PROGETTAZIONE E SVILUPPO:

REMNA Srl

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

PROPONENTE: IDROELETTRICA 2021

Via Ricasoli 2, 20121 Milano (Mi)
Partita IVA e Cod. Fiscale 11593970962
Pec – idro2021@pec.it

Regione Liguria	*Comuni di Montalto Carpasio, Molini di Triora e Taggia*

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE ARGENTINA A MONTALTO CARPASIO

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

R1B – RELAZIONE TECNICA

Gruppo di lavoro

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

Progettazione:
REMNA SRL
Dott. Ing. Matteo Motta

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

Dott. Geol. Andrea Robbiano

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

Data:	Gennaio 2023	Revisione:	02

Sommario

1 Premessa 3
2 Descrizione delle opere 4
2.1 Opera di presa 7
2.2 Dimensionamento opere di derivazione 11
2.3 Condotta forzata 29
2.4 Edificio centrale 38
2.5 Connessione alla rete elettrica 42
3 Relazione idrologica 44
3.1 Inquadramento 44
3.2 Deflusso Minimo Vitale 47
3.3 Calcolo della portata rilasciata nel torrente 52
3.4 Calcolo della portata derivabile 54
4 Inquadramento normativo e programmatico 63
4.1 Compatibilità con il Piano di Tutela delle Acque adottato 66
4.2 Carte tematiche analizzate 68
5 Riepilogo dati impianto 81
5.1 Efficienza di sistema 82
6 Cronoprogramma dei lavori 83
7 Piano economico finanziario 84
7.1 Costi iniziali 84
7.2 Costi operativi 85
7.3 Conto economico e payback 86

1 Premessa

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto mini idroelettrico sfruttando il Torrente Argentina nel Comune di Montalto Carpasio.

Sono marginalmente interessati i Comuni di Molini di Triora, per una ridotta porzione di sponda sinistra presso l'opera di presa, ed il Comune di Taggia, nel quale Enel ha richiesto in sede di preventivo di connessione un potenziamento di un tratto di linea elettrica esistente di ca 650 m, per il quale sarà necessaria la sola sostituzione dei cavi.

Di seguito la cronistoria del progetto:

- Febbraio 2015: deposito del progetto.
- Settembre 2018: la Regione Liguria con Decreto AM-1335/2018 ha determinato la risoluzione della concorrenza a favore di Remna relativa al procedimento di rilascio della concessione di derivazione idrica ex Rd 1775/1933.
- Dicembre 2019: la Regione Liguria ha valutato positivamente il progetto sotto il profilo ambientale con decreto di Non Assoggettamento alla VIA con prescrizioni NP/2019/983530 del 17/12/2019.
- Aprile 2022: la Regione Liguria ha rilasciato con decreto IMD003583 la Concessione di derivazione acqua ad uso idroelettrico dal Bacino del T. Argentina in Comune di Molini di Triora e contestuale concessione per l'occupazione di aree del demanio fluviale con opere a servizio della derivazione" con atto 2037 del 01/04/2022 secondo il disciplinare sottoscritto in data 04/05/2022.
- Marzo 2022: il Comune di Montalto Carpasio in data 04/03/2022 con Delibera del Consiglio Comunale ha adottato la convenzione per la realizzazione dell'impianto idroelettrico indicante le modalità di esercizio e realizzazione dell'impianto nonché le misure di inserimento ambientale dello stesso.
- Luglio 2022: Enel ha indicato la soluzione tecnica di connessione con preventivo N. 323132467 in data 19/07/2022.
- Gennaio 2023: Enel ha approvato il progetto di connessione dell'impianto alla rete di distribuzione, da autorizzare unitamente alle opere dell'impianto idroelettrico nel procedimento di Autorizzazione Unica ex 387/2003.

In sede di procedura di valutazione ambientale l'Ufficio Urbanistica e Tutela paesaggio della Regione Liguria con nota IN/2019/18802 del 6/11/2019 ha dato indicazioni per l'inserimento paesaggistico delle opere che sono state recepite nel progetto.

Il presente progetto recepisce le prescrizioni impartite nei precedenti procedimenti e la soluzione tecnica di connessione come da preventivo ENEL N.323132467.

2 Descrizione delle opere

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto mini idroelettrico sfruttando il Torrente Argentina nei Comuni di Montalto Carpasio e Molini di Triora.

L'impianto prevede l'utilizzo di una briglia esistente attualmente a servizio dell'acquedotto irriguo di Montalto Carpasio, per cui le opere sono progettate al fine di mantenere prioritaria la derivazione di quest'ultimo senza alcuna preclusione alle quantità attualmente concesse.
Tutto l'impianto ricade nel Comune di Montalto Carpasio, mentre la sponda sinistra della traversa esistente ricade nel Comune di Molini di Triora, pertanto la derivazione dell'acqua è comunque da considerarsi su entrambi i comuni.



L'impianto è costituito da un'opera di presa per la derivazione dell'acqua, da una condotta in pressione per sfruttare il salto geodetico, da un edificio centrale per la trasformazione dell'energia e la restituzione delle acque e dalle opere di connessione alla rete elettrica.

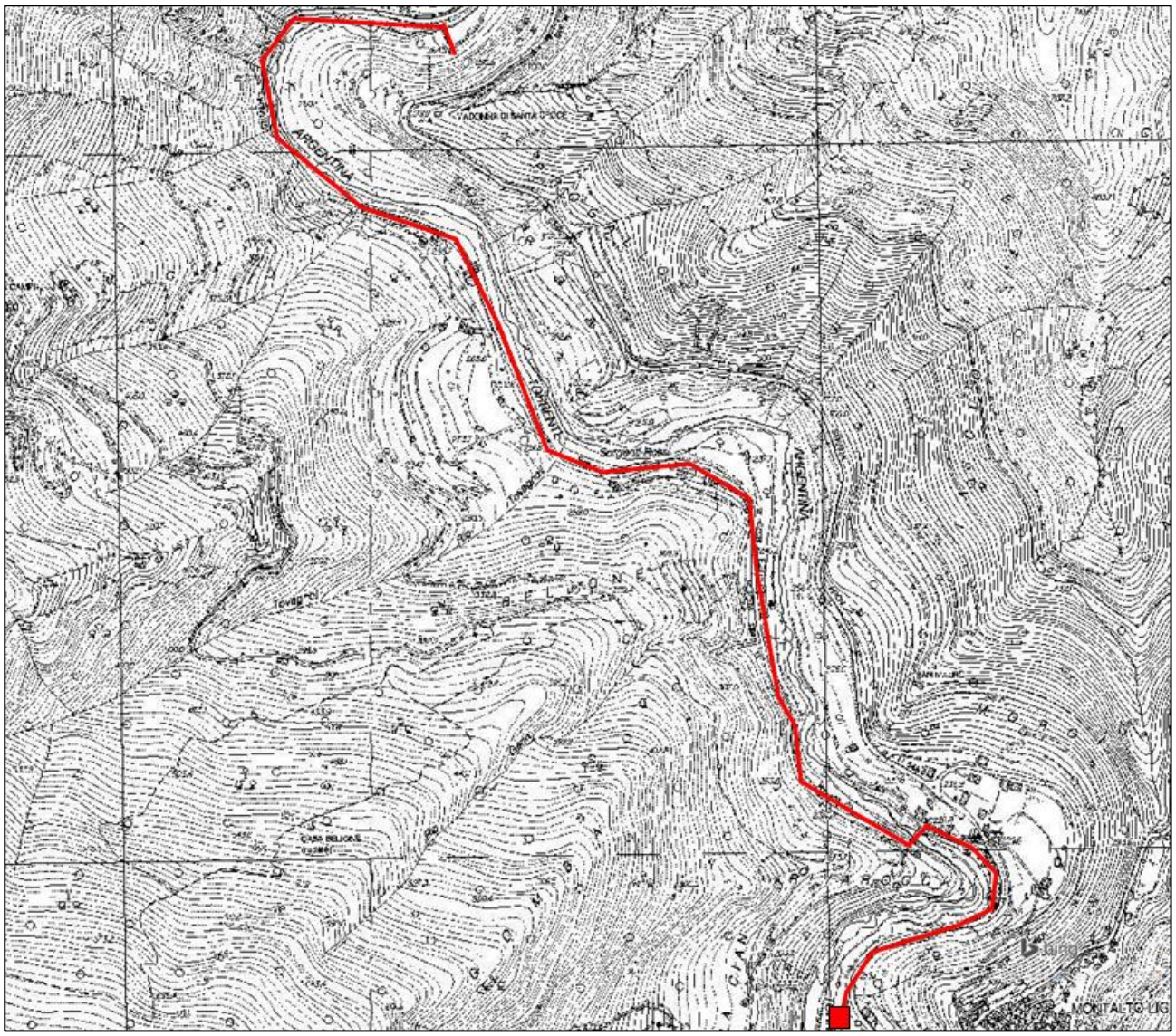
	Parametri concessione idroelettrica IMD003583/atto 2037	
Potenza di picco	1155	kW
Potenza di concessione	397	kW
Portata massima	2500	l/s
Portata media turbinata	710	l/s
Portata totale turbinata	22	MMc/a
Salto lordo di concessione	57	m
Salto netto a pieno carico	53.5	m
Diametro interno condotta	1.3	m
Lunghezza condotta	2.300	m
DMV Min	412+130 (rilasci ditta EFEM)	l/s
DMV Max	938+130 (rilasci ditta EFEM)	l/s

Il salto risulta di circa **57 m**, la derivazione massima di **2.500 l/s**, la derivazione media è di **710 l/s,** la potenza di immissione massima richiesta risulta di **1155 kW**, la potenza di concessione richiesta di **397 kW.**

Di seguito si riporta una descrizione delle opere progettuali sopraelencate, per una visione più dettagliata delle dimensioni si rimanda alle tavole progettuali.



Area di interesse su Ortofoto



Collocazione impianto su CTR

2.1 Opera di presa

Il sito individuato per il posizionamento dell'opera di presa, posto a 263.70 m s.l.m., è costituito da un'imponente briglia esistente di ca 30 m di larghezza e 5 m di altezza attualmente a servizio dell'acquedotto irriguo di Montalto Carpasio.
L'attuale derivazione esistente risulta posta in sinistra idrografica, mentre l'impianto in progetto prevede l'innalzamento della briglia di 1.5 m fino a quota 265.20 m s.l.m. e la derivazione in destra idrografica.

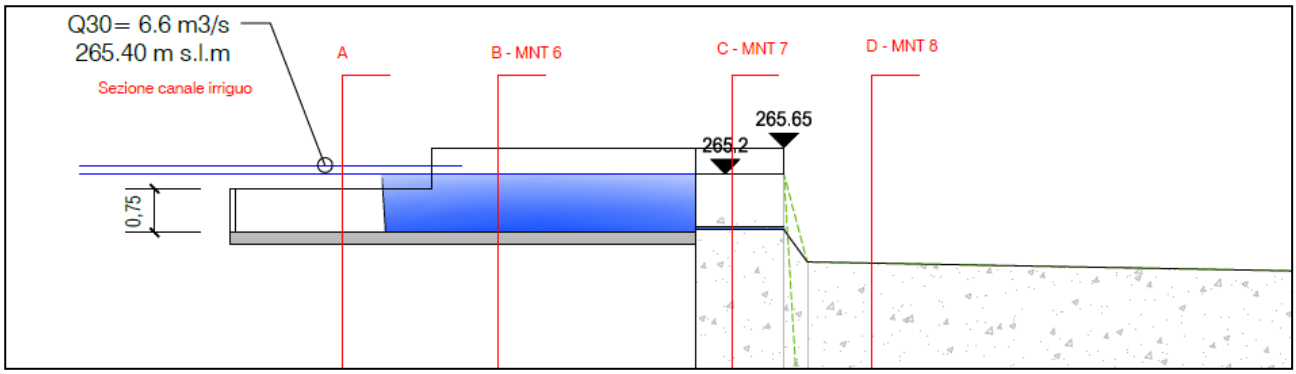
La briglia allo stato attuale risulta in buono stato di conservazione e serve la presa del canale irriguo del Comune di Montalto Carpasio.

L'innalzamento della quota attuale della briglia si rende necessario per mantenere la posizione della condotta alla maggiore altezza possibile, in modo da raggiungere l'altimetria della strada provinciale SP 21 bis dopo un tratto di circa 100 m di condotta sul versante destro.



Sito opera di presa – in sinistra la derivazione esistente

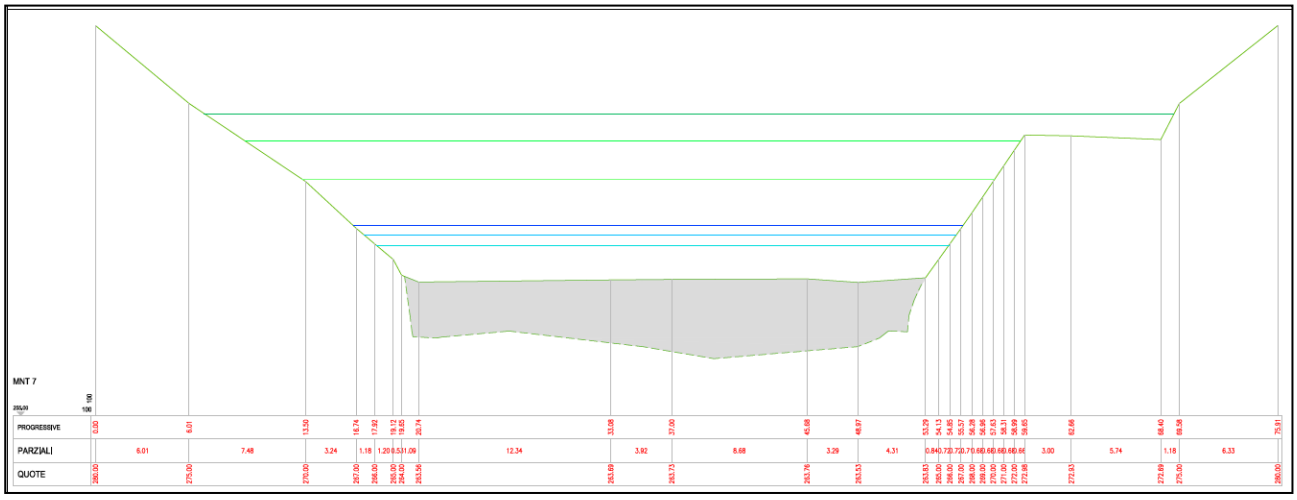
L'innalzamento della briglia non comporta interferenze con la captazione del canale irriguo, in quanto la soglia di presa viene raccordata con il canale di presa esistente e mantenuta preferenziale rispetto alla captazione ad uso energetico.
Detta captazione è inoltre particolarmente esigua come entità di prelievo (2 l/s).



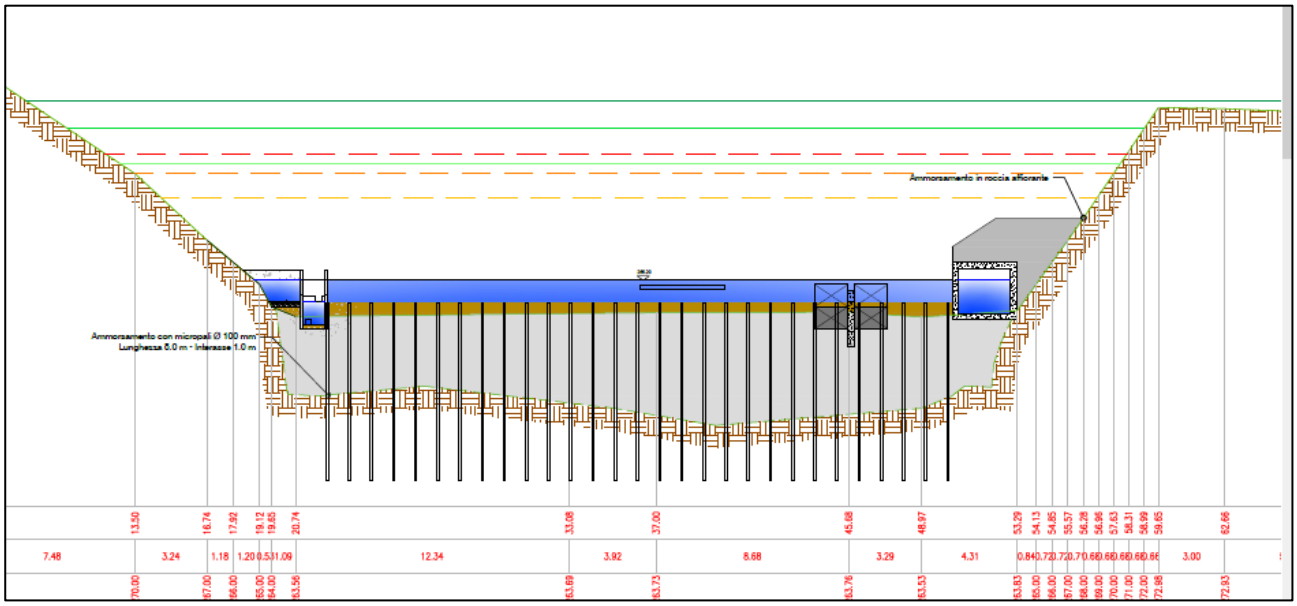
Canale irriguo stato progetto – profilo longitudinale

L'elevazione della soglia di derivazione non comporta alcun aumento della pericolosità idraulica del corso d'acqua, in quanto tutte le portate di riferimento per tempi di ritorno di 50, 200, 500 anni vengono contenute all'interno delle sponde senza interessare la Strada Provinciale 21 bis. Viene inoltre garantito il franco idraulico dal carico cinetico della duecentennale, come previsto dalla normativa di Piano.

L'area risulta oltretutto priva di alcuna infrastruttura, abitazione o costruzione, se non appunto la SP 21 bis che costeggia in sponda destra la stretta forra generata dal torrente.



Sezione briglia stato attuale

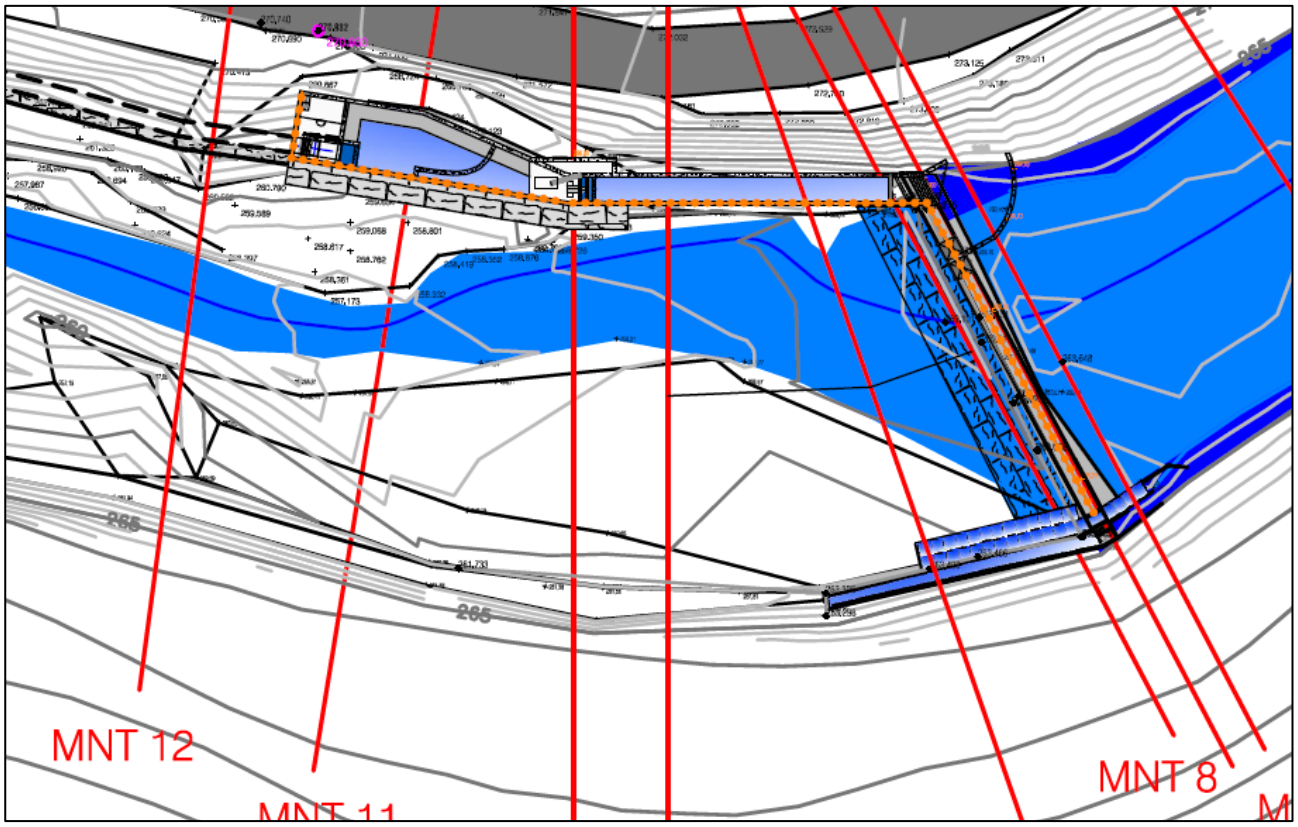


Sezione briglia stato progetto

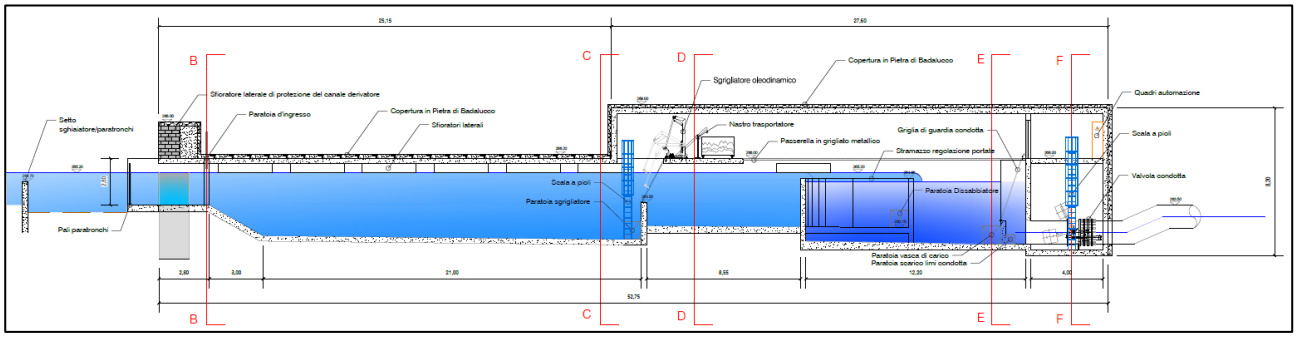
La struttura per la derivazione è costituita da un canale di presa comandato da una paratoia 2x2.30 m^2 posta in corrispondenza della traversa, da cui diparte il canale dissabbiatore di lunghezza 24 m e larghezza 2 m, con altezza interna variabile da 2.3 m a 4.2 m.

Al termine del dissabbiatore è prevista l'installazione di uno sgrigliatore automatico oleodinamico, per garantire la pulizia della vasca di carico dai materiali di trasporto. Subito a valle dello sgrigliatore si trova il vano dell'imbocco della condotta forzata, costituito da una seconda vasca di calma che alimenta tramite uno stramazzo obliquo la vasca di carico dove si trova l'imbocco.

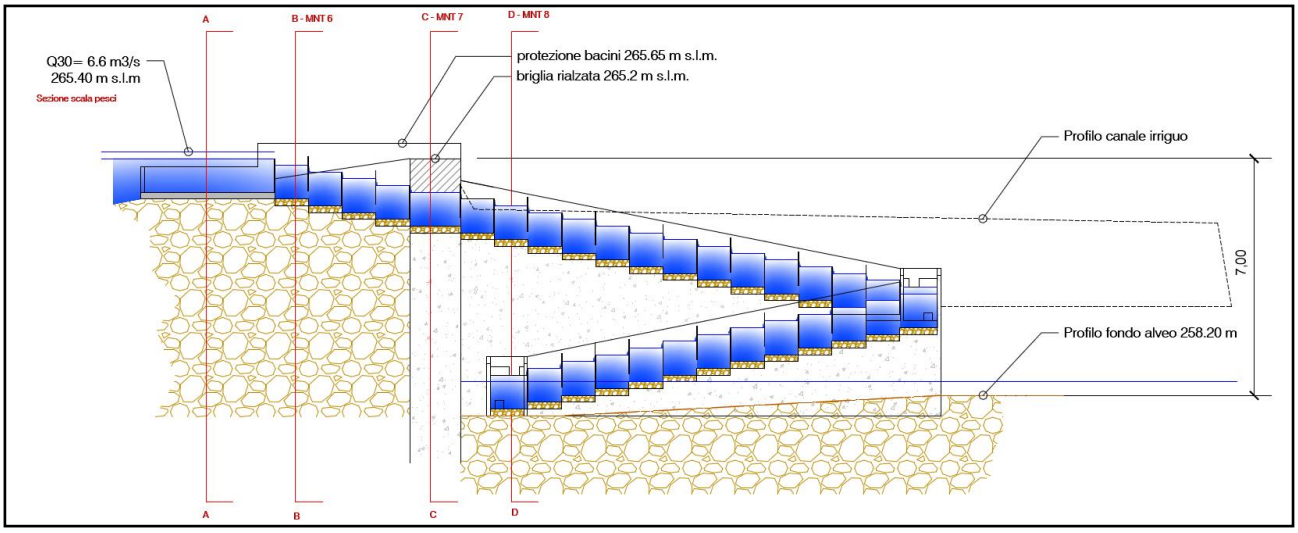
Di fianco al canale dell'acquedotto irriguo è prevista la messa in opera di una scala di risalita per ittiofauna per ripristinare la continuità del torrente e il posizionamento di una luce secondaria per il completo rilascio del DMV.



Planimetria opera di presa



Profilo opera di presa



Scala di risalita

2.2 Dimensionamento opere di derivazione

Bocca di presa

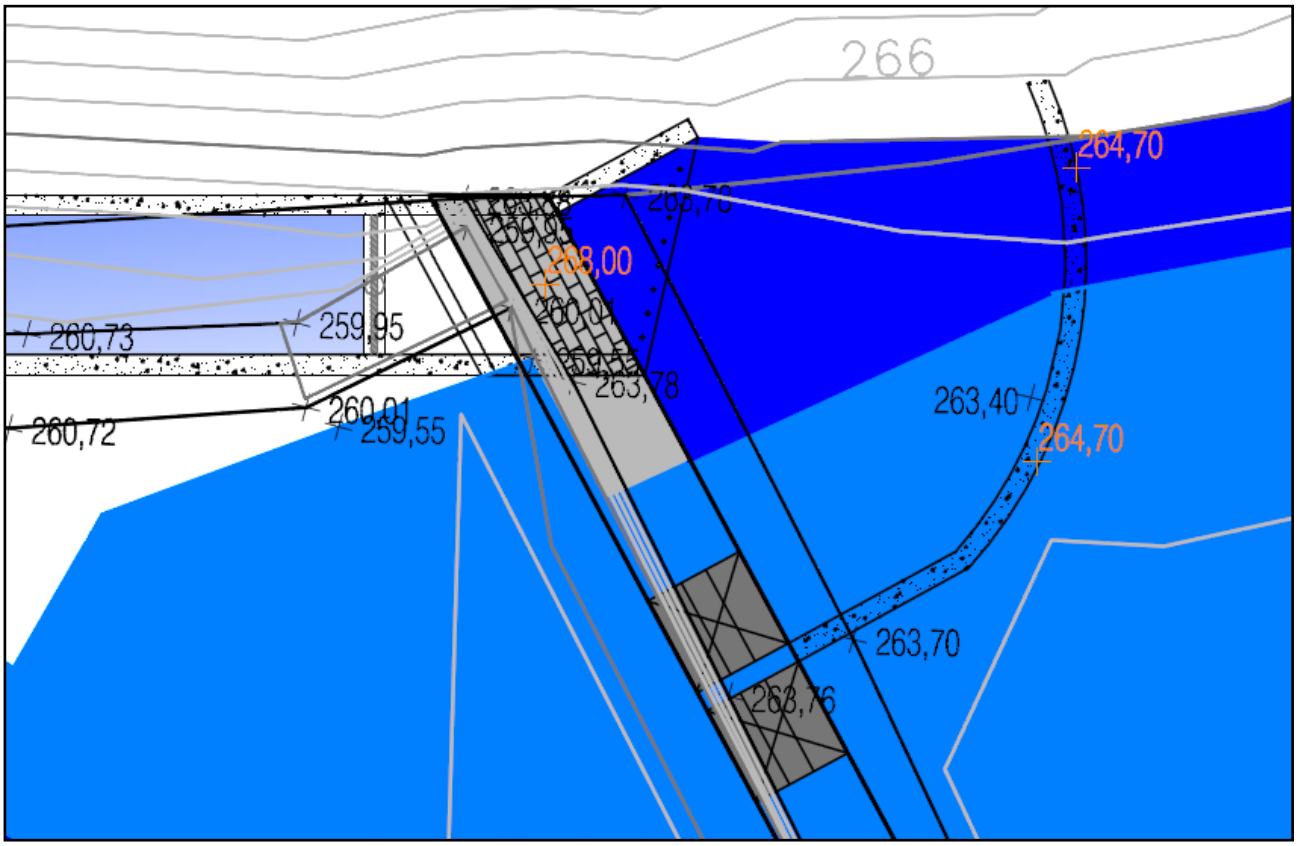
L'acqua viene captata dalla bocca di presa posizionata in destra idrografica in concomitanza della briglia; la sezione di deflusso della presa è inserita all'interno della briglia ed è perpendicolare alla direzione della corrente. La bocca sulla sezione della briglia presenta una luce di 2.30 m di larghezza e 2.30 m di altezza, e un tirante massimo di 1.80 m. Prosegue un canale inclinato di 30° rispetto alla direzione della corrente, con una larghezza massima di 2 m e altezza di 2.30 m.

A circa 3 m a valle dalla bocca di presa è posta una paratoia automatizzata (2x2.30 m^2), che comanda la derivazione, in caso di necessità di manutenzione o di interruzione d'esercizio dell'impianto.

Il fondo della bocca di presa è posto a quota 263.40 m s.l.m., 30 cm al di sotto del coronamento attuale della briglia (263.70 m s.l.m.).

A monte della briglia è posta una piccola platea triangolare, proseguimento del fondo della bocca di presa, per permettere il fissaggio nel cemento di una serie di pali paratronchi, spessi 5 cm ed equidistanziati di 30 cm, che coprono una sezione larga 3.20 m di fronte all'imbocco.

Sempre a monte della bocca, sul lato sponda, si erge un muretto di contenimento che impedisce al materiale spondale di entrare in bocca di presa. Il muro è perpendicolare al corpo briglia, parallelo alla direzione della corrente, lungo 2.30 m, e alto 2.60 m rispetto alla bocca di presa (sommità 266.00 m s.l.m.)



Planimetria bocca di presa

Per stimare la velocità all'imbocco dell'opera di presa, data la conformazione dell'opera si ipotizza che il flusso della corrente sia perpendicolare alla sezione dove sono posizionati i pali paratronchi, per poi deviare il flusso e seguire la direzione del canale a valle.

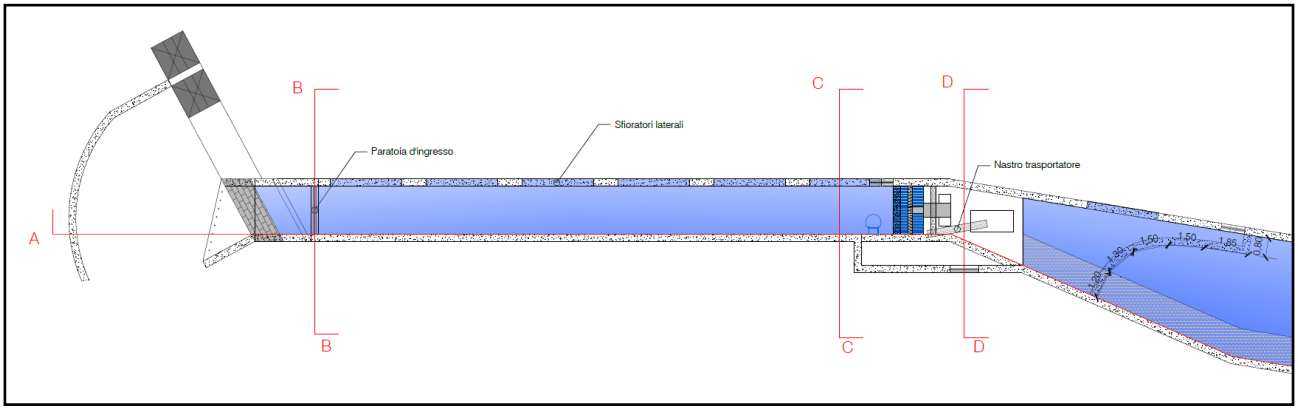
La velocità che si instaura per la portata di progetto nella sezione para tronchi è 0.51 m/s quando non è ostruita, ma si rimanda le considerazioni al paragrafo del dimensionamento delle griglie; mentre la velocità nel canale dove si stabilizza la direzione del flusso è pari a 0.69 m/s.

Per ridurre la quantità di sedimenti che possono danneggiare l'opera è previsto un abbassamento del fondo alveo a monte della bocca di presa e il posizionamento di un setto sommerso con la funzione di intercettare il trasporto solido al fondo di pezzatura più grossolana e indirizzarlo alla paratoia sghiaiatrice posta sulla briglia. La sommità del setto è posta a quota 264.70 m s.l.m., 1.30 m sopra il fondo del canale di presa.

Anche nella zona protetta dal setto sommerso è presente una paratoia sghiaiatrice lato briglia. Entrambe le paratoie sono larghe 1.5 m e alte 1m, la sommità è posta 1.20 m sotto la quota briglia. Vengono azionate in presenza delle portate di piena con la funzione di asportare i sedimenti che si depositano a monte della briglia.

Canale dissabbiatore

L'intera opera è composta da più vani e si sviluppa longitudinalmente seguendo la morfologia spondale.

