sistema è garantito anche grazie alla presenza di un misuratore diretto di portata che misura le portate prelevate dalla turbina e da tre misuratori di livello che portano ad una ridondanza dei dati registrati aumentando in modo significativo l'affidabilità del sistema di controllo.

Nel caso in cui la disponibilità idrica in alveo porti ad una riduzione delle portate, con conseguente riduzione del livello idrico al di sotto della quota +61.50 m s.l.m., la turbina provvederà alla chiusura istantanea delle sue parti mobili, limitando il flusso al suo interno, riportando il livello alla quota di esercizio di +61.50. Tale procedimento, nel caso in cui la portata disponibile in alveo scenda sotto i limiti di funzionamento, porta alla completa chiusura dell'impianto.

Tutte le precedenti considerazioni e regole operative dovranno essere opportunamente validate con la costruzione delle curve di deflusso sulla traversa effettuata a partire da misure dirette di portata una volta ultimate le opere, prima della fase conclusiva del collaudo idraulico.

11 PUNTO 10

Scala di deflusso di presa e rampa per l'ittiofauna.

In via teorica e preliminare si riportano di seguito le scale di deflusso delle portate in condizioni di esercizio.

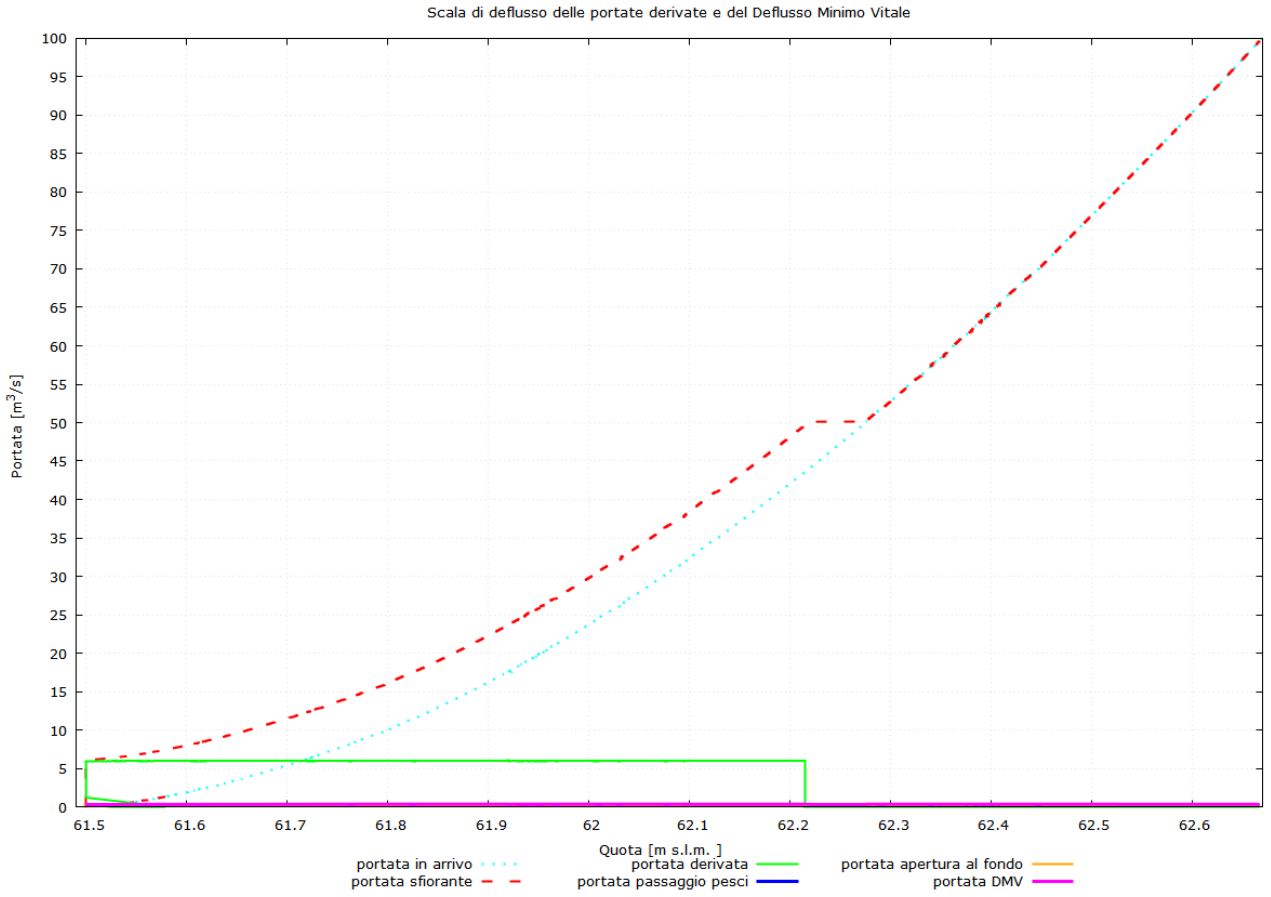


Figura 18 Scala di deflusso delle portate derivate, sfiorate e del deflusso minimo vitale

In Figura 18 sono rappresentate le scale di deflusso in funzione delle portate in arrivo (linea ciano tratteggiata) per l'impianto (linea verde), la traversa (linea rossa tratteggiata) e il Deflusso Minimo Vitale (linea magenta), che è composto a sua volta dalla somma dei contributi forniti dal passaggio di rimonta per la fauna ittica (linea blu) e dell'apertura realizzata al fondo della paratoia di scarico sabbie (linea arancione) mentre il contributo del canale irriguo non è stato rappresentato, in quanto non permanente tutto l'anno, ma nella salvaguardia dei diritti di terzi, considerato nei calcoli . Il grafico deve essere analizzato in funzione delle regole operative di esercizio della derivazione idroelettrica a progetto.

