



**NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO
PRESSO LA TRAVERSA ESISTENTE A MONTE
DEL PONTE DELLA FERROVIA E DI CORSO CANALE
IN COMUNE DI ALBA**

ELABORATO N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
R01	RELAZIONE TECNICA	
		DATA
		Luglio 2024
PRIMA EMISSIONE		

PROGETTISTI

FIRMA



Corso Armando Diaz 23/1 - 12084 - Mondovì (CN)
☎ 0174 55 12 47
✉ info@e3studio.it ✉ e3studio@legalmail.it

Dott. Ing. ANTONIO CAPELLINO
☎ 335 65 60 172 ✉ antonio.capellino@e3studio.it

Dott. Arch. DANIELE BORGNA
☎ 339 31 31 477 ✉ daniele.borgna@e3studio.it

Geom. ALBERTO BALSAMO
☎ 347 40 97 196 ✉ alberto.balsamo@e3studio.it

Dott. Ing. ALBERTO BONELLO
☎ 328 45 41 205 ✉ alberto.bonello@e3studio.it

Dott. Arch. IVANO GARELLI
☎ 331 84 59 912 ✉ ivano.garelli@e3studio.it

COMMITTENTE

FIRMA



EDISON Spa
Foro Buonaparte, n. 31 - 20121 Milano
Partita IVA 08263330014
☎ 02/6222.1
www.edison.it

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	3
2. UBICAZIONE DEL PROGETTO – TUTELE E VINCOLI PRESENTI	4
2.1. Ubicazione del progetto	4
2.2. Aree vincolate	5
2.2.1. Vincolo paesaggistico.....	5
2.3. Verifica eventuali altre aree vincolate	5
2.3.1. Vincolo per beni culturali e archeologici.....	5
2.3.2. Vincolo per scopi idrogeologici.....	5
2.3.3. Vincolo naturalistico	5
2.3.4. Quadro riepilogativo sul tema vincolistico	6
2.4. Compatibilità con il Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	7
2.4.1. Ambiti e Unità di paesaggio – Tav.P3	7
2.4.2. Interferenze con i “BENI PAESAGGISTICI” – Tav.P2	9
2.4.3. Interferenze con le COMPONENTI PAESAGGISTICHE – Tav.P4.....	11
2.4.4. Interferenze con la RETE DI CONNESSIONE PAESAGGISTICA – Tav.P5.....	21
2.4.5. Relazione con le “STRATEGIE E POLITICHE DEL PAESAGGIO” – Tav.P6	29
2.5. Compatibilità con gli Strumenti urbanistici comunali (PRGC).....	35
2.5.1. Tavola 3.9.1 - Suddivisione in zone omogenee con sovrapposizione classi di pericolosità geomorfologica - PRGC Comune di Alba	36
2.5.2. Tav. 4.4.7 – Ricognizione sui vincoli in atto sul territorio comunale – PRGC Comune di Alba	48
2.5.3. Risultato della verifica di compatibilità con il PRGC	50
3. ELENCO ALLEGATI	51
4. COORDINATE UTM DELL’IMPIANTO	53
5. SCELTA PROGETTUALE E IPOTESI PROGETTUALI ALTERNATIVE	54
5.1. Soluzione adottata	54
5.2. Analisi delle alternative progettuali e scelta della soluzione in esame	55
5.2.1. Soluzione alternativa A.....	56
5.2.2. Soluzione alternativa B.....	58
6. SINTESI IDROLOGICA.....	60
6.1. Portate medie.....	61
6.2. Curva di durata delle portate.....	62
6.3. Portate derivabili nell’anno idrologico medio	63
7. DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO.....	67
8. TRAVERSA FLUVIALE ESISTENTE	69
9. OPERE DELL’IMPIANTO IDROELETTRICO IN PROGETTO.....	70
9.1. Interventi di adeguamento della traversa.....	70
9.2. Opera di presa	71
9.3. Edificio e meccanismi di produzione.....	72
9.4. Canale di restituzione	74
9.5. Passaggio artificiale per l’ittiofauna in progetto	75
9.6. Locale di consegna e opere di connessione.....	76

9.6.1.	Cabina di consegna MT/BT	76
9.6.2.	Elettrodotti	78
10.	OPERE DI DIFESA SPONDALE E SCAVI	79
10.1.	Opere di difesa spondale	79
10.2.	Scavi	79
11.	GESTIONE DELLA PORTATA.....	80
11.1.	Dispositivi di modulazione della portata.....	80
11.2.	Dispositivo di limitazione della portata derivata	82
11.3.	Dispositivi di misura della portata	82
11.4.	Ripartizione della portata	83
11.5.	Dispositivi di rilascio del deflusso ecologico	85
11.5.1.	Passaggio artificiale per l'ittiofauna	85
11.5.2.	Luce sottobattente	85
11.5.3.	Traversa fluviale	86
11.5.4.	Verifica del rilascio della portata	86
11.5.5.	Verifica dei parametri idraulici di funzionamento del passaggio per l'ittiofauna.....	88
12.	SALTO IDRAULICO	90
12.1.	Quota idrometrica a monte	90
12.1.1.	Metodo di calcolo	90
12.1.2.	Risultati.....	94
12.2.	Quota idrometrica a valle	96
12.3.	Salto idraulico disponibile alle turbine.....	98
13.	PRODUZIONE	100
14.	SCELTA DELLE TURBINE E POTENZE INSTALLATE E NOMINALI	107
14.1.	Scelta delle turbine da installare	107
14.2.	Potenza dell'impianto e delle turbine	108
14.2.1.	Potenza nominale.....	108
14.2.2.	Potenza installata	108
15.	OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE AMBIENTALE	109
15.1.	Opere di mitigazione ambientale	109
15.2.	Opere di compensazione ambientale	110
16.	MOVIMENTI TERRA E VALUTAZIONE DEGLI SCAVI.....	112
17.	ACCESSIBILITÀ E ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE	113
18.	ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO	115
18.1.	Metodo di calcolo	115
18.2.	Portata di massima piena duecentennale.....	116
18.3.	Portata media annua.....	118
19.	ANALISI DELLA LACUSTRIZZAZIONE	120
19.1.	Variazione di temperatura ed ossigeno disciolto	120
19.1.1.	Aumento di temperatura per irraggiamento del bacino.....	120
19.1.2.	Diminuzione dell'ossigeno disciolto.....	120
19.2.	Variazioni di livello e velocità	121

1. INTRODUZIONE

Il presente progetto di derivazione idroelettrica dal fiume Tanaro è stato commissionato dalla **Edison S.p.A.**, con sede in Milano, Foro Buonaparte 31.

Il presente progetto riguarda la costruzione di una derivazione idroelettrica sul fiume Tanaro in corrispondenza della traversa esistente a servizio della derivazione industriale della Ferrero Industriale Italia S.p.a. in Comune di Alba (CN), a monte del ponte misto della ferrovia Alba ÷ Bra e della S.R. 29, Corso Canale.

Lo studio di progettazione **e3STUDIO** di Capellino e Associati è stato incaricato di redigere il progetto per la realizzazione di una centrale per la produzione di energia idroelettrica sul fiume Tanaro per valorizzare il salto idraulico presso la traversa a monte del sopradetto ponte.

Il progetto si basa su un rilievo topografico dettagliato, che ha permesso di studiare con precisione non solo il sito d'intervento ma anche l'area circostante su entrambe le sponde del fiume al fine trovare la migliore collocazione delle opere ingegneristiche ed idrauliche.