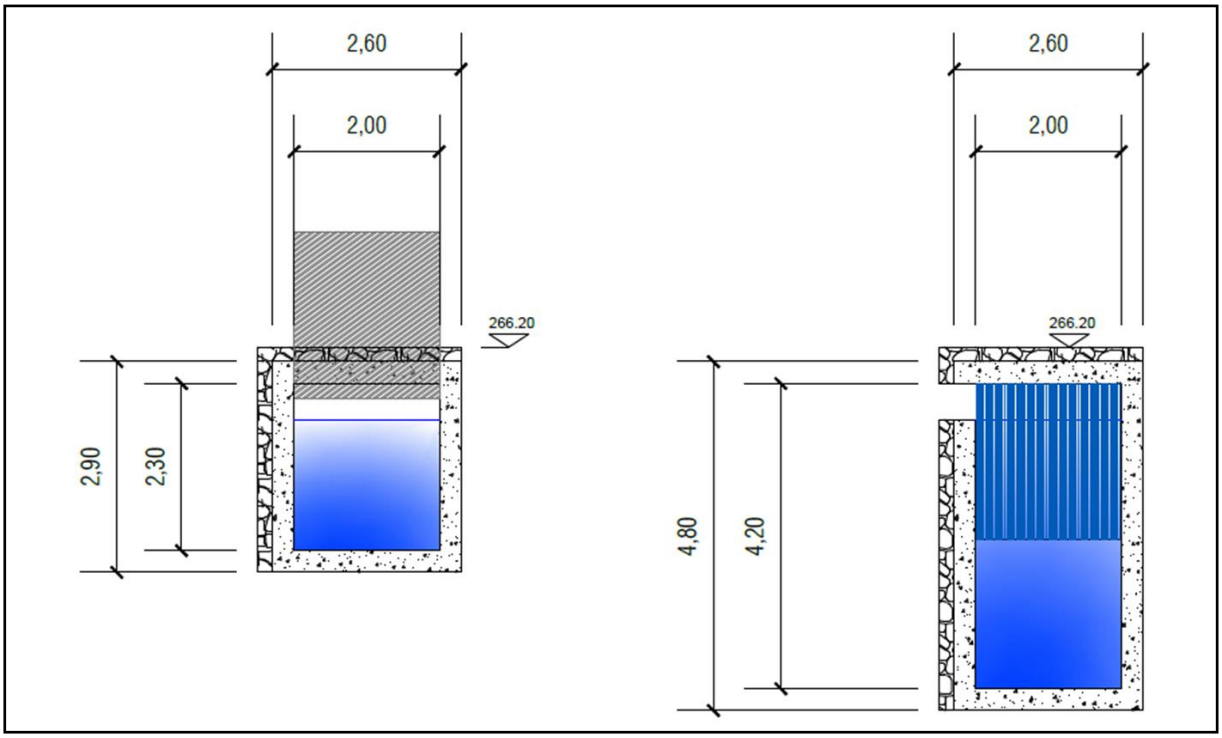


Planimetria del dissabbiatore

A valle della paratoia automatizzata che permette la chiusura dell'impianto si trova il dissabbiatore.

La sezione del canale si amplia fortemente per un abbassamento brusco del fondo vasca che si verifica nei primi 3 m di canale; la sezione passa da un'area complessiva di 2x2.3 m^2 ad una di 2x4.05 m^2, in seguito il fondo si abbassa gradualmente di altri 20 cm per i successivi 20 m di lunghezza, in questo modo si forma una pendenza dell'1% che agevola lo scorrimento dei sedimenti sul fondo vasca fino al raggiungimento della paratoia sghiaiatrice. La paratoia ha sezione 1x1 m^2, è posta sulla parete e permette di scaricare i depositi direttamente in alveo.

L'efficienza di un dissabbiatore viene definita mediante il diametro delle particelle che vi si depositano. L'impianto prevede l'utilizzo di due turbine Francis, una da 1600 l/s e una da 900 l/s per cui il dissabbiatore viene dimensionato in modo cautelativo per la sedimentazione di particelle che arrivano a 0.8 mm, e per mantenere una velocità nel canale che non superi la velocità critica di trasporto delle particelle, ossia il valore limite tra il regime di sospensione e il regime di deposito.



Sezioni B e C del canale dissabbiatore

La lunghezza necessaria di un dissabbiatore è definita sulla base della portata dell'opera di presa, del diametro minimo delle particelle che si devono depositare e dalla sezione della vasca.

La lunghezza deve essere tale da consentire a tutti i granelli sospesi di depositarsi sul fondo prima del termine della vasca. Ciò si verifica quando il tempo di decantazione t_D è minore o uguale al tempo di trasporto t_t . Il primo è definito come h/v_D e il secondo come L/v_t. Perciò la lunghezza minima necessaria per far depositare un granello di diametro d è data da:

$$L \geq Q/v_D B$$

Per la stima della velocità di decantazione delle particelle in acqua ferma si utilizza la formula empirica proposta da Zanke per diametri compresi tra 0.1 mm e 1 mm:

$$v_D = 10 \cdot \frac{\nu}{d}\left\{\left[1 + 0.01\left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1\right)\frac{g d^3}{\nu^2}\right]^{1/2} - 1\right\}$$

Dove:

- v_D è la velocità di decantazione (m/s)
- d è il diametro della particella (m)
- ν è la viscosità cinematica (m^2/s)
- ρ_s è la densità delle particelle solide, si sceglie un valore medio di 2650 kg/m^3, mentre ρ è quella dell'acqua pari a circa 1000 kg/m^3,
- g è l'accelerazione gravitazionale, pari a 9.81 m/s^2.

In condizioni di flusso turbolento la velocità di decantazione decresce e deve essere corretta con la velocità di rallentamento di Eghiazaroff:

$$w = \frac{v_t}{5.7 + 2.3\ h}$$

dove v_t (m/s) è la velocità di trasporto e h (m) è l'altezza del tirante nel dissabbiatore.

Si trascurano le dimensioni del dissabbiatore nel primo tratto, dove data la brusca variazione di sezione sono presenti forti turbolenze che impediscono il deposito dei sedimenti.

Il dimensionamento viene effettuato per la parte seguente del canale.

La larghezza massima interna è di 2 m, mentre l'altezza del tirante idrico varia da 3.5 m a 3.7 m, il fondo del canale presenta infatti un profilo inclinato con pendenza del 1 % per convogliare verso il fondo del canale e la paratoia sghiaiatrice le particelle fini sedimentate.

La lunghezza minima necessaria alla sedimentazione, considerando una sezione di 2 m di larghezza e battente medio di 3.6 m, è stimata 12.7 m. La lunghezza utile di sedimentazione dell'impianto è maggiorata fino a 21 m per permettere alla corrente di tornare in regime laminare dopo il brusco aumento della sezione, e per seguire la conformazione rocciosa della sponda.

La vasca di sedimentazione ha una lunghezza complessiva di 24 m così composta, 3 m iniziali dove avviene l'aumento di sezione a valle della paratoia automatizzata, 21 m di lunghezza utile alla sedimentazione, di cui 20 con pendenza all'1% e 1m in piano, dove è posizionata la paratoia laterale. A valle del dissabbiatore si trova il setto separatore su cui poggia lo sgrigliatore oleodinamico.

Infine per la corretta progettazione del dissabbiatore è necessario che la velocità in vasca non riporti in sospensione le particelle sedimentate, ossia non superi la velocità critica di trasporto delle particelle con diametro di progetto. Questa viene stimata con la seguente formula:

$$v_{cr} = 13R^{1/6}\sqrt{d}$$

La velocità media raggiunta nel canale in caso di portata massima di esercizio, ossia 2.5 m^3/s, è di 0.347 m/s, mentre la velocità critica di sollevamento (v_{cr}) calcolata per le dimensioni della vasca e per particelle con diametro d=0.8 mm, è di 0.353 m/s. I valori sono pressoché identici

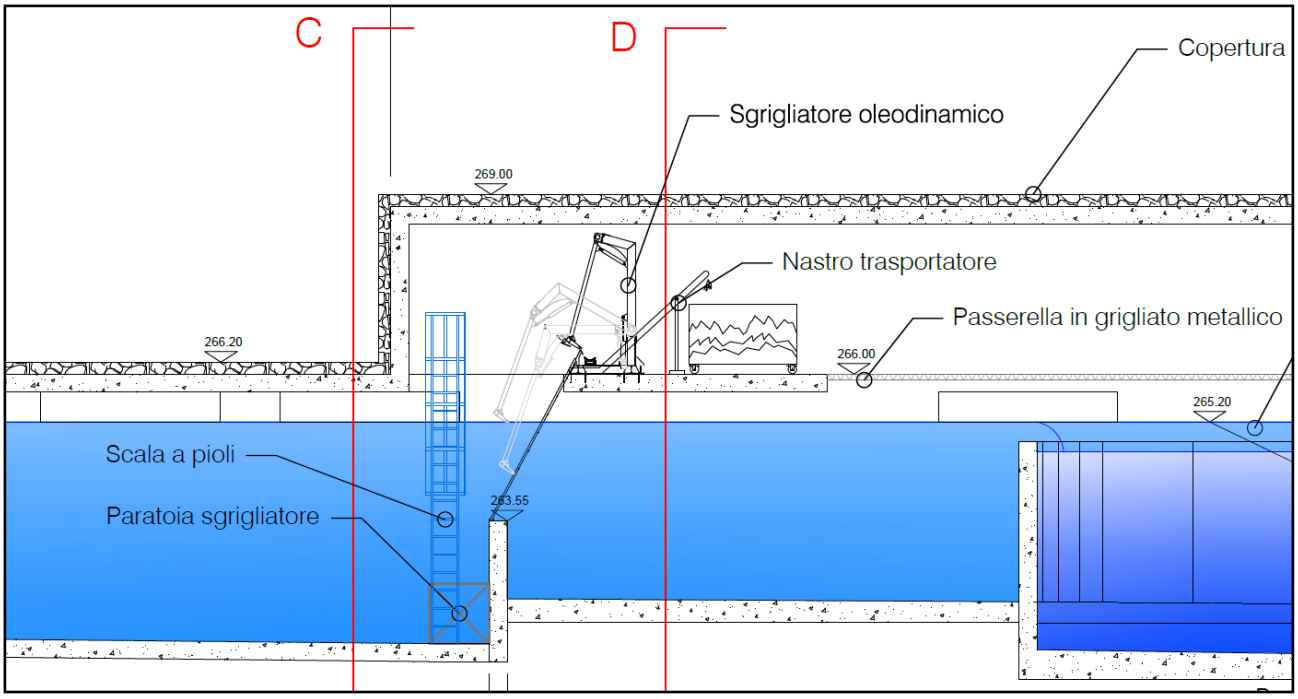
Dato che i valori sono riferiti alla sezione di deflusso media dell'intero dissabbiatore, si valuta la capacità di sedimentazione delle particelle per gli ultimi 13 m di canale dissabbiatore (lunghezza più che sufficiente), dove la sezione di deflusso media è leggermente maggiore. Si ottiene quindi una velocità di media in vasca di 0.34 m/s che non supera la velocità critica di trasporto di 0.35 m/s per cui le particelle non vengono riportate in sospensione.

Sul lato verso il torrente sono posti sei sfioratori laterali in serie, alti 50 cm e larghi 3 m, la quota di sfioro è 265.2 m s.l.m., pari alla quota del coronamento della briglia, in questo modo è possibile restituire al torrente le portate in eccesso rispetto a quelle derivabili.

Al termine del canale dissabbiatore è posto un setto che lo separa dal vano condotta. Sul setto che presenta una quota massima di 263.55 m s.l.m. è posizionata una griglia, che copre l'intera sezione libera e viene mantenuta pulita dallo sgrigliatore oleodinamico. La griglia impedisce il passaggio di materiale flottante di piccola taglia che potrebbe danneggiare le turbine e le condotte.

La griglia è inclinata di 60° rispetto all'orizzontale, è larga 2 m alta 2.70 m, dotata di barre spesse 5 mm con luce tra le barre di 4 cm, con l'inclinazione di 60° copre un'altezza di 2.8 m a partire dal setto separatore, fino a giungere al nastro trasportatore che elimina il materiale raccolto dallo sgrigliatore oleodinamico. La parte sommersa è di 1.65 m e la velocità che si instaura a monte della griglia è di circa 0.76 m/s. Per il dimensionamento si rimanda al paragrafo del dimensionamento delle griglie.

Dallo sgrigliatore il materiale viene trasportato mediante un sistema combinato di nastri all'interno di un raccoglitore di rifiuti mobile che viene periodicamente svuotato.



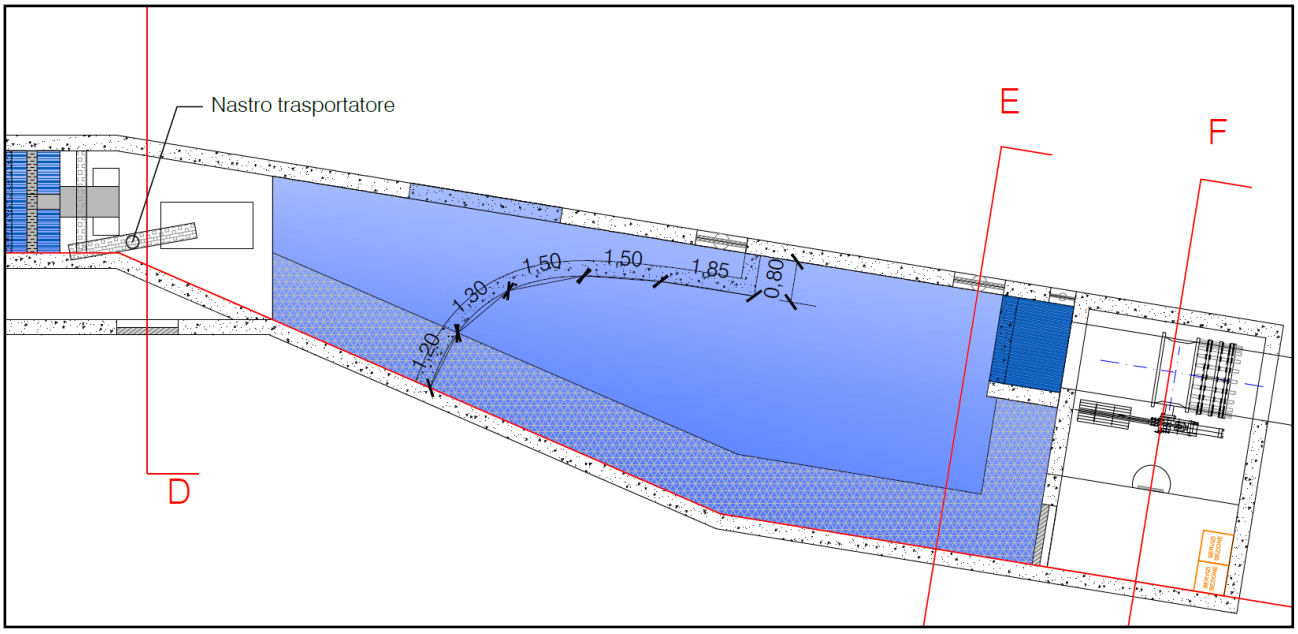
Sezione sgrigliatore oleodinamico

Si accede all'impianto mediante una porta posizionata proprio nel vano dello sgrigliatore, come si può osservare dalle tavole. Da questo vano si possono raggiungere tutte le parti dell'impianto, tramite una passerella in grigliato metallico si raggiunge il locale della valvola della condotta e dei quadri di automazione, mentre per ispezionare il vano dissabbiatore si accede mediante una scala a pioli con gabbie di sicurezza anti caduta a partire da 2.50 m dal pavimento.

Vano condotta e stramazzo regolatore

A valle dello sgrigliatore oleodinamico è posizionato il vano dove è presente l'imbocco della condotta forzata. Il vano è di forma irregolare e segue la conformazione rocciosa della sponda deviando dalla direzione principale di circa 15°; la larghezza aumenta da un minimo di 2 m nella parte iniziale ad un massimo di 5.1 m nella parte finale.

Il vano è suddiviso in due parti da un setto con quota massima di 264.88 m s.l.m. Il setto è sagomato con forma obliqua e ad arco per garantire 8 metri di larghezza dello sfioratore senza dover aumentare troppo gli ingombri in larghezza dell'intero manufatto.



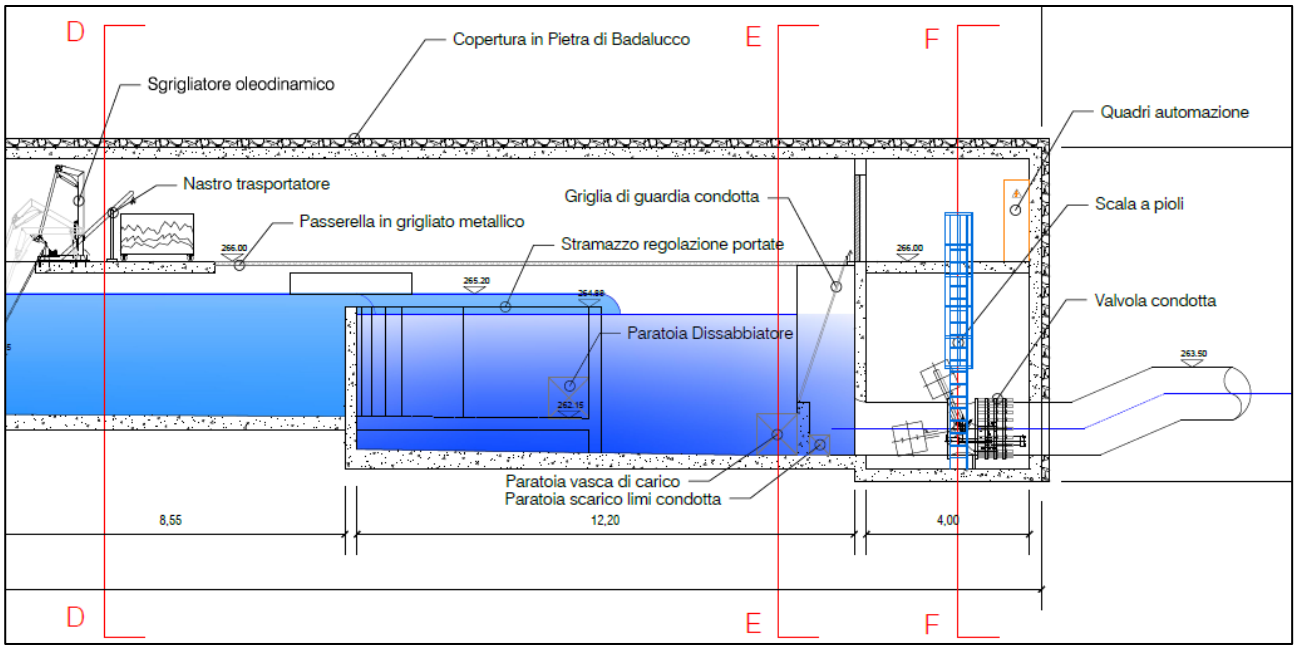
Particolare dello sfioratore di regolazione

Il setto è dimensionato in modo da garantire che la portata stramazzante sia 2500 l/s, oltre la quale i livelli cominciano a sfiorare restituendo la portata al torrente. Utilizzando la formula degli stramazzi in parete sottile con 32 cm di battente oltre la soglia di larghezza di 8 m otteniamo la portata di derivazione richiesta.

A monte del setto è posizionato un settimo sfioratore laterale delle stesse dimensioni di quelli nel canale dissabbiatore.

Entrambe le zone separate dal setto stramazzante sono dotate di paratoie per lo svuotamento delle vasche e presentano il fondo in pendenza per asportare eventuali sedimenti.

All'imbocco della condotta è prevista l'istallazione di una ulteriore griglia di guardia, a protezione del gruppo turbina.



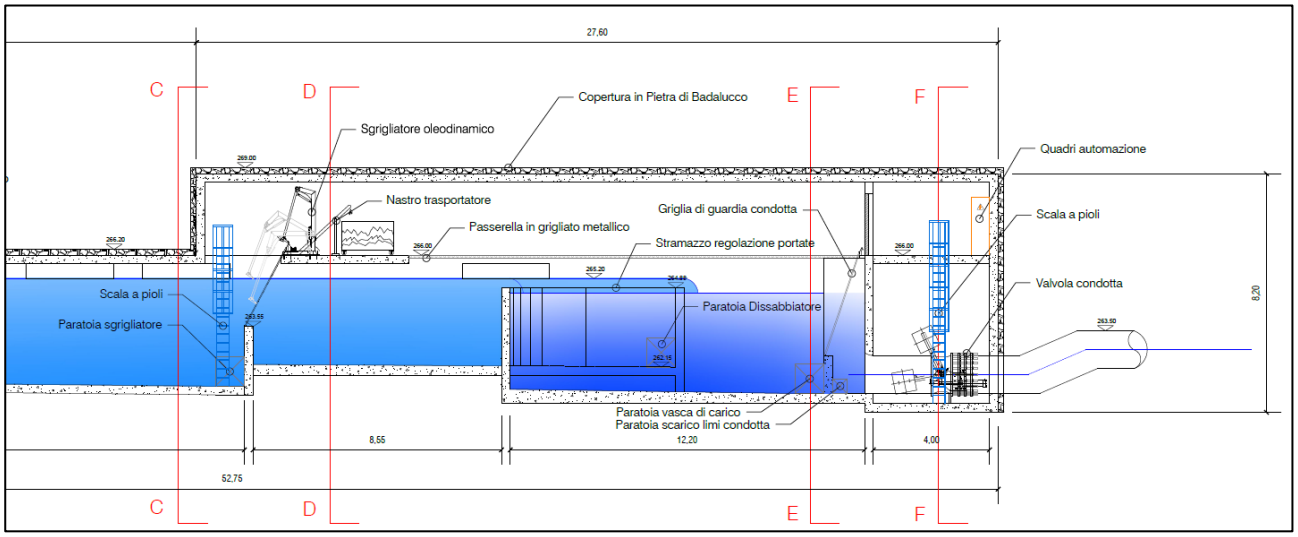
Dettaglio opera di presa – vano condotta e stramazzo regolatore

La quota dell'imbocco condotta è fissato dalla necessità di avere una sufficiente sommergenza, l'imbocco della condotta forzata, di diametro 1.3 m, è posizionato quindi a quota 261.25 m s.l.m., sul fondo del vano e la sommità (quota 262.55 m s.l.m.) ha una sommergenza di almeno 2.15 m.

Poco più a valle la quota condotta aumenta di 0.85 m, la sommità raggiunge i 263.50 m s.l.m., questo permette di ridurre notevolmente gli impatti per la posa della condotta, riducendo gli scavi e permettendo di portare la condotta sotto il manto stradale dopo appena 100 m dall'opera di presa.

Dato che la condotta risale di quota sarà dotata di una valvola di sfiato per gli accumuli di aria e alla base dell'imbocco sarà presente una paratoia per lo scarico dei limi nei periodi di fermo impianto.

La condotta è inoltre comandata da una valvola di chiusura, contenuta all'interno del vano con i quadri di automazione dell'impianto, in coda all'opera di presa.



Dettaglio opera di presa – Vasca di carico e vano condotta

Organi di rilascio del DMV

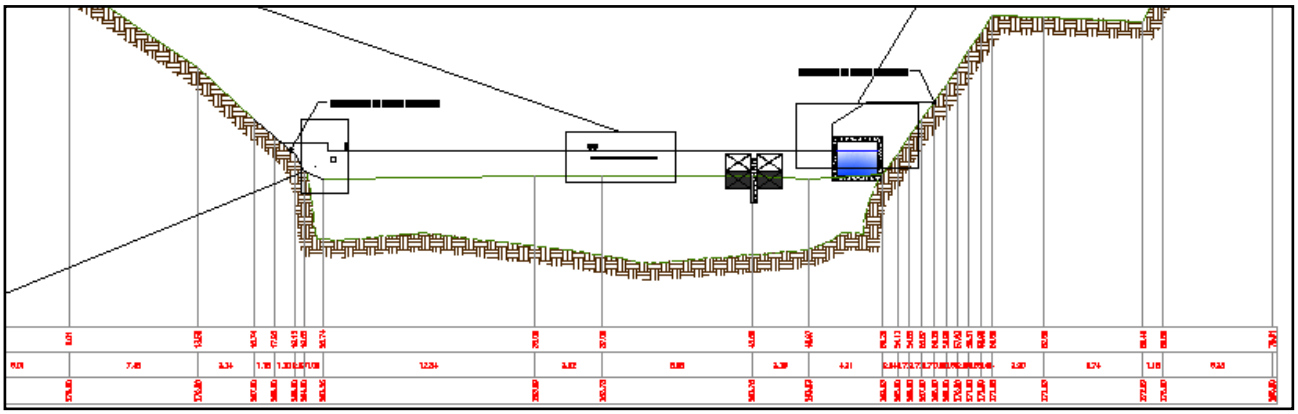
Il Deflusso Minimo Vitale è il mezzo con cui raggiungere l'obiettivo del Piano di Bacino di *sviluppare una gestione sostenibile della risorsa idrica, in grado di garantire una tutela quali-quantitativa del bene acqua e preservare l'equilibrio dell'ecosistema fluviale*. Il DMV minimo viene calcolato nel capitolo 3.2 Deflusso Minimo Vitale, e risulta pari a 289 l/s**. Il deflusso minimo vitale proposto, stimato mediante metodo ecologico, risulta pari ad un minimo di 412 l/s fino a un massimo di 938 l/s.** Il deflusso minimo vitale del torrente viene garantito principalmente da due organi di rilascio.

Il primo è la scala di risalita dei pesci, che viene descritta nel paragrafo successivo. Attraverso una serie di 32 bacini rigurgitati in successione essa garantisce una portata pari a 75.5 l/s per una quota del pelo libero di monte di 265.20 m s.l.m. che corrisponde al coronamento della briglia.

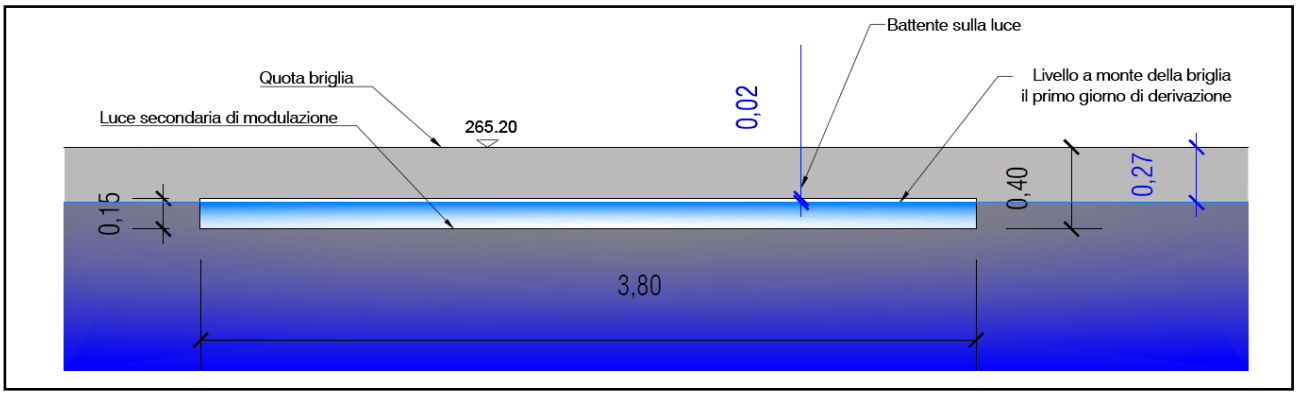
Il secondo organo di rilascio è costituito da una luce sotto battente larga 3.80 m e alta 0.15 m, posizionata con il fondo luce a quota 264.80 m s.l.m., 40 cm sotto il coronamento briglia.

La quota del fondo luce dell'organo di rilascio secondario del DMV è posizionata al di sopra della luce della scala di risalita dei pesci, in questo modo viene garantita la priorità di rilascio nella scala. Entrambi gli organi di rilascio hanno la soglia di fondo posizionata al di sotto dello stramazzo che regola la portata destinata alla condotta, a quota 264.88 m s.l.m. così da garantire il passaggio prioritario della portata al DMV prima di essere disponibile alla derivazione.

Anche la derivazione irrigua (concessione di 2 l/s) viene mantenuta prioritaria sia al rilascio del DMV che alla derivazione idroelettrica, essa defluisce attraverso una luce sotto battente di dimensioni 5x5 cm^2 con fondo posizionato 95 cm al di sotto del coronamento. La luce scarica direttamente nel canale irriguo a cielo aperto esistente che si sviluppa lungo la sponda sinistra dell'alveo.



Sezione dell'opera di presa dove sono posizionati gli organi di rilascio e di derivazione.



Particolare dell'opera di presa: luce secondaria di rilascio del DMV

La necessità di un secondo organo di rilascio del DMV nasce dalle limitazioni di velocità da garantire all'interno della scala di risalita, e dalle limitazioni delle dimensioni della stessa per minimizzare gli impatti sull'alveo. La scala non è infatti sufficiente per il rilascio della portata complessiva prevista come DMV.

I due organi sono dimensionati in modo tale da garantire un valore di rilascio superiore a quello minimo richiesto, a favore di sicurezza, e di assicurare nella scala di risalita una portata adeguata all'ittiofauna locale.

Il funzionamento della scala di risalita e le portate effluenti garantite in funzione dei battenti di monte sono già stati esposti nel capitolo dedicato.

Per quanto riguarda la luce secondaria essa funziona principalmente come luce sotto battente, ai fini del rilascio del deflusso minimo vitale in fase di impianto attivo, è fondamentale che la luce rilasci una portata sufficiente a compensare la portata già rilasciata dalla scala di risalita.

La portata è stata calcolata utilizzando la formula dell'efflusso da luce sotto battente in parete verticale per luci ampie, ossia:

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

Dove:

- C_C è il coefficiente di contrazione impostato a 0.611 per le luci sotto battente in parete verticale
- B è la larghezza della luce
- h_2 è il carico sul fondo della luce
- h_1 è il carico sulla sommità della luce

La portata dell'efflusso dalla luce secondaria per il pelo libero a quota 265.20 m s.l.m. risulta pari a 877.5 l/s che sommata ai 75.5 l/s della scala dei pesci risulta una portata di 952 l/s, **maggiore del DMV minimo richiesto (289 l/s).**

È bene tenere sempre presente che la turbina viene regolata automaticamente tramite dei sensori di livello; affinché l'impianto funzioni al minimo regime il battente sullo stramazzo regolatore deve risultare di almeno 5.4 cm, pari ad una quota del pelo libero di monte di 264.93 m s.l.m.

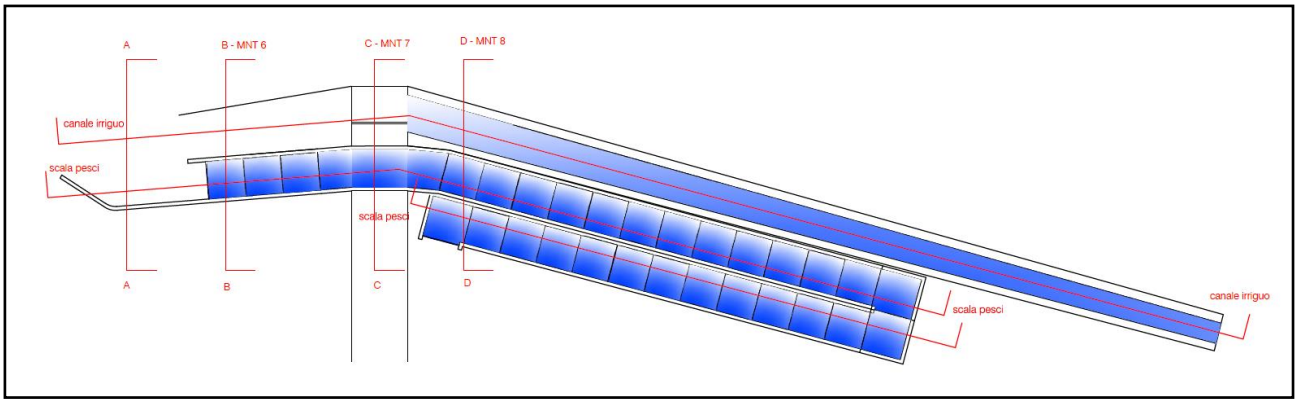
A queste condizioni il DMV complessivo risulta pari a 412 l/s, e viene dato dalla somma delle portate defluenti dalla scala di risalita (75.5 l/s) e dalla luce secondaria (336.5 l/s). Si può quindi affermare che l'impianto garantisce la priorità al deflusso minimo vitale previsto.

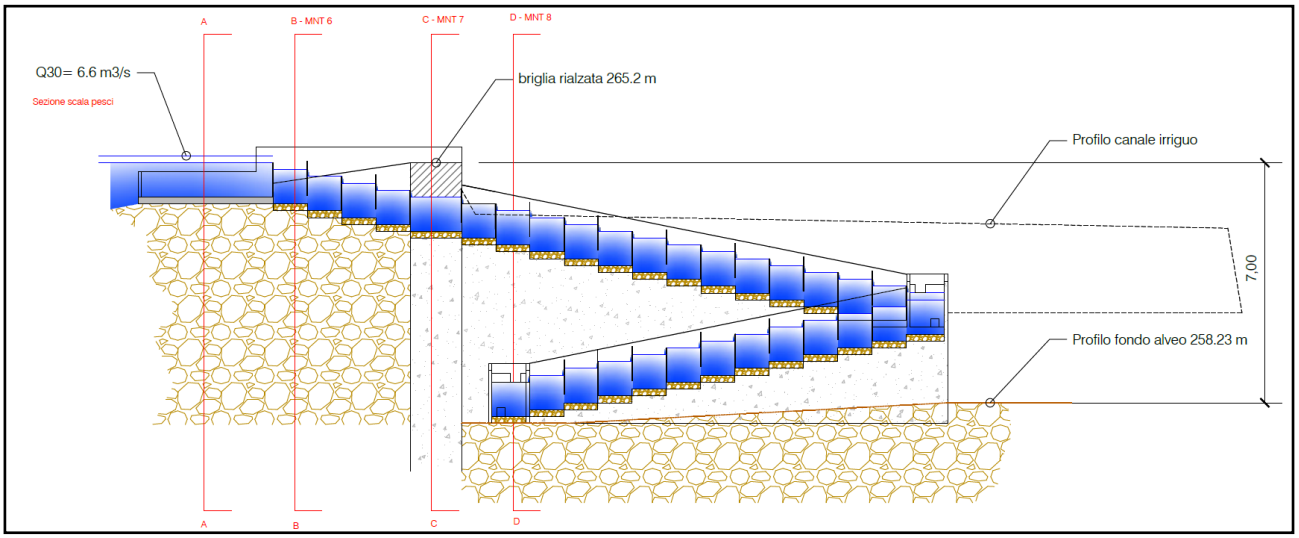
Nel caso invece di impianto a pieno regime, le portate eccedenti la portata massima turbinabile sommata alle portate rilasciate dagli organi del DMV, innalzano il battente del pelo libero di monte al di sopra della quota minima degli sfioratori laterali posti all'interno dell'opera di presa e della quota massima del coronamento briglia (entrambe 265.2 m s.l.m.). Per un valore del pelo libero di monte pari a 265.2 m s.l.m. la portata defluente solo dagli organi del DMV è di 952 l/s a cui si aggiunge la portata sfiorante che non viene utilizzata dall'impianto.