I livelli presenti in alveo sulla traversa sono stati quantificati a partire da una modellazione idraulica realizzata con il software Hec-Ras con step a passo costante ogni 10 l/s.

Le equazioni implementate per la valutazione delle portate attese in funzione dei livelli presenti, per il passaggio di rimonta, sono quelle degli stramazzi rigurgitati riportate al Punto 8 del presente documento.

Per l'apertura al fondo in funzione del dislivello monte valle, ottenuto a partire dalla simulazione effettuata con il software Hec-Ras è stata implementata la seguente equazione

$$Q = C_d \ S\sqrt{2g\Delta h} \ \ [m^3/s]$$

in cui S = 0.0266 m^2 è la superficie dell'orifizio (0.19 m x 0.14 m), valore costante in tutta la simulazione, C_d è il coefficiente di deflusso assunto pari a 0,65 e variabile tra 0,65 per profilo non arrotondato e 0.85 per profilo arrotondato e liscio, Δh è il dislivello a cavallo della paratoia variabile in funzione delle portate in arrivo.

La portata Q_{DMV} è data dalla somma del contributo che transita nel passaggio di rimonta (Q_{pesci}) e il contributo dovuto all'orifizio al fondo ($Q_{\text{apertura fondo}}$).

Come dato di inizio si è considerato il valore di 0.490 m^3/s corrispondente alla portata con durata 355 giorni, in quanto il tratto di Torrente Arroscia oggetto di studio non va mai in secca. A partite da tale condizione, con passaggio pesci funzionante e apertura al fondo in esercizio, si ha la seguente suddivisione dei flussi.

Tabella 5 Scala di deflusso delle portate sulla presa, sul passaggio di rimonta e apertura al fondo.