L'impianto idroelettrico in progetto si sviluppa in sinistra orografica, a fianco della traversa esistente, per la quale è previsto un sovralzo con uno sbarramento mobile gonfiabile scudato. La centrale idroelettrica in progetto è dotata di due turbine affiancate al corpo traversa, senza sottensione di tratti di alveo naturale, secondo la definizione dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

L'impianto è classificabile in funzione delle proprie caratteristiche nei seguenti modi:

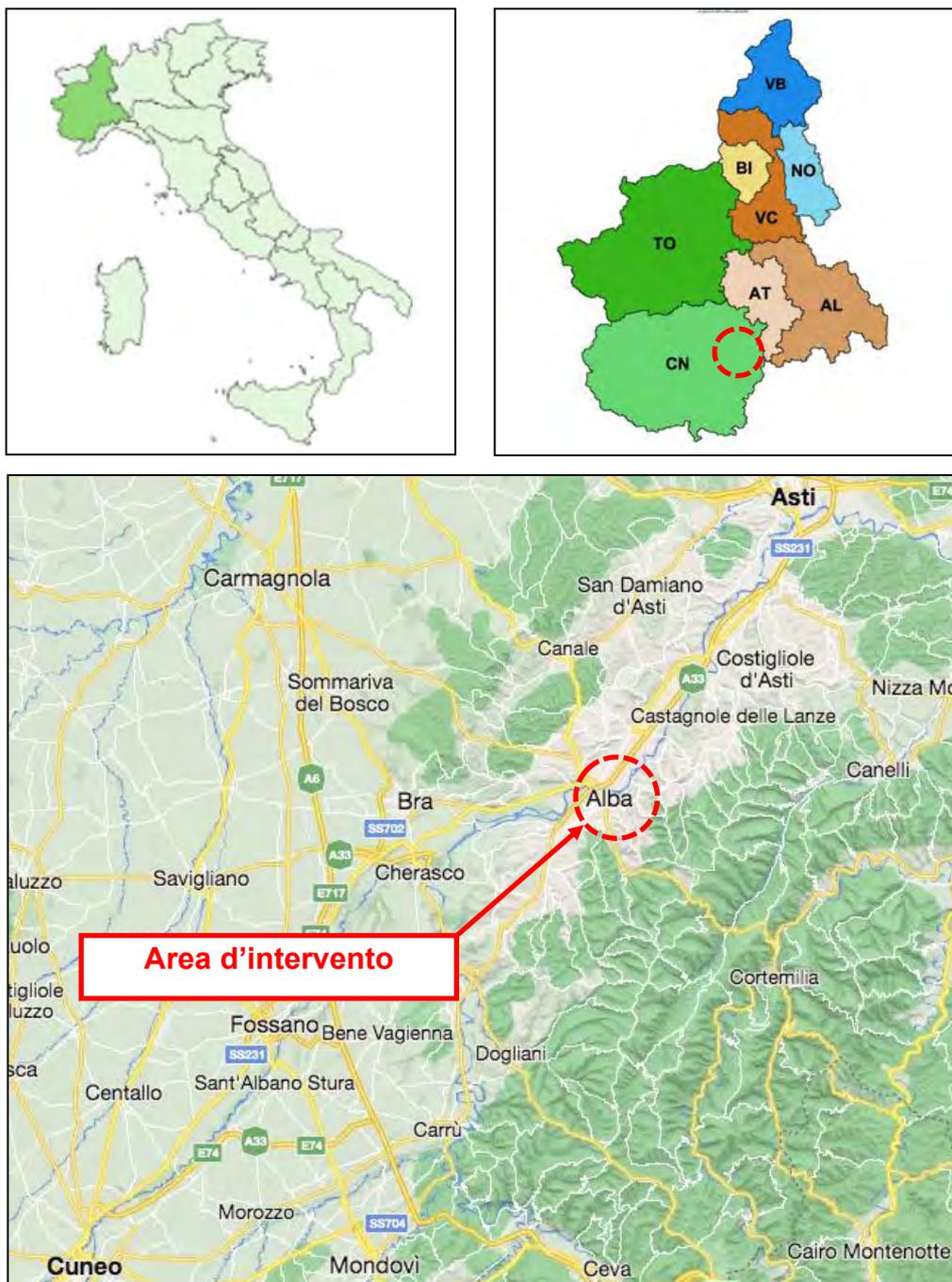
- piccolo impianto ($1 \text{ MW} \leq P < 10 \text{ MW}$)
l'impianto idroelettrico progettato ha una potenza nominale massima di 2'483 kW (potenza di picco) e nominale media di 1'339 kW (potenza fiscale); ciascuna turbina installata ha potenza di 1'345 kW per complessivi 2'690 kW e nell'anno idrologico medio producono circa 9,92 GWh di energia elettrica;
- impianto ad acqua fluente
l'impianto idroelettrico progettato non possiede capacità d'invaso, se non per i piccoli volumi d'acqua contenuti nelle varie opere idrauliche che compongono la centrale, che non possono essere sfruttate in modo proficuo per la modulazione della portata;
- impianto a bassa caduta ($H < 50 \text{ m}$)
l'impianto idroelettrico in progetto nell'anno idrologico medio valorizza energeticamente il salto medio di 2,83 m;
- impianto a media portata ($10 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q < 100 \text{ m}^3/\text{s}$)
l'impianto idroelettrico progettato valorizza portate comprese tra 10,000 m³/s e 100,000 m³/s; la centrale deriva la portata media annua di 48,226 m³/s.

2. UBICAZIONE DEL PROGETTO – TUTELE E VINCOLI PRESENTI

2.1. Ubicazione del progetto

Il progetto di impianto idroelettrico in Comune di Alba, in Provincia di Cuneo, in zona di pianura, a poca distanza dal centro abitato del capoluogo.

Inquadramento geografico



2.2. Aree vincolate

2.2.1. Vincolo paesaggistico

Riferimenti al Decreto Legislativo 42/04

Il Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137”, che sostituisce ed integra il D.Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490 “*Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell’articolo 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352*”, la legge n. 1497/39 e la legge n. 431/85, con l’articolo 142, individua i “*Beni tutelati per legge*” in ragione del loro interesse paesaggistico.

L’area interessata dal progetto è **soggetta a “vincolo paesaggistico” perché ricade:**

- Interamente nella “*Fascia di rispetto dei corsi d’acqua – 150 m*”; tale fascia individua le aree vincolate ai sensi del D.lgs. n. 42 del 22/01/2004, art. 142, lettera c);
- Parzialmente in “*Area boscata*” vincolate ai sensi del D.lgs. n. 42 del 22/01/2004, art. 142, lettera g);

Il progetto interessa nuclei di vegetazione ripariale posta sulla sponda sinistra del Fiume Tanaro che costituiscono bosco ai sensi della L.R. 4/2009.

2.3. Verifica eventuali altre aree vincolate

2.3.1. Vincolo per beni culturali e archeologici

L’indagine sulla presenza di eventuali beni architettonici ed archeologici nell’area di intervento, ha verificato che l’impianto idroelettrico in progetto **non interferisce** direttamente con “*Beni Culturali Architettonici*” né con “*Beni Culturali Archeologici*”.

2.3.2. Vincolo per scopi idrogeologici

Si segnala che l’area di studio **non è soggetta** al “*vincolo per scopi idrogeologici*” ai sensi del R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267.

2.3.3. Vincolo naturalistico

Le verifiche hanno permesso di constatare che l’area d’intervento ricade all’interno di aree tutelate a livello ambientale o facenti parte delle “**Aree protette e siti della rete ecologica**” con particolare riferimento alla “Zona naturale di salvaguardia del Fiume Tanaro” (id 3869) come sotto evidenziato. Quest’ultima non rientra nelle Aree Naturali Protette, così come definite dalla L. 394/91.

Le stesse aree non sono identificate a livello di SIC/ZPS

2.3.4. Quadro riepilogativo sul tema vincolistico

Nella seguente tabella si riassume quanto enunciato nei paragrafi precedenti indicando sinteticamente l'esistenza e le ragioni dei vincoli a cui è sottoposto il progetto di impianto idroelettrico.

Quadro del tema vincolistico

L'analisi del tema vincolistico permette di evidenziare che:

- il progetto è sottoposto a "vincolo paesaggistico" (D.Lgs. 42/2004), per la presenza della fascia di rispetto dei corsi d'acqua riferita al Fiume Tanaro;
- il progetto è sottoposto a "vincolo paesaggistico" (D.Lgs. 42/2004 - aree ex Galasso), per la presenza di aree boscate;
- il progetto il progetto è sottoposto a "vincolo naturalistico" in quanto interferisce con "Aree protette e siti della rete ecologica" con particolare riferimento alla "Zona naturale di salvaguardia del Fiume Tanaro"
- **non è sottoposto** a "vincolo paesaggistico" (D.Lgs. 42/2004 Art. 157 – ex Galassini ai sensi del D.Lgs. 1/8/1985);
- il progetto **non è sottoposto** a "vincolo idrogeologico" (R.D. 3267/23);
- il progetto **non interferisce** con "Siti di Importanza Comunitaria" (SIC);
- il progetto **non interferisce** con "Siti di Importanza Regionale" (SIR);
- il progetto **non interessa**, "Zone di protezione speciale" (ZPS);
- il progetto **non interferisce** con "Beni Architettonici e Ambientali" vincolati ai sensi dell'art. 2 del D.Lgs. 42/2004, sostituyente la precedente legge 1/6/1939 n. 1089;
- il progetto **non interferisce** con "Siti archeologici" vincolati ai sensi dell'art. 2 del D.Lgs. 42/2004, sostituyente la precedente legge 1/6/1939 n. 1089;

2.4. Compatibilità con il Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

Al fine dell'inquadramento Paesaggistico dell'Area oggetto di studio si è proceduto ad analizzare Piano paesaggistico Regionale della Regione Piemonte (P.P.R.), **approvato con D.C.R. n. D.C.R. n. 233-35836 del 3 ottobre 2017.**

Il Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) disciplina la pianificazione del paesaggio e, unitamente al Piano Territoriale Regionale (P.T.R.) e al Documento Strategico Territoriale (D.S.T.) costituisce il Quadro di Governo del Territorio (Q.G.T.) con il quale la Regione e definisce gli indirizzi strategici per uno sviluppo sostenibile del proprio territorio.