Scala di risalita

In sinistra idrografica, viene prevista la scala di risalita per pesci. Le specie caratteristiche dell'area in esame appartengono alla famiglia dei salmonidi (trote) e dei ciprinidi (vairone e barbo)

Per il dimensionamento della scala di risalita è necessario individuare la velocità massima che si può instaurare nella scala, per permettere il passaggio all'ittiofauna locale; a tale proposito possono essere impiegate le formulazioni generali proposte da Videler (1993) sulla base di risultati sperimentali che correlano alla lunghezza dell'esemplare di riferimento la velocità massima sostenibile e la velocità massima di crociera (massima velocità alla quale il pesce può nuotare in modo continuo senza mostrare segni di fatica): $V_{max}=0.4+7.4 \cdot L$ [m/s] $V_{cr}=0.15+2.4 \cdot L$ [m/s] in cui L è la lunghezza del pesce in metri. Ad esempio per pesci di circa 15 cm la velocità massima è di circa 1.5 m/s.





Scala di risalita - Planimetria e profilo longitudinale

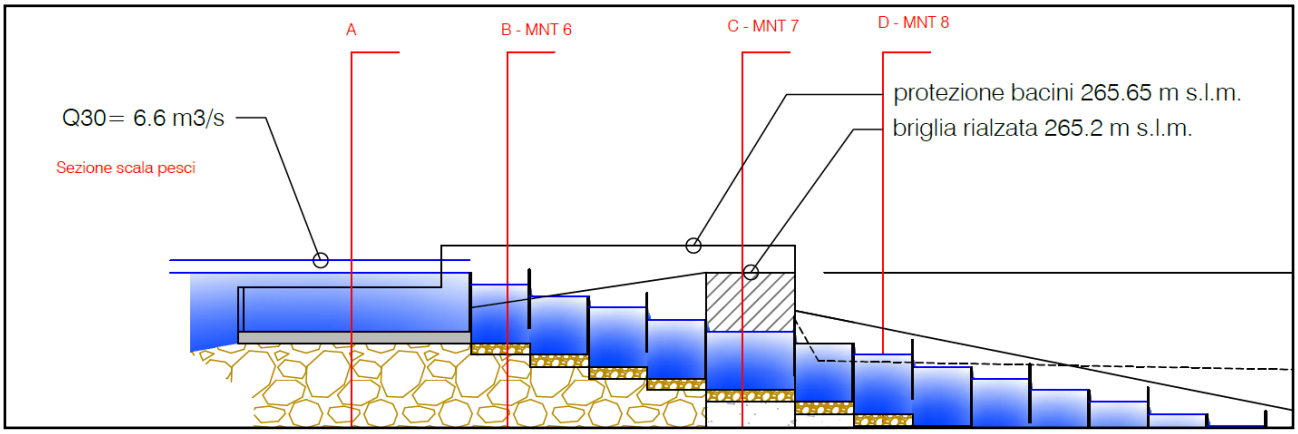
La scala è collegata al bacino a monte della briglia tramite luce sotto battente, larga 25 cm e alta 25 cm. Il fondo della luce è posizionato al di sopra della quota di presa del canale irriguo, esattamente a 264.35 m s.l.m., 85 cm sotto il coronamento della briglia.

La struttura a bacini successivi inoltre permette di rigurgitare la luce sotto battente, in modo da ridurre notevolmente le velocità al suo interno e mantenere contenute le portate che vi transitano così da garantire le condizioni ottimali per il passaggio dell'ittiofauna in fase di esercizio.

La scala è formata da una serie di 32 bacini collegati, la struttura si sviluppa a valle della briglia per 14 m circa, e su doppia fila, inoltre prosegue a monte della briglia per altri 4 m circa. La scala supera un dislivello complessivo tra il coronamento e il fondo alveo di 7 m; considerando la presenza di un battente minimo garantito dalla conformazione a valle della briglia di circa 40 cm il salto complessivo coperto tra pelo libero di monte a quota coronamento e di valle è di 6.60 m.

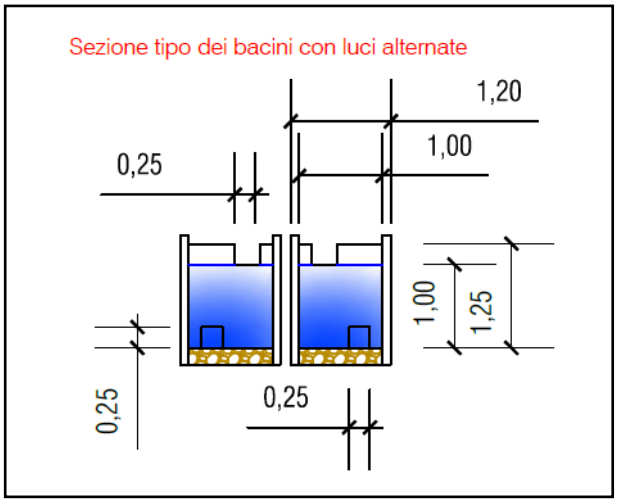
Questa differenza di carico complessiva si distribuisce sui 32 bacini della scala di risalita, e quindi sui 33 setti separatori, si ottiene quindi una differenza di carico tra bacini successivi in media pari a 20 cm. (6.60 m /33=0.20 m)

Le prime quattro vasche si trovano a monte della briglia e la quinta al suo interno. Per evitare che l'acqua sfiori dall'alto e impedisca il corretto funzionamento della scala, le pareti dei bacini superano il coronamento della briglia di 45 cm, arrivando a 265.65 m s.l.m.. Sul lato della sponda sinistra questa quota viene mantenuta per la parte di briglia restante (circa 1.7 m), per evitare lo sfioramento delle portate sul canale irriguo posto di fianco alla scala.



Particolare scala di risalita

I bacini successivi presentano larghezza interna di 1 m per 1 m di lunghezza e profondità dell'acqua di 1 m. Le vasche sono separate da setti dotati di una luce sotto battente, sempre 25x25 cm^2, posizionata sul fondo vasca; i setti sono inoltre dotati di uno stramazzo a luce rettangolare larga 30 cm e posizionata a 25 cm dalla sommità del setto (alto complessivamente 1.25 m), lo stramazzo delimita il pelo libero massimo consentito all'interno delle vasche (1.00 m), oltre il quale le portate in eccesso sfiorano, e sono un ulteriore passaggio per le specie ittiche. Il dislivello tra gli stramazzi è fissato a 20 cm. Sul fondo di ogni bacino è previsto uno strato di 20 cm di materiale d'alveo di pezzatura media (5-20 cm) non coesivo intasato di calcestruzzo, per agevolare la dissipazione delle turbolenze.



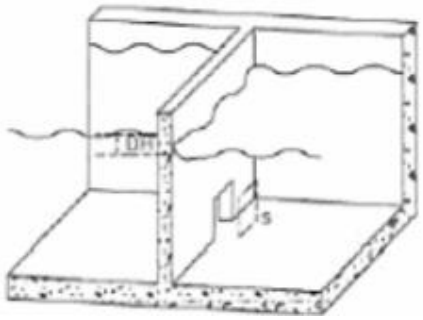
Sezioni bacini successivi della scala di risalita dei pesci

Luci e stramazzi vengono posti alternatamente sui due lati delle vasche, e vengono invertiti in successione tra le vasche. Vicino al corpo briglia si è formato un bacino che garantisce che anche l'ultima vasca abbia la luce sommersa e un dislivello rispetto all'interno vasca massimo di circa 20 cm.

Per il dimensionamento della scala si è scelta una portata di progetto pari a quella che defluisce dalla luce sotto battente prima descritta per una differenza di carico fissata a 20 cm, data da una quota del pelo libero di monte pari al coronamento della briglia e una quota del pelo libero di valle minima pari a 258.60 m s.l.m.; la massima differenza di carico sopportabile per la maggior parte delle specie è di 20 cm, che comporta una velocità massima all'interno delle luci di 1.98 m/s.

Anche tenendo conto delle variazioni di quota del pelo libero di monte e di valle che possono diminuire il dislivello complessivo da superare, la velocità all'interno delle luci sotto battente diminuisce di poco. Quindi si considera come indice di velocità quello massimo.

Il dimensionamento è stato effettuato tramite la formula per il calcolo della portata defluente da luce sotto battente rigurgitata di seguito riportata:

Luce sotto battente rigurgitata $Q = C_c S\sqrt{2g\Delta h}$ Coefficiente di contrazione $C_c = 0.61$ $S = 25x25\ cm^2$	

Formula utilizzata per modellare la scala di risalita

La portata di progetto è stata stimata circa **76 l/s**.

Dal momento che la portata minima annua, reperita nella curva di durata è di circa 187 l/s, risulta improbabile che il livello dell'acqua in periodo di magra sia inferiore alla quota del coronamento briglia, e risulta superfluo modellare la scala per quote inferiori.

Nel caso le ultime vasche vengano sommerse per portate più abbondanti che sfiorano dalla briglia e dagli sfioratori laterali della presa, la disposizione dei bacini con dislivello di 20 cm tra gli stramazzi, permette di affermare che anche per livelli del pelo libero di valle più alti, la differenza massima di battente tra due bacini non può comunque superare i 20 cm mantenendo le portate defluenti dalle luci sotto battente ridotte e adatte al passaggio dei pesci.

Per evitare forti turbolenze all'interno dei bacini, si valuta la potenza volumetrica dissipata della scala progettata, in funzione delle sue caratteristiche.

$$P_{vol} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{V}$$

Dove Q è la portata defluente (0.076 m^3/s), ρ è la densità dell'acqua (1000 kg/m^3), g è la costante di accelerazione gravitazionale (9.81 m/s^2), Δh è la differenza di livello del pelo libero dell'acqua tra due bacini successivi (0.2 m), e V è il volume d'acqua nel bacino (1x1x1m^3).

Come riportato da uno studio effettuato dal Politecnico di Torino "Manuale regionale – Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci": <<Pvol è di fatto un indicatore della turbolenza e dell'aerazione all'interno di un bacino d passaggio e maggiore è il suo valore, maggiore è la difficoltà di passaggio da parte dell'ittiofauna. Valori di Pvol compresi tra 200 e 180 W/m^3 sono da considerarsi il limite massimo ammissibile e vanno usati come riferimento esclusivamente per i Salmonidi. Normalmente per popolamenti polispecifici, ed in generale per i Ciprinidi reofili il limite di riferimento è in un intorno dei 150 W/m^3. Tale valore va considerato come limite superiore nel caso di popolazioni composte prevalentemente da Ciprinidi limnofili, considerando un range tra 100 e 150 W/m^3 >>

$$P_{vol} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{V} = \frac{1000 \cdot 9.81 \cdot 0.076 \cdot 0.2}{1} = 148\ W/m^3$$

Ne risulta che la potenza dissipata mediamente dai bacini per la portata di progetto è di circa 148 W/m^3, perfettamente in linea con la popolazione ittica presente.



Esempio di scala per pesci di tipo a bacini successivi

La presenza dell'anguilla è stata esclusa dai due campionamenti effettuati in data 29 luglio 2015 mediante elettrostorditore.

Tali campionamenti a cura del Dott. Biol. Nicola Polisciano hanno evidenziato l'assenza della specie catadroma, tuttavia considerato che effettivamente la specie è censita nelle carte ittiche del Borroni (inizio anni duemila), si prevede l'installazione di apposita scala per anguille in aderenza alla scala in progetto.

La canaletta di risalita sarà installata in aderenza alla struttura della scala, senza necessità di modifica di alcuna quota in progetto ed opera muraria in cemento.

Tali scale di rimonta infatti sono costituite da semplici profilati in metallo di ridotte dimensioni con substrato del fondo costituito da componenti in plastica appositamente studiati in modo da facilitare la risalita della specie.

Le scale vengono alimentate da esigui quantitativi d'acqua (1-2 l/s), del tutto ininfluenti ai fini della derivazione in esame.



Scala di risalita montata su sbarramento storico



Dettaglio del substrato della scala prefabbricata fornita da Scubla srl

Dimensionamento delle griglie e stima delle perdite di carico

L'impianto è dotato di una griglia al termine del dissabbiatore e di pali para trochi alla bocca di presa. Per quanto riguarda il dimensionamento di questi ultimi a livello idraulico, è possibile riferirsi ai classici metodi utilizzati per le griglie, resta da verificare la resistenza dei pali alle sollecitazioni cui saranno sottoposti. In seguito per semplicità descrittiva si farà riferimento ai pali para tronchi assimilandoli ad una griglia.

Le griglie vengono dimensionate in modo tale che la velocità della corrente tra le barre non superi il valore di 1 m/s, questo per ridurre le perdite di carico, proporzionali alla componente cinetica di quest'ultimo, ed evitare che l'aumento locale della velocità risucchi il materiale presente depositato di fronte alla griglia (nel caso della bocca di presa). Per il dimensionamento è necessario tenere conto del tirante massimo a cui sono soggette le griglie, e dell'inclinazione che hanno rispetto all'orizzontale.
La formula per il dimensionamento utilizzata è la seguente:

$$S = \frac{1}{K_1} * \left(\frac{b+a}{a}\right) \cdot \frac{Q}{V_0} \cdot \frac{1}{\operatorname{sen} \alpha}$$

Dove:

- S = area totale della parte sommersa della griglia;
- Q =portata di calcolo (9 m^3/s a pieno regime);
- V_0 = velocità di ingresso (impostata a 1.5 m/s);
- b= larghezza delle barre;
- a = spazio libero tra le barre;
- K_1 = coefficiente riferito al parziale intasamento della griglia: 0.2-0.3 in assenza di sgrigliatore automatico; 0.4-0.6 per sgrigliatori automatici con intervento temporizzato; 0.80-0.85 per sgrigliatori automatici con sensori differenziali di livello e temporizzatore;
- α = angolo di inclinazione della griglia sull'orizzontale.

Per le caratteristiche della turbina Francis, si è stabilito che la griglia a valle del dissabbiatore abbia larghezza delle barre 0.005 m e spazio libero 0.04 m, mentre i pali, che devono intercettare il materiale più grossolano, larghezza delle barre 0.05 m e spazio libero 0.30 m.

In base a questi parametri e utilizzando la formula sopra citata, sono state calcolate le superfici totali minime necessarie delle parti sommerse dei pali e della griglia, per mantenere delle velocità accettabili, come illustrato nella tabella seguente:

Pali bocca di presa		
S	4.86	m^2
Q	2.5	m^3/s
V_0	1	m/s
b	0.05	M
a	0.3	M
K_1	0.6	
α°	90	°

Griglia dissabbiatore		
S	2.55	m^2
Q	2.5	m^3/s
V_0	1.5	m/s
b	0.005	m
a	0.04	m
K_1	0.85	
α°	60	°

I coefficienti di parziale intasamento sono stati scelti in base alle caratteristiche dei sistemi di pulizia.

Per quanto riguarda i pali paratronchi della bocca di presa è prevista di base una pulizia giornaliera da parte di un operatore, e all'occorrenza interventi speciali di pulizia in funzione delle condizioni metereologiche, ad esempio è previsto un maggior controllo delle condizioni di pulizia durante il periodo autunnale, dove il materiale in alveo è più consistente, e subito dopo una forte pioggia e una conseguente piena. Si è stabilito che l'intervento umano e il monitoraggio costante delle condizioni dei pali possano essere paragonabili agli sgrigliatori automatici con intervento temporizzato, si è scelto quindi un parametro $K_1 = 0.6$.

La griglia nel vano dissabbiatore invece è dotata di uno sgrigliatore automatico con sensori differenziali di livello e temporizzatore, scegliendo la tecnologia migliore si stabilisce un coefficiente $K_1 = 0.85$.

Note le superfici minime, è possibile calcolare la larghezza minima della griglia (B_{min}) in funzione del tirante d'acqua che le sommerge (pari a 1.80 m per la bocca di presa e 1.65 m per lo sgrigliatore) e dell'inclinazione della struttura secondo la seguente formula:

$$B = \frac{S_{min}}{h/\operatorname{sen}\alpha}$$

Dove h è il tirante massimo in griglia e h/senα rappresenta l'altezza della parte sommersa della griglia inclinata.

Si ottengono quindi i seguenti valori di B_{min} per le due griglie:

Pali bocca di presa		
S_{min}	4.86	m^2
h (tirante)	1.80	m
h/senα	1.80	m
B_{min}	2.70	**m**

Griglia dissabbiatore		
S_{min}	2.55	m^2
h (tirante)	1.65	m
h/senα	1.91	m
B_{min}	1.34	**m**

In entrambi i casi la larghezza della griglia è stata cautelativamente arrotondata per eccesso. Le dimensioni finali delle due griglie, tenendo conto che la griglia nel dissabbiatore deve coprire un dislivello di 2.80 m sono:

Pali bocca di presa		
B	3.2	m
H	2.30	m
b	0.05	m
a	0.30	m
α°	90	°

Griglia dissabbiatore		
B	2.00	m
H	3.2	m
b	0.005	m
a	0.04	m
α°	60	°

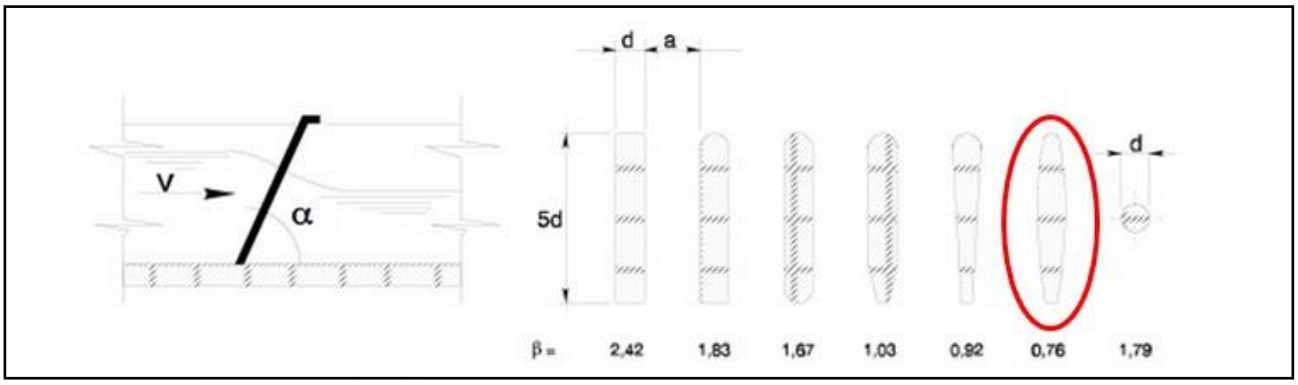
È esclusa dal computo la struttura di sostengo della griglia nel dissabbiatore che si ipotizza di spessore di 4 cm.

Il calcolo delle perdite di carico che si generano al passaggio della portata all'interno delle griglie viene effettuato utilizzando la formula di Kirshmer:

$$\Delta h = \beta \cdot \left(\frac{d}{a}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot sen(\alpha) \cdot \frac{U^2}{2g}$$

Dove

- Δh: differenza tra livello di monte e di valle e rappresenta la perdita di carico;
- U: velocità dell'acqua in assenza della griglia;
- g: accelerazione di gravità;
- α: angolo di inclinazione della griglia rispetto all'orizzontale;
- d: spessore delle barre;
- a: luce libera tra le barre;
- β: coefficiente di forma funzione della sezione della barra come indicato in figura.



Per ottimizzare la resa dell'impianto, si sceglie la forma delle barre ottimale, allungata e stondata che presenta il coefficiente di forma pari a 0.76.

Il calcolo della velocità dell'acqua in assenza di griglia, si valuta sulla sezione di larghezza pari alla griglia e altezza pari al tirante massimo. Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati ottenuti.

Pali bocca di presa		
Q	2.5	m^3/s
B	3.20	m
h tirante	1.80	m
α°	90	°
β	0.76	°
d	0.05	m
a	0.30	m
U	0.43	m/s
Δh	0.0007	m

Griglia dissabbiatore		
Q	2.5	m^3/s
B	2.00	m
h tirante	1.65	m
α°	60	°
β	0.76	
d	0.005	m
a	0.04	m
U	0.76	m/s
Δh	0.0012	m

Si conclude che le perdite di carico risultano trascurabili, essendo nel complesso, pari a 2 mm con la turbina a pieno regime.

2.3 Condotta forzata

La condotta forzata è costituita da una tubazione in acciaio o in alternativa in vetroresina DN 1300 con lunghezza complessiva di 2351 metri.

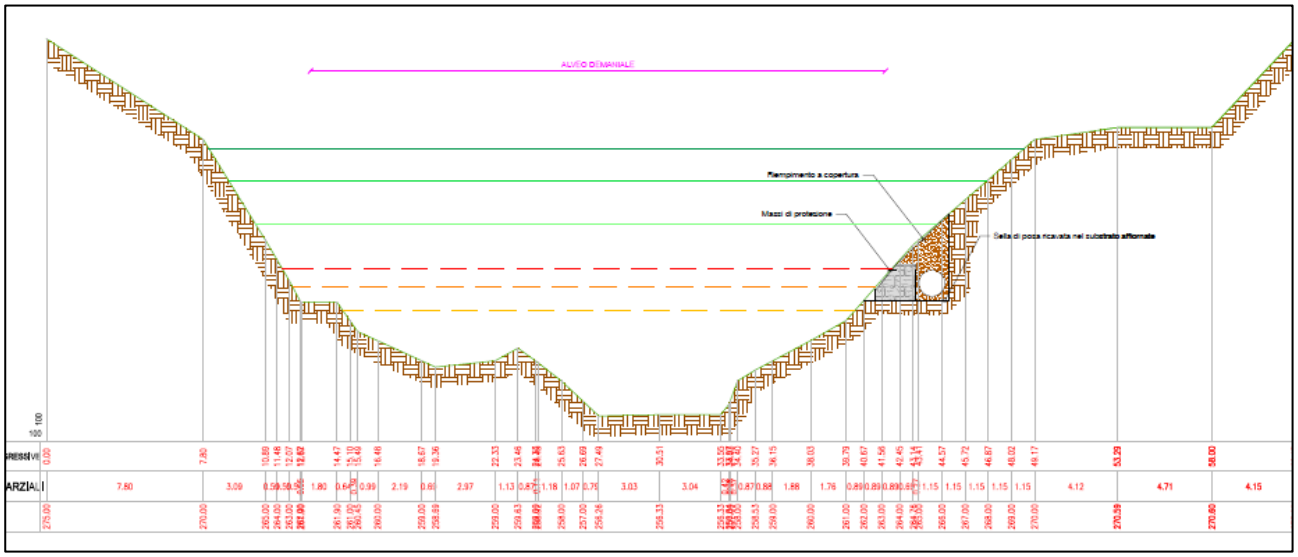
Tracciato della condotta forzata

La scelta del tracciato è stata effettuata per garantire la maggiore facilità di realizzazione.
Si è quindi previsto di utilizzare per la quasi totalità del tracciato strade esistenti, al fine di garantire una cantierizzazione certa e priva di rischi e imprevisti.

Prevedere il passaggio all'interno del canale irriguo esistente in sinistra idrografica, avrebbe comportato una cantierizzazione molto difficoltosa, in alcuni tratti al limite della fattibilità.
Il tracciato del "beo" infatti in alcuni tratti risulta formato da una fascia di 1 metro di larghezza con strapiombi di decine di metri a valle, pertanto risulta evidente come la posa di una condotta di 1.3 metri di diametro con verghe di 6 metri determinerebbe una estrema difficoltà di realizzazione.

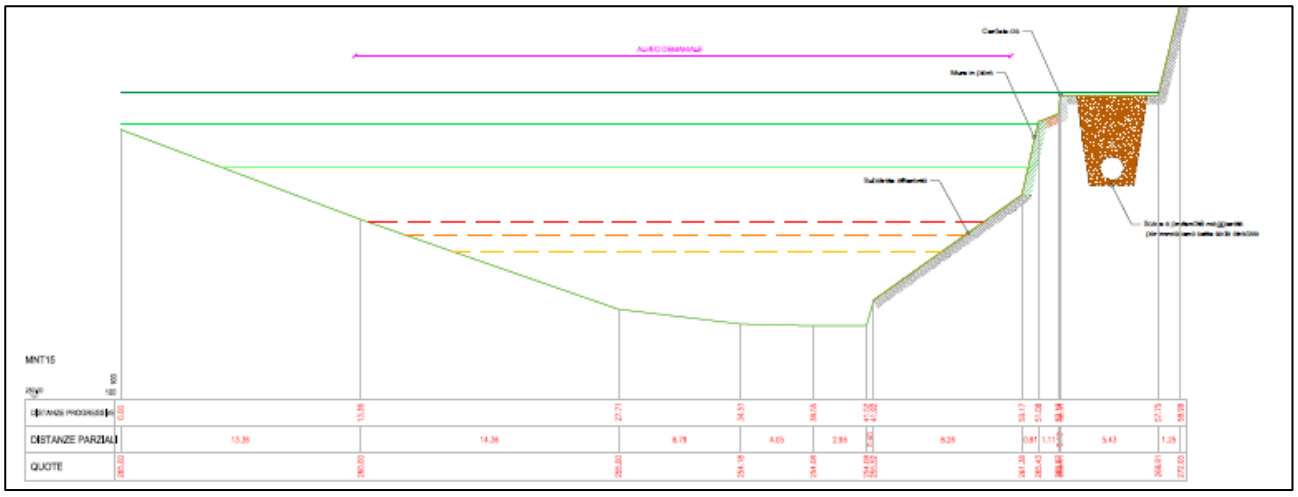
Il percorso prevede il passaggio a mezza costa della tubazione per i primi 110 metri circa su un pendio ripido posto tra la strada provinciale SP 21 bis e il torrente Argentina.
Il pendio risulta formato da substrato roccioso affiorante, nel quale verrà ricavata una sella per adagiarvi sopra la condotta.

L'area risulta comunque di accessibilità ottima, vista la presenza della provinciale stessa, pertanto la presenza di roccia non determina grandi problemi alla cantierizzazione.

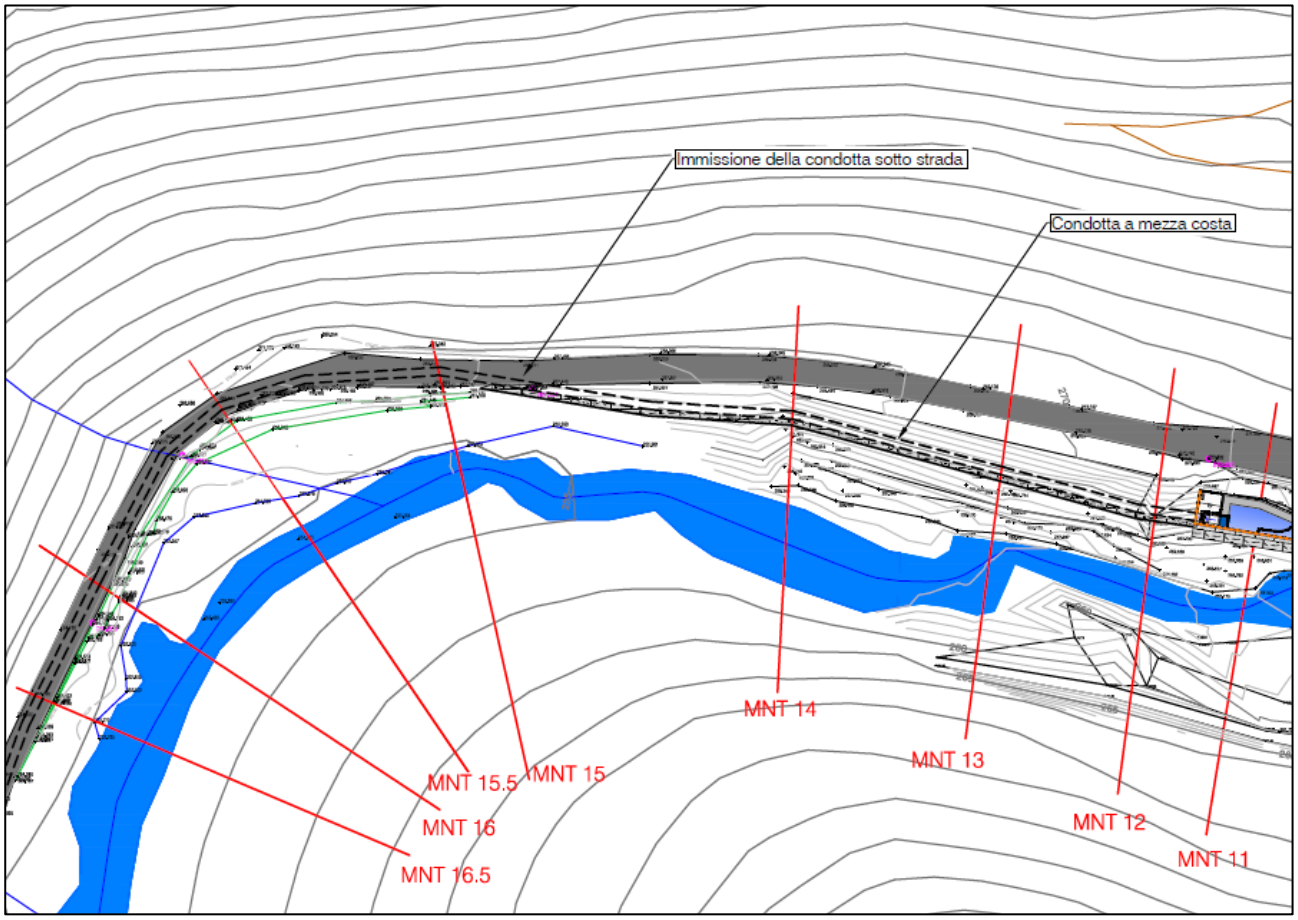


Sezione condotta sul pendio in roccia

Raggiunta l'altimetria della strada si prevede l'immissione al di sotto della sede della SP 21 bis, che per i primi 100 metri ca prevedrà uno scavo maggiorato che va da un massimo di 5 m alla profondità minima necessaria di 2.7 m.



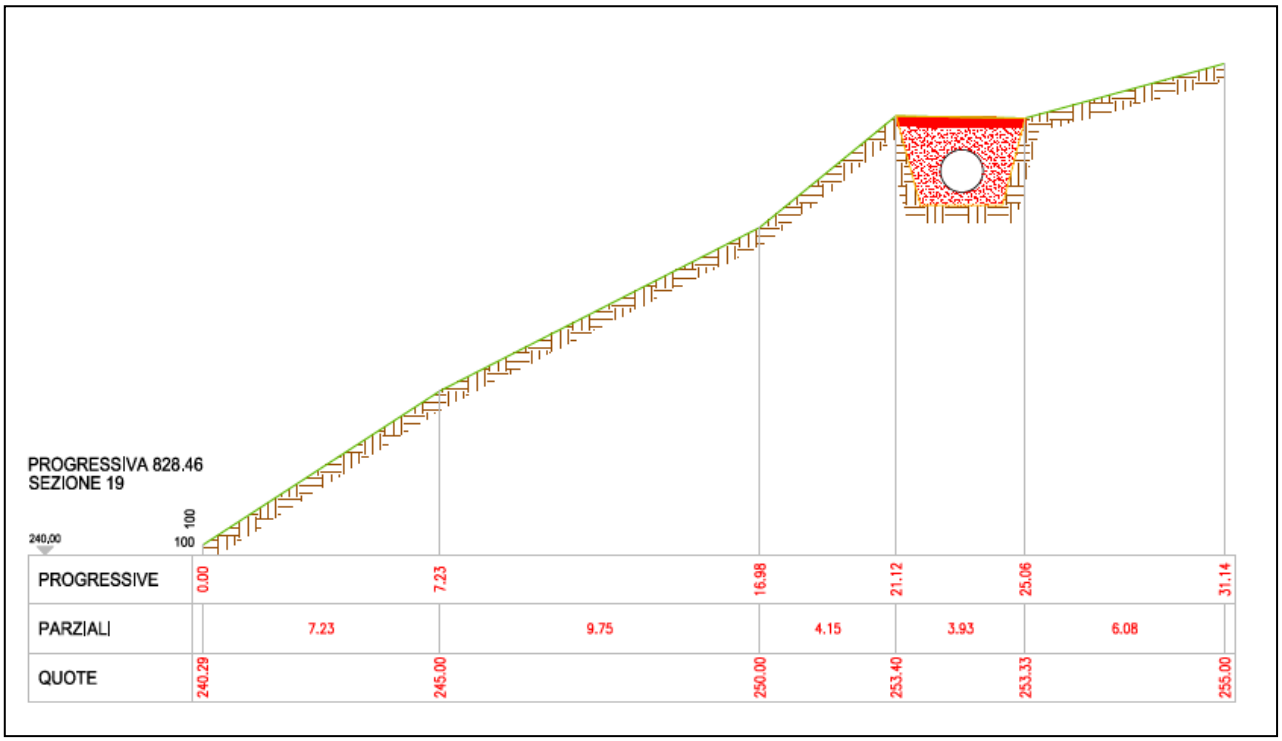
Punto di immissione della condotta con scavo maggiorato sotto la strada SP 21 bis



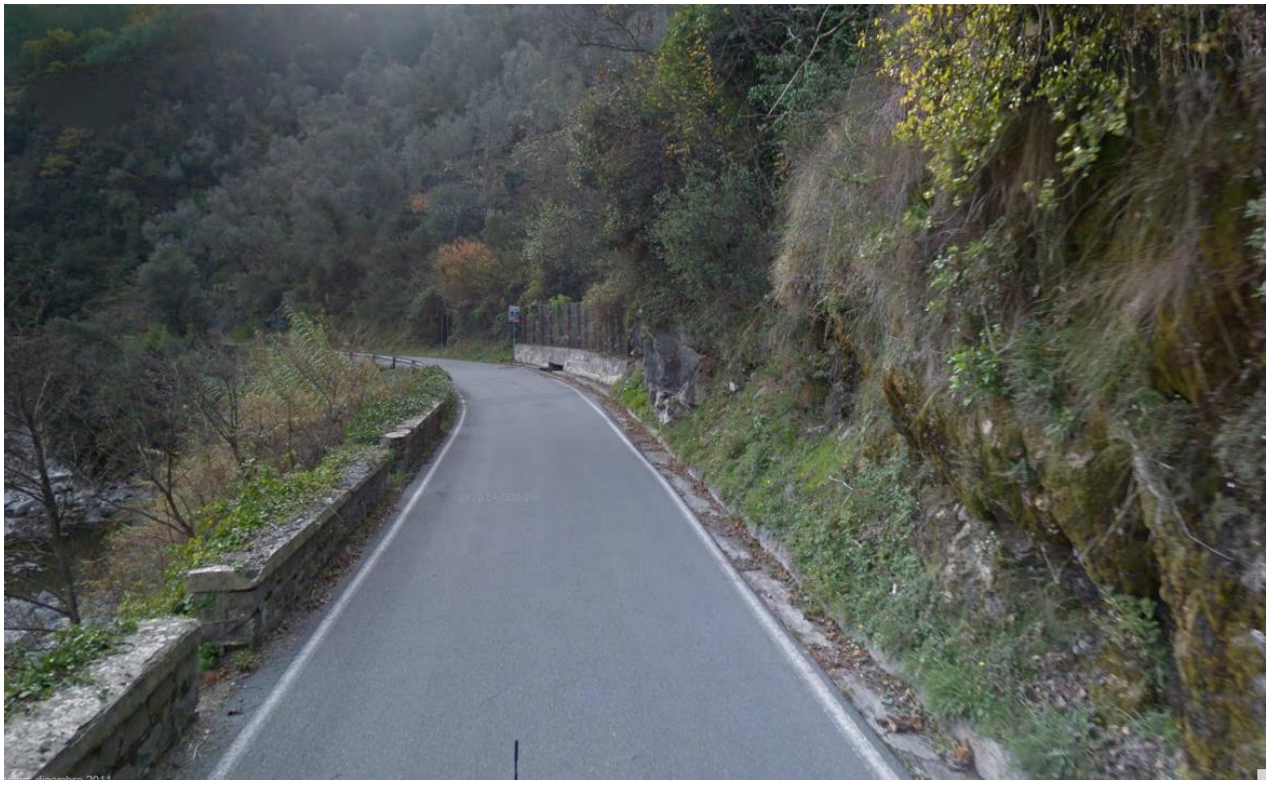
Punto di immissione della condotta sotto la strada SP 21 bis

Di seguito lungo la strada si procederà con scavo tipo a 2.7 metri di profondità procedendo a centro carreggiata.