Portata alveo	Quota livello traversa	Portata sfioro traversa	h_{presa}	Q_d	H_{pesci}	Q_{pesci}	Δ h apertura	$Q_{\text{apertura fondo}}$	Q_{DMV}	Q_{irrig}
m^3/s	m s.l.m.	m^3/s	m	m^3/s	m	m^3/s	m	m^3/s	m^3/s	m^3/s
0.490	61.522	0.070	1.022	0.000	1.022	0.157	3.458	0.142	0.300	0.120
0.500	61.522	0.080	1.022	0.000	1.022	0.157	3.457	0.142	0.300	0.120
0.600	61.528	0.179	1.028	0.000	1.028	0.158	3.451	0.142	0.301	0.120
0.700	61.534	0.278	1.034	0.000	1.034	0.160	3.447	0.142	0.302	0.120
0.800	61.542	0.377	1.042	0.000	1.042	0.161	3.445	0.142	0.303	0.120
0.900	61.547	0.476	1.047	0.000	1.047	0.162	3.440	0.142	0.304	0.120
1.000	61.553	0.575	1.053	0.000	1.053	0.163	3.437	0.142	0.305	0.120
1.100	61.557	0.675	1.057	0.000	1.057	0.164	3.433	0.142	0.305	0.120
1.200	61.561	0.774	1.061	0.000	1.061	0.164	3.428	0.142	0.306	0.120
1.300	61.567	0.873	1.067	0.000	1.067	0.165	3.426	0.142	0.307	0.120
1.400	61.569	0.973	1.069	0.000	1.069	0.166	3.421	0.142	0.307	0.120
1.500	61.574	1.072	1.074	0.000	1.074	0.166	3.417	0.142	0.308	0.120
1.600	61.578	1.173	1.078	0.000	1.078	0.167	3.336	0.140	0.307	0.120
1.700	61.500	0.000	1.000	1.287	1.000	0.154	3.329	0.140	0.293	0.120
1.800	61.500	0.000	1.000	1.387	1.000	0.154	3.322	0.140	0.293	0.120
1.900	61.500	0.000	1.000	1.487	1.000	0.154	3.315	0.139	0.293	0.120
2.000	61.500	0.000	1.000	1.587	1.000	0.154	3.308	0.139	0.293	0.120
2.100	61.500	0.000	1.000	1.687	1.000	0.154	3.301	0.139	0.293	0.120
2.200	61.500	0.000	1.000	1.787	1.000	0.154	3.295	0.139	0.293	0.120
2.300	61.500	0.000	1.000	1.887	1.000	0.154	3.288	0.139	0.293	0.120

Portata alveo	Quota livello traversa	Portata sfioro traversa	h_{presa}	Q_d	H_{pesci}	Q_{pesci}	Δ h apertura	$Q_{apertura\ fondo}$	Q_{DMV}	Q_{irrig}
m^3/s	m s.l.m.	m^3/s	m	m^3/s	m	m^3/s	m	m^3/s	m^3/s	m^3/s
2.400	61.500	0.000	1.000	1.988	1.000	0.154	3.282	0.139	0.292	0.120
2.500	61.500	0.000	1.000	2.088	1.000	0.154	3.276	0.139	0.292	0.120
2.600	61.500	0.000	1.000	2.188	1.000	0.154	3.270	0.138	0.292	0.120
2.700	61.500	0.000	1.000	2.288	1.000	0.154	3.264	0.138	0.292	0.120
2.800	61.500	0.000	1.000	2.388	1.000	0.154	3.258	0.138	0.292	0.120
2.900	61.500	0.000	1.000	2.488	1.000	0.154	3.252	0.138	0.292	0.120
3.000	61.500	0.000	1.000	2.588	1.000	0.154	3.246	0.138	0.292	0.120
3.100	61.500	0.000	1.000	2.689	1.000	0.154	3.241	0.138	0.291	0.120