2.4.1. Ambiti e Unità di paesaggio – Tav.P3

La **Tavola P3 “Ambiti e Unità di paesaggio”** inserisce parte dei territori dei Comuni di Chiusa di Pesio e di Pianfei in una zona di confine tra 4 ambiti territoriali. L'opera di derivazione si trova all'interno dell'ambito territoriale paesistico n. **64 “Basse Langhe”**, Unità di paesaggio **6414 “Sbocco sul Tanaro tre Piobesi e Alba”** e **6405 “Conca di Alba e sbocchi del Tanaro e di Rodello”**.

Estratto della Tavola P3 – Ambiti e unità di paesaggio

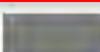


L'area d'intervento è classificata per tipologia come segue:

Urbano rilevante e alterato (Tipologia V) e Rurale/insediato non rilevante alterato (Tipologia IX) caratterizzate da intensa presenza di paesaggio edificato.

NtA PPR – Tipologie normative delle Unità di paesaggio

Tipologie normative delle Unità di paesaggio (art. 11 Nda)

-  1. Naturale integro e rilevante
-  2. Naturale/rurale integro
-  3. Rurale integro e rilevante
-  4. Naturale/rurale alterato episodicamente da insediamenti
-  5. Urbano rilevante alterato
-  6. Naturale/rurale o rurale a media rilevanza e buona integrità
-  7. Naturale/rurale o rurale a media rilevanza e integrità
-  8. Rurale/insediato non rilevante
-  9. Rurale/insediato non rilevante alterato

64 Basse Langhe

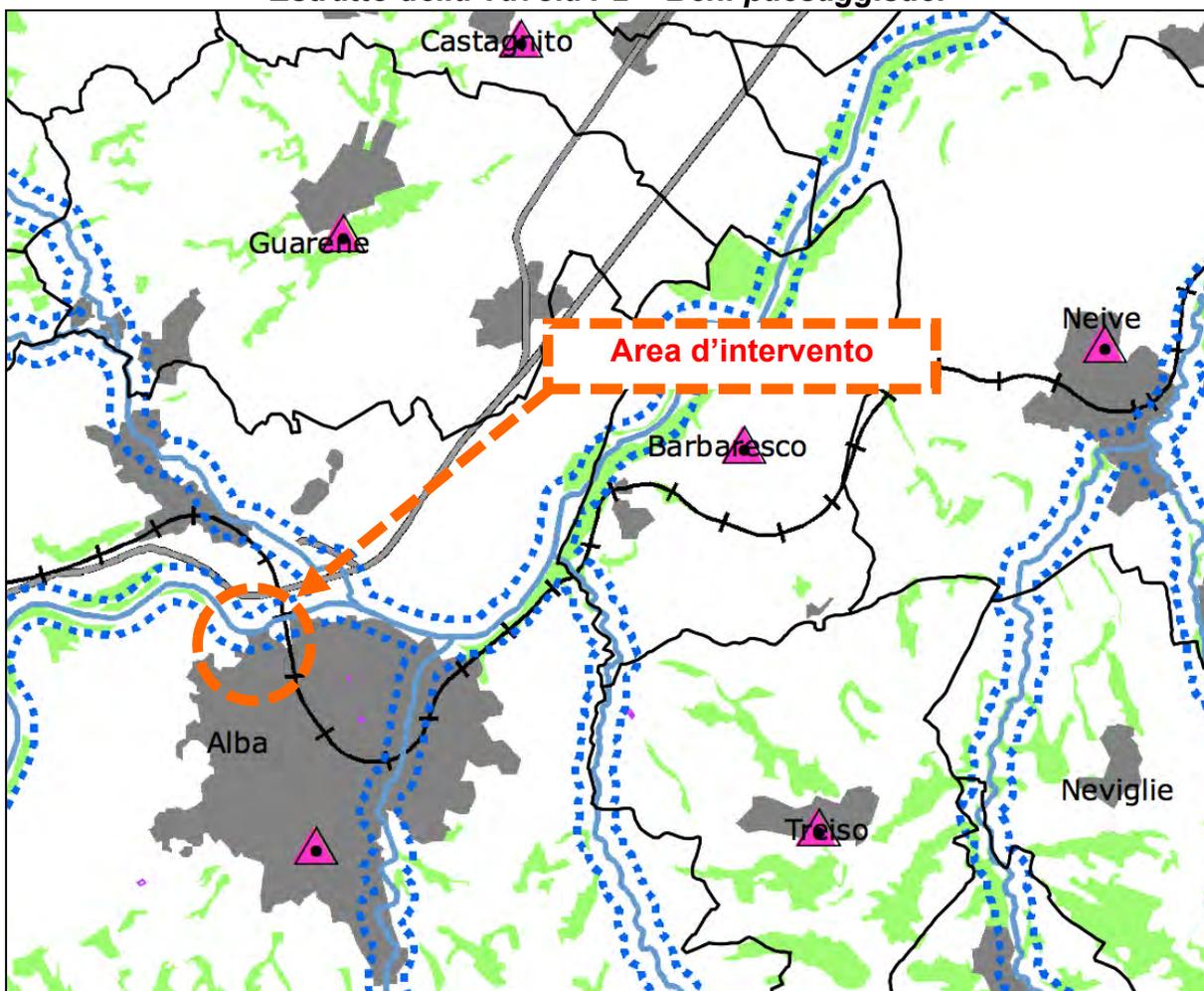
- 6401 7 Valle di Clavesana e l'affaccio sul Tanaro
- 6402 7 Pianura del Tanaro tra Farigliano e Monchiero
- 6403 7 Conca di Dogliani con il torrente Rea
- 6404 7 Sistema collinare in destra Tanaro con La Morra
- 6405 5 Conca di Alba e sbocchi del Tanaro e di Rodello
- 6406 4 Colline di Novello e Monforte
- 6407 6 Colline di Serralunga d'Alba
- 6408 4 Conca di Grinzane
- 6409 4 Colline e valli di Barolo
- 6410 7 Valle di Rodello verso le Alte Langhe
- 6411 4 Barbaresco e affacci sul Tanaro e sulla conca albese
- 6412 4 Valle del Tinella con lo snodo di Neive
- 6413 6 Monferrato di Coazzolo e Castiglione Tinella
- 6414 9 Sbocco sul Tanaro tra Piobesi e Alba
- 6415 4 S.Vittoria e Pollenzo

2.4.2. Interferenze con i “BENI PAESAGGISTICI” – Tav.P2

La **Tavola P2 “Beni paesaggistici”** inserisce la zona oggetto dell’intervento all’esterno delle aree vincolate ai sensi dell’Art. 142 del D.lgs. 42/04 e s.m.i.

L’immagine seguente mostra un estratto della Carta in oggetto con indicata la posizione dell’area d’intervento.

Estratto della Tavola P2 – Beni paesaggistici



In merito ai beni paesaggistici (Tavola P2.6) l’area di intervento interferisce con i beni paesaggistici di cui all’art. 142 comma 1 lettere:

- c) “*i fiumi, i torrenti, i corsi d’acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna*”, di cui all’art. 14 delle N.T.A.,

In particolare. Il progetto interessa l’area vincolata del Fiume Tanaro.

A livello di cartografia del PPR non risultano interferenze con aree boscate.

Il progetto in esame è quindi soggetto a vincolo paesaggistico.