Per i primi 1880 m di condotta si prevede l'intercettazione locale del substrato roccioso della sponda destra, vista la geometria dei versanti lungo la strada stessa.



Sezione tipo



Vista della strada SP 21 bis

La strada provinciale SP 21 bis costituiva la vecchia arteria di collegamento di fondovalle Argentina. Con la costruzione della Diga di Glori la strada avrebbe dovuto essere sommersa dalla diga, pertanto era stato realizzato il tracciato alternativo ad altimetria superiore che oggi costituisce la SP 548.

In località Agaggio le strade si ricongiungono, pertanto allo stato attuale la strada SP 21 bis costituisce una via di collegamento alternativa per le sole frazioni Agaggio e Glori, raggiungibili

alternativamente con la SP 548. Inoltre allo stato attuale la strada risulta chiusa da lungo tempo per una frana nel tratto a monte dell'area di realizzazione dell'impianto.

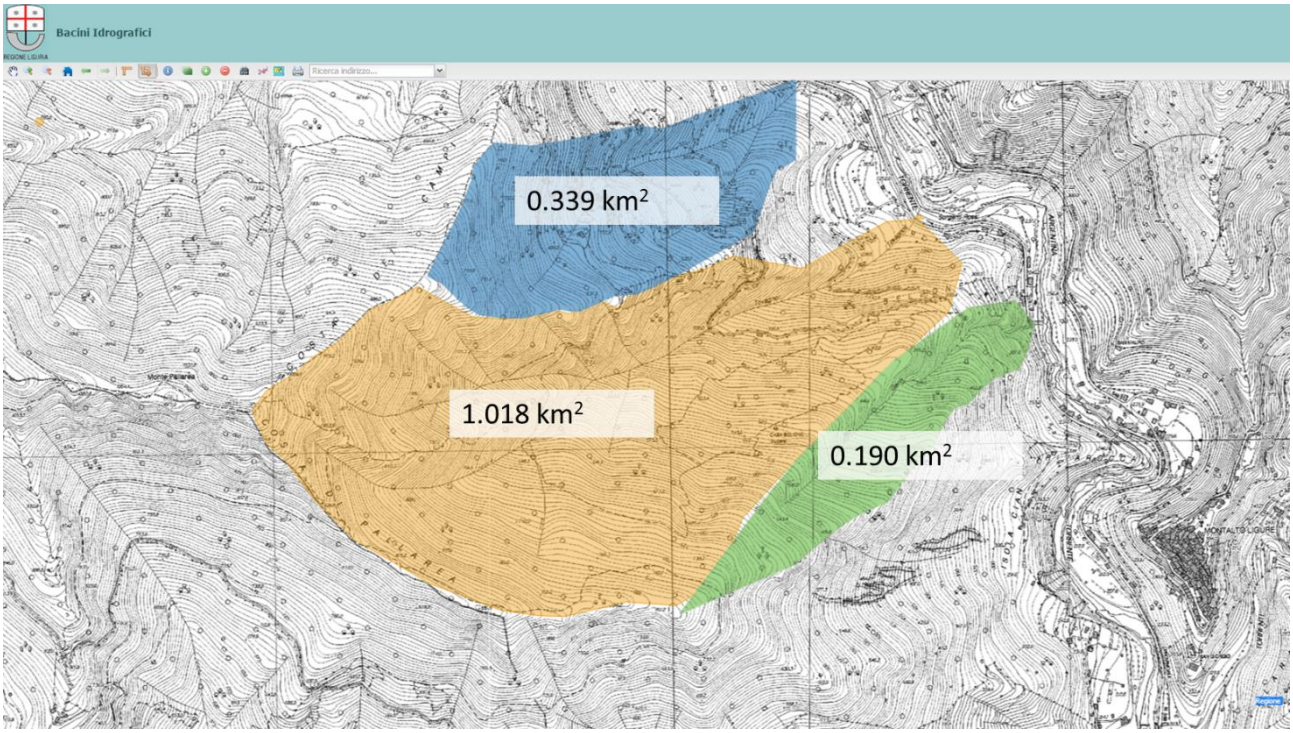
L'importanza della strada risulta quindi molto marginale, pertanto i disagi relativi ai lavori particolarmente contenuti a poche abitazioni presenti nella parte più a valle della strada

Le modalità e le tempistiche di posa sono definite nella convenzione approvata dal Comune di Montalto Carpasio in data 04/03/2022, proprietario della strada.

Attraversamenti della condotta lungo gli impluvi in destra idrografica

Lungo la SP 21 bis sono previsti attraversamenti a 3 corsi d'acqua minori, nell'ordine da monte: il fosso Senza Nome, il Rio Tovagnoli e il Fosso di Gerim.

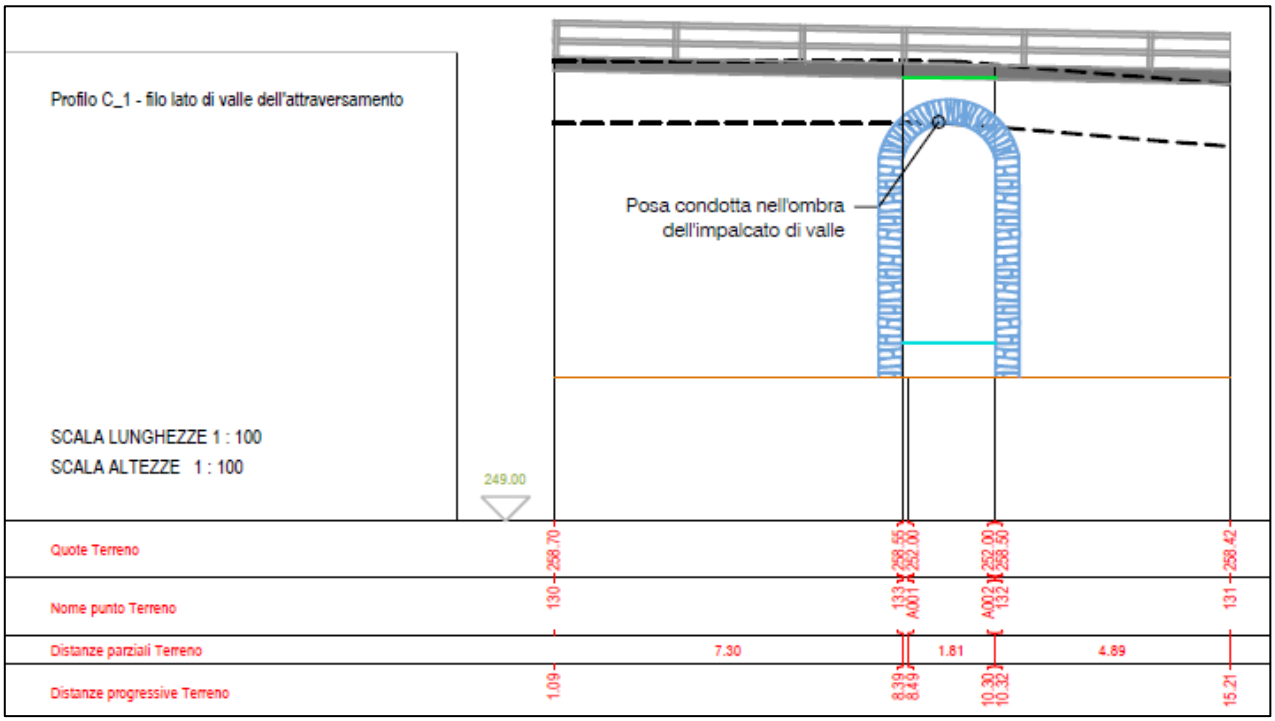
Nell'immagine seguente sono riportati i bacini di pertinenza dei tre impluvi, a partire da monte si ha in azzurro il fosso Senza Nome, in arancione il Rio Tovagnoli e in verde il Fosso di Gerim.



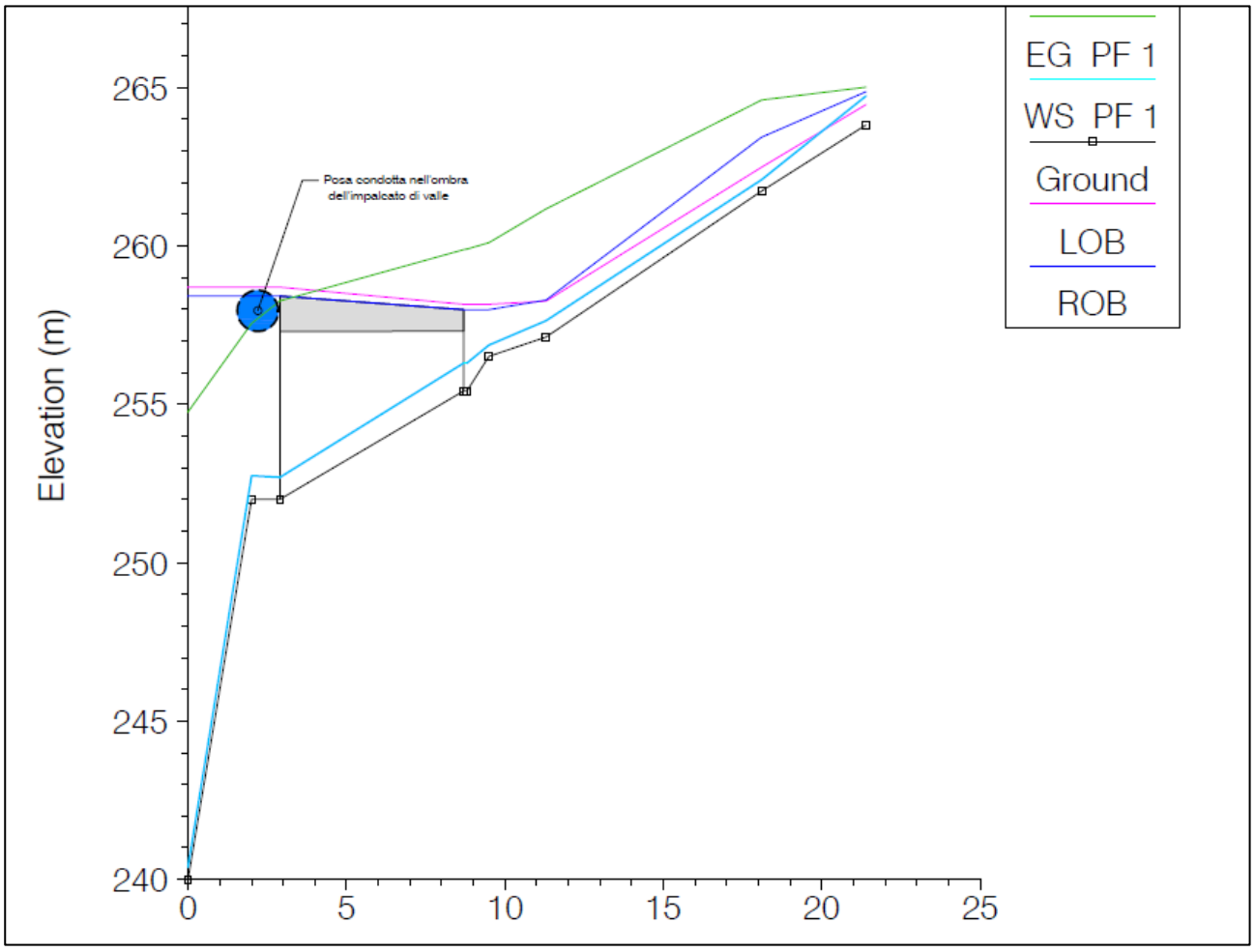
Bacino drenato dagli impluvi

Questi attraversamenti verranno effettuati mediante passaggio a valle dell'impalcato.

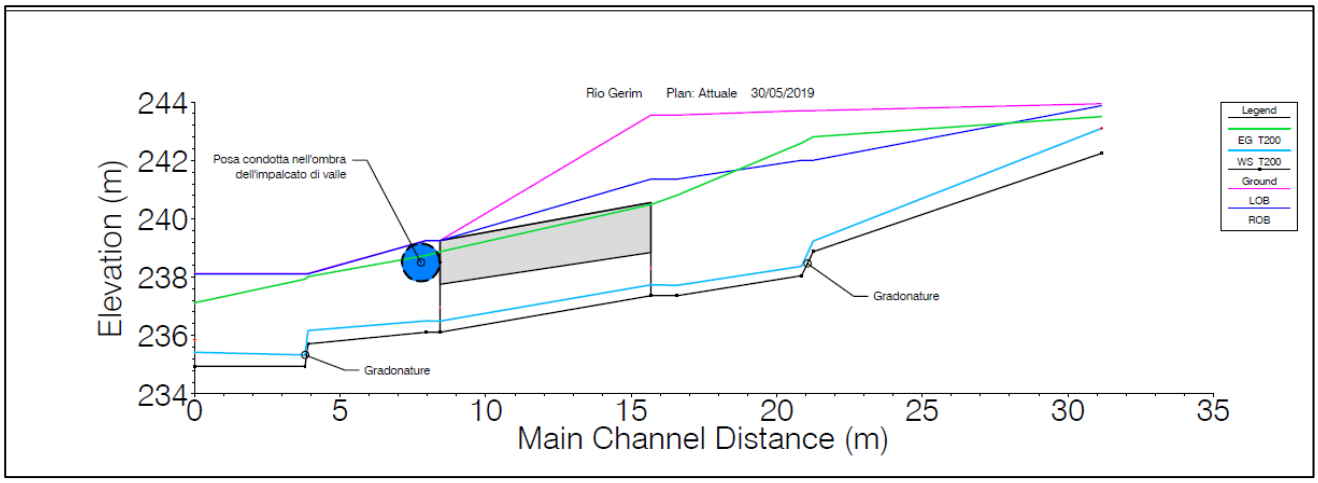
Per i dettagli si veda la R3 Relazione idraulica.



Geometria dell'attraversamento lato valle Fosso senza nome



Profilo idraulico dell'attraversamento del Rio Tovagnoli



Sezione di attraversamento del Fosso Gerim

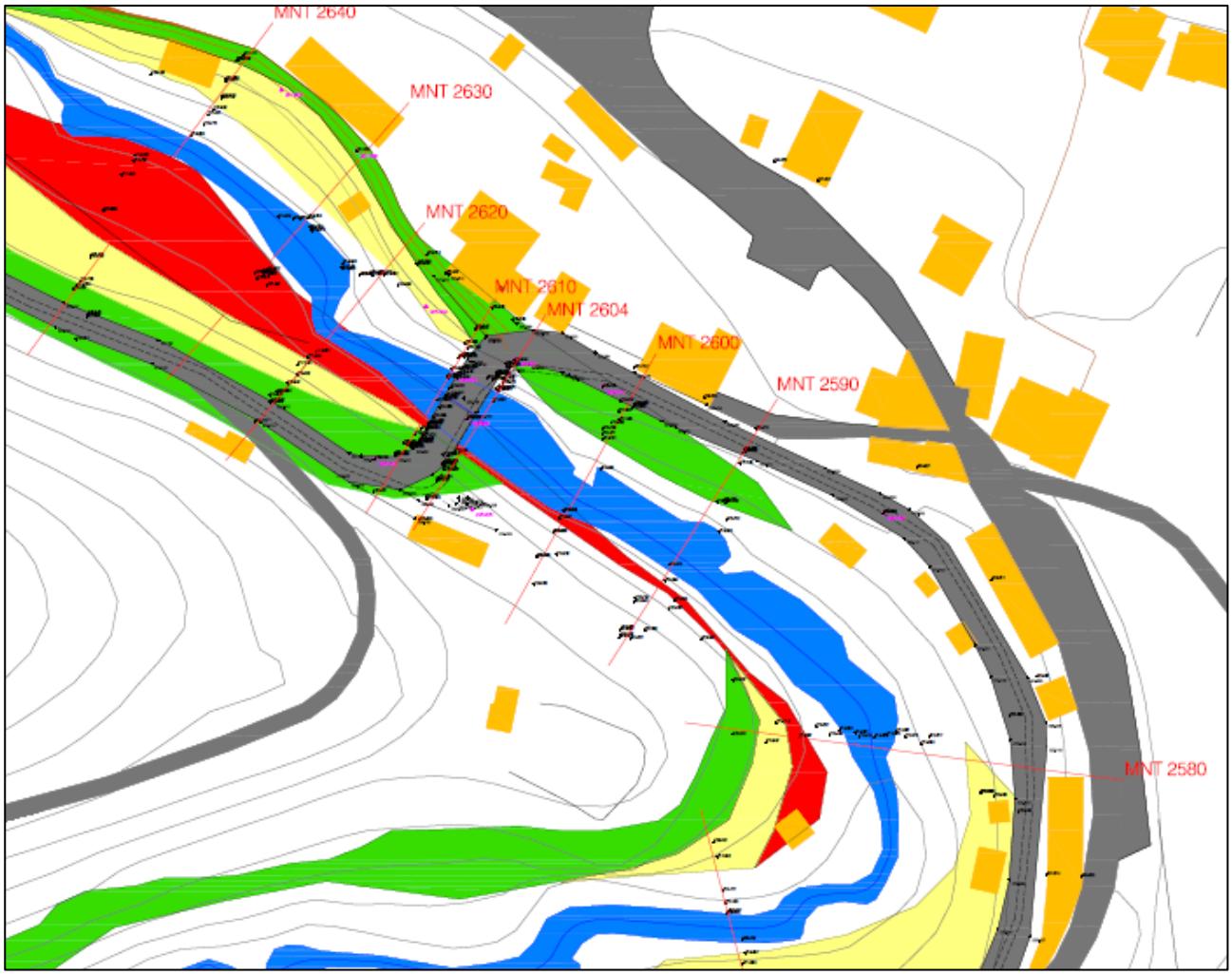
Attraversamento della condotta sul Torrente Argentina

Dopo 1880 m ca si prevede l'attraversamento del Torrente Argentina, per passare dalla destra idrografica alla sinistra idrografica.
Il punto prescelto è a valle del ponte in località Desteglio con soluzione di passaggio lato valle dell'impalcato del ponte.

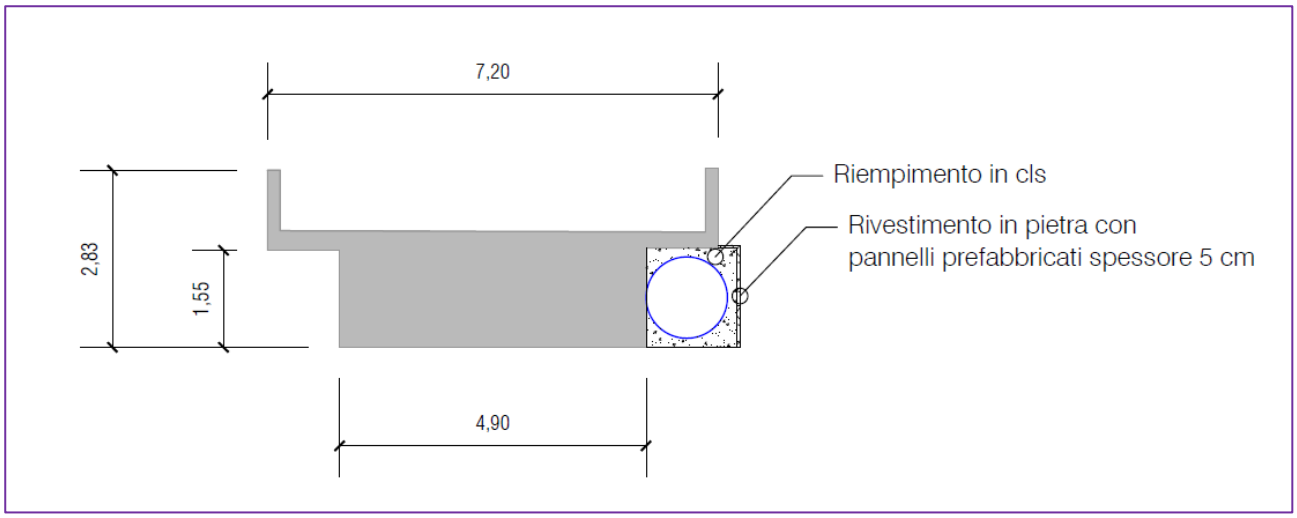
Tale ponte della Strada Provinciale in località Desteglio comporta un restringimento che determina insufficienze idrauliche al passaggio delle piene. In particolare il restringimento determina un rigurgito a monte che va ad interessare alcuni terreni agricoli per la fascia cinquantennale e 2 fabbricati per la fascia duecentennale.

Il Piano interventi dell'Autorità di Bacino non prevede ancora un progetto per la messa in sicurezza dell'area, ma vengono sinteticamente individuate come soluzioni la demolizione e ricostruzione del ponte o la realizzazione di bypass. Vista la bassa importanza strategica e l'ingente costo di tali interventi la priorità della messa in sicurezza risulta comunque bassa.

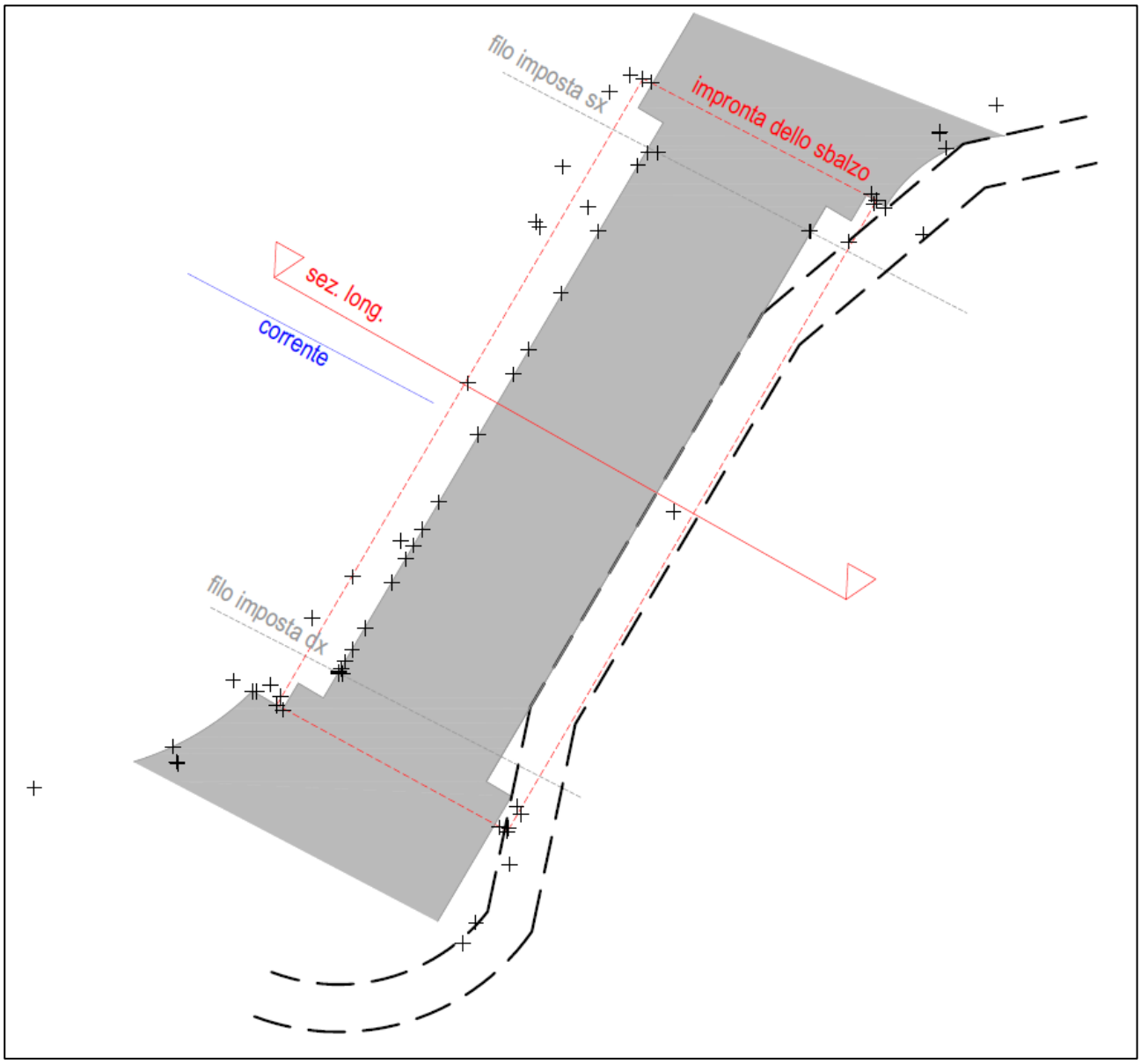
Si è quindi previsto il passaggio della condotta nell'ombra dell'impalcato di valle del ponte, che in caso di demolizione e ricostruzione del ponte potrà essere agevolmente adeguata alla nuova struttura con esborso contenuto per il concessionario.



Area rilevata in loc. Desteglio



Sezione con indicazione del passaggio della condotta al di sotto dello sbalzo



Planimetria della condotta posta nell'impalcato di valle

La condotta sarà occultata tramite copertura in pietre della stessa tipologia e colore dell'arcata ponte.

Superato l'attraversamento si procede per 200 m ca sulla SP 21 bis e per i restanti 250 m sulla SP 548 di Valle Argentina, fino a raggiungere il punto prescelto per il posizionamento dell'edificio centrale, costituito da una terrazza coltiva tra la SP 548 e il torrente.

Tracciato della condotta ultimo tratto

Lo sviluppo della condotta sulla SP 21 bis comporta disagi minimi, dal momento che la strada risulta ampiamente sottoutilizzata in quanto più scomoda della variante SP 548, realizzata per scavalcare la diga di Glori poi mai costruita.

I lavori lungo la SP 21 bis potranno essere effettuati con chiusura della carreggiata, vista la larghezza ridotta, lo scarso traffico e la possibilità di bypass.

Lungo la SP 548 di Valle Argentina invece sarà previsto il traffico alternato, visto che la carreggiata presenta larghezza sufficiente al passaggio di un'autovettura oltre alla trincea di scavo.



Vista della strada SP 548

Al termine dei lavori di posa verrà ripristinato il manto stradale sull'intera carreggiata.

2.4 Edificio centrale

L'edificio centrale è previsto in sinistra idrografica su alcune fasce coltive poste a valle della Strada Provinciale 548.

Nell'area individuata sono presenti tra la strada e il torrente, due fasce di terreno posizionate a quote decrescenti a partire dalla strada. L'edificio centrale viene posizionato nella seconda fascia, quella prossima all'alveo fluviale.



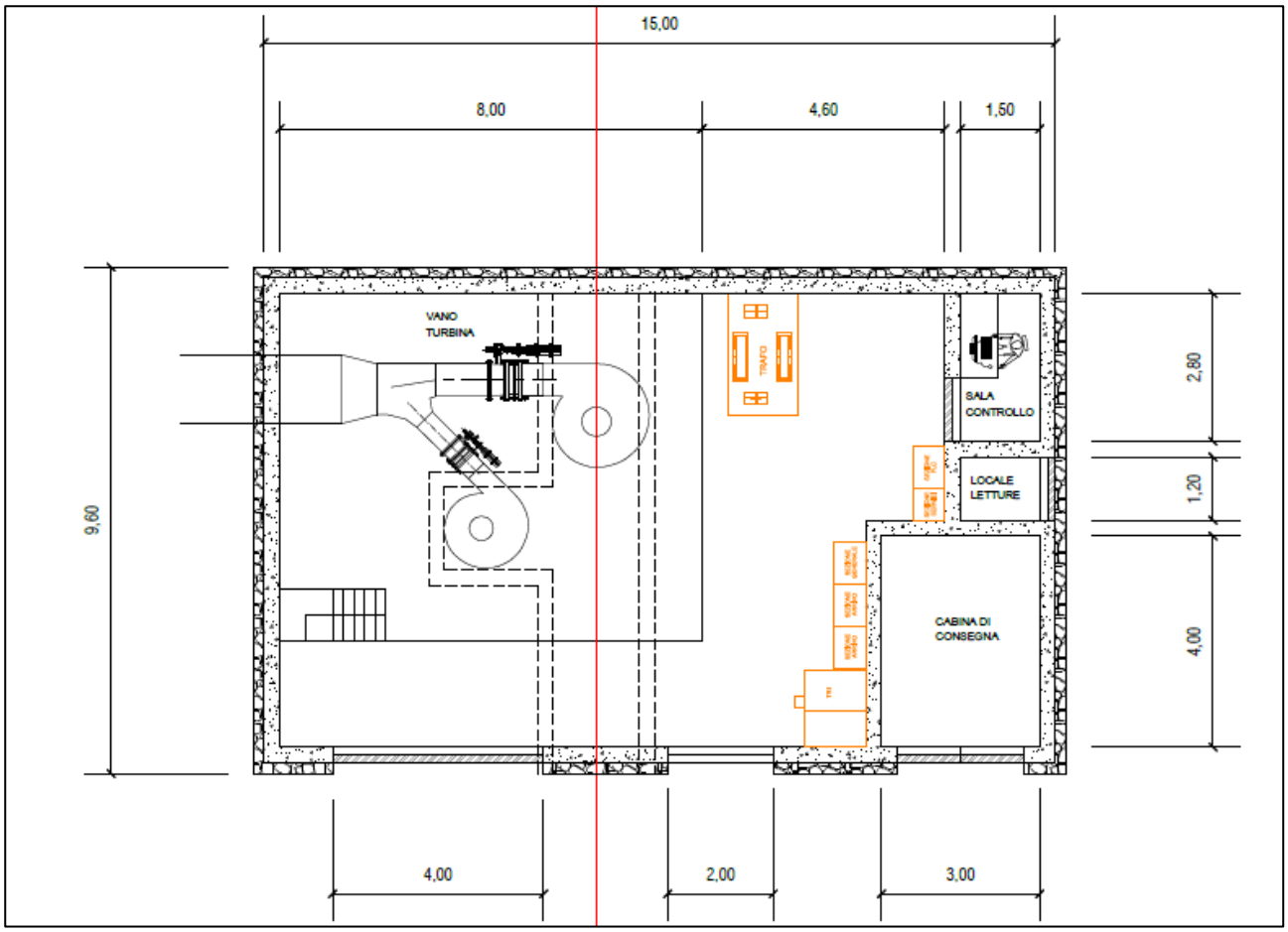
Vista delle fasce dalla sponda destra

Il fabbricato presenta dimensioni in pianta di 15x9.60 m^2, con altezza fuori terra di 5 m. Il muro più lungo lato monte è posto a 50 cm da quello di contenimento della fascia superiore, e lo supera in altezza di circa 2 m.