3.200	61.500	0.000	1.000	2.789	1.000	0.154	3.235	0.138	0.291	0.120
3.300	61.500	0.000	1.000	2.889	1.000	0.154	3.229	0.138	0.291	0.120
3.400	61.500	0.000	1.000	2.989	1.000	0.154	3.224	0.138	0.291	0.120
3.500	61.500	0.000	1.000	3.089	1.000	0.154	3.219	0.137	0.291	0.120
3.600	61.500	0.000	1.000	3.189	1.000	0.154	3.213	0.137	0.291	0.120
3.700	61.500	0.000	1.000	3.289	1.000	0.154	3.208	0.137	0.291	0.120
3.800	61.500	0.000	1.000	3.389	1.000	0.154	3.203	0.137	0.291	0.120
3.900	61.500	0.000	1.000	3.489	1.000	0.154	3.198	0.137	0.291	0.120
4.000	61.500	0.000	1.000	3.590	1.000	0.154	3.193	0.137	0.290	0.120
4.100	61.500	0.000	1.000	3.690	1.000	0.154	3.188	0.137	0.290	0.120
4.200	61.500	0.000	1.000	3.790	1.000	0.154	3.183	0.137	0.290	0.120
4.300	61.500	0.000	1.000	3.890	1.000	0.154	3.178	0.137	0.290	0.120
4.400	61.500	0.000	1.000	3.990	1.000	0.154	3.173	0.136	0.290	0.120
4.500	61.500	0.000	1.000	4.090	1.000	0.154	3.168	0.136	0.290	0.120
4.600	61.500	0.000	1.000	4.190	1.000	0.154	3.163	0.136	0.290	0.120
4.700	61.500	0.000	1.000	4.290	1.000	0.154	3.159	0.136	0.290	0.120
4.800	61.500	0.000	1.000	4.390	1.000	0.154	3.154	0.136	0.290	0.120
4.900	61.500	0.000	1.000	4.490	1.000	0.154	3.149	0.136	0.290	0.120
5.000	61.500	0.000	1.000	4.591	1.000	0.154	3.145	0.136	0.289	0.120
5.100	61.500	0.000	1.000	4.691	1.000	0.154	3.140	0.136	0.289	0.120
5.200	61.500	0.000	1.000	4.791	1.000	0.154	3.136	0.136	0.289	0.120
5.300	61.500	0.000	1.000	4.891	1.000	0.154	3.131	0.136	0.289	0.120
5.400	61.500	0.000	1.000	4.991	1.000	0.154	3.127	0.135	0.289	0.120
5.500	61.500	0.000	1.000	5.091	1.000	0.154	3.122	0.135	0.289	0.120
5.600	61.500	0.000	1.000	5.191	1.000	0.154	3.118	0.135	0.289	0.120
5.700	61.500	0.000	1.000	5.291	1.000	0.154	3.114	0.135	0.289	0.120
5.800	61.500	0.000	1.000	5.391	1.000	0.154	3.109	0.135	0.289	0.120
5.900	61.500	0.000	1.000	5.491	1.000	0.154	3.105	0.135	0.289	0.120
6.000	61.500	0.000	1.000	5.592	1.000	0.154	3.101	0.135	0.288	0.120
6.100	61.500	0.000	1.000	5.692	1.000	0.154	3.097	0.135	0.288	0.120
6.200	61.500	0.000	1.000	5.792	1.000	0.154	3.092	0.135	0.288	0.120
6.300	61.500	0.000	1.000	5.892	1.000	0.154	3.088	0.135	0.288	0.120
6.400	61.500	0.000	1.005	5.992	1.000	0.154	3.089	0.135	0.288	0.120
6.410	61.500	0.000	1.015	6.000	1.013	0.156	3.095	0.135	0.291	0.120
6.500	61.513	0.083	1.047	6.000	1.046	0.162	3.107	0.135	0.297	0.120