Estratto della Tavola P2 – Beni paesaggistici – Legenda

Immobili e aree di notevole interesse pubblico ai sensi degli artt. 136 e 157 del D.lgs. n. 42/2004

-  Bene individuato ai sensi della L. 778/1922 e 1497/1939
-  Bene individuato ai sensi della L. 778/1922 e 1497/1939
-  Bene individuato ai sensi della L. 778/1922 e 1497/1939
-  Bene individuato ai sensi della L. 1497/1939, del D.M. 21/9/1984 e del D.L. 312/1985 con DD.MM. 1/8/1985
-  Alberi monumentali (L.R. 50/95)
-  Bene individuato ai sensi del D.lgs. n. 42/2004, artt. dal 138 al 141

Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. n. 42/2004 *

 Lettera b) I territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 m dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi (art. 15 NdA)

 Lettera c) I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con R.D. n. 1775/1933, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 m ciascuna (art. 14 NdA)

 Lettera d) Le montagne per la parte eccedente 1.600 m s.l.m. per la catena alpina e 1.200 m s.l.m. per la catena appenninica (art. 13 NdA)

 Lettera e) I ghiacciai (art. 13 NdA)

 Lettera e) I circhi glaciali (art. 13 NdA)

 Lettera f) I parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi (art. 18 NdA)

 Lettera g) I territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del D.lgs. n. 227/2001 (art. 16 NdA)

 Lettera h) Le zone gravate da usi civici (art. 33 NdA) **

 Lettera m) Le zone di interesse archeologico (art. 23 NdA)

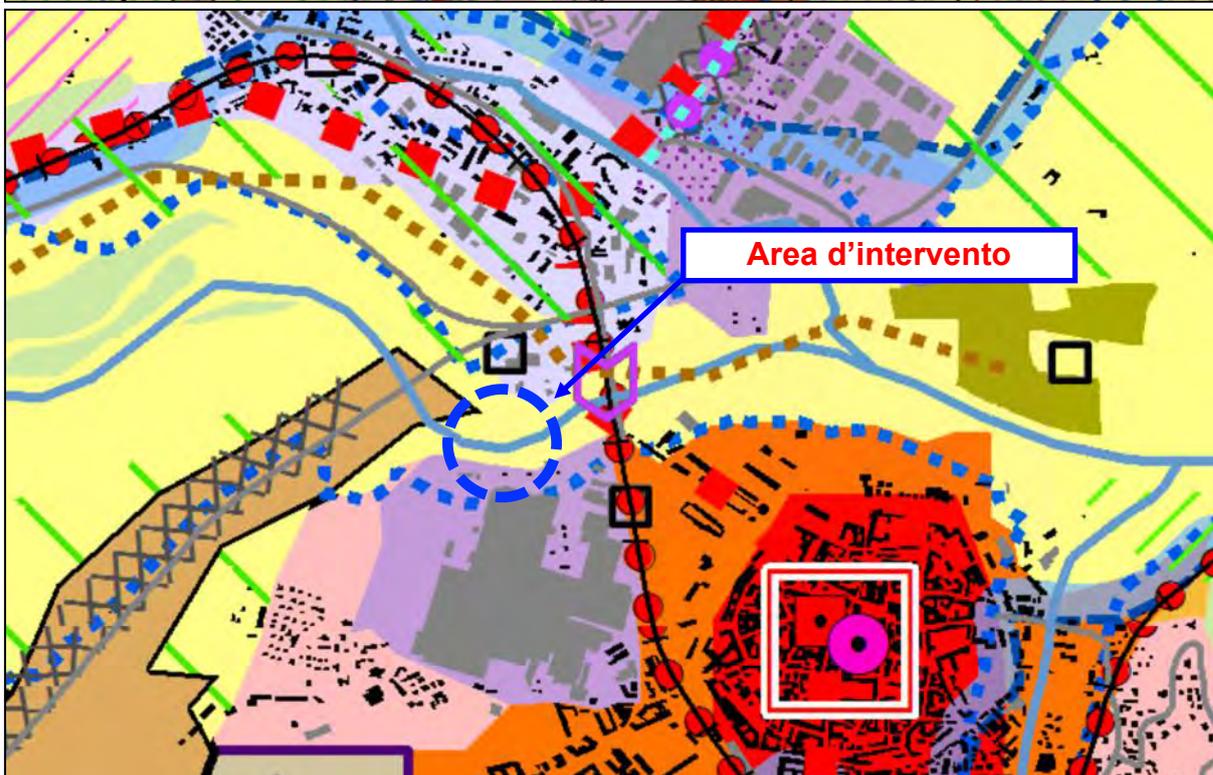
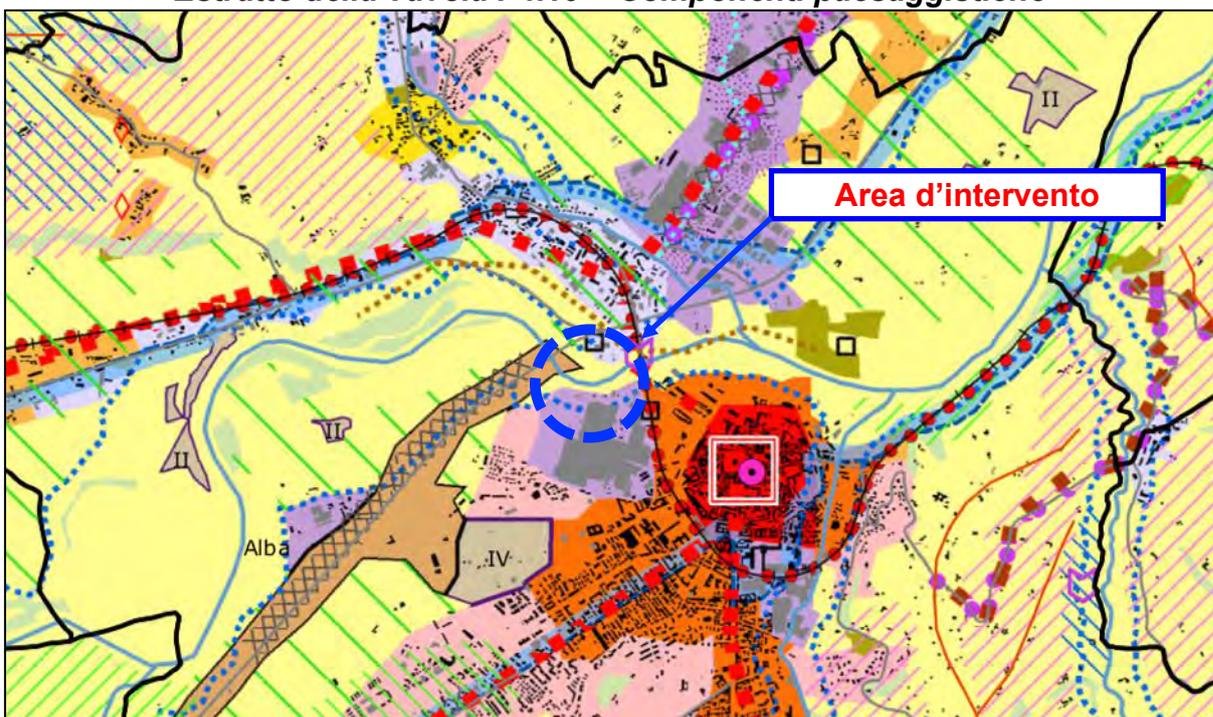
Risultato della verifica di compatibilità con i Beni Paesaggistici

L'analisi sopra esposta consente di verificare che il progetto risulta essere rispettoso degli indirizzi, direttive e prescrizioni di tutela delle componenti paesaggistiche.

2.4.3. *Interferenze con le COMPONENTI PAESAGGISTICHE – Tav.P4*

Le **Componenti paesaggistiche** sono individuate dalle norme tecniche del PPR e sono rappresentate nella **Tavola P4** “Componenti Paesaggistiche” alla quale si fa riferimento per verificare la compatibilità dell’intervento con la pianificazione regionale.