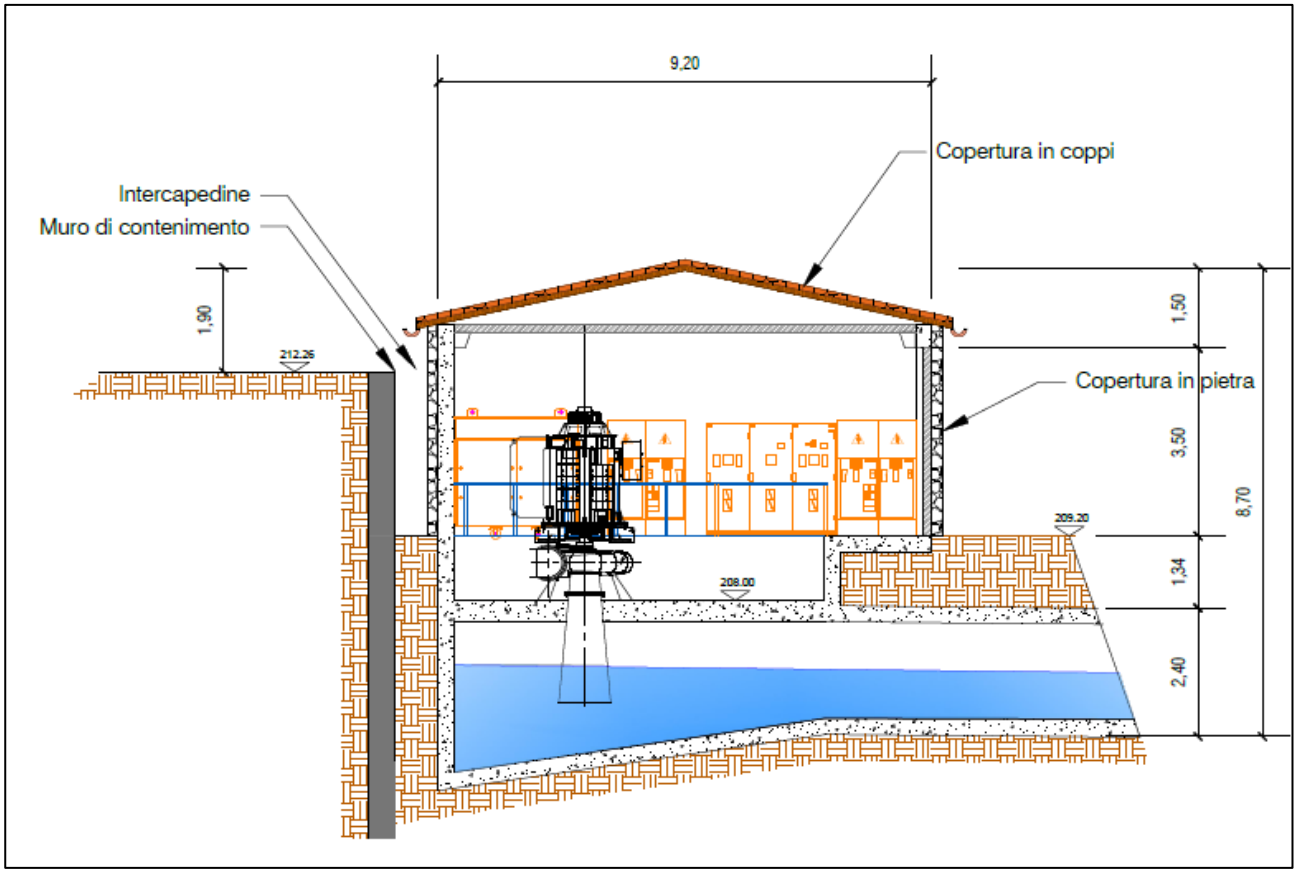
All'interno del manufatto sono poste 2 turbine Francis, una da 600 l/s e una da 1900 l/s. L'utilizzo della doppia turbina garantisce alte efficienze a tutti i regimi idrici e costituisce quindi il miglior utilizzo possibile della risorsa idrica.

Sempre all'interno del locale vengono posti i quadri e i trasformatori nonché i vani di consegna e lettura di pertinenza Enel.

Le forme e le finiture esterne del fabbricato sono state recepite dalle indicazioni dell'Ufficio Tutela Paesaggio della Regione Liguria, che ha rilasciato il proprio parere in sede di procedura di screening VIA.



Planimetria

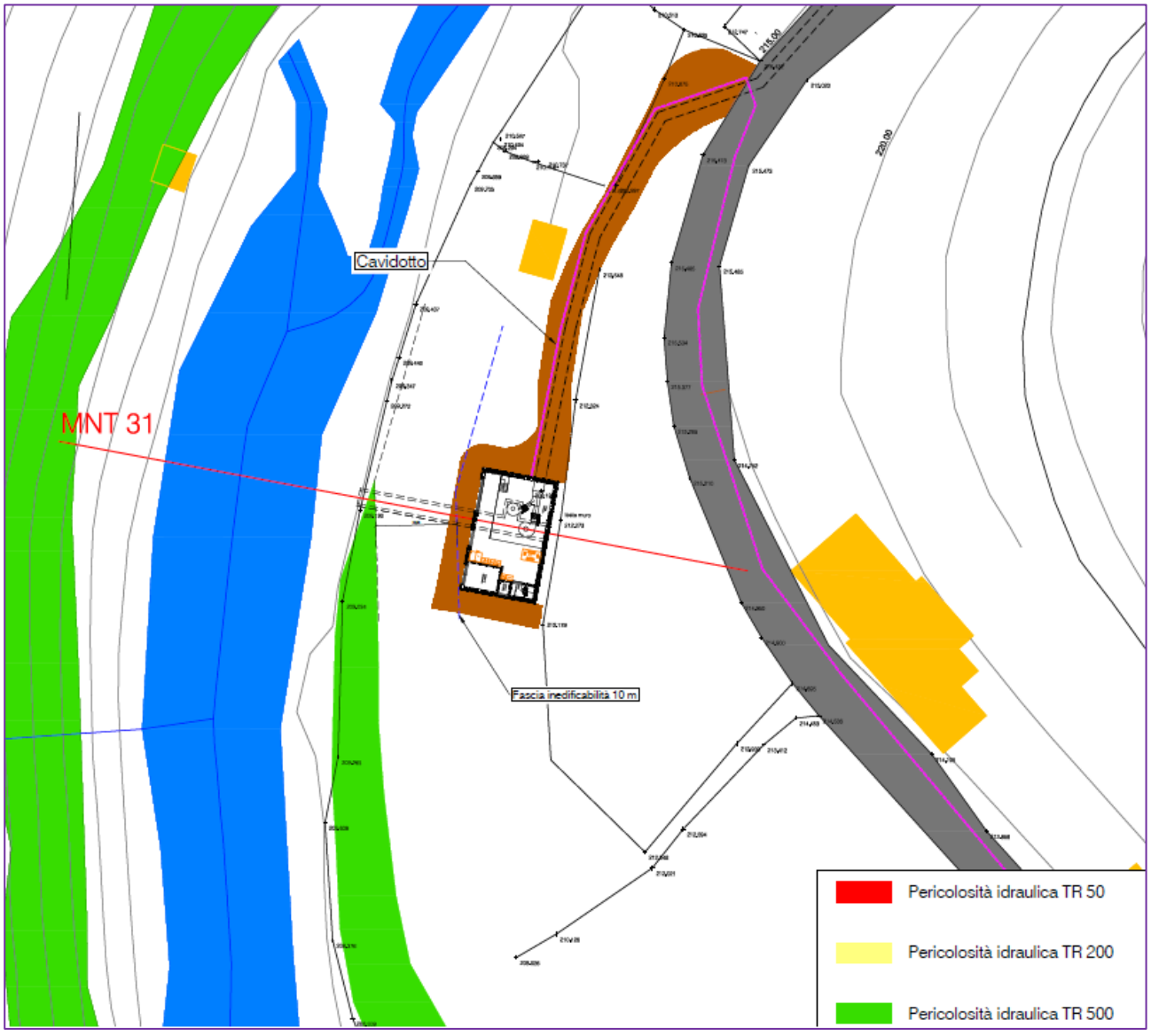


Sezione A – A'

Il locale è posto al di fuori della fascia di inedificabilità assoluta di 10 m dai corsi d'acqua e dal tirante della piena duecentennale.

L'accesso all'edificio centrale sarà garantito da una rampa in terra battuta e ghiaia che segue il tracciato della condotta a partire dalla Strada Provinciale 548, da dove si discosta il percorso della tubazione, fino al fabbricato.

La realizzazione della rampa seguirà grossomodo l'attuale accesso pedonale alla fascia coltiva inferiore, che necessiterà di allargamento per il passaggio dei mezzi d'opera.



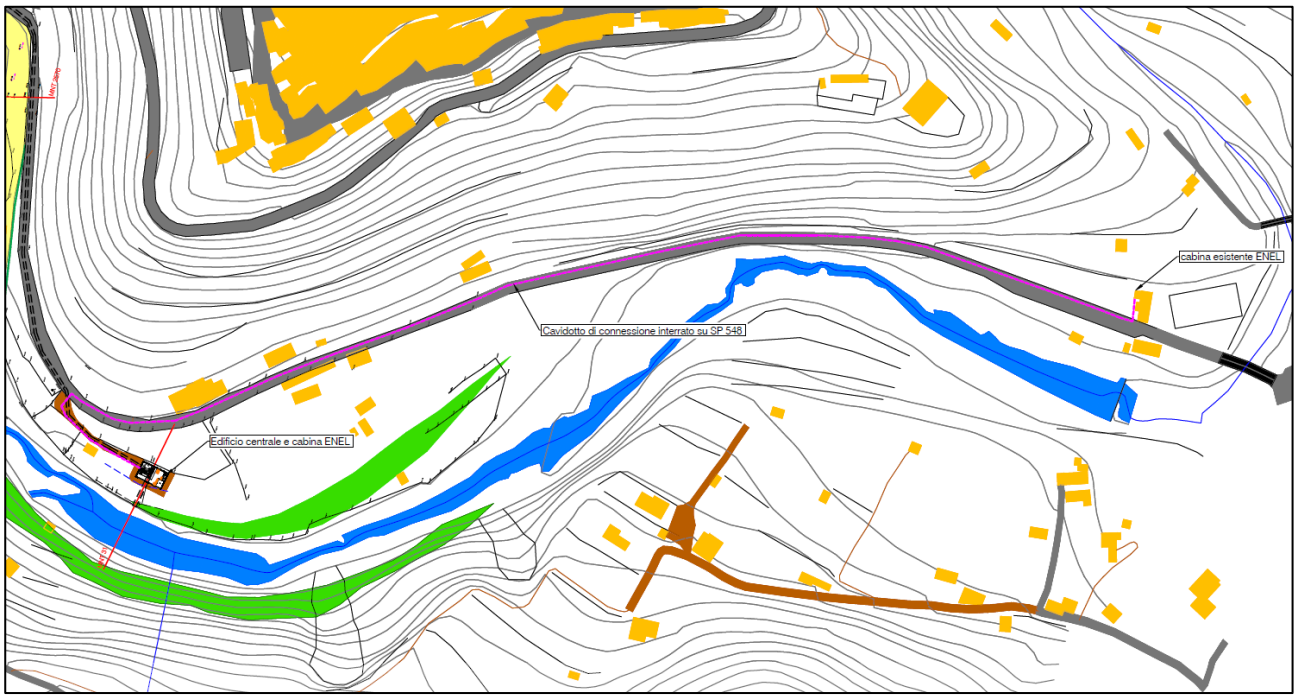
Planimetria area edificio centrale



Prospetto ovest edificio centrale con indicazione delle finiture

2.5 Connessione alla rete elettrica

La connessione alla rete elettrica MT avviene per mezzo di cavidotto interrato DN 150 della lunghezza in pianta di 680 m circa, il quale viene posato sul sedime della SP 548, procedendo verso valle fino a raggiungere la cabina elettrica esistente in fregio alla strada stessa.



Percorso cavidotto MT evidenziato in viola

La cabina di consegna ENEL viene posizionata all'interno di un vano del fabbricato centrale di dimensioni interne minime 3x4x2.7 m^3 come da standard Enel.



Cabina esistente di allacciamento alla rete

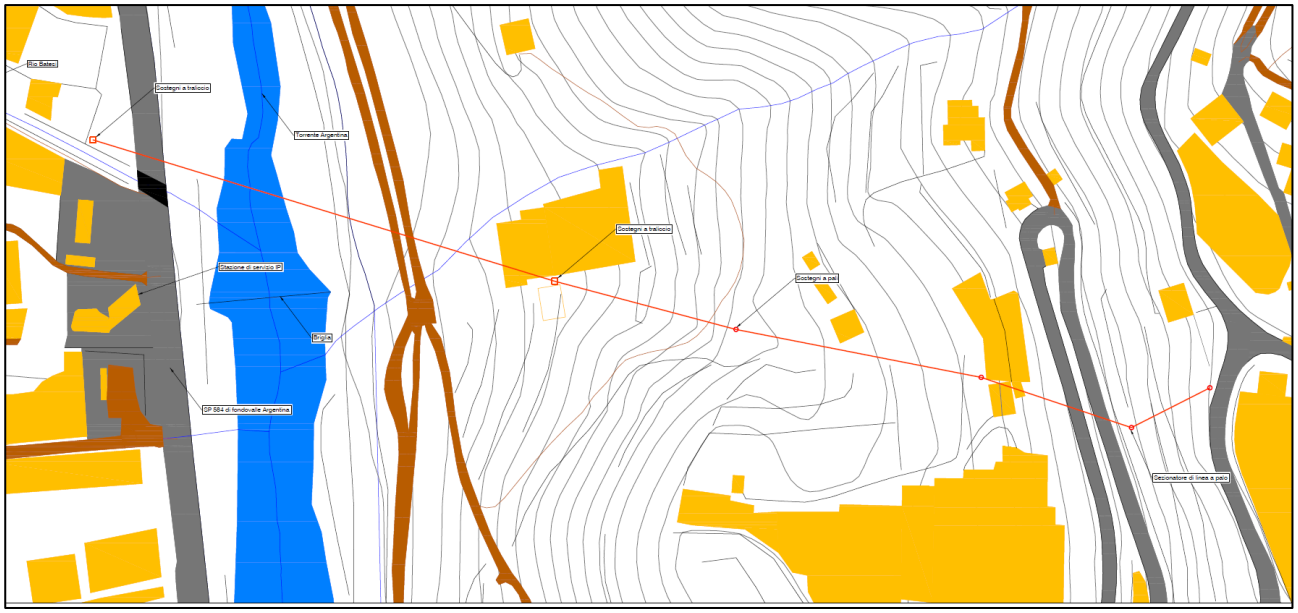
E’ inoltre necessaria la sostituzione di ca 650 m di cavo aereo su una linea elettrica in comune di Taggia, per la quale è prevista la rimozione della terna di cavi in corda nuda e la sostituzione con cavo elicord.

La tratta è posizionata in corrispondenza della terza briglia da valle lungo il Torrente Argentina, alla confluenza col rio Batesi in corrispondenza della stazione di servizio IP lungo la fondovalle Argentina.

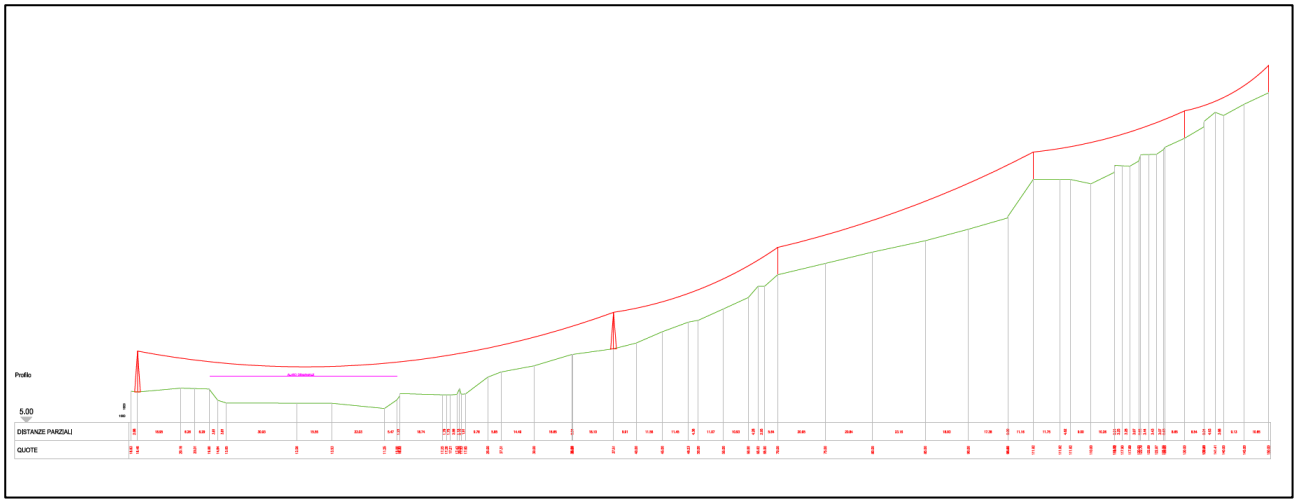
La linea è costituita da 2 sostegni a traliccio per la campata di scavalco del Torrente Argentina e da 4 sostegni a palo in cemento.

La sostituzione costituisce una miglioria sotto il profilo delle emissioni elettromagnetiche, che sono nulle con i cavi elicord.

Trattandosi di intervento su linea esistente non sono necessari asservimenti sulle aree oggetto dei lavori.



Planimetria linea esistente



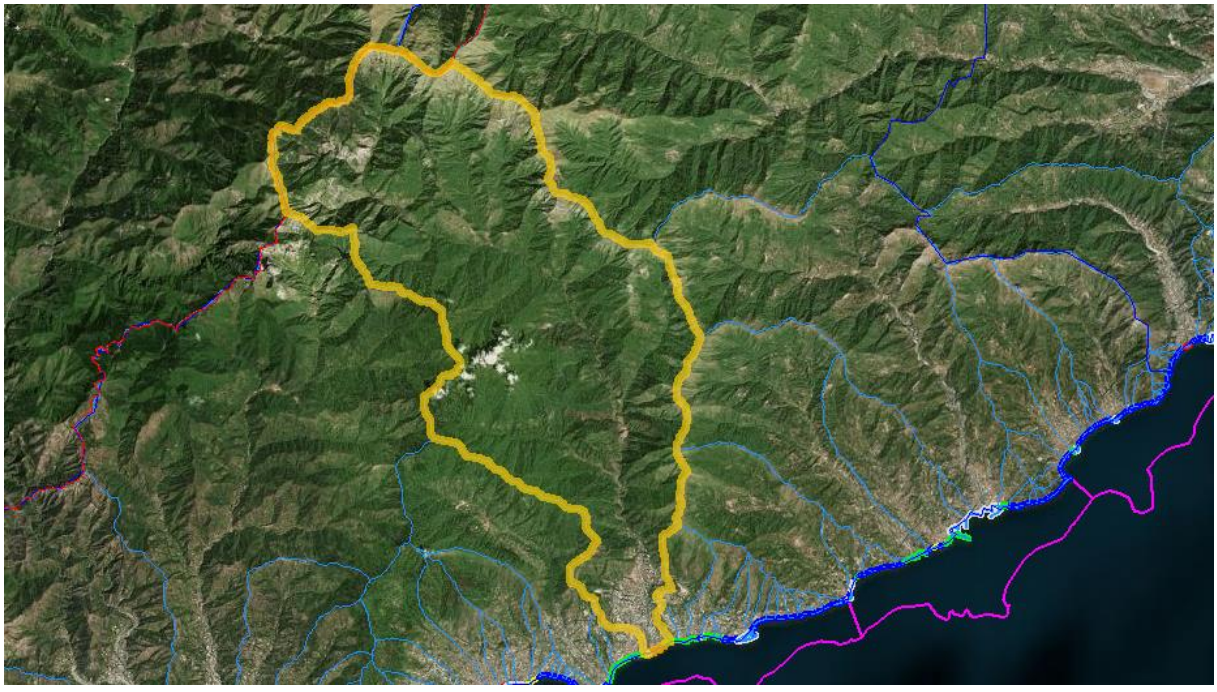
Profilo linea esistente

3 Relazione idrologica

3.1 Inquadramento

Il Bacino idrografico del Torrente Argentina costituisce l'ambito di Bacino Regionale n.4 (Torrente Argentina) ed è situato nei territori amministrativi dei Comuni di:

- Triora e Molini di Triora interessati interamente sia per quanto riguarda l'asta fluviale principale che per quanto riguarda gli affluenti Capriolo e Corte;
- Carpasio e Montalto Carpasio interessati interamente dall'affluente Carpasina;
- Badalucco interessato completamente dal bacino principale e dall'affluente Oxentina;
- Ceriana e Baiardo interessati rispettivamente nella parte nord orientale e nella parte orientale dall'Oxentina;
- Castellaro interessato nella parte occidentale dall'Argentina;
- Taggia, interamente compresa nel bacino;
- Riva Ligure interessata in parte nella località Piani.



Bacino idrografico del Torrente Argentina

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

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

Verso ponente il confine del bacino parte dal Monte Saccarello e collega successivamente i monti Collardente (m 1776), Ceppo (m 1626), Cavanelle (m 1444), Collettazzo (m 1233) e Merlo (m 1015).

Sul versante di levante, sempre partendo da monte Saccarello, il crinale incontra i monti Fronté (m 2152), Monega (m 1881), Bussana (m 1701), Arborea (m 1549), Carpasina (m 1413), Alpasino (m 1097), Moro (m 1181), Arbozzaro (m 1129), Faudo (m 1148) e Grange (m 200).

Ai fini del calcolo idrologico, si è utilizzata la curva pubblicata dagli annali idrologici per la stazione di Merelli, ritenuta più affidabile di quella di Montalto dato il periodo di vita molto superiore (60 anni in tutto).

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

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

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

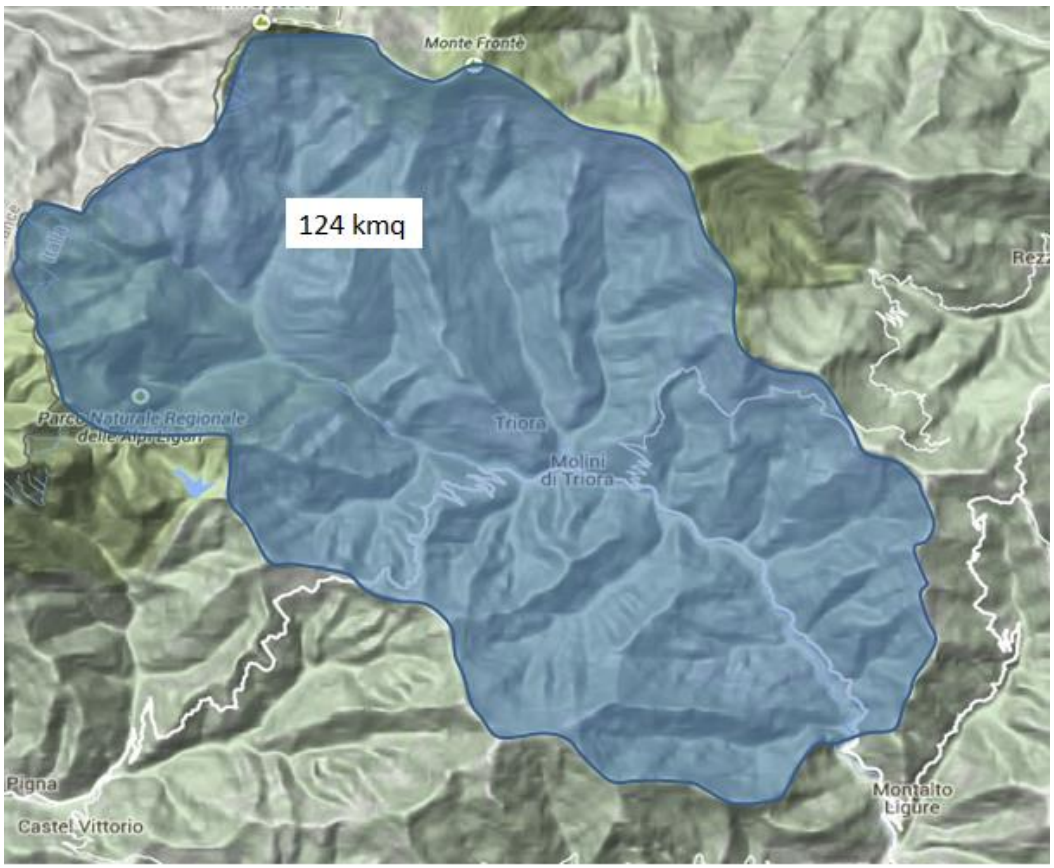
Tabella 4.4 – Caratteristiche della stazione idrometrica di Merelli

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

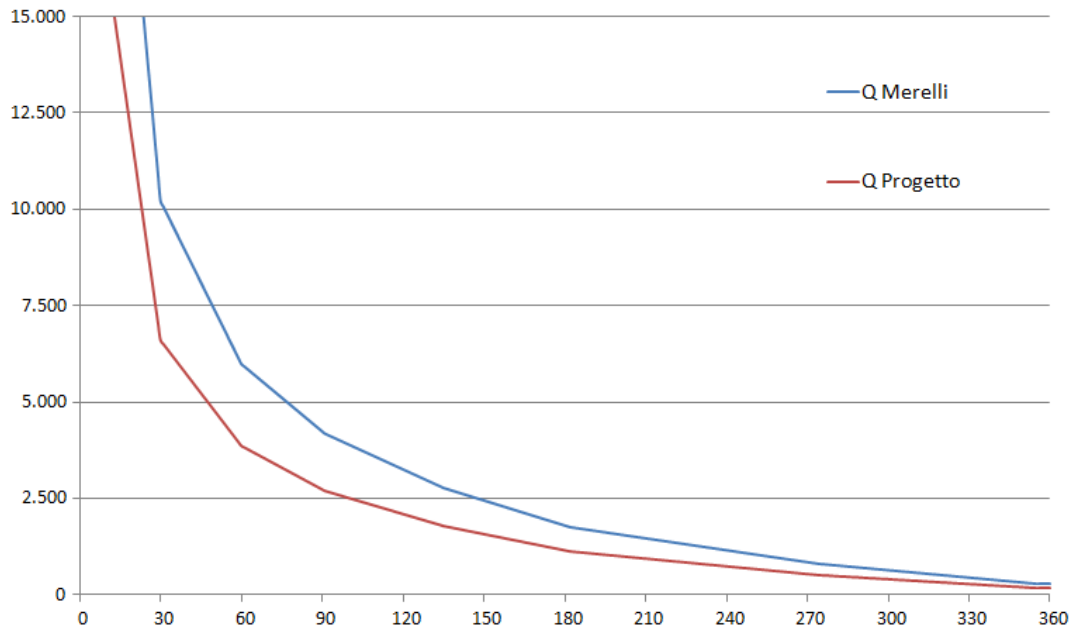
$$Q_{progetto} = Q_{Merelli} \cdot \frac{124}{192}$$

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

Curva delle portate storiche a Merelli



Delimitazione bacino di presa



Curva delle durate a Merelli e alla sezione di presa

Si veda la *R2 Relazione idrologica* per i dettagli.

3.2 Deflusso Minimo Vitale

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Applicando la formula imposta dai Piani di Bacino, con:

- $\boldsymbol{k} = -2.39 * 10^{-5} * 124 + 0.058 = \mathbf{0.055}$
- $\boldsymbol{q_{meda}} = \mathbf{24.8}$ l/s/ km^2
- $\boldsymbol{S} = \mathbf{124}$ km^2

si ottiene un valore del DMV equivalente a

$$\boldsymbol{Q_{DMV}} = 0.055 \cdot 24.8 \cdot 124 = \mathbf{169.1}\ \boldsymbol{l/s}$$

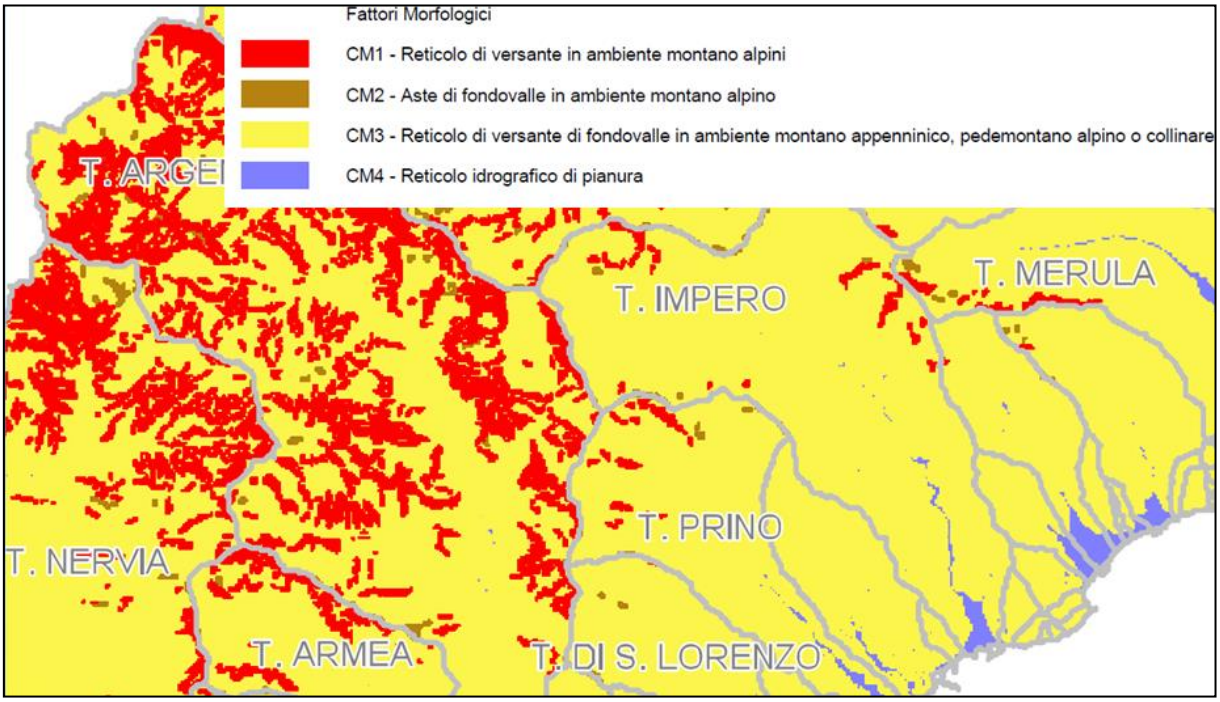
La DGR 1175 del 25/9/2013 ha quantificato i correttivi M (Morfologico), N (Naturalistico) e Q (Qualità) del DMV, rimandando la determinazione dei correttivi F (Fruizione), A (Interscambio tra acque superficiali e sotterranee) e T (Modulazione) che vengono fissati provvisoriamente a 1.

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

Tabella 1 - Classi morfologiche

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

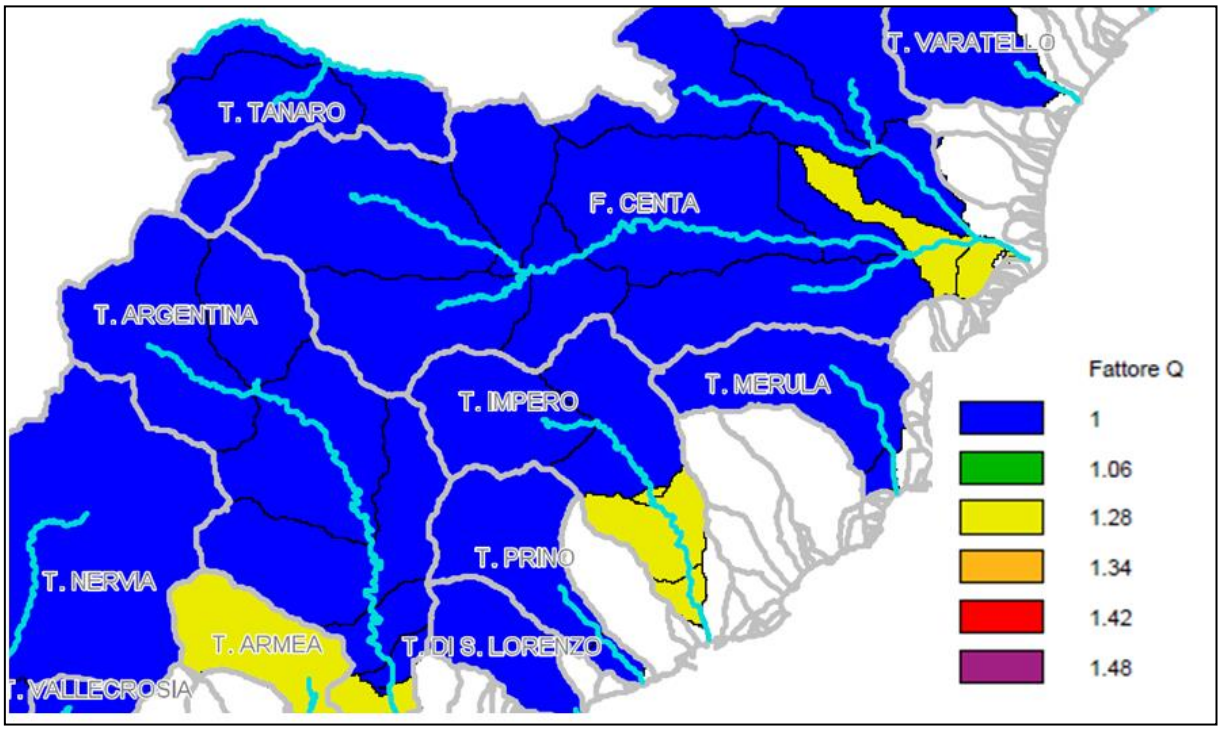
La cartografia allegata alla DGR classifica l'area interessata come CM3, a cui corrisponde un correttivo M pari a 1.1.



Correttivi – Fattore M

Il correttivo naturalistico N è fissato pari a 1.8 per prese in aree protette (Ramsar, SIC, ZPS, Riserve ecc.), il tratto sotteso non rientra in questa fattispecie.