Portata alveo	Quota livello traversa	Portata sfioro traversa	h_{presa}	Q_d	H_{pesci}	Q_{pesci}	Δ h apertura	$Q_{apertura\ fondo}$	Q_{DMV}	Q_{irrig}
m^3/s	m s.l.m.	m^3/s	m	m^3/s	m	m^3/s	m	m^3/s	m^3/s	m^3/s
7.000	61.546	0.579	1.071	6.000	1.069	0.166	3.112	0.135	0.301	0.120
7.500	61.569	1.076	1.090	6.000	1.089	0.169	3.112	0.135	0.304	0.120
8.000	61.589	1.573	1.109	6.000	1.107	0.172	3.112	0.135	0.307	0.120
8.500	61.607	2.070	1.124	6.000	1.123	0.175	3.108	0.135	0.310	0.120
9.000	61.623	2.567	1.139	6.000	1.139	0.178	3.104	0.135	0.313	0.120
9.500	61.639	3.065	1.155	6.000	1.154	0.181	3.101	0.135	0.315	0.120
10.000	61.654	3.560	1.180	6.000	1.179	0.185	3.088	0.135	0.320	0.120
11.000	61.679	4.556	1.205	6.000	1.204	0.189	3.074	0.134	0.324	0.120
12.000	61.704	5.553	1.228	6.000	1.228	0.193	3.063	0.134	0.327	0.120
13.000	61.728	6.549	1.250	6.000	1.250	0.197	3.051	0.134	0.331	0.120
14.000	61.750	7.545	1.272	6.000	1.272	0.201	3.041	0.134	0.335	0.120
15.000	61.772	8.542	1.293	6.000	1.292	0.205	3.030	0.133	0.338	0.120
16.000	61.792	9.541	1.310	6.000	1.300	0.206	3.017	0.133	0.339	0.120
17.000	61.810	10.541	1.328	6.000	1.300	0.206	3.005	0.133	0.339	0.120
18.000	61.828	11.541	1.345	6.000	1.300	0.206	2.993	0.132	0.339	0.120
19.000	61.845	12.541	1.361	6.000	1.300	0.206	2.981	0.132	0.339	0.120
20.000	61.861	13.542	1.376	6.000	1.300	0.206	2.970	0.132	0.338	0.120
21.000	61.876	14.542	1.391	6.000	1.300	0.206	2.959	0.132	0.338	0.120
22.000	61.891	15.542	1.406	6.000	1.300	0.206	2.948	0.131	0.338	0.120
23.000	61.906	16.542	1.421	6.000	1.300	0.206	2.938	0.131	0.338	0.120
24.000	61.921	17.543	1.435	6.000	1.300	0.206	2.927	0.131	0.337	0.120
25.000	61.934	18.543	1.448	6.000	1.300	0.206	2.916	0.131	0.337	0.120
26.000	61.948	19.543	1.461	6.000	1.300	0.206	2.905	0.131	0.337	0.120
27.000	61.960	20.543	1.474	6.000	1.300	0.206	2.895	0.130	0.337	0.120
28.000	61.973	21.544	1.486	6.000	1.300	0.206	2.884	0.130	0.336	0.120
29.000	61.986	22.544	1.499	6.000	1.300	0.206	2.874	0.130	0.336	0.120
30.000	61.999	23.544	1.510	6.000	1.300	0.206	2.863	0.130	0.336	0.120
31.000	62.010	24.544	1.523	6.000	1.300	0.206	2.853	0.129	0.336	0.120
33.000	62.035	26.545	1.536	6.000	1.300	0.206	2.844	0.129	0.335	0.120
34.000	62.047	27.545	1.547	6.000	1.300	0.206	2.833	0.129	0.335	0.120
35.000	62.058	28.545	1.558	6.000	1.300	0.206	2.823	0.129	0.335	0.120
36.000	62.069	29.545	1.570	6.000	1.300	0.206	2.813	0.128	0.335	0.120
37.000	62.080	30.545	1.580	6.000	1.300	0.206	2.803	0.128	0.335	0.120
38.000	62.093	31.546	1.593	6.000	1.300	0.206	2.796	0.128	0.334	0.120
39.000	62.102	32.546	1.602	6.000	1.300	0.206	2.784	0.128	0.334	0.120
40.000	62.113	33.546	1.613	6.000	1.300	0.206	2.775	0.128	0.334	0.120
41.000	62.123	34.546	1.623	6.000	1.300	0.206	2.765	0.127	0.334	0.120
42.000	62.135	35.547	1.635	6.000	1.300	0.206	2.757	0.127	0.333	0.120
43.000	62.145	36.547	1.645	6.000	1.300	0.206	2.747	0.127	0.333	0.120
44.000	62.155	37.547	1.656	6.000	1.300	0.206	2.738	0.127	0.333	0.120
45.000	62.166	38.547	1.666	6.000	1.300	0.206	2.728	0.127	0.333	0.120
46.000	62.176	39.547	1.676	6.000	1.300	0.206	2.717	0.126	0.333	0.120
47.000	62.186	40.548	1.686	6.000	1.300	0.206	2.708	0.126	0.332	0.120