Estratto della Tavola P4.19 – Componenti paesaggistiche



Legenda Tavola P4.22 – Componenti paesaggistiche

Componenti naturalistico-ambientali



Aree di montagna (art. 13)



Vette (art. 13)



Sistema di crinali montani principali e secondari (art. 13)



Ghiacciai, rocce e macereti (art. 13)



Zona Fluviale Allargata (art. 14)



Zona Fluviale Interna (art. 14)



Laghi (art. 15)



Territori a prevalente copertura boscata (art. 16)



Aree ed elementi di specifico interesse geomorfologico e naturalistico (cerchiati se con rilevanza visiva, art. 17)



Praterie rupicole (art. 19)



Praterie, prato-pascoli, cespuglieti (art. 19)



Aree non montane a diffusa presenza di siepi e filari (art. 19)



Aree di elevato interesse agronomico (art. 20)

Legenda Tavola P4.22 – Componenti paesaggistiche

Componenti storico-culturali

Viabilità storica e patrimonio ferroviario (art. 22):

- ■ ■ ■ Rete viaria di età romana e medievale
- ■ ■ ■ Rete viaria di età moderna e contemporanea
- ● ● ● Rete ferroviaria storica

Torino e centri di I-II-III rango (art. 24):



Torino

- Struttura insediativa storica di centri con forte identità morfologica (art. 24, art. 33 per le Residenze Sabaude)
- ◇ Sistemi di testimonianze storiche del territorio rurale (art. 25)
- ||||| Nuclei alpini connessi agli usi agro-silvo-pastorali (art. 25)
- Presenza stratificata di sistemi irrigui (art. 25)
- ⊙ Sistemi di ville, giardini e parchi (art. 26)
- ⋯ Luoghi di villeggiatura e centri di loisir (art. 26)
- ⋈ Infrastrutture e attrezzature turistiche per la montagna (art. 26)
- ⚡ Aree e impianti della produzione industriale ed energetica di interesse storico (art. 27)
- ⊕ Poli della religiosità (art. 28, art. 33 per i Sacri Monti Siti Unesco)
- ⬮ Sistemi di fortificazioni (art. 29)

Componenti percettivo-identitarie

- * Belvedere (art. 30)
- ● ● ● Percorsi panoramici (art. 30)
- — — Assi prospettici (art. 30)
- Fulcri del costruito (art. 30)
- ▭ Fulcri naturali (art. 30)
- Profili paesaggistici (art. 30)
- Elementi caratterizzanti di rilevanza paesaggistica (art. 30)
- ⬮ Sistema di crinali collinari principali e secondari e pedemontani principali e secondari (art. 31)

Legenda Tavola P4.22 – Componenti paesaggistiche

Relazioni visive tra insediamento e contesto (art. 31):

-  Insediamenti tradizionali con bordi poco alterati o fronti urbani costituiti da edificati compatti in rapporto con acque, boschi, coltivi
-  Sistemi di nuclei costruiti di costa o di fondovalle, leggibili nell'insieme o in sequenza
-  Insediamenti pedemontani o di crinale in emergenza rispetto a versanti collinari o montani prevalentemente boscati o coltivati
-  Contesti di nuclei storici o di emergenze architettoniche isolate
-  Aree caratterizzate dalla presenza diffusa di sistemi di attrezzature o infrastrutture storiche (idrauliche, di impianti produttivi industriali o minerari, di impianti rurali)

Aree rurali di specifico interesse paesaggistico (art. 32):

-  Aree sommitali costituenti fondali e skyline
-  Sistemi paesaggistici agroforestali di particolare interdigitazione tra aree coltivate e bordi boscati
-  Sistemi paesaggistici rurali di significativa varieta' e specificita', con la presenza di radi insediamenti tradizionali integri o di tracce di sistemazioni agrarie e delle relative infrastrutture storiche (tra cui i Tenimenti Storici dell'Ordine Mauriziano non assoggettati a dichiarazione di notevole interesse pubblico, disciplinati dall'art. 33 e contrassegnati in carta dalla lettera T)
-  Sistemi rurali lungo fiume con radi insediamenti tradizionali e, in particolare, nelle confluenze fluviali
-  Sistemi paesaggistici rurali di significativa omogeneita' e caratterizzazione dei coltivi: le risaie
-  Sistemi paesaggistici rurali di significativa omogeneita' e caratterizzazione dei coltivi: i vigneti

Legenda Tavola P4.22 – Componenti paesaggistiche

Componenti morfologico-insediative

-  Porte urbane (art. 34)
 -  Varchi tra aree edificate (art. 34)
 -  Elementi strutturanti i bordi urbani (art. 34)
-
-  Urbane consolidate dei centri maggiori (art. 35) m.i.1
 -  Urbane consolidate dei centri minori (art. 35) m.i.2
 -  Tessuti urbani esterni ai centri (art. 35) m.i.3
 -  Tessuti discontinui suburbani (art. 36) m.i.4
 -  Insediamenti specialistici organizzati (art. 37) m.i.5
 -  Area a dispersione insediativa prevalentemente residenziale (art. 38) m.i.6
 -  Area a dispersione insediativa prevalentemente specialistica (art. 38) m.i.7
 -  "Insule" specializzate (art. 39, c. 1, lett. a, punti I - II - III - IV - V) m.i.8
 -  Complessi infrastrutturali (art. 39) m.i.9
 -  Aree rurali di pianura o collina (art. 40) m.i.10
 -  Sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna (art. 40) m.i.11
 -  Villaggi di montagna (art. 40) m.i.12
 -  Aree rurali di montagna o collina con edificazione rada e dispersa (art. 40) m.i.13
 -  Aree rurali di pianura (art. 40) m.i.14
 -  Alpeggi e insediamenti rurali d'alta quota (art. 40) m.i.15

Legenda Tavola P4.22 – Componenti paesaggistiche

Aree caratterizzate da elementi critici e con detrazioni visive	
	Elementi di criticita' puntuali (art. 41)
	Elementi di criticita' lineari (art. 41)
Temi di base	
	Autostrade
	Strade statali, regionali e provinciali
	Ferrovie
	Sistema idrografico
	Confini comunali
	Edificato residenziale
	Edificato produttivo-commerciale

La Tavola P4 “**Componenti Paesaggistiche**” individua per il sito di intervento i seguenti elementi:

Componenti paesaggistiche individuate sulla Tavola P4.19
<p>Componenti naturalistico-ambientali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zona fluviale interna (art.14) - Zona fluviale allargata (art.14)
<p>Componenti storico-culturali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assenti
<p>Componenti percettivo-identitarie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assenti
<p>Componenti morfologico-insediative</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aree rurali di pianura o collina (art. 40)
<p>Aree caratterizzate da elementi critici e con detrazioni visive</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema idrografico

Componenti naturalistico-ambientali

- Nella **fascia fluviale (art.14)**, a livello di indirizzo, per garantire il miglioramento delle condizioni ecologiche e paesaggistiche delle zone fluviali, fermi restando, per quanto non attiene alla tutela del paesaggio, i vincoli e le limitazioni dettate dal PAI, nonché le indicazioni derivanti da altri strumenti di pianificazione e programmazione di bacino, si provvede a:
 - limitare gli interventi trasformativi (ivi compresi gli interventi di installazione di impianti di produzione energetica, di estrazione di sabbie e ghiaie, anche sulla base delle disposizioni della Giunta regionale in materia, di sistemazione agraria, di edificazione di fabbricati o impianti anche a scopo agricolo) che possano danneggiare gli eventuali fattori caratterizzanti il corso d'acqua, quali cascate e salti di valore scenico, e interferire con le dinamiche evolutive del corso d'acqua e dei connessi assetti vegetazionali;
 - assicurare la riqualificazione della vegetazione arborea e arbustiva ripariale e dei lembi relitti di vegetazione planiziale, anche sulla base delle linee guida predisposte dall'Autorità di bacino del Po in attuazione del PAI;
- A livello di prescrizioni, **all'interno delle zone fluviali**, ferme restando le prescrizioni del PAI, nonché le indicazioni derivanti dagli altri strumenti della pianificazione e programmazione di bacino per quanto non attiene alla tutela del paesaggio, valgono le seguenti prescrizioni:
 - le eventuali trasformazioni devono garantire la conservazione dei complessi vegetazionali naturali caratterizzanti il corso d'acqua, anche mediante misure mitigative e compensative atte alla ricostituzione della continuità ambientale del fiume e al miglioramento delle sue caratteristiche paesaggistiche e naturalistico-ecologiche, tenendo conto altresì degli indirizzi predisposti dall'Autorità di bacino del Po in attuazione del PAI e di quelli contenuti nella Direttiva Quadro Acque e nella Direttiva Alluvioni;
 - la realizzazione degli impianti di produzione idroelettrica deve rispettare gli eventuali fattori caratterizzanti il corso d'acqua, quali cascate e salti di valore scenico, nonché l'eventuale presenza di contesti storico-architettonici di pregio ed essere coerente con i criteri localizzativi e gli indirizzi approvati dalla Giunta regionale.