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

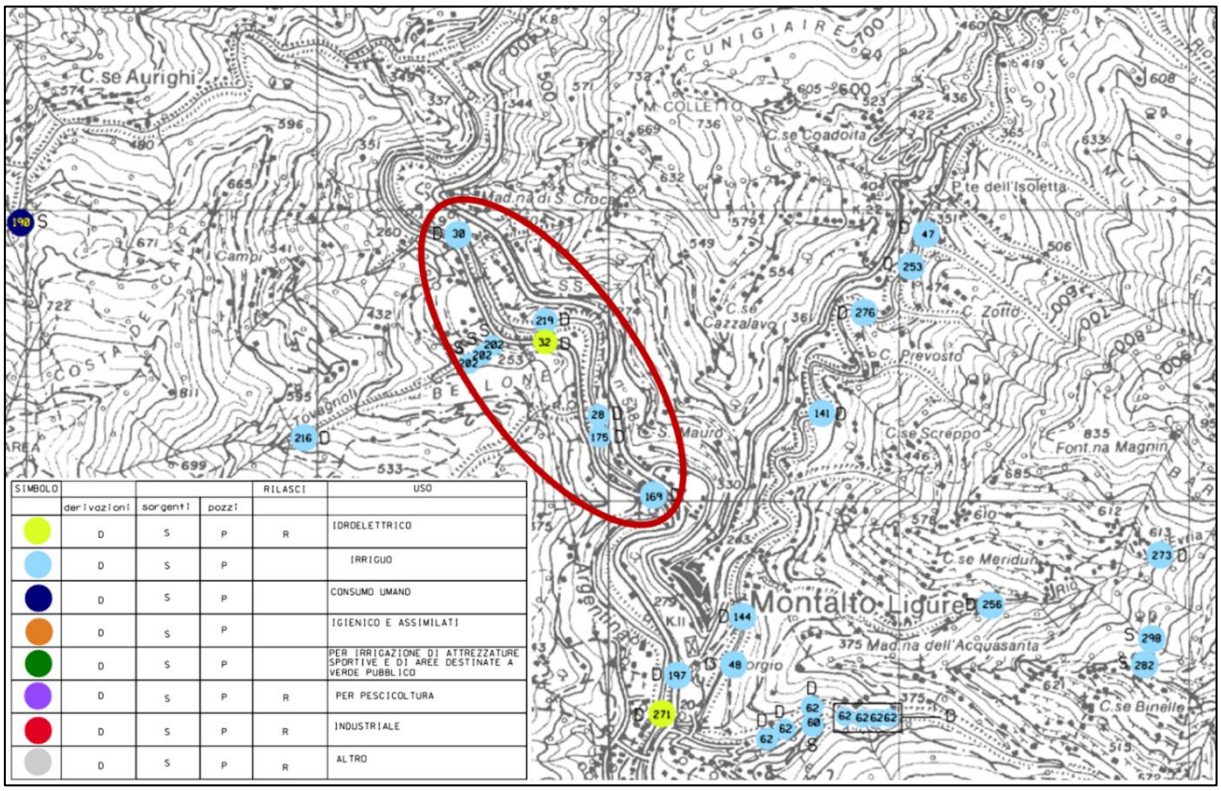


Correttivi – Fattore Q

Il DMV di legge integrato dai correttivi risulta pari a

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

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



Carta degli usi in atto concessionati

n. concessione	Uso	Portata concessionata [l/s]
28	Irriguo	1
30	Irriguo	2
32	Idroelettrico	100
165	Irriguo	1.5
175	Irriguo	0.038
216	Irriguo	0.2
	TOTALE	**103**

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

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

TABELLA 4.26 – Elenco derivazioni ad uso idroelettrico

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

3.3 Calcolo della portata rilasciata nel torrente

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

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

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

$\boldsymbol{h_0}$ è il tirante

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

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

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

La luce primaria risulta sotto battente, dal momento che il tirante idraulico rispetto al fondo (38 cm) è superiore all'altezza della luce (25 cm), ed essendo una scala a bacini successivi la luce è rigurgitata. La differenza di carico tra due bacini successivi della scala è stimata 20 cm (vedi capitolo 1.2, paragrafo "Scala di risalita").

La formula dell'efflusso da luce sotto battente rigurgitata per i bacini successivi è:

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

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

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

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

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

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

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

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

Riepilogo DMV:

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

3.4 Calcolo della portata derivabile

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

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

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

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

In azzurro sono indicati i valori della curva in cui l'impianto è fermo, poiché la portata non è sufficiente a rilasciare il minimo DMV richiesto e ad alimentare la turbina più piccola a regime minimo, questo si verifica per circa 98 giorni l'anno. Mentre in bianco sono indicati i giorni in cui l'impianto è attivo ma non a pieno regime, si ha un rilascio del deflusso minimo vitale richiesto, che passa da un minimo di 412 l/s ad un massimo di 938 l/s, più del doppio, questa condizione si verifica per circa 191 giorni l'anno. Infine vi sono 71 giorni l'anno, segnati in verde, in cui l'impianto funziona a pieno regime e tutto il surplus d'acqua non derivato contribuisce al normale deflusso del Torrente.

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q1	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q2	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q3	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q4	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q5	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q6	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q7	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q8	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q9	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q10	16462	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q11	15970	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q12	15477	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q13	14985	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q14	14493	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q15	14000	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q16	13508	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q17	13015	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q18	12523	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q19	12030	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q20	11538	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q21	11045	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q22	10553	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q23	10060	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q24	9568	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q25	9076	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q26	8583	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q27	8091	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q28	7598	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q29	7106	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q30	6613	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q31	6522	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q32	6431	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q33	6340	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q34	6248	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q35	6157	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q36	6066	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q37	5974	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q38	5883	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q39	5792	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q40	5701	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q41	5609	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q42	5518	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q43	5427	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q44	5335	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q45	5244	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q46	5153	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q47	5062	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q48	4970	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q49	4879	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q50	4788	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q51	4697	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q52	4605	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q53	4514	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q54	4423	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q55	4331	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q56	4240	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q57	4149	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q58	4058	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q59	3966	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q60	3875	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q61	3837	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q62	3800	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q63	3762	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q64	3724	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q65	3686	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q66	3649	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q67	3611	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q68	3573	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q69	3536	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q70	3498	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q71	3460	2500	100%	88.0%	3.5	53.5	1155	27720
Q72	3423	2480	99%	88.0%	3.4	53.6	1147	27525
Q73	3385	2446	98%	88.0%	3.3	53.7	1133	27191
Q74	3347	2412	96%	88.0%	3.3	53.7	1119	26856
Q75	3309	2378	95%	88.0%	3.2	53.8	1105	26519
Q76	3272	2345	94%	88.0%	3.1	53.9	1091	26190
Q77	3234	2311	92%	88.0%	3.0	54.0	1077	25850
Q78	3196	2277	91%	88.0%	2.9	54.1	1063	25508
Q79	3159	2244	90%	88.0%	2.9	54.1	1049	25175
Q80	3121	2210	88%	88.0%	2.8	54.2	1035	24830
Q81	3083	2177	87%	88.0%	2.7	54.3	1021	24494
Q82	3045	2143	86%	88.0%	2.6	54.4	1006	24145
Q83	3008	2110	84%	88.0%	2.5	54.5	992	23806
Q84	2970	2076	83%	88.0%	2.5	54.5	977	23455
Q85	2932	2043	82%	88.0%	2.4	54.6	963	23113
Q86	2895	2010	80%	88.0%	2.3	54.7	949	22769
Q87	2857	1976	79%	88.0%	2.3	54.7	934	22413
Q88	2819	1943	78%	88.0%	2.2	54.8	919	22067
Q89	2781	1910	76%	88.0%	2.1	54.9	904	21697
Q90	2744	1877	75%	87.9%	2.0	55.0	890	21370
Q91	2706	1844	74%	87.8%	2.0	55.0	876	21020
Q92	2685	1825	73%	87.7%	1.9	55.1	867	20817
Q93	2665	1808	72%	87.6%	1.9	55.1	860	20636
Q94	2644	1789	72%	87.6%	1.9	55.1	851	20433
Q95	2623	1771	71%	87.5%	1.8	55.2	843	20240
Q96	2603	1754	70%	87.4%	1.8	55.2	836	20057
Q97	2582	1735	69%	87.1%	1.8	55.2	827	19853
Q98	2561	1717	69%	87.1%	1.7	55.3	819	19659
Q99	2540	1699	68%	86.8%	1.7	55.3	811	19465
Q100	2520	1681	67%	86.5%	1.7	55.3	803	19270
Q101	2499	1663	67%	86.5%	1.6	55.4	795	19075
Q102	2478	1645	66%	86.3%	1.6	55.4	787	18880
Q103	2458	1628	65%	86.0%	1.6	55.4	779	18695
Q104	2437	1609	64%	85.7%	1.5	55.5	770	18488
Q105	2416	1591	64%	85.7%	1.5	55.5	762	18292
Q106	2396	1574	63%	85.4%	1.5	55.5	754	18106
Q107	2375	1556	62%	85.1%	1.4	55.6	746	17909
Q108	2354	1537	61%	84.8%	1.4	55.6	738	17701
Q109	2334	1520	61%	84.8%	1.4	55.6	730	17514
Q110	2313	1502	60%	84.6%	1.4	55.6	722	17316
Q111	2292	1484	59%	84.1%	1.3	55.7	713	17118
Q112	2271	1466	59%	84.1%	1.3	55.7	705	16919
Q113	2251	1449	58%	83.6%	1.3	55.7	697	16731

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q114	2230	1431	57%	83.1%	1.2	55.8	688	16513
Q115	2209	1413	57%	83.1%	1.2	55.8	679	16295
Q116	2189	1396	56%	82.7%	1.2	55.8	670	16089
Q117	2168	1378	55%	82.2%	1.2	55.8	662	15889
Q118	2147	1360	54%	81.7%	1.1	55.9	653	15672
Q119	2127	1343	54%	81.7%	1.1	55.9	644	15465
Q120	2106	1325	53%	81.2%	1.1	55.9	635	15248
Q121	2085	1307	52%	80.8%	1.0	56.0	625	14999
Q122	2064	1289	52%	80.8%	1.0	56.0	615	14751
Q123	2044	1272	51%	80.3%	1.0	56.0	605	14515
Q124	2023	1255	50%	79.8%	1.0	56.0	595	14280
Q125	2002	1237	49%	79.0%	0.9	56.1	585	14035
Q126	1982	1220	49%	79.0%	0.9	56.1	575	13803
Q127	1961	1202	48%	78.3%	0.9	56.1	565	13560
Q128	1940	1185	47%	77.5%	0.9	56.1	555	13329
Q129	1920	1168	47%	77.5%	0.9	56.1	546	13099
Q130	1899	1150	46%	76.8%	0.8	56.2	538	12903
Q131	1878	1133	45%	76.0%	0.8	56.2	528	12674
Q132	1858	1116	45%	76.0%	0.8	56.2	517	12419
Q133	1837	1098	44%	75.2%	0.8	56.2	506	12155
Q134	1816	1081	43%	74.5%	0.7	56.3	496	11903
Q135	1795	1064	43%	74.5%	0.7	56.3	486	11653
Q136	1781	1052	42%	73.7%	0.7	56.3	477	11459
Q137	1767	1040	42%	73.7%	0.7	56.3	472	11331
Q138	1753	1029	41%	73.0%	0.7	56.3	465	11149
Q139	1739	1017	41%	73.0%	0.7	56.3	459	11022
Q140	1725	1006	40%	72.2%	0.6	56.4	452	10842
Q141	1711	994	40%	72.2%	0.6	56.4	444	10652
Q142	1697	983	39%	71.3%	0.6	56.4	439	10537
Q143	1683	971	39%	71.3%	0.6	56.4	431	10350
Q144	1669	960	38%	70.3%	0.6	56.4	426	10235
Q145	1655	948	38%	70.3%	0.6	56.4	419	10049
Q146	1641	937	37%	69.4%	0.6	56.4	410	9840
Q147	1627	925	37%	69.4%	0.6	56.4	405	9717
Q148	1613	914	37%	69.4%	0.5	56.5	396	9511
Q149	1599	902	36%	68.4%	0.5	56.5	387	9297
Q150	1585	891	36%	68.4%	0.5	56.5	383	9185
Q151	1571	880	35%	67.5%	0.5	56.5	374	8985
Q152	1557	868	35%	67.5%	0.5	56.5	369	8864
Q153	1543	857	34%	66.5%	0.5	56.5	361	8667
Q154	1529	846	34%	66.5%	0.5	56.5	357	8558
Q155	1515	834	33%	65.6%	0.5	56.5	348	8354
Q156	1501	823	33%	65.6%	0.4	56.6	340	8162
Q157	1487	812	32%	64.6%	0.4	56.6	336	8054
Q158	1473	801	32%	64.6%	0.4	56.6	328	7866
Q159	1459	789	32%	64.6%	0.4	56.6	323	7749
Q160	1445	778	31%	63.7%	0.4	56.6	315	7564

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q161	1431	767	31%	63.7%	0.4	56.6	308	7381
Q162	1417	756	30%	62.7%	0.4	56.6	303	7276
Q163	1403	745	30%	62.7%	0.4	56.6	295	7077
Q164	1389	734	29%	61.7%	0.4	56.6	293	7041
Q165	1375	723	29%	61.7%	0.4	56.6	293	7042
Q166	1361	712	28%	60.6%	0.3	56.7	293	7044
Q167	1347	701	28%	60.6%	0.3	56.7	294	7045
Q168	1333	690	28%	60.6%	0.3	56.7	294	7046
Q169	1319	679	27%	59.6%	0.3	56.7	294	7047
Q170	1305	668	27%	59.6%	0.3	56.7	294	7048
Q171	1291	657	26%	58.5%	0.3	56.7	294	7049
Q172	1277	646	26%	58.5%	0.3	56.7	294	7050
Q173	1263	635	25%	57.5%	0.3	56.7	294	7052
Q174	1249	625	25%	57.5%	0.3	56.7	294	7053
Q175	1235	614	25%	57.5%	0.3	56.7	294	7054
Q176	1221	603	24%	56.4%	0.3	56.7	294	7055
Q177	1207	592	24%	56.4%	0.2	56.8	290	6962
Q178	1193	582	23%	55.4%	0.2	56.8	285	6845
Q179	1179	571	23%	55.4%	0.2	56.8	280	6717
Q180	1165	560	22%	54.3%	0.2	56.8	275	6588
Q181	1151	550	22%	54.3%	0.2	56.8	270	6471
Q182	1137	539	22%	54.3%	0.2	56.8	264	6343
Q183	1130	534	21%	53.3%	0.2	56.8	262	6284
Q184	1123	529	21%	53.3%	0.2	56.8	259	6226
Q185	1117	524	21%	53.3%	0.2	56.8	257	6167
Q186	1110	519	21%	53.3%	0.2	56.8	255	6109
Q187	1103	514	21%	53.3%	0.2	56.8	252	6050
Q188	1097	509	20%	52.3%	0.2	56.8	250	5992
Q189	1090	504	20%	52.3%	0.2	56.8	247	5933
Q190	1083	499	20%	52.3%	0.2	56.8	245	5875
Q191	1077	495	20%	52.3%	0.2	56.8	243	5828
Q192	1070	489	20%	52.3%	0.2	56.8	240	5758
Q193	1063	484	19%	51.0%	0.2	56.8	237	5699
Q194	1057	480	19%	51.0%	0.2	56.8	236	5652
Q195	1050	475	19%	51.0%	0.2	56.8	233	5594
Q196	1043	470	19%	51.0%	0.2	56.8	231	5535
Q197	1037	465	19%	51.0%	0.2	56.8	228	5477
Q198	1030	460	18%	49.8%	0.2	56.8	226	5418
Q199	1023	455	18%	49.8%	0.1	56.9	223	5359
Q200	1017	451	18%	49.8%	0.1	56.9	221	5306
Q201	1010	446	18%	49.8%	0.1	56.9	218	5242
Q202	1003	441	18%	49.8%	0.1	56.9	216	5183
Q203	997	436	17%	48.5%	0.1	56.9	213	5119
Q204	990	431	17%	48.5%	0.1	56.9	211	5055
Q205	983	426	17%	48.5%	0.1	56.9	208	4991
Q206	977	422	17%	48.5%	0.1	56.9	206	4938
Q207	970	417	17%	48.5%	0.1	56.9	203	4880

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q208	963	412	16%	47.3%	0.1	56.9	200	4806
Q209	957	408	16%	47.3%	0.1	56.9	198	4744
Q210	950	403	16%	47.3%	0.1	56.9	195	4671
Q211	943	398	16%	47.3%	0.1	56.9	192	4598
Q212	937	394	16%	47.3%	0.1	56.9	190	4552
Q213	930	389	16%	47.3%	0.1	56.9	187	4480
Q214	923	384	15%	46.1%	0.1	56.9	184	4407
Q215	917	380	15%	46.1%	0.1	56.9	181	4347
Q216	910	375	15%	46.1%	0.1	56.9	179	4290
Q217	903	370	15%	46.1%	0.1	56.9	176	4219
Q218	897	366	15%	46.1%	0.1	56.9	173	4160
Q219	890	361	14%	44.8%	0.1	56.9	170	4089
Q220	883	356	14%	44.8%	0.1	56.9	167	4010
Q221	877	352	14%	44.8%	0.1	56.9	165	3965
Q222	870	347	14%	44.8%	0.1	56.9	162	3887
Q223	863	343	14%	44.8%	0.1	56.9	159	3820
Q224	857	339	14%	44.8%	0.1	56.9	157	3776
Q225	850	334	13%	43.6%	0.1	56.9	154	3699
Q226	843	329	13%	43.6%	0.1	56.9	151	3623
Q227	837	325	13%	43.6%	0.1	56.9	148	3558
Q228	830	321	13%	43.6%	0.1	56.9	146	3515
Q229	823	316	13%	43.6%	0.1	56.9	143	3440
Q230	817	312	12%	42.4%	0.1	56.9	141	3377
Q231	810	308	12%	42.4%	0.1	56.9	138	3314
Q232	803	303	12%	42.4%	0.1	56.9	136	3260
Q233	797	299	12%	42.4%	0.1	56.9	133	3198
Q234	790	295	12%	42.4%	0.1	56.9	130	3125
Q235	783	290	12%	42.4%	0.1	56.9	127	3043
Q236	777	286	11%	41.1%	0.1	56.9	125	3001
Q237	770	282	11%	41.1%	0.1	56.9	122	2931
Q238	763	278	11%	41.1%	0.1	56.9	119	2861
Q239	757	274	11%	41.1%	0.1	56.9	117	2820
Q240	750	268	11%	41.1%	0.1	56.9	114	2731
Q241	743	264	11%	41.1%	0.1	56.9	111	2663
Q242	737	261	10%	39.9%	0.1	56.9	110	2633
Q243	730	256	10%	39.9%	0.1	56.9	107	2556
Q244	723	252	10%	39.9%	0.0	57.0	104	2491
Q245	717	249	10%	39.9%	0.0	57.0	103	2461
Q246	710	245	10%	39.9%	0.0	57.0	100	2397
Q247	703	241	10%	39.9%	0.0	57.0	97	2333
Q248	697	237	9%	0.0%	0.0	57.0	96	2295
Q249	690	233	9%	0.0%	0.0	57.0	93	2226
Q250	683	229	9%	0.0%	0.0	57.0	90	2159
Q251	677	225	9%	0.0%	0.0	57.0	88	2121
Q252	670	221	9%	0.0%	0.0	57.0	86	2055
Q253	663	217	9%	0.0%	0.0	57.0	83	1991
Q254	657	214	9%	0.0%	0.0	57.0	82	1963

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q255	650	210	8%	0.0%	0.0	57.0	79	1900
Q256	643	206	8%	0.0%	0.0	57.0	77	1837
Q257	636	202	8%	0.0%	0.0	57.0	75	1802
Q258	630	198	8%	0.0%	0.0	57.0	73	1741
Q259	623	194	8%	0.0%	0.0	57.0	70	1681
Q260	616	190	8%	0.0%	0.0	57.0	69	1646
Q261	610	187	7%	0.0%	0.0	57.0	67	1597
Q262	603	183	7%	0.0%	0.0	57.0	65	1562
Q263	596	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q264	590	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q265	583	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q266	576	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q267	570	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q268	563	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q269	556	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q270	550	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q271	543	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q272	536	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q273	530	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q274	523	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q275	519	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q276	515	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q277	511	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q278	507	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q279	502	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q280	498	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q281	494	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q282	490	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q283	486	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q284	482	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q285	478	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q286	473	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q287	469	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q288	465	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q289	461	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q290	457	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q291	453	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q292	448	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q293	444	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q294	440	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q295	436	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q296	432	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q297	428	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q298	424	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q299	419	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q300	415	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q301	411	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0

Curva di durata	Qnat (l/s)	Qturbina (l/s)	Q%	η%	Perdite (m)	Hnet (m)	Potenza (kW)	Produzione giornaliera (kWh)
Q302	407	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q303	403	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q304	399	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q305	395	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q306	390	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q307	386	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q308	382	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q309	378	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q310	374	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q311	370	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q312	366	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q313	361	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q314	357	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q315	353	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q316	349	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q317	345	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q318	341	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q319	337	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q320	332	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q321	328	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q322	324	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q323	320	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q324	316	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q325	312	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q326	308	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q327	303	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q328	299	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q329	295	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q330	291	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q331	287	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q332	283	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q333	279	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q334	274	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q335	270	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q336	266	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q337	262	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q338	258	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q339	254	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q340	249	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q341	245	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q342	241	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q343	237	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q344	233	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q345	229	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q346	225	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q347	220	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0
Q348	216	0	0%	0.0%	0.0	57.0	0	0

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

4 Inquadramento normativo e programmatico

Il presente progetto consiste nella realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente della potenza di picco di 1155 kW e della potenza di concessione di 397 kW.

L'impianto risulta con potenza di picco superiore ai 100 kW, derivazione massima superiore ai 200 l/s e il posizionamento di tutte le opere risulta al di fuori di aree protette.

Ai fini della normativa ambientale prevista dal D.lgs. del 03/04/2006 n. 152 e s.m.i. il progetto ricade nelle fattispecie che prevedono il procedimento di Verifica di Assoggettabilità previste dall'allegato IV, in particolare:

Art. 2 lett. m) impianti per la produzione di energia idroelettrica con potenza installata superiore a 100 kW.

Art. 7 lett. d) derivazione di acque superficiali ed opere connesse che prevedano derivazioni superiori a 200 litri al secondo.

Il progetto **NON RIENTRA** nella fattispecie prevista dall'Art. 6 comma 6, lett. b) risultando completamente al di fuori di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n.394, pertanto non necessita di valutazione di incidenza.

Ai fini della realizzazione dell'impianto sono necessarie le seguenti autorizzazioni.

- Esclusione dalla Valutazione Impatto Ambientale - D.lgs. 152/2006 – **Regione Liguria – Rilasciato con decreto di Non Assoggettamento alla VIA con prescrizioni NP/2019/983530 del 17/12/2019.**

- Concessione di derivazione acqua ad uso idroelettrico dal Bacino del T. Argentina in Comune di Molini di Triora e contestuale concessione per l'occupazione di aree del demanio fluviale con opere a servizio della derivazione - *RD 1775/1933 e RD 523/1904* – **Regione Liguria – Rilasciata con decreto IMD003583 atto 2037 del 01/04/2022.**

- Autorizzazione Unica – D.lgs. 387/2003 – **Provincia di Imperia**, al cui interno andranno ottenute le seguenti autorizzazioni e pareri:
    - Autorizzazione paesistico ambientale – *D.lgs. 42/2004 e s.m.i.*– Unione dei Comuni della Valle Argentina/Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio di Imperia.
    - Autorizzazione in materia di condotte forzate metalliche e linee elettriche – *LR 41/1999 - DPCM del 8/7/2003 - Decreto del 29/5/2008 LR 6/12/2008 - RD 1775/1933 - DPR 327/2001 - D.lgs. 330/2004* - Ministero dello Sviluppo economico.
    - Autorizzazione vincolo idrogeologico LR 4/99 – Comune di Montalto Carpasio
    - Conferma parere Ufficio Ecosistema Costiero e Acque - Regione Liguria
    - Conferma parere Ufficio Parchi e Biodiversità - Regione Liguria
    - Conferma parere Ufficio VIA - Regione Liguria
    - Conferma parere Ufficio Tutela Paesaggio e Urbanistica - Regione Liguria
    - Conferma parere Ufficio Difesa Del Suolo e Acque - Regione Liguria
    - Conferma parere Arpal
    - Parere Ufficio Viabilità – C.d.s. – DLGS 285/1992 – Provincia di Imperia
    - Parere Ufficio Espropri – *DPR 327/2001 – D.lgs. 330/2004* — Provincia di Imperia

- Parere Agenzia delle dogane
- Parere Comando dei Vigili del Fuoco
- Parere Esercito
- Parere Aeronautica Militare Comando 1 ^ Regione Aerea.
- Parere ASL
- Parere ENEL
- Parere Comuni di Montalto Carpasio, Molini di Triora e Taggia.

Si riporta un elenco della cartografia analizzata:

- **Piano di Tutela Acque**

adottato con DGR. N.1806 del 30 dicembre 2014 il Piano di Tutela delle Acque (PTA), redatto ai sensi dell'art. 121 del D.lgs. 3 aprile 2006 n.152, recante "Norme in materia ambientale" e s.m.i., persegue gli obiettivi generali sanciti dall'art. 73 del D.lgs. 152/2006:

1. *prevenzione dell'inquinamento dei corpi idrici non inquinati;*
2. *risanamento dei corpi idrici inquinati attraverso il miglioramento dello stato di qualità delle acque, con particolare attenzione per quelle destinate a particolari utilizzazioni;*
3. *perseguimento di un uso sostenibile e durevole delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;*
4. *mantenimento della capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate (rispetto del deflusso minimo vitale);*
5. *mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità;*
6. *impedire un ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide.*

- **Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico**

Con riferimento al Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico approvato con DCR 26 febbraio 1990 n.6, è stata verificata la compatibilità nei tre assetti di riferimento. Si riportano gli estratti delle zonizzazioni nei tre assetti (insediativo, geomorfologico e vegetazionale), i manufatti emergenti con relativi sistemi e la carta dell'uso del suolo.

- **Piano Territoriale di Coordinamento provinciale**

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Imperia (PTC), approvato con Deliberazione di Consiglio Provinciale n. 79 del 25 novembre 2009, è lo strumento mediante il quale:

1. *si definiscono le caratteristiche generali del territorio in particolare in rapporto alle sue peculiarità e vocazioni, nonché le condizioni di equilibrio sotto il profilo della stabilità ambientale e della suscettività alle trasformazioni;*
2. *si incontrano la domanda e l'offerta di risorse spaziali, in quanto atto che disciplina l'uso del territorio, e la domanda ed offerta di risorse finanziarie, in quanto atto a valenza programmatica;*
3. *si dà espressione in forma coordinata, per il territorio provinciale, al principio di sostenibilità ambientale dello sviluppo.*

- **Piano di Bacino**

Il Piano di bacino, approvato con DCP 27/02/2003 n. 18. è lo strumento di pianificazione in materia di difesa del suolo, esso è stato preso in considerazione relativamente alle carte della pericolosità geomorfologica, delle derivazioni in atto concessionate, degli interventi in atto e delle fasce fluviali.

4.1 Compatibilità con il Piano di Tutela delle Acque adottato

Ai sensi della nuova normativa del Piano di Tutela delle Acque, sono previste una serie di limitazioni alle nuove derivazioni:

Art. 31 - Limitazioni alle nuove derivazioni

1. Le nuove derivazioni, a qualunque uso destinate, che prevedono la realizzazione di nuove opere di presa a sbarramento del corso d'acqua, sono ammesse a condizione che il tratto di alveo posto a valle del punto di restituzione sia esente da derivazioni per una lunghezza pari alla distanza D tra l'opera di presa e la restituzione.

Il progetto NON PREVEDE realizzazione di nuovi sbarramenti in quanto è previsto l'utilizzo di uno sbarramento esistente. Inoltre il progetto prevede l'installazione di scala di risalita comportando il ripristino della continuità fluviale.

2. Nei corsi d'acqua con qualità ambientale elevata è vietata la costruzione di nuovi sbarramenti a meno che non venga dimostrato il mantenimento dello stato qualitativo elevato.

Il bacino del Torrente Argentina NON RISULTA classificato con stato elevato.

3. Non è ammesso il rilascio di concessioni per nuove derivazioni ricadenti nei tratti apicali di corsi d'acqua aventi area drenata pari o inferiore a 3 km^2, comprese le sorgenti ricadenti in tale area.

Il bacino alla sezione di presa risulta di 124 km^2.

4. Nei corsi d'acqua di cui al comma 3, in deroga a quanto disposto dal medesimo comma e a condizione che il DMV sia pari ad almeno 1/3 della portata naturale istantanea sono ammesse nuove derivazioni nei seguenti casi: a. derivazioni ad uso potabile o igienico, dove sia dimostrabile l'impossibilità ad allacciarsi alla rete di distribuzione pubblica per motivi di natura tecnica, economica o ambientale; b. derivazioni inferiori a 0,7 l/s per l'innaffiamento di orti e giardini inservienti direttamente ai titolari della concessione e alle loro famiglie, per l'abbeveraggio del bestiame e per ogni altro uso connesso agli stretti fabbisogni familiari, che non hanno fine economico; c. piccole derivazioni ad uso idroelettrico con potenza nominale inferiore a 20kW a servizio di strutture esistenti non collegate alla rete di distribuzione di energia elettrica e per le quali non risulti possibile l'allacciamento alle reti di distribuzione esistenti per motivi di natura tecnica, economica o ambientale. d. Piccole derivazioni ad uso idroelettrico che sfruttano la portata fluente attraverso opere trasversali al corso d'acqua, limitatamente al solo salto generato dall'opera di regimazione esistente, fatte salve specifiche esigenze di rilascio funzionali all'eventuale costruzioni di scale per la risalita dei pesci.

Il bacino alla sezione di presa risulta di 124 km^2.

5. Nei corpi idrici superficiali in stato di qualità elevato nonché nei bacini afferenti agli stessi, non possono essere rilasciate nuove concessioni di piccole e grandi derivazioni ad uso idroelettrico od aumenti di prelievi idrici né varianti al periodi di prelievo rispetto a quelli in essere.

Il bacino del Torrente Argentina NON RISULTA classificato con stato elevato.

6. Nei corsi d'acqua di cui al comma 5, in deroga a quanto disposto dal medesimo comma, possono essere concesse nuove derivazioni od aumenti di prelievi idrici ad uso idroelettrico purché venga dimostrato il mantenimento dello stato di qualità elevato sulla base di documentazione e piani di monitoraggio redatti in conformità a criteri assunti dalla Giunta regionale; sono comunque ammessi gli impianti la cui distanza tra punto di presa e restituzione è inferiore o pari alla larghezza dell'alveo nella sezione di presa su briglie esistenti, compatibili con le previsioni dei piani di bacino stralcio per l'assetto idrogeologico ed in cui è garantita la risalita dell'ittiofauna.

Il bacino del Torrente Argentina NON RISULTA classificato con stato elevato.

8. La produzione di energia idroelettrica è comunque ammessa se associata ad utilizzi già esistenti e limitatamente alle quantità già autorizzate per altri utilizzi.

Il progetto non ricade nelle fattispecie di cui al comma 8.

4.2 Carte tematiche analizzate

Carta	Note
Vincolo idrogeologico	Il progetto ricade in aree sottoposte a vincolo idrogeologico
Assetto insediativo	Il progetto ricade in aree IS-MA e IS-MO-B
Assetto geomorfologico	Il progetto ricade in zona MO-B
Assetto vegetazionale	Il progetto ricade in aree COL-ISS-MA
Carta dei manufatti emergenti	Nessun manufatto nell'area di progetto
Carta dei SIC	Il progetto non insiste su SIC
Carta delle ZPS	Il progetto non insiste su ZPS
Carta delle aree carsiche	Il progetto non insiste in aree carsiche
Carta delle biodiversità	Il progetto ricade in un corridoio ecologico
Carta dell'indice IBE	Il progetto ricade in area classificata: IBE 1
Carta dell'uso del suolo	Il progetto insiste su un'arteria di viabilità, aree coltivate, boschi e uliveti.
Carta della zonazione ittica	Il progetto ricade in area classificata a vocazione ciprinicola
Carta del DMV – Correttivo Q	Fattore correttivo 1
Carta del DMV – Correttivo G	Fattore correttivo CM3 – 1,1
Carta della pericolosità geomorfologica	Il progetto insiste in aree PG0, PG1, PG3a e PG3b
Carta degli interventi in atto	Il progetto non interferisce con interventi previsti dai Piani di Bacino
Carta dei regimi di tutela ai fini naturalistici	Il progetto non ricade in SIC, ZPS, Parchi regionali, Aree carsiche, ZRC, Foreste Demaniali o zone ANI-CE

Vincolo idrogeologico

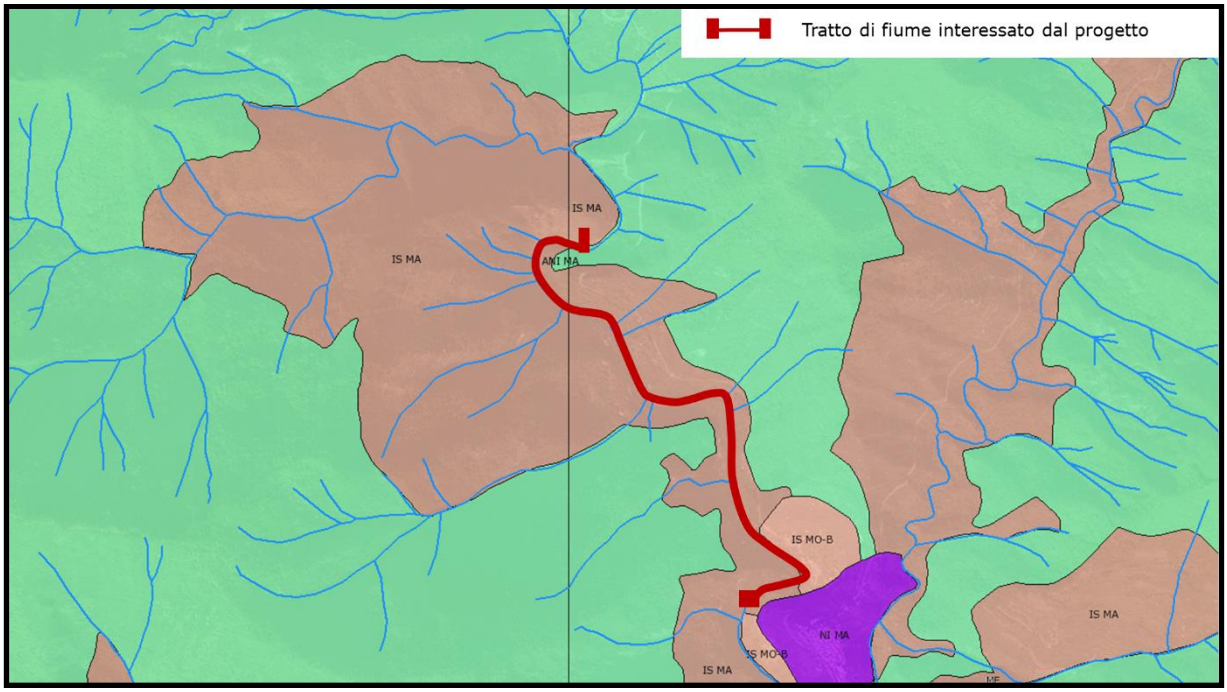
Il vincolo idrogeologico (R.D. 30 dicembre 1923 n. 3267) assoggetta tutto il territorio del bacino della valle Argentina con esclusione delle aree occupate dai centri di Molini di Triora, Triora, Andagna, Agaggio e Corte, Badalucco e Taggia (come indicato nel Piano di Bacino dell'Ambito n° 4 "Argentina).