Portata alveo	**Quota livello traversa**	**Portata sfioro traversa**	**h_{presa}**	**Q_d**	**H_{pesci}**	**Q_{pesci}**	**Δ h apertura**	**$Q_{apertura\ fondo}$**	**Q_{DMV}**	**Q_{irrig}**
m^3/s	**m s.l.m.**	**m^3/s**	**m**	**m^3/s**	**m**	**m^3/s**	**m**	**m^3/s**	**m^3/s**	**m^3/s**
48.000	62.196	41.548	1.696	6.000	1.300	0.206	2.699	0.126	0.332	0.120
49.000	62.205	42.548	1.706	6.000	1.300	0.206	2.690	0.126	0.332	0.120
50.000	62.215	43.548	1.715	6.000	1.300	0.206	2.682	0.125	0.332	0.120
50.100	62.216	49.647	1.715	0.000	1.300	0.206	2.742	0.127	0.333	0.120
55.000	62.316	54.548	1.763	0.000	1.300	0.206	2.696	0.126	0.332	0.120
60.000	62.360	59.549	1.808	0.000	1.300	0.206	2.654	0.125	0.331	0.120
65.000	62.401	64.550	1.853	0.000	1.300	0.206	2.614	0.124	0.330	0.120
70.000	62.443	69.551	1.894	0.000	1.300	0.206	2.575	0.123	0.329	0.120
75.000	62.483	74.552	1.934	0.000	1.300	0.206	2.536	0.122	0.328	0.120
80.000	62.521	79.553	1.975	0.000	1.300	0.206	2.501	0.121	0.327	0.120
85.000	62.558	84.553	2.013	0.000	1.300	0.206	2.464	0.120	0.327	0.120
90.000	62.595	89.554	2.050	0.000	1.300	0.206	2.431	0.119	0.326	0.120
95.000	62.632	94.555	2.088	0.000	1.300	0.206	2.399	0.119	0.325	0.120
100.000	62.667	99.556	2.124	0.000	1.300	0.206	2.367	0.118	0.324	0.120