Le opere di derivazione interessano il fondovalle inciso del Fiume Tanaro con la realizzazione di una traversa equipaggiata con sbarramento mobile che sopraeleva, in condizioni di magra e di morbida il livello dell'acqua per un tratto di asta fluviale a monte della traversa.

In caso di portate di piena lo sbarramento viene automaticamente abbassato al fine di non modificare l'attuale dinamica fluviale a monte e a valle dello sbarramento.

Lo studio idrologico e idraulico preliminare alla progettazione ha permesso di mettere in evidenza che, al fine di rendere economico un impianto idroelettrico sul Fiume Tanaro in Comune di Alba, è necessario creare una traversa di derivazione che modifichi il battente idraulico alzandolo di circa 2,5 metri rispetto allo stato attuale al fine di creare un salto idraulico sufficiente al funzionamento e all'efficienza produttiva delle turbine.

L'impianto idroelettrico richiede quindi una traversa di derivazione mobile che modifica la sezione innalzando il pelo libero dell'acqua. Per fare questo si è valutato di ricorrere ad una sopraelevazione della traversa fluviale in calcestruzzo che implica una modifica permanente della sezione in quel punto con conseguente rigurgito dei flussi idraulici verso monte per una lunghezza di circa 2,7 km in condizioni di morbida.

Questa situazione, se è ambientalmente e idraulicamente sostenibile in condizioni di magra e di morbida, non lo è in condizioni di piena, perché il rischio idraulico di esondazione verrebbe accentuato in modo non proponibile e andrebbe a mettere in crisi il consolidato sistema di deflusso delle piene.

Le verifiche da noi effettuate ci fanno escludere tassativamente rischi in caso di portate molto elevate. Infatti, il progetto prevede l'abbassamento automatico dello sbarramento mobile in caso di piena.

A livello di aree vincolate per la presenza di fascia fluviale, è interessata una "zona fluviali allargata", per una lunghezza di circa 100 m in corrispondenza della traversa esistente.

Il progetto e le sue opere sono stati localizzati con grande attenzione alla loro capacità di inserimento nel contesto ambientale, con particolare riguardo alle risorse idriche e all'inserimento paesaggistico. Le singole opere sono localizzate in modo da minimizzare preliminarmente i potenziali impatti e le azioni di progetto consentono di assicurare una riqualificazione della vegetazione riparia e della continuità biologica del corso d'acqua nella fase di esercizio dell'opera.

Le trasformazioni indotte dal progetto garantiscono la conservazione dei complessi vegetazionali naturali caratterizzanti il corso d'acqua, anche mediante misure mitigative e compensative atte alla ricostituzione della continuità ambientale del fiume e al miglioramento delle sue caratteristiche paesaggistiche e naturalistico-ecologiche, e tengono conto degli indirizzi predisposti dall'Autorità di bacino del Po in attuazione del PAI e di quelli contenuti nella Direttiva Quadro Acque e nella Direttiva Alluvioni.

La realizzazione dell'impianto di produzione idroelettrica interessa un sito privo di fattori caratterizzanti il corso d'acqua e contesti storico-architettonici di pregio ed è coerente con i criteri localizzativi e gli indirizzi approvati dalla Giunta regionale.

- Nei **territori coperti da foreste e da boschi (art.16)**, il Ppr riconosce e individua nella Tavola P2 e nel Catalogo di cui all'articolo 4, comma 1, lettera c., le foreste e i boschi di cui all'articolo 142, comma 1, lettera g. del Codice, quale componente strutturale del territorio e risorsa strategica per lo sviluppo sostenibile dell'intera regione, individuandone l'estensione sulla base del Piano forestale regionale e degli altri strumenti di pianificazione forestale previsti dalla l.r. 4/2009, utilizzando i dati della Cartografia forestale, aggiornata e scaricabile dal sito informatico della Regione. Le prescrizioni di PPR sono:
 - I boschi identificati come habitat d'interesse comunitario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE e che sono ubicati all'interno dei confini dei siti che fanno parte della Rete Natura 2000 costituiscono ambiti di particolare interesse e rilievo paesaggistico; all'interno di tali ambiti fino all'approvazione dei piani di gestione o delle misure di conservazione sito-specifiche si applicano le disposizioni di cui alle "Misure di conservazione per la tutela dei siti della Rete Natura 2000 in Piemonte" deliberate dalla Giunta regionale.
 - Nei territori di cui al comma 1 gli interventi che comportino la trasformazione delle superfici boscate devono privilegiare soluzioni che consentano un basso impatto visivo sull'immagine complessiva del paesaggio e la conservazione dei valori storico-culturali ed estetico-percettivi del contesto, tenendo conto anche della funzione di intervallo fra le colture agrarie e di contrasto all'omogeneizzazione del paesaggio rurale di pianura e di collina.
 - Nei territori di cui al comma 1, fatto salvo quanto previsto al comma 11 del presente articolo, per la gestione delle superfici forestali si applicano le disposizioni e gli strumenti di pianificazione di cui alla l.r. 4/2009 e i relativi provvedimenti attuativi.

Il progetto interessa in modo marginale le aree boscate in quanto si sviluppa prevalentemente in aree di greto. La presenza di formazioni forestali deriva dalla osservazione diretta dei luoghi nei quali non risulta mappata la presenza di bosco a livello di PPR.

Nella zona di derivazione dal Fiume Tanaro è presente vegetazione ripariale arborea prevalentemente autoctona, soltanto sulla sponda destra della traversa di derivazione, mentre sulla sinistra è insediata una fascia vegetale ripariale prevalentemente composta da specie alloctone come la robinia.

Nel punto di ammorsamento della traversa in destra orografica sono già presenti manufatti in calcestruzzo armato ed il progetto non incide sulla vegetazione ripariale; il progetto si sviluppa in sponda sinistra dove intercetta una porzione di bosco ripariale classificabile come robinieto con altre latifoglie.

Le opere di mitigazione e compensazione previste comprendono interventi di ricostruzione boschiva con specie autoctone, messa a dimora di alberature, di miglioramento forestale e di riqualificazione naturalistica delle formazioni forestali con contenimento delle dinamiche di espansione e colonizzazione da parte di specie alloctone quali robinia, ailanto e poligono del Giappone.

Dal punto di vista strettamente paesaggistico, le nuove opere di derivazione, l'invaso che si formerà a monte dello sbarramento e le opere compensative miranti alla qualificazione naturalistica dei percorsi pedonali esistenti, sono in grado di offrire nuove opportunità anche di qualificazione paesaggistica con ricadute sul comparto delle strutture ricreative e di fruibilità già presenti, collegate anche alle attività turistiche della Città di Alba.

In tema di consumo di aree boscate bisogna sottolineare che il progetto interferisce marginalmente su formazioni forestali prevalentemente alloctone di interesse certamente secondario e che le opere di ripristino e compensazione miglioreranno, di fatto, la copertura forestale danneggiata o distrutta durante la fase di cantiere restituendo al sito un assetto forestale migliorato rispetto a quello originario.

Componenti storico-culturali

Per quanto riguarda le **Componenti storico-culturali** nell'area oggetto di studio *il PPR non individua alcuna interferenza.*

Componenti morfologico-insediative

Per quanto riguarda le **Componenti morfologico-insediative** individuate nell'area oggetto di studio, il PPR prevede:

- *In tema di **Insediamenti rurali** (art.40) che comprende anche le **Aree rurali di pianura o collina**, i **Sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna**, le **Aree rurali di montagna o collina con edificazione rada e dispersa** e le **Aree rurali di pianura**, il Ppr individua le aree dell'insediamento rurale nelle quali le tipologie edilizie, l'infrastrutturazione e la sistemazione del suolo sono prevalentemente segnate da usi storicamente consolidati per l'agricoltura, l'allevamento o la gestione forestale, con marginale presenza di usi diversi. Il Ppr riconosce direttive rivolte alla compilazione dei piani locali e non individua prescrizioni specifiche al fine di disciplinare gli interventi edilizi.*

Il tema delle componenti morfologico-insediative ha un carattere preminentemente edilizio ed interessa soltanto formalmente il progetto che si sviluppa esclusivamente sul greto e sulle sponde del Fiume Tanaro e non interessa elementi di rilevanza architettonica o agraria.