L'impianto ricade quasi completamente in area sottoposta a vincolo idrogeologico.

Pertanto risulta necessaria l'autorizzazione ai fini idrogeologici.

PTCP: Assetto insediativo e manufatti emergenti

Il PTCP è stato analizzato nei tre assetti: geomorfologico, vegetazionale e insediativo. E' stata posta attenzione anche al censimento del manufatti emergenti.



PTCP - Assetto Insediativo e Manufatti emergenti

La carta dell'assetto insediativo colloca la maggior parte dell'intervento in zona definita come "Insediamenti sparsi a regime normativo di mantenimento" e in piccolissima parte in zona definita come "Insediamenti sparsi a regime normativo di modificabilità di tipo B".
Si riportano di seguito gli art. 49 e 50 delle Norme di Attuazione del PTCP, relativi alle suddette categorie.

Art 49

Insediamenti Sparsi - Regime normativo di MANTENIMENTO (IS-MA)

1. *Tale regime si applica nei casi in cui si riconosce l'esistenza di un equilibrato rapporto tra l'insediamento e l'ambiente naturale o agricolo e nei quali si ritiene peraltro compatibile con la tutela dei valori paesistico-ambientali, o addirittura funzionale ad essa, un incremento della consistenza insediativa o della dotazione di attrezzature ed impianti, sempreché questo non ecceda i limiti di un insediamento sparso.*
2. *L'obiettivo della disciplina è quello di mantenere le caratteristiche insediative della zona, con particolare riguardo ad eventuali ricorrenze significative nella tipologia e nella ubicazione degli edifici rispetto alla morfologia del terreno.*
3. *Sono pertanto consentiti quegli interventi di nuova edificazione e sugli edifici esistenti, nonché di adeguamento della dotazione di infrastrutture, attrezzature e impianti che il territorio consente nel rispetto delle forme insediative attuali e sempre che non implichino né richiedano la realizzazione di una rete infrastrutturale e tecnologica omogeneamente diffusa.*

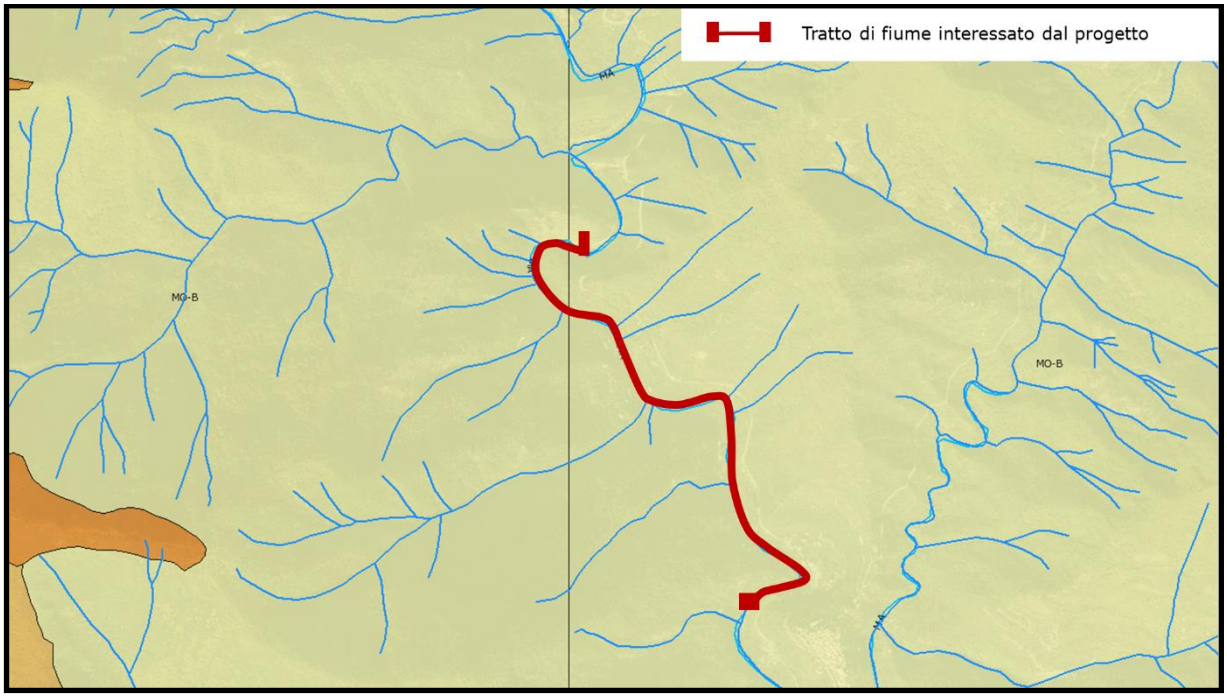
Art. 50

Insediamenti Sparsi - Regime normativo di MODIFICABILITA di tipo B (IS-MO-B)

1. *Tale regime si applica nei casi in cui il carattere sparso dell'insediamento, sia in ragione dei valori intrinseci in esso presenti, sia in relazione con l'assetto più complessivo dei territorio, non costituisce un valore meritevole di tutela.*
2. *L'obiettivo della disciplina è quello di non contrastare tendenze evolutive che possano dare luogo ad un assetto più strutturato della zona, compatibile con una sua corretta configurazione paesistica e funzionale ad una più efficiente gestione delle risorse.*
3. *Sono pertanto consentiti quegli interventi che, sulla base di uno Studio Organico d'Insieme, determinano l'evoluzione verso un insediamento a carattere diffuso.*

Tutti gli interventi di progetto non alterano le forme insediative attuali, per cui si possono ritenere in linea con le prescrizioni delle NdA del PTCP relative alle zone IS-MA e IS-MO-B.

PTCP: Assetto geomorfologico



PTCP - Assetto Geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico il progetto ricade completamente in area MO-B.

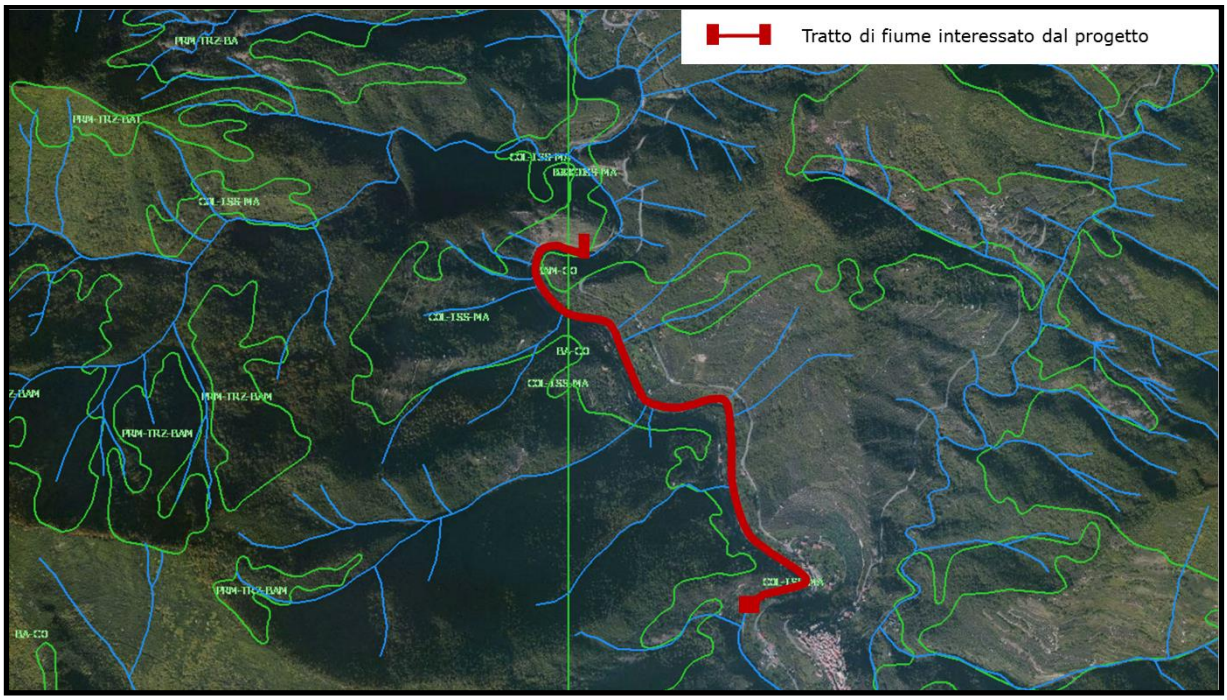
Si riporta l'articolo delle NdA relativo alla categoria suddetta:

Art. 67

Regime normativo di MODIFICABILITA' di tipo B (MO-B)

1. *Tale regime si applica in tutte le parti dei territorio non assoggettate ai regimi normativi di cui ai restanti articoli della presente Sezione.*
2. *Gli interventi in tali zone, oltre a rispettare la specifica disciplina di settore, dovranno conformarsi a criteri di corretto inserimento ambientale delle opere.*

PTCP Assetto vegetazionale



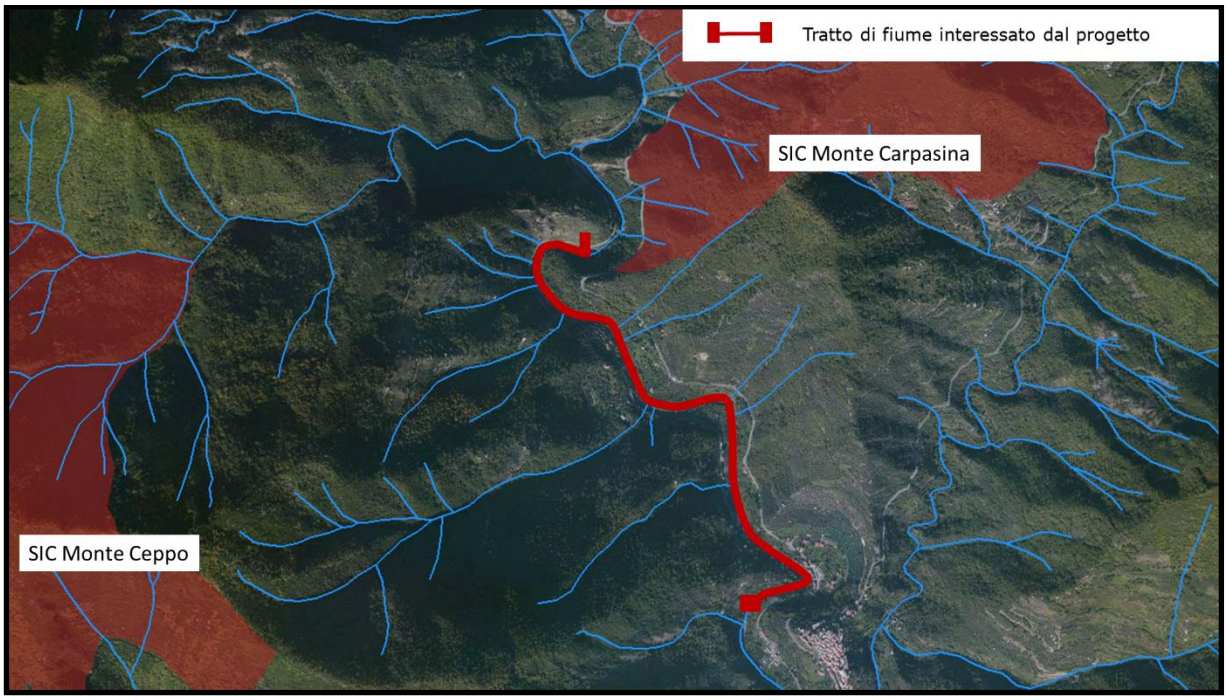
PTCP - Assetto Vegetazionale

Dal punto di vista *vegetazionale* il progetto ricade interamente in area COL-ISS-MA: Insediamenti sparsi di serre a regime normativo di Mantenimento, si riporta l'estratto delle NdA relativo al regime di Mantenimento delle Colture Agricole:

Art. 60
Insediamenti Sparsi di Serre

3. *Tale regime si applica nelle parti del territorio considerate dall'articolo 58 e non ricadenti tra quelle disciplinate dall'articolo 59.*
4. *L'obiettivo della disciplina è quello di assicurare che l'evoluzione delle attività agricole verso una maggiore efficienza e competitività trovi riscontro nelle forme dei paesaggio agrario senza tuttavia alterarne i caratteri prevalenti.*
5. *Le zone di cui al primo comma, per quanto riguarda la costruzione di nuove serre e la modificazione di quelle esistenti, sono pertanto assoggettate ad un regime normativo del MANTENIMENTO che consente la realizzazione di impianti opportunamente ubicati e dimensionati in funzione delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali dei suoli, ferma restando l'esigenza di non dare luogo a rilevanti concentrazioni.*

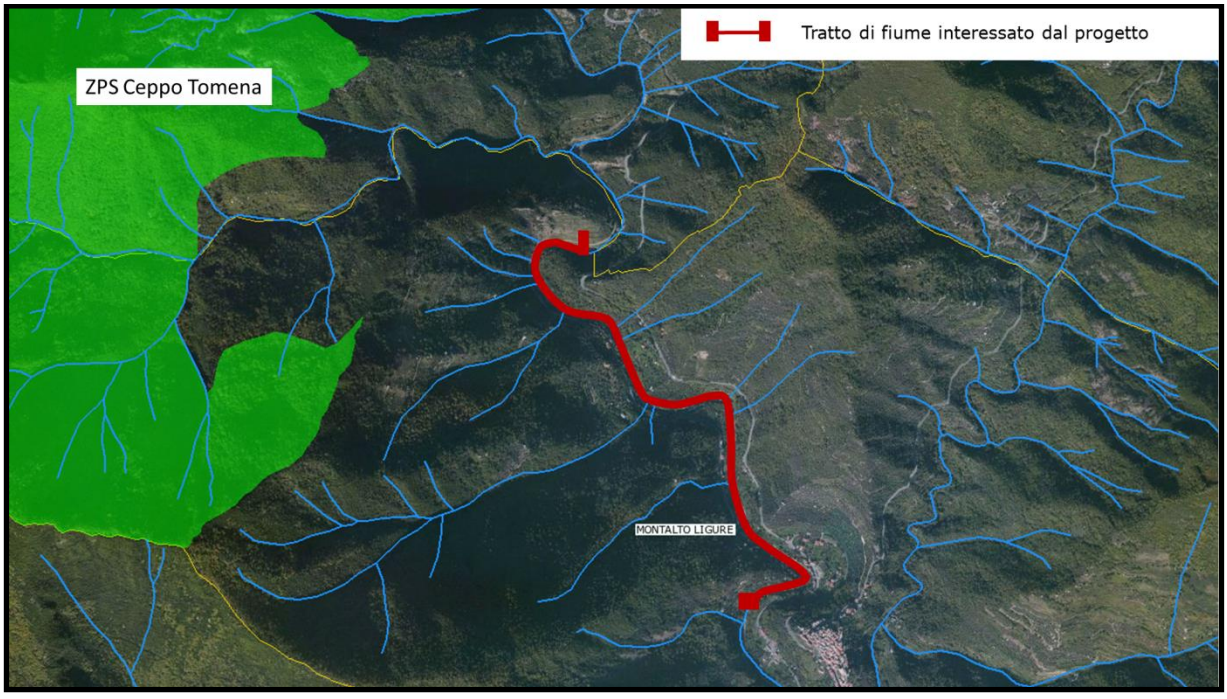
Carta dei SIC



Carta dei SIC/ZSC

Il progetto non insiste su SIC/ZSC.

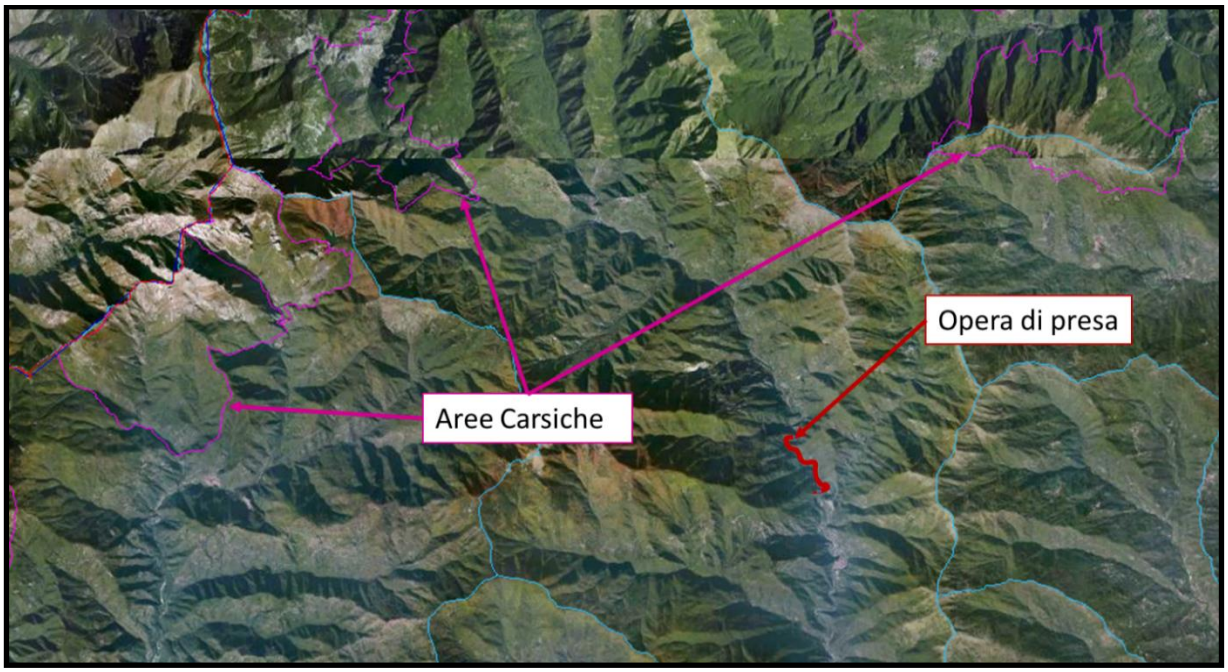
Carta delle ZPS



Carta delle ZPS

Il progetto non insiste su Zone a Protezione Speciale.

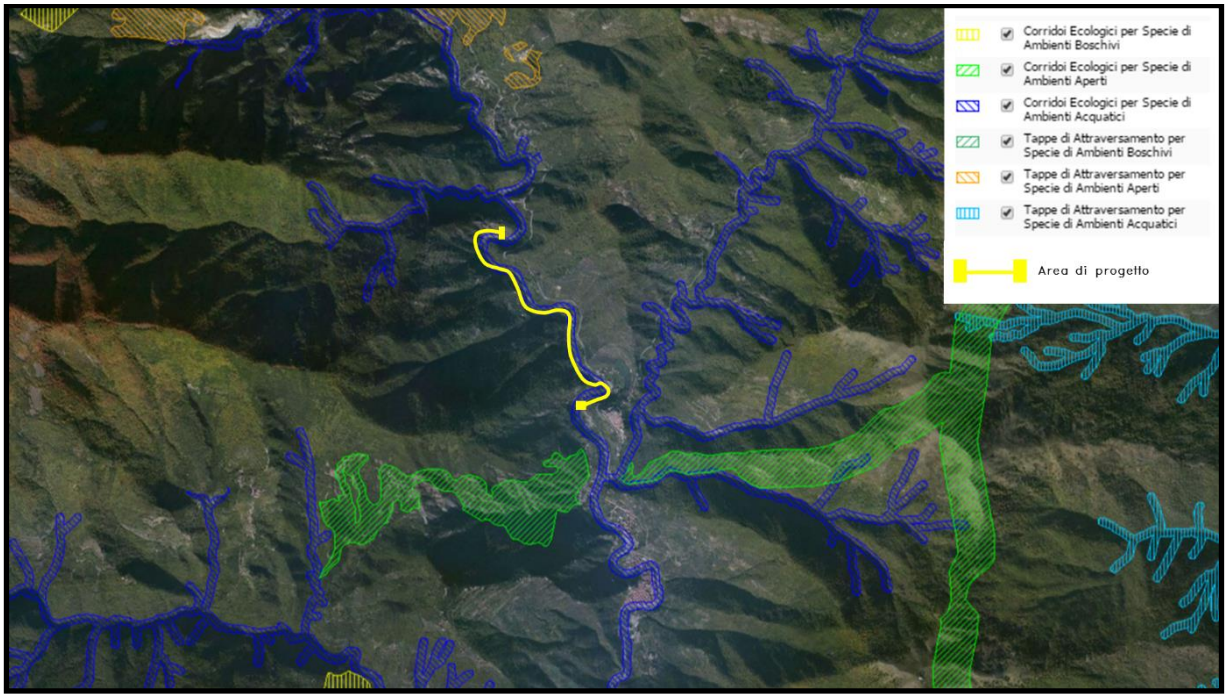
Carta delle aree carsiche



Carta delle aree carsiche

Il sito di progetto è posizionato a notevole distanza da aree carsiche.

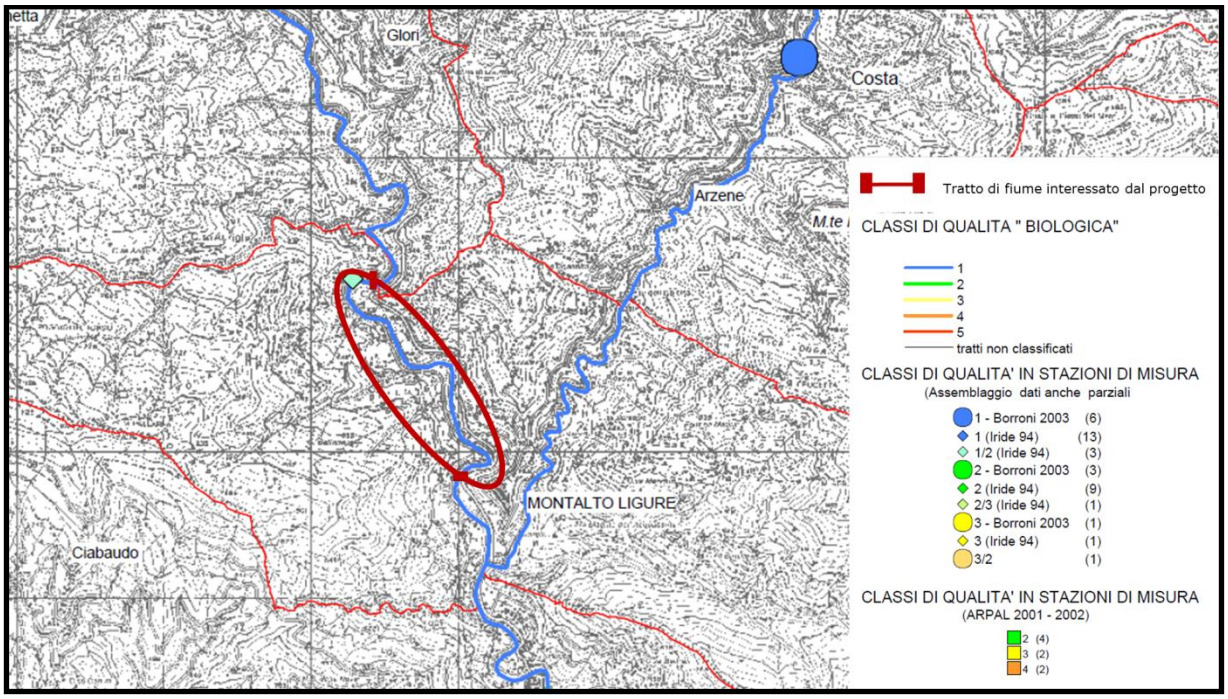
Carta delle biodiversità



Carta delle biodiversità

Il progetto ricade in un corridoio ecologico per specie di ambienti acquatici.

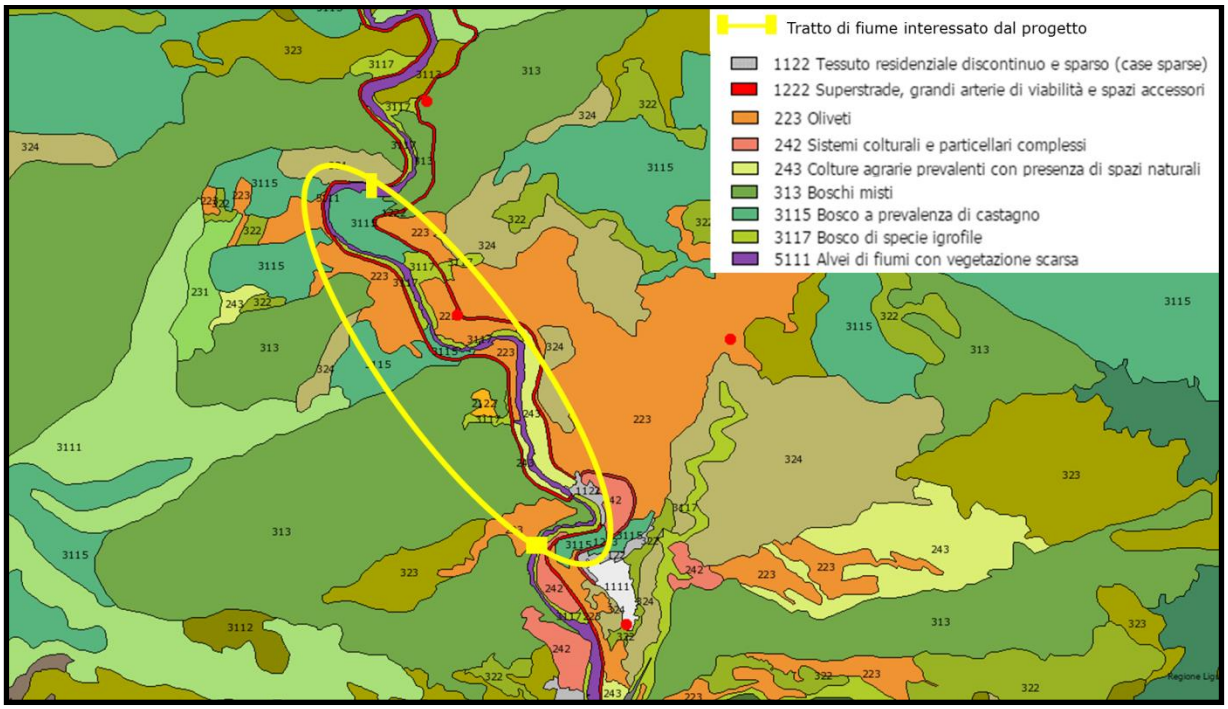
Carta della classificazione degli indici IBE



Carta dei tratti IBE

Il tratto di fiume interessato dal progetto è caratterizzato da una classe di qualità biologica IBE = 1.

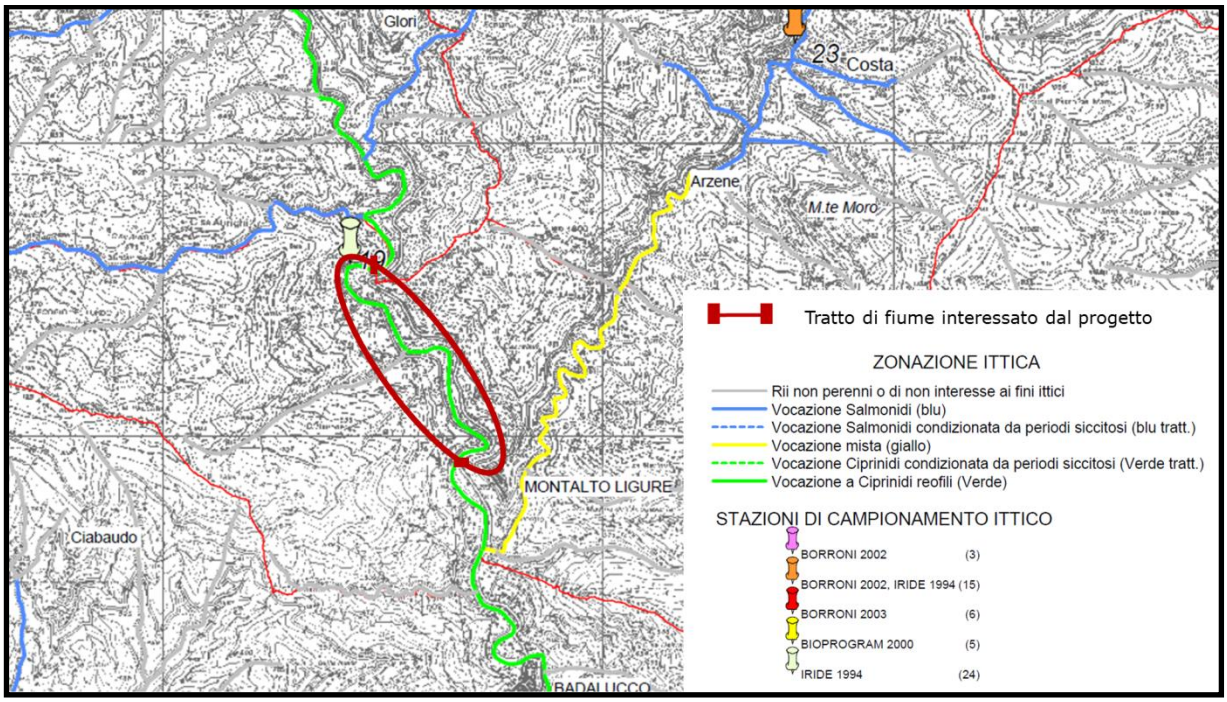
Carta dell'uso del suolo



Carta dell'uso del suolo (2012)

La carta dell'uso del suolo indica che l'area di progetto costeggia una arteria di viabilità (la strada provinciale), zone dedicate alla coltivazione, zone boschive miste, zone coperte da boschi a prevalenza di castagni e specie igrofile e zone di oliveti.

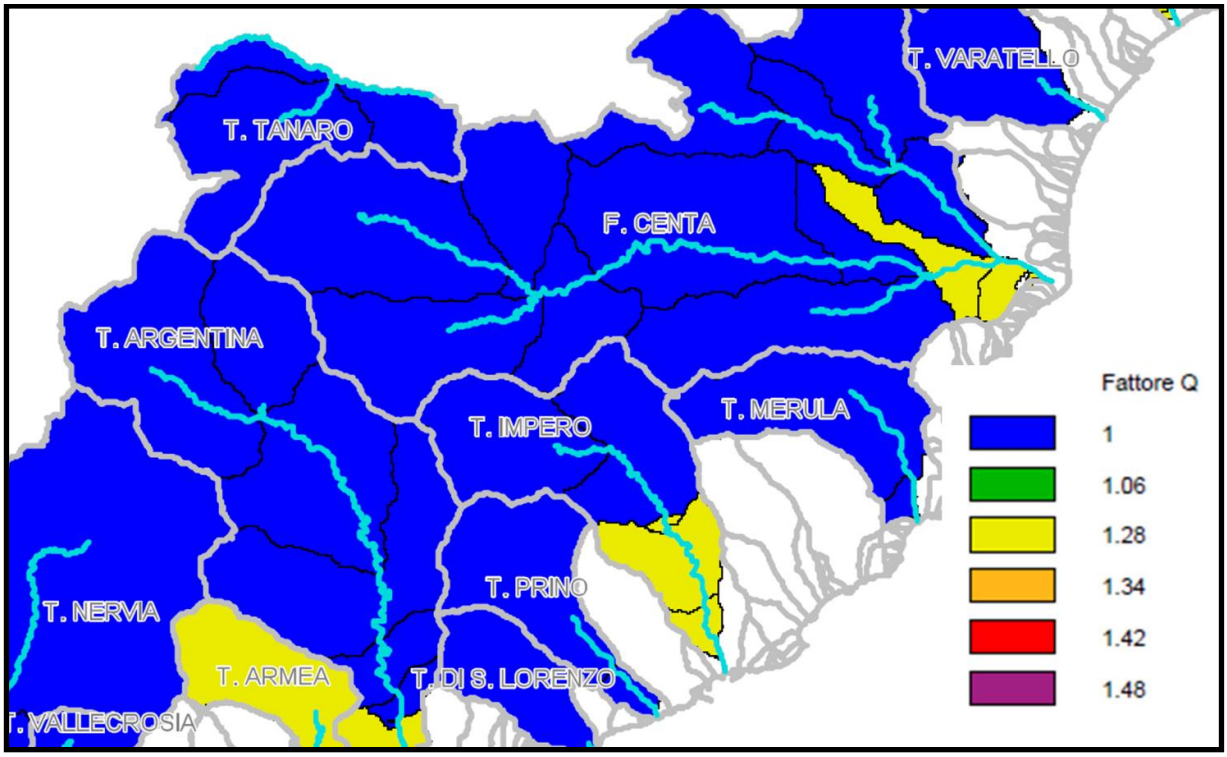
Carta della zonazione ittica



Carta della zonazione ittica

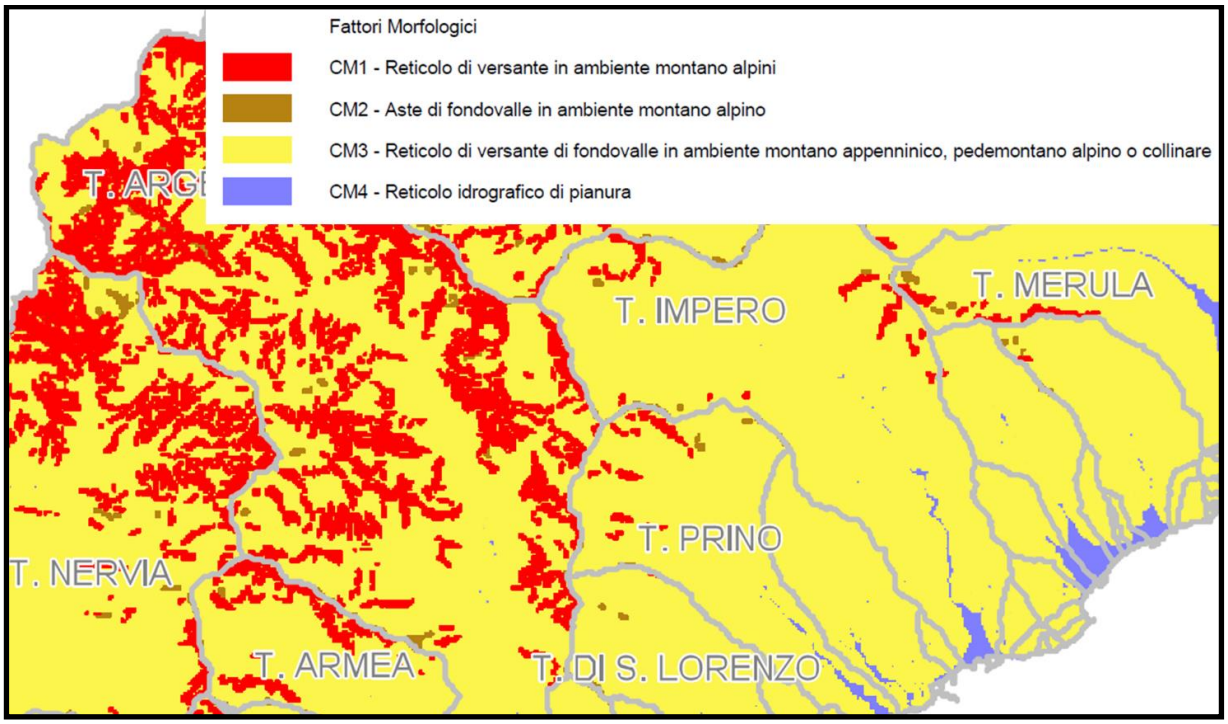
Dalla carta della zonazione ittica emerge la vocazione esclusivamente a ciprinidi reofili dell'intera area interessata dal progetto.