Il funzionamento del passaggio di rimonta per la fauna ittica è stato valutato solo fino alla condizione di piene sponde, ossia corrispondente ad un battente di 1.30m, in quanto per portate e livelli superiori, il primo tratto di struttura è in grado di contenerli poiché è confinato dalla presenza dell'impianto, mentre il secondo tratto, non essendo in grado di contenerli in quanto libero sui lati, e l'acqua può divagare lateralmente, risultando impossibile la corretta determinazione del funzionamento.

Nelle regolari condizioni di funzionamento si evidenzia che il reale DMV rilasciato, dato dai contributi del passaggio di rimonta e dell'apertura al fondo è sempre superiore al minimo di progetto pari a 288 l/s. Tale risultato deriva dal fatto che sia la scala di rimonta che l'apertura al fondo sono state dimensionate per garantire la portata di progetto nelle proprie condizioni critiche di esercizio, ma tali situazioni non accadono mai simultaneamente.

Di seguito, in Figura 19 e 20, si riportano due ingrandimenti della Figura 18 concentrando l'attenzione prima sulla curva di deflusso dell'impianto, e successivamente su quella del deflusso minimo vitale.

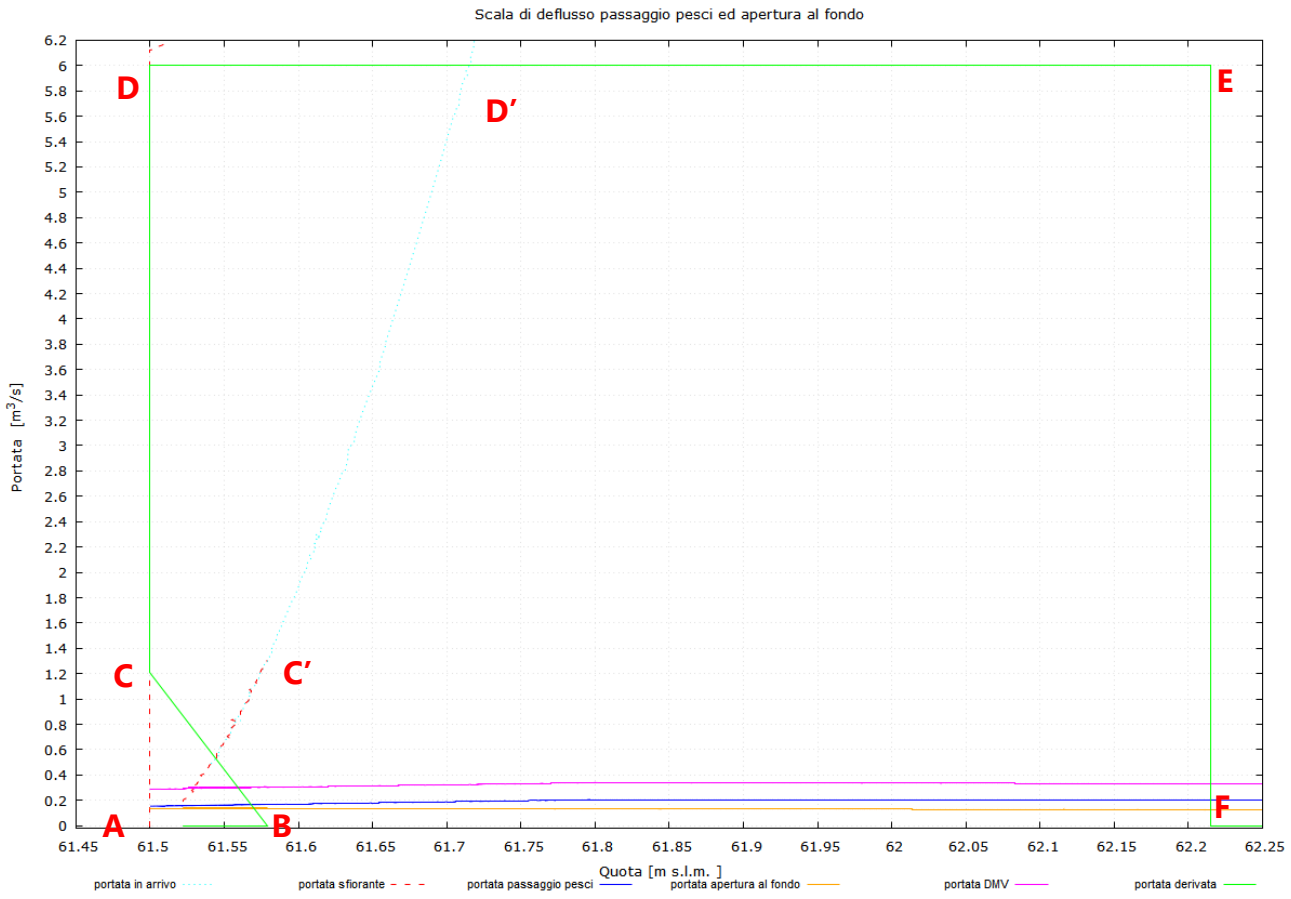


Figura 19 Dettaglio della scala di deflusso delle portate derivate e destinate al Deflusso Minimo Vitale.

Dal grafico di Figura 19 utilizzando come riferimento la curva di funzionamento dell'impianto (linea verde) e quella di sfioro della traversa (linea rossa) emergono le caratteristiche di esercizio dell'impianto. Il tratto **AB** individua tutte quelle portate, inferiori alla minima di esercizio, per il quale l'impianto è fermo. Fino al raggiungimento della portata di avvio impianto il livello in alveo aumenta, la traversa sfiora, l'impianto non deriva (tratto orizzontale) e il DMV viene correttamente rilasciato nelle modalità preposte. Se il livello in alveo aumenta fino a +61.58 m s.l.m., corrispondente ad una portata pari ai contributi di 1.2 m^3/s +0.302 m^3/s +0.120 m^3/s, rappresentata in figura dal tratto di curva rossa tratteggiata **AC'**, la turbina può iniziare a produrre energia elettrica. Una volta raggiunta tale condizione l'impianto, utilizzando l'acqua disponibile, regola il livello a +61.50 m s.l.m., tratto **BC**. La traversa in queste condizioni non sfiora più (tratto **ACD** della curva rossa tratteggiata). All'aumentare della portata in arrivo, tratto **C'D'**, il livello a monte della traversa rimane costante a quota +61.50 m s.l.m. (tratto **CD**), il DMV è sempre garantito e pari almeno a 0.288 m^3/s e l'impianto può valorizzare energeticamente le acque prelevate. Una volta superata la portata massima di esercizio più i contributi di DMV, la turbina deriva la portata massima di progetto pari a 6.00 m^3/s, sino a che in alveo ci sono circa 50 m^3/s corrispondenti a +62.215 m s.l.m., tratto **DE**. Oltre tale limite, per ragioni di salvaguardia delle parti elettromeccaniche, l'impianto si arresta, tratto **DF**. In figura 18 si può notare come ad arresto

impianto le curve delle portate in arrivo e quelle stramazzanti sulla traversa coincidano a meno dei contributi destinati al passaggio di rimonta, e apertura al fondo.

Per quanto riguarda il DMV di seguito si riporta un ulteriore dettaglio.