I manufatti esistenti interessati dal progetto fanno parte della traversa fluviale e delle opere di derivazione attualmente operative la cui funzione sarà mantenuta post operam nelle medesime condizioni ante operam.

Componenti percettivo-identitarie

Per quanto riguarda le **Componenti percettivo-identitarie** nell'area oggetto di studio *il PPR non individua alcuna interferenza.*

Risultato della verifica di compatibilità con le Componenti paesaggistiche

L'analisi sopra esposta consente di verificare che il progetto risulta essere rispettoso degli indirizzi, direttive e prescrizioni di tutela delle componenti paesaggistiche.

2.4.4. Interferenze con la RETE DI CONNESSIONE PAESAGGISTICA – Tav.P5

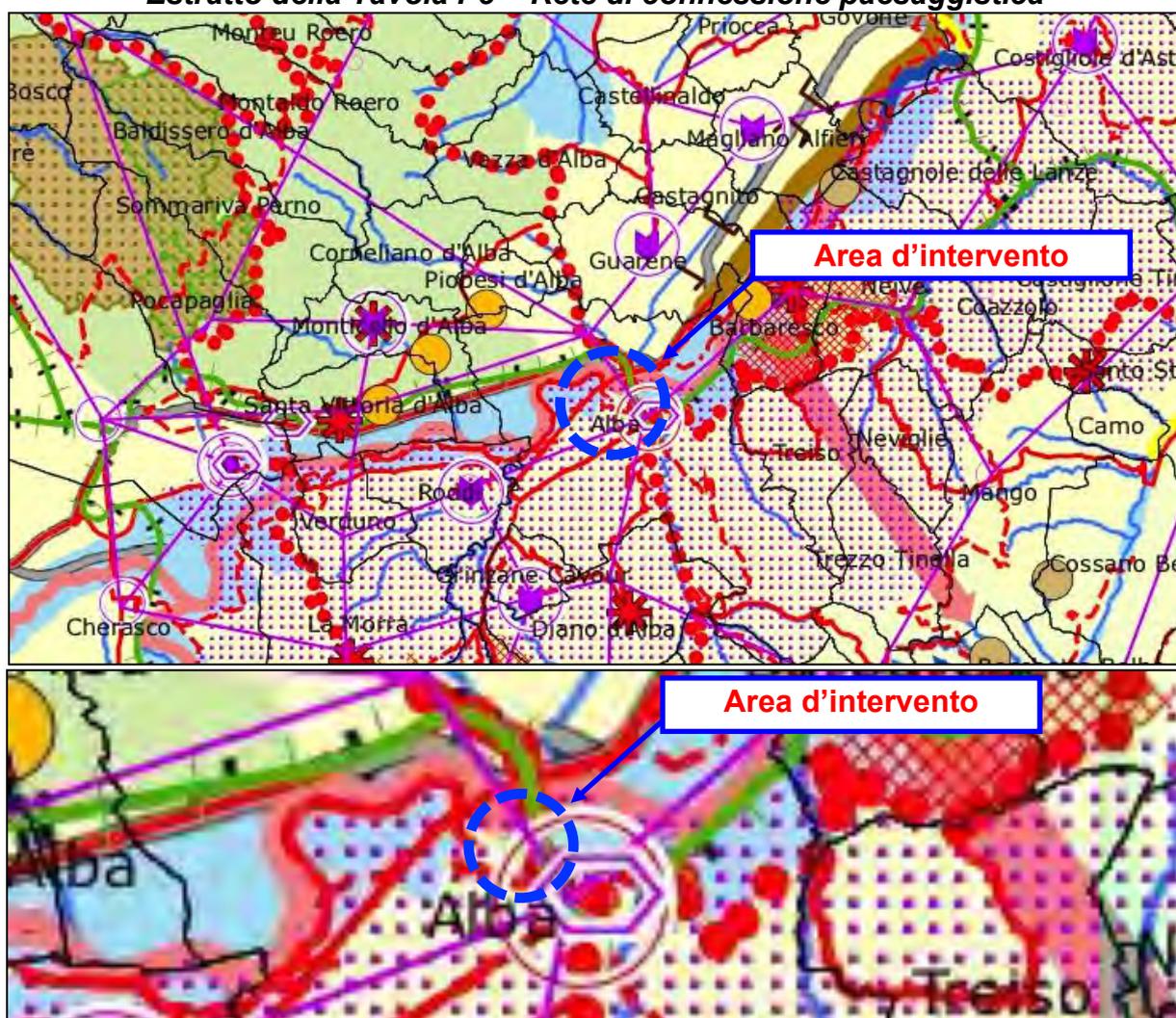
Il Ppr promuove la formazione della Rete di connessione paesaggistica (Rete), anche mediante l'attuazione dei progetti strategici di cui all'articolo 44; la Rete di connessione paesaggistica è costituita dall'integrazione degli elementi delle reti ecologica, storico-culturale e fruitiva.

Gli elementi della **Rete di connessione paesaggistica** sono individuati dalle norme tecniche del PPR e sono rappresentate nella **Tavola P5** del PPR "*Rete di connessione paesaggistica*" alla quale si fa riferimento per verificare la compatibilità dell'intervento con la pianificazione regionale.

La Rete costituisce riferimento per:

1. le valutazioni ambientali strategiche, di impatto o di incidenza di piani o progetti che possono influire sulla consistenza, l'integrità e la fruibilità delle risorse naturali e di quelle storico-culturali a esse associate; le analisi e gli studi dovranno evidenziare le interferenze dei piani e dei progetti con la rete, individuando eventuali azioni di mitigazione e compensazione;
2. le misure di qualificazione ambientale previste dal programma di sviluppo rurale o da altri programmi di finanziamento del settore agricolo e forestale con finalità ambientali, nonché per la localizzazione di misure di compensazione relative a trasformazioni d'uso o realizzazione di infrastrutture.

Estratto della Tavola P5 – Rete di connessione paesaggistica



Legenda della Tavola P5 – Rete di connessione paesaggistica

Elementi della rete ecologica	
Nodi (Core Areas)	
	Aree protette
	SIC e ZSC
	ZPS
	Zone naturali di salvaguardia
	Aree contigue
	Altri siti di interesse naturalistico
	Nodi principali
	Nodi secondari
Connessioni ecologiche	
Corridoi su rete idrografica:	
	Da mantenere
	Da potenziare
	Da ricostituire
Corridoi ecologici:	
	Da mantenere
	Da potenziare
	Da ricostituire
	Esterni
	Punti d'appoggio (Stepping stones)
	Aree di continuità naturale da mantenere e monitorare
	Fasce di buona connessione da mantenere e potenziare
Fasce di connessione sovraregionale:	
	Alpine ad elevata naturalità e bassa connettività
	Montane a buona naturalità e connettività
	Rete fluviale condivisa
	Principali rotte migratorie

Legenda della Tavola P5 – Rete di connessione paesaggistica

Aree di progetto	
	Aree tampone (Buffer zones)
	Contesti dei nodi
	Contesti fluviali
	Varchi ambientali
Aree di riqualificazione ambientale	
	Contesti periurbani di rilevanza regionale
	Contesti periurbani di rilevanza locale
	Aree urbanizzate, di espansione e relative pertinenze
	Aree agricole in cui ricreare connettività diffusa
	Tratti di discontinuità da recuperare e/o mitigare
Rete storico - culturale	
	Mete di fruizione di interesse naturale/culturale (regionali, principali e minori)
Sistemi di valorizzazione del patrimonio culturale:	
	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1 - Sistema delle residenze sabaude ■ 2 - Sistema dei castelli del Canavese ★ 3 - Sistema delle fortificazioni ▼ 4 - Sistema dei santuari, castelli e ricetti del Biellese e del Verbano Cusio Ossola ◆ 5 - Sistema dei castelli del Cuneese occidentale ◆ 6 - Sistema dei castelli e dei beni delle Langhe, Val Bormida, Roero e Monferrato + ● 8 - Sistema dei castelli e delle abbazie della Val di Susa ◆ 9 - Sistema dei santuari delle Valli di Lanzo ◆ 10 - Sistema dei castelli di pianura e delle grange del Vercellese e Novarese ■ 11 - Sistema dell'insediamento Walser ▲ 12 - Sistema degli ecomusei + ◆ 13 - Sistema dei Sacri Monti e dei santuari
	Siti archeologici di rilevanza regionale
	Core zone dei Siti inseriti nella lista del Patrimonio Mondiale UNESCO
	Buffer zone dei Siti inseriti nella lista del Patrimonio Mondiale UNESCO