Carta del Dmv – Correttivo Q



Deflusso minimo vitale Fattore Q - blu = qualità Buono fattore correttivo 1

Carta del Dmv – Correttivo G

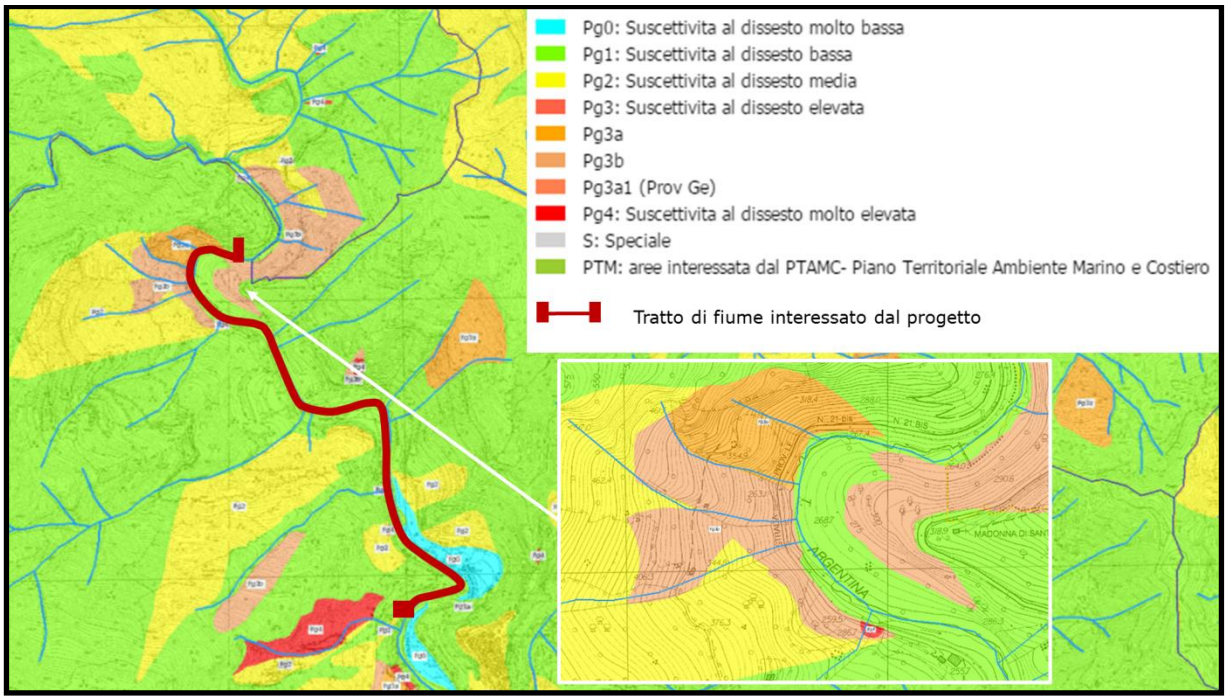


Deflusso minimo vitale Fattore M - Giallo = CM3 - Reticolo di versante di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare – Fattore correttivo 1.1

Carta della pericolosità geomorfologica

Il Piano di Bacino è stato analizzato per quanto riguarda:

- La pericolosità geomorfologica/suscettività al dissesto
- Le fasce di inondabilità
- La carta degli interventi in atto



Carta della pericolosità geomorfologica

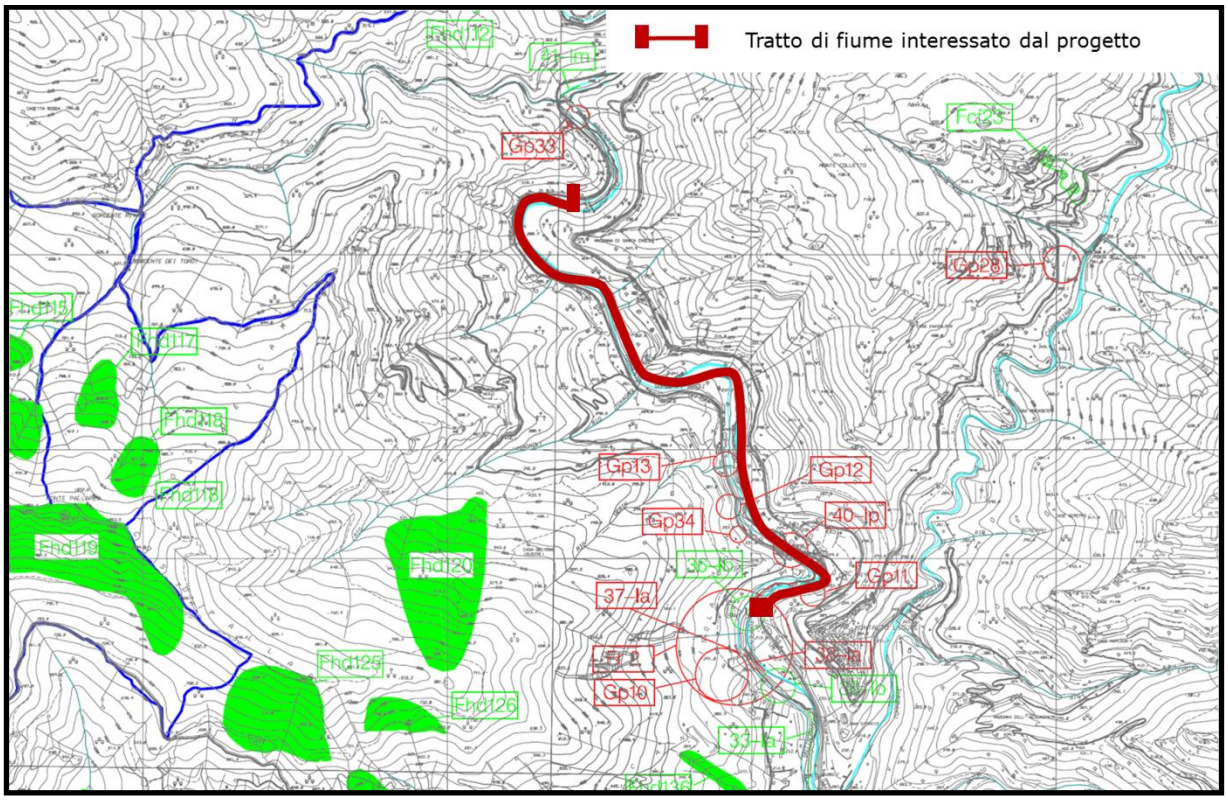
L'intero progetto ricade in aree a bassa pericolosità ad eccezione della parte più a monte che ricade in aree a pericolosità elevata di tipo Pg3a e Pg3b. In particolare le costruzioni ricadono in PG1, mentre la tubazione ricade in Pg1, Pg3a e Pg3b.
Si riporta l'estratto delle NdA del piano di Bacino relativo alle aree classificate a diversa suscettività al dissesto di interesse progettuale.

Art. 16
Aree classificate a diversa suscettività al dissesto
Comma 3, lettera c) e Comma 3-ter

3. *Nelle aree a suscettività al dissesto elevata Pg3a non sono consentiti:*
c) *gli interventi di nuova viabilità e servizi tecnologici a rete se altrimenti localizzabili e se non corredati da progetti basati su specifici studi e previo parere vincolante della Provincia. Tali interventi, supportati anche da indagini geologiche a livello di area complessiva, comportano la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di bonifica, in relazione alla natura dell'intervento ed a quella del dissesto rilevato, nonché la compatibilità con le eventuali opere previste di sistemazione complessiva del movimento franoso.*

3-ter. *Nelle aree a suscettività al dissesto elevata – Pg3b, oltre al regime normativo applicato nelle aree Pg3a, è consentita anche la nuova edificazione e l'esecuzione di opere infrastrutturali, purché tali interventi siano previsti dallo strumento urbanistico comunale adeguato al presente Piano di bacino. Tale adeguamento comporta l'effettuazione di un'apposita verifica di compatibilità delle previsioni urbanistiche con il quadro dei dissesti del piano di bacino nei termini indicati al successivo articolo 19.*

Carta degli interventi in atto



Carta degli interventi in atto

Dalla carta degli interventi in atto non risultano interventi in contrasto con il presente progetto.

Si riportano di seguito le specifiche degli interventi previsti in zona di progetto.

Intervento n° 36-Ib	X	Strutturale
		Non strutturale
		Manutentivo
		Delocalizzazione
Tipologia intervento	X	Idraulico
		Geologico
		Forestale
Priorità		Primaria
	X	Secondaria
Localizzazione		Comune : Montalto Ligure Località : Isola Cian Corso d'acqua : Argentina
Descrizione criticità	Pronunciata erosione a causa della velocità eccessiva della corrente	
Intervento proposto	**Realizzazione di due briglie di trattenuta per ridurre la velocità di circa 7 m/s**	
Beneficio prodotto	**Eliminazione del rischio di erosione e di scalzamento al piede dei versanti**	
Tempi di realizzazione	(giorni) 120	
Stima di massima dei costi	**Euro 129.114**	
Note:		

Intervento n° 37-Ia	X	Strutturale
		Non strutturale
		Manutentivo
		Delocalizzazione
Tipologia intervento	X	Idraulico
		Geologico
		Forestale
Priorità	X	Primaria
		Secondaria
Localizzazione		Comune : Montalto Ligure Località : Isola Cian Corso d'acqua : Argentina
Descrizione criticità	Erosione al piede del versante in frana attiva	
Intervento proposto	**Realizzazione di opere arginali con tecniche di ingegneria naturalistica a protezione e sostegno del piede del versante in frana attiva per un tratto di circa 150m**	
Beneficio prodotto	**Riduzione del rischio di erosione e contenimento dei fattori di instabilità**	
Tempi di realizzazione	(giorni) 180	
Stima di massima dei costi	**Euro 464.811**	
Note:	Coordinamento con l'intervento sul versante scheda n° 12-G-CL	

Intervento n° 40-Ip	X	Strutturale
		Non strutturale
		Manutentivo
		Delocalizzazione
Tipologia intervento	X	Idraulico
		Geologico
		Forestale
Priorità	X	Primaria
		Secondaria
Localizzazione		Comune : Montalto Ligure Località : Desteglio Corso d'acqua : Argentina
Descrizione criticità	Insufficiente condizione di deflusso in corrispondenza dei due ponti per le portate duecentennali e cinquecentennali con rischi di inondazioni dei fabbricati e della vecchia SP	
Intervento proposto	**Realizzazione di by-pass laterali per ampliare la sezione di deflusso disponibile e demolizione di ostruzioni in alveo**	
Beneficio prodotto	**Mitigazione del rischio di esondazione in corrispondenza di fabbricati e di viabilità secondaria**	
Tempi di realizzazione	(giorni) 180	
Stima di massima dei costi	**Euro 413.166**	
Note:	Eventuale demolizione del ponte da concordare con la sovrintendenza	

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	COSTO €
Fhd32	OPERE ANTIEROSIVE, INTERVENTI DI RIVEGETAZIONE – COMUNE TRIORA	72.304
Fhi	OPERE ANTIEROSIVE DI INGEGNERIA NATURALISTICA-COMUNE BADALUCCO	38.734
Fhi	OPERE ANTIEROSIVE DI INGEGNERIA NATURALISTICA- COMUNE TAGGIA	25.823
Fr1	TAGLIO A RASO NELL'ALVEO E DIRADAMENTO NELLE FASCE ESTERNE – COMUNE MOLINI DI TRIORA	77.469
Fr2	TAGLIO A RASO NELL'ALVEO E DIRADAMENTO NELLE FASCE ESTERNE – COMUNE MONTALTO LIGURE	12.395
Fr3	TAGLIO A RASO NELL'ALVEO E DIRADAMENTO NELLE FASCE ESTERNE – COMUNE BADALUCCO	6.197
Fr4	TAGLIO A RASO NELL'ALVEO E INTRODUZIONE SPECIE IGROFILE – COMUNE BADALUCCO	15.494
Fi	RICOSTRUZIONE DELLA COPERTURA VEGETALE – COMUNE MOLINI DI TRIORA	25.823

Costo interventi ing.naturalistica e forestali primari **Euro 274.239,00**

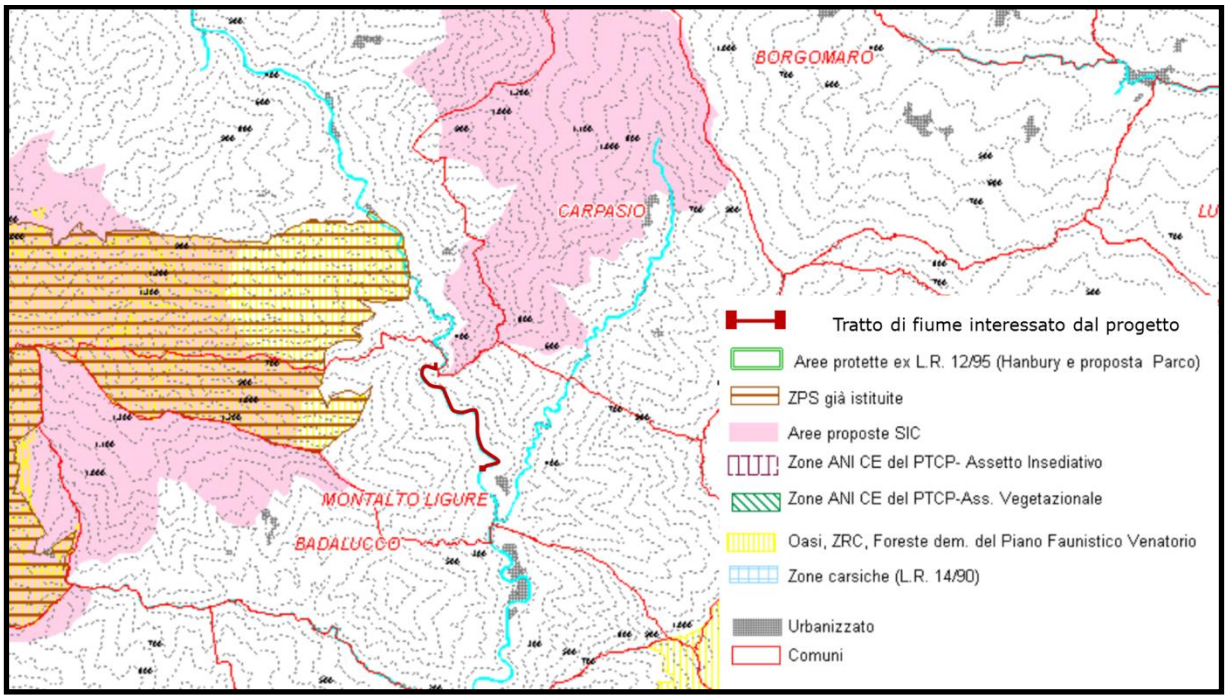
Intervento n° Gp10	X	Strutturale
		Non strutturale
		Manutentivo
	X	Delocalizzazione
Tipologia intervento		Idraulico
	X	Geologico
		Forestale
Priorità	X	Primaria
		Secondaria
Localizzazione		Comune :Montalto Ligure Località : Isola Cian Corso d'acqua :Torrente Argentina
Descrizione criticità	Si sono verificati due crolli rilevanti che hanno interessato l'asta principale; il più grande ha anche causato l'interruzione della linea elettrica e minaccia un'abitazione a monte in prossimità del coronamento. La principale causa si attribuisce all'erosione spondale.	
Intervento proposto	Protezioni spondali (300 ml) e delocalizzazione del fabbricato esistente	
Beneficio prodotto	**Protezione del versante da ulteriori scalzamenti al piede e riduzione dell'apporto solido del Torrente.**	
Tempi di realizzazione	90 giorni	
Stima di massima dei costi	**Euro 235.504,35**	
Soggetto attuatore	Comunità Montana Argentina-Armea	
Note:	Frana CLra148 (3200 mq) – CLra149 (6640 mq) Intervento da coordinare con l'intervento idraulico 37Ia.	

Intervento n° Gp11	X	Strutturale
		Non strutturale
		Manutentivo
		Delocalizzazione
Tipologia intervento		Idraulico
	X	Geologico
		Forestale
Priorità	X	Primaria
		Secondaria
Localizzazione		Comune : Montalto Ligure Località : Montalto Ligure Corso d'acqua :
Descrizione criticità	E' una coltre detritica che si è staccata al contatto con il substrato disposto a franapoggio e molto fratturato. La frana ha coinvolto la S.S.	
Intervento proposto	**Allo stato attuale è stato rimosso il detrito e realizzata una barriera di massi a protezione della strada. Occorre gradonare l'area in frana (920 mq) e realizzare un muro al piede (35 ml) con opportuno drenaggio a tergo.**	
Beneficio prodotto	**Ripristino e difesa della viabilità statale.**	
Tempi di realizzazione	90 giorni	
Stima di massima dei costi	**Euro 77.469**	
Note:	Frana SCrq150 (920 mq)	

Intervento n° Gp12	X	Strutturale
		Non strutturale
		Manutentivo
		Delocalizzazione
Tipologia intervento		Idraulico
	X	Geologico
		Forestale
Priorità	X	Primaria
		Secondaria
Localizzazione		Comune : Montalto Ligure Località : Gomba Corso d'acqua :
Descrizione criticità	E' uno scivolamento in coltre con inglobati massi di grosse dimensioni che ha interessato la S.P. che porta alla diga.	
Intervento proposto	**E' in corso di realizzazione la riprofilatura del versante e un muro su pali al piede.**	
Beneficio prodotto	**Ripristino e difesa della viabilità provinciale**	
Tempi di realizzazione	90 giorni	
Stima di massima dei costi	**Intervento già finanziato**	
Note:	Frana SCpa152 (550 mq)	

Intervento n° Gp13	X	Strutturale
		Non strutturale
		Manutentivo
		Delocalizzazione
Tipologia intervento		Idraulico
	X	Geologico
		Forestale
Priorità	X	Primaria
		Secondaria
Localizzazione		Comune :Montalto Ligure Località : Bellone Corso d'acqua :Torrente Argentina
Descrizione criticità	Si è verificato un crollo in materiale detritico alluvionale che ha coinvolto il lato di valle della S.P. e una canalizzazione d'acqua per un frantoio; il materiale è franato nel Torrente Argentina.	
Intervento proposto	Canalizzazione delle acque (100 ml) e muro di sostegno a valle della strada (30 ml).	
Beneficio prodotto	**Ripristino della viabilità ed eliminazione del pericolo di apporto solido in alveo.**	
Tempi di realizzazione	30 giorni	
Stima di massima dei costi	**Euro 51.646**	
Note:	Frana: CLra153 (280 mq)	

Carta dei regimi di tutela ai fini naturalistici



Carta dei regimi di tutela ai fini naturalistici

Il progetto non ricade in SIC, ZPS, Parchi regionali, Aree carsiche, ZRC, Foreste Demaniali o zone ANI-CE.

5 Riepilogo dati impianto

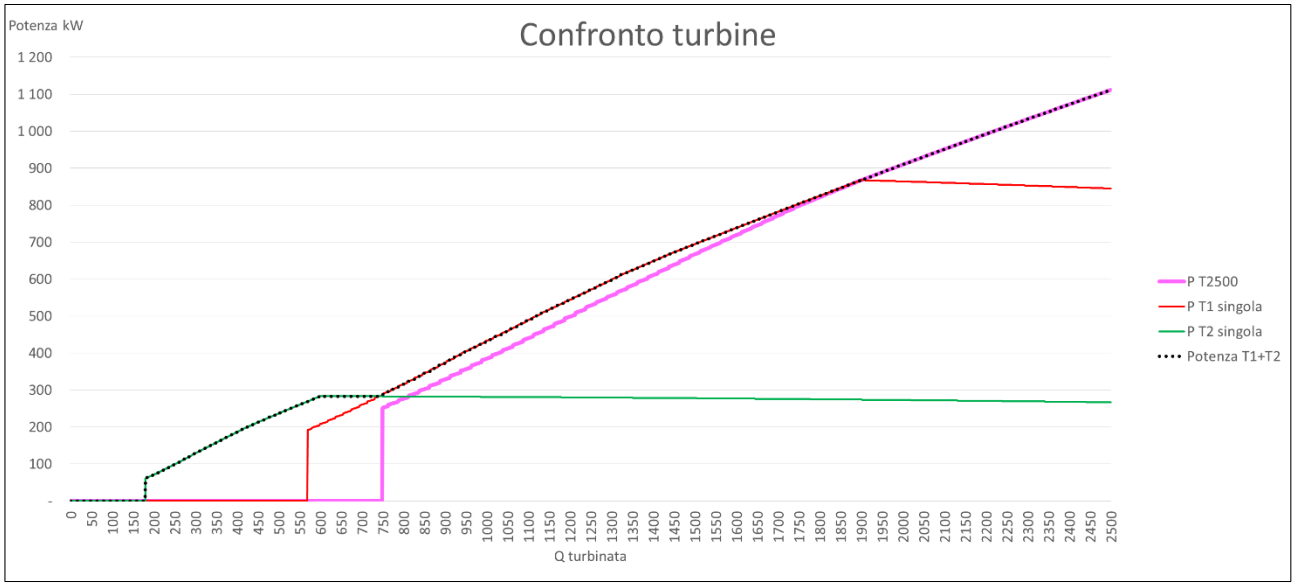
Si riportano i dati di concessione dell'impianto.

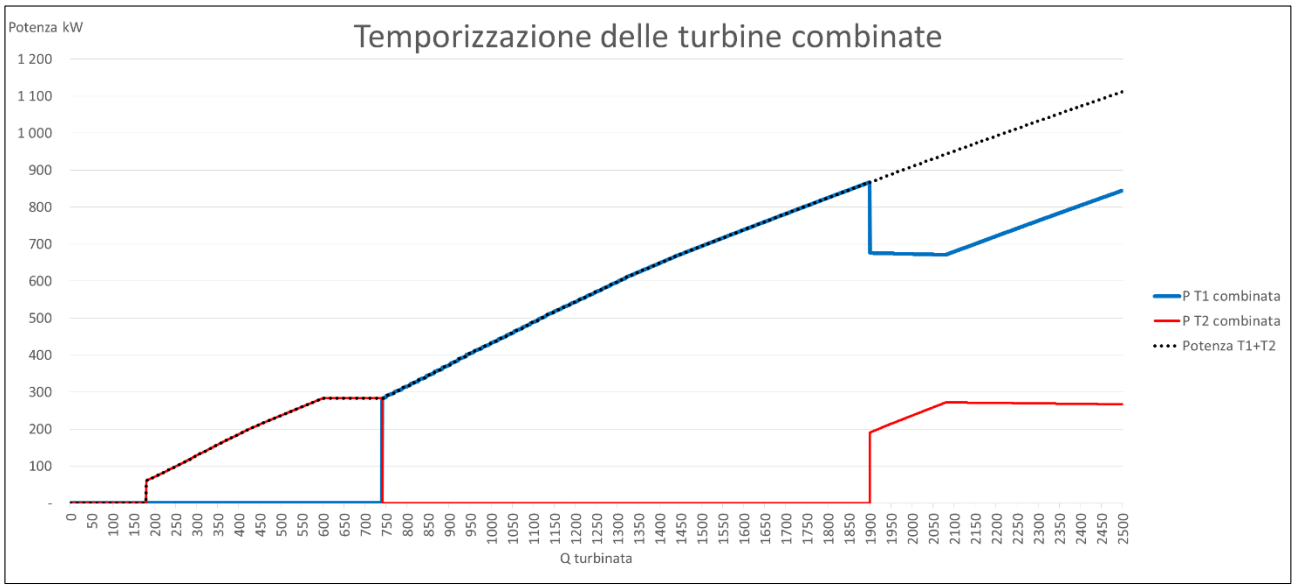
Potenza di picco	1155	kW
Potenza di concessione	397	kW
Portata media turbinata	710	l/s
Portata totale turbinata	22	MMc/a
Salto lordo di concessione	57	m
Salto netto a pieno carico	53.5	m
Diametro interno condotta	1.3	m
Lunghezza condotta	2.300	m
DMV Min	412+130 (rilasci ditta EFEM)	l/s
DMV Max	938+130 (rilasci ditta EFEM)	l/s

5.1 Efficienza di sistema

Al fine dell'utilizzo della migliore tecnologia disponibile e del miglior sfruttamento possibile della risorsa, si prevede l'utilizzo di turbine Francis che risultano quelle con la maggior efficienza disponibile sul mercato. Inoltre si prevede l'utilizzo di due turbine accoppiate rispettivamente di 1900 l/s e 600 l/s per garantire una curva di efficienza ottimale per tutti i regimi idrici disponibili.

In questo modo si può ottimizzare lo sfruttamento delle portate turbinabili, partendo da valori più bassi di portata in ingresso, e aumentare la curva di efficienza totale del sistema.





6 Cronoprogramma dei lavori

Si riporta una stima delle tempistiche di esecuzione dei lavori necessari alla messa in funzione dell'impianto.

Il piano può essere reso più veloce prevedendo cantieri multipli per ottimizzare i tempi di realizzazione. Le operazioni che richiederanno il tempo maggiore riguardano le gettate di calcestruzzi per le opere civili, e la posa della condotta forzata.

Il tempo complessivo dei lavori per la realizzazione delle opere di derivazione è stimato in 14 mesi. Il cronoprogramma potrà subire modifiche in sede esecutiva in base alla stagione corrente e alla data di inizio lavori.

In ogni caso i lavori, risultando comunque estesi lungo l'arco di 14 mesi, ragionevolmente potranno concentrare le attività su altre componenti del cantiere nei periodi in cui vigono i divieti alle realizzazioni in alveo.



7 Piano economico finanziario

Passiamo infine ad una valutazione della sostenibilità economica del progetto.

Gli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile, non essendo competitivi a livello economico con gli analoghi funzionanti a fonti fossili, ricevono incentivi mirati a stimolarne la crescita al fine di ottemperare agli obiettivi UE e ONU, e di migliorare l'ambiente in termini di emissioni.

La normativa attuale (DM FER1 2019) stabilisce un prezzo di ritiro fisso per la produzione di energia elettrica da fonte idrica con potenza di concessione inferiore a 1 MW. L'energia elettrica prodotta viene ceduta al gestore di rete di media tensione che ha competenza sulla zona (in questo caso Enel Distribuzione) e il Gestore dei Servizi Energetici paga 0,152 € per ogni kWh ceduto, per un periodo di 20 anni.

Alla fine di questi 20 anni l'impianto si sarà ripagato e potrà mantenersi con la sola vendita dell'energia sul mercato Ipex.

7.1 Costi iniziali

Si riporta una suddivisione schematica dei costi di investimento:

Capital Expenditure	CapEx		
Opere civili	Opere civili/cls	433 261	€
	Elettromeccanica	1 150 000	€
	Condotta forzata	2 585 060	€
	Progetto/ direzione lavori	50 000	€
	Oneri per la sicurezza	25 000	€
	Acquisizione diritti di superficie	30 000	€
	Compensazioni ambientali	90 000	€
allacciamento	TICA	120 000	€
	Assicurazione EAR	5 000	€
	Imprevisti	111 679	€
		4 600 000	€

Il totale del costo di avviamento dell'impianto ammonta quindi a 4.600.000 € (l'IVA non viene considerata in quanto partita di giro).

7.2 Costi operativi

I costi operativi comprendono:

- Il premio di assicurazione
- Il canone di concessione idrica calcolato come prodotto tra il canone di derivazione e la potenza di concessione
- I sovracanoni per Bacini Imbriferi Montani e per Enti Rivieraschi
- Le spese di manutenzione ordinaria dell'impianto
- Il canone di occupazione demaniale
- La convenzione versata al Comune pari al 3% dei proventi (massimo stabilito dal DM 10 settembre 2010), vincolata a opere di compensazione ambientale
- Le spese di gestione contabile

I costi sono riepilogati nella seguente tabella:

Costi operativi	OPEX operational expenditure		
	Assicurazione	8.000	€
	Gestione O&M	25.000	€
	Canoni e sovracanoni di derivazione	26	€/kW concessione
	potenza di concessione	397	kW
	Canoni vari totale	10.517	€
	canone occupazione demaniale	-	€
	oneri compensazione	3%	% del fatturato
	spese di gestione contabile	1.500	€
	ammortamento	201.267	€

7.3 Conto economico e payback

Il piano finanziario è stato effettuato in ottica trentennale, dal momento che questa è la durata della concessione di derivazione idrica.

Le principali ipotesi alla base del piano sono:

- Anticipazione di tutte le spese al primo anno
- Inizio produzione piena dal secondo anno
- Finanziamento di 15 anni con il 6 % di interessi e il 25% di equity
- Il tasso di ammortamento degli impianti è fissato per le diverse opere secondo il seguente schema, come stabilito dal DM 31 dicembre 1988:

Componente	Tasso di ammortamento
Fabbricati destinati all'industria	3%
Centrali idroelettriche (esclusi i fabbricati)	7%

I ricavi complessivi derivanti dalla vendita di energia sono calcolati:

- Per i primi 20 anni in base alla tariffa contenuta nel decreto legge attualmente vigente per gli impianti sotto i 400 kW di concessione, 152 €/MWh;
- Per i successivi 10 anni si è ipotizzata la cessione sul mercato libero, applicando al valore medio degli ultimi 10 anni (70.00 €/MWh) un tasso di inflazione dell'1,5% annuo.

Si riporta una previsione del conto economico e dei flussi di cassa generati dall'impianto da cui si evincono un payback di progetto di tra gli 8 e 9 anni, un IRR del 11% e un VAN su trent'anni di 1.296 k€.

TASSO DI INFLAZIONE CUMULATO		102%	103%	105%	106%	108%	116%	125%	135%	145%	156%
ORDINALE ANNO		1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
RICAVI	€	275.349	€ 550.697	€ 550.697	€ 550.697	€ 550.697	€ 550.697	€ 550.697	€ 550.697	€ 370.412	€ 399.039
COSTI OPERATIVI											
Assicurazione	-€	8.120	-€ 8.242	-€ 8.365	-€ 8.491	-€ 8.618	-€ 9.284	-€ 10.002	-€ 10.775	-€ 11.608	-€ 12.505
Gestione O&M	-€	25.375	-€ 25.756	-€ 26.142	-€ 26.534	-€ 26.932	-€ 29.014	-€ 31.256	-€ 33.671	-€ 36.274	-€ 39.077
Canoni e sovracanoni di derivazione	-€	10.674	-€ 10.834	-€ 10.997	-€ 11.162	-€ 11.329	-€ 12.205	-€ 13.148	-€ 14.164	-€ 15.259	-€ 16.438
Canone occupazione demaniale	€	-	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Oneri compensazione	€	-	-€ 8.260	-€ 16.521	-€ 16.521	-€ 16.521	-€ 16.521	-€ 16.521	-€ 16.521	-€ 10.948	-€ 11.794
Spese di gestione contabile	-€	1.523	-€ 1.545	-€ 1.569	-€ 1.592	-€ 1.616	-€ 1.741	-€ 1.875	-€ 2.020	-€ 2.176	-€ 2.345
EBITDA	€	229.657									
Ammortamento	-€	201.267	-€ 201.267	-€ 201.267	-€ 201.267	-€ 201.267	-€ 201.267	-€ 122.183	-€ 90.550	-€ 90.550	-€ 90.550
EBIT	€	28.390	€ 294.792	€ 285.836	€ 285.130	€ 284.413	€ 280.665	€ 355.712	€ 382.996	€ 203.598	€ 226.330
Interessi	-€	172.500	-€ 164.506	-€ 156.112	-€ 147.299	-€ 138.045	-€ 84.353	-€ 15.828	€ 0	€ 0	€ 0
EBT	-€	144.110	€ 130.286	€ 129.724	€ 137.831	€ 146.369	€ 196.312	€ 339.884	€ 382.996	€ 203.598	€ 226.330
Imposte	€	-	€ 44.674	-€ 40.389	-€ 40.214	-€ 42.728	-€ 57.435	-€ 76.433	-€ 119.006	-€ 61.768	-€ 68.711
UTILE NETTO	-€	144.110	€ 174.961	€ 89.335	€ 97.617	€ 103.641	€ 138.877	€ 263.451	€ 263.989	€ 141.830	€ 157.620
Debito	€	3.450.000									
Investimento	-€	4.600.000									
Ammortamenti	€	201.267	€ 201.267	€ 201.267	€ 201.267	€ 201.267	€ 201.267	€ 122.183	€ 90.550	€ 90.550	€ 90.550
Quota capitale	-€	159.881	-€ 167.875	-€ 176.269	-€ 185.082	-€ 194.336	-€ 248.028	-€ 316.553	-€ 0	-€ 0	-€ 0
FLUSSO DI CASSA	-€	1.252.724	€ 208.353	€ 114.334	€ 113.802	€ 110.572	€ 92.117	€ 69.081	€ 354.539	€ 232.380	€ 248.169