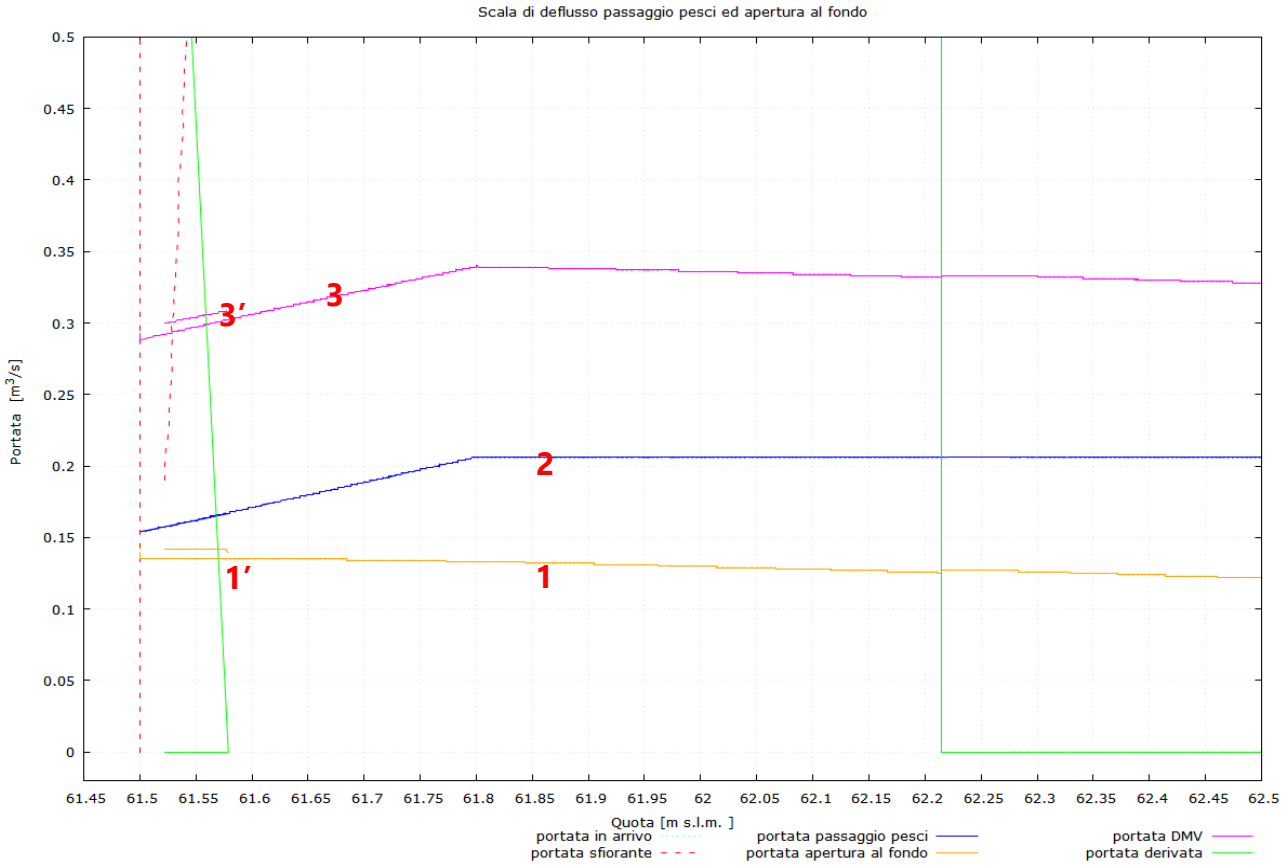


Figura 20 Dettaglio scala di deflusso del DMV

Anche in questo caso si evidenzia i tratti separati **1'** e **3'** corrispondono alla fase di fermo impianto per portate inferiori alla minima di esercizio.

La linea **1** rappresenta l'apertura al fondo, ed ha un andamento monotono decrescente, in quanto all'aumentare dei livelli in alveo il gradiente motrice monte/valle a cavallo della paratoia diminuisce, riducendo il contributo di portata attraverso questo varco. La linea **2** rappresenta la portata transitante nel passaggio di rimonta della fauna ittica. Fintanto che la turbina non raggiunge la portata massima di esercizio, il contributo destinato al passaggio rimane costante e pari a 0.154m^3/s. Raggiunta la portata massima di esercizio, i livelli in alveo iniziano ad aumentare, così come la portata transitante nella struttura di risalita per l'ittiofauna, fino al raggiungimento della quota di 61.80 m s.l.m. corrispondente al deflusso a piene sponde. In tale condizione la portata transitante è pari 0.206 m^3/s. Queste condizioni di esercizio sono state verificate in fase di progettazione della struttura che è perfettamente in grado di svolgere il compito per cui è stata realizzata. La linea **3**, non è altro che la somma delle linee **1** e **2** e rappresenta il DMV effettivamente rilasciato. I valori di DMV complessivamente rilasciati sono sempre superiori al minimo previsto e variano da 0.288 m^3/s a 0.339 m^3/s.