Legenda della Tavola P5 – Rete di connessione paesaggistica

Rete di fruizione

-  Ferrovie "verdi"
-  Greenways regionali
-  Circuiti di interesse fruitivo
-  Percorsi ciclo-pedonali
-  Rete sentieristica
-  Infrastrutture da riqualificare
-  Infrastrutture da mitigare

Sistema delle mete di fruizione:

-    Capisaldi del sistema fruitivo (Torino, principali, secondari)
-  Accessi alle aree naturali
-  Punti panoramici

Temi di base

-  Strade principali
-  Ferrovie
-  Sistema idrografico
-  Laghi
-  Confini comunali

Elementi della rete ecologica

[1] Il Ppr riconosce la rete ecologica regionale, nell'ambito della predisposizione della Carta della Natura prevista dalla l.r. 19/2009, inquadrata nella rete ecologica nazionale ed europea, quale sistema integrato di risorse naturali interconnesse, volto ad assicurare in tutto il territorio regionale le condizioni di base, anche per la sostenibilità ambientale dei processi di trasformazione e, in primo luogo, per la conservazione attiva della biodiversità.

Il Ppr riconosce nella Tavola P5 gli elementi che concorrono alla definizione della rete ecologica.

[10] In relazione agli elementi della **rete ecologica** di cui al comma 3, individuati nella Tavola P5:

- a. i **nodi** rappresentano ambiti di salvaguardia ecologica in cui la Regione può promuovere l'istituzione di nuove aree protette, se non presenti, o comunque di salvaguardia intorno a quelle già istituite, laddove sia necessario;
- b. le **aree di riqualificazione ambientale** costituiscono gli ambiti in cui sviluppare azioni per assicurare e ricostruire connessioni ecologiche, nonché ricreare connettività anche minime (ad esempio siepi e filari) al fine di ristabilire il corretto equilibrio tra città e campagna; le eventuali trasformazioni contribuiscono a ridefinire i bordi urbani sfrangiati; gli interventi di riqualificazione, compensazione e progettazione paesaggistica e ambientale sono finalizzati a mantenere i varchi tra nuclei urbani, alla realizzazione di greenbelt, greenway e cunei verdi, nonché a valorizzare le attività agricole anche in chiave turistica e didattica;
- c. le **connessioni lineari** (ad es. siepi e filari) esistenti, anche minime, rappresentano gli elementi da conservare e incrementare, in particolare a tutela delle falde, dei canali e lungo i percorsi individuati nella Tavola P5;
- d. i **contesti fluviali** rappresentano gli ambiti all'interno dei quali promuovere l'ampliamento delle aree golenali e la riqualificazione dei tratti spondali (nel rispetto di quanto previsto dal PAI e dalle Direttive e programmi a esso collegati, per quanto non attiene la tutela del paesaggio), mantenere la vegetazione arborea spondale esistente e impiantarne di nuova con specie autoctone ove necessario, ripristinare il bosco ripariale e promuovere interventi di valorizzazione paesaggistica e ambientale delle casce di espansione esistenti.

Per quanto riguarda gli **elementi della rete ecologica**, nell'area oggetto di studio il PPR **individua la presenza di:**

- **Corridoi su rete idrografica**

Connessioni ecologiche

[3b] le connessioni ecologiche formate dai corridoi su rete idrografica, dai corridoi ecologici, dai punti di appoggio (stepping stones), dalle aree di continuità naturale, dalle fasce di buona connessione e dalle principali fasce di connessione sovra-regionale; le connessioni mantengono e favoriscono le dinamiche di dispersione delle popolazioni biologiche tra i diversi nodi della rete.

Per quanto riguarda le connessioni ecologiche, nell'area oggetto di studio il PPR individua nell'asta pianeggiante del Fiume Tanaro una linea di connessione (corridoio su rete idrografica) da potenziare.

Bisogna tenere presente che la nuova traversa di derivazione sarà realizzata in sopraelevazione su una traversa esistente e priva di scala di rimonta per l'ittiofauna. Sulla nuova traversa sarà realizzata una scala di rimonta che introdurrà un elemento migliorativo che consentirà una superiore connessione ecologica rispetto alla situazione esistente.

Rete storico-culturale

[4] La rete storico-culturale è costituita dalle mete di fruizione di interesse naturale e culturale, dai sistemi di valorizzazione del patrimonio culturale (sistemi delle residenze sabaude, dei castelli, delle fortificazioni, delle abbazie, dei santuari, dei ricetti, degli insediamenti Walser, degli ecomusei e dei Sacri Monti) dai siti archeologici di rilevanza regionale e dai siti inseriti nella Lista del Patrimonio mondiale dell'Unesco, individuati nella Tavola P5, la cui interconnessione svolge un ruolo cruciale ai fini della valorizzazione complessiva del paesaggio regionale; alcuni elementi della rete storico-culturale, pur non essendo direttamente interconnessi tra loro, costituiscono mete della rete di fruizione di cui al comma 5.

Per quanto riguarda gli **elementi della rete storico-culturale**, nell'area oggetto di studio il PPR **individua la presenza di:**

- **Siti inseriti nella lista del Patrimonio UNESCO**

Nell'area oggetto di studio il PPR individua una marginale interferenza del progetto con la Rete storico-culturale. Infatti, la sponda destra del Fiume Tanaro, nel tratto interessato dal progetto, interessa il vasto sito UNESCO denominato "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato". Il Sito comprende anche tutto il centro abitato di Alba, pertanto le opere di ammorsamento della traversa di derivazione, in sponda destra, interessano marginalmente l'area tutelata mentre la traversa e l'impianto di produzione si trovano in sponda sinistra e non presentano interferenze con il sito UNESCO.

Rete di fruizione

[5] La rete di fruizione è costituita da un insieme di mete storico-culturali e naturali, di diverso interesse e capacità attrattiva, collegate tra loro da itinerari, caratterizzabili a tema e strutturati per ambiti territoriali, rappresentativi del paesaggio regionale; le connessioni della rete di fruizione sono formate dagli assi infrastrutturali di tipo stradale o ferroviario e dalla rete sentieristica, nonché dalle interconnessioni della rete storico-culturale di cui al comma 4, come individuati nella Tavola P5, in funzione della valorizzazione complessiva del patrimonio storico-culturale regionale, con particolare riferimento agli accessi alle aree naturali e ai punti panoramici.

*[11] Con riferimento alle indicazioni relative alla **rete fruitiva**, i piani settoriali, territoriali provinciali e i piani locali, per quanto di rispettiva competenza, definiscono azioni finalizzate a:*

- a. adottare orientamenti progettuali tali da aderire ai caratteri specifici dei contesti interessati, con particolare riferimento alle indicazioni di cui alla Parte III delle presenti norme;*
- b. prestare speciale attenzione agli aspetti panoramici e di intervisibilità, sia attivi (le infrastrutture come canali di fruizione visiva), sia passivi (le infrastrutture come oggetto di relazioni visive), con particolare riferimento a quelle considerate agli articoli 30 e 33;*
- c. prestare speciale attenzione all'uso della vegetazione (cortine verdi, viali d'accesso, arredo vegetale, barriere verdi anti-rumore ecc.) nei progetti di infrastrutture;*
- d. adottare specifiche misure di mitigazione nei confronti delle criticità esistenti.*

Nell'area oggetto di studio il PPR non individua alcuna interferenza del progetto con la Rete di fruizione.

Temi di base

Per quanto riguarda i **temi di base**, nell'area oggetto di studio il PPR *individua la presenza di:*

- ***Sistema idrografico***

A livello di sistema idrografico il progetto interferisce sul naturale deflusso delle acque del Fiume Tanaro. L'impatto paesaggistico sul corso d'acqua non risulta rilevante in quanto trattasi di impianto puntuale posizionato su una traversa esistente. La sopraelevazione della stessa non aumenta gli impatti sulla rete di connessione paesaggistica e consente di realizzare importanti opere di connessione ecologica come la scala di risalita per l'ittiofauna su un salto che oggi ne risulta privo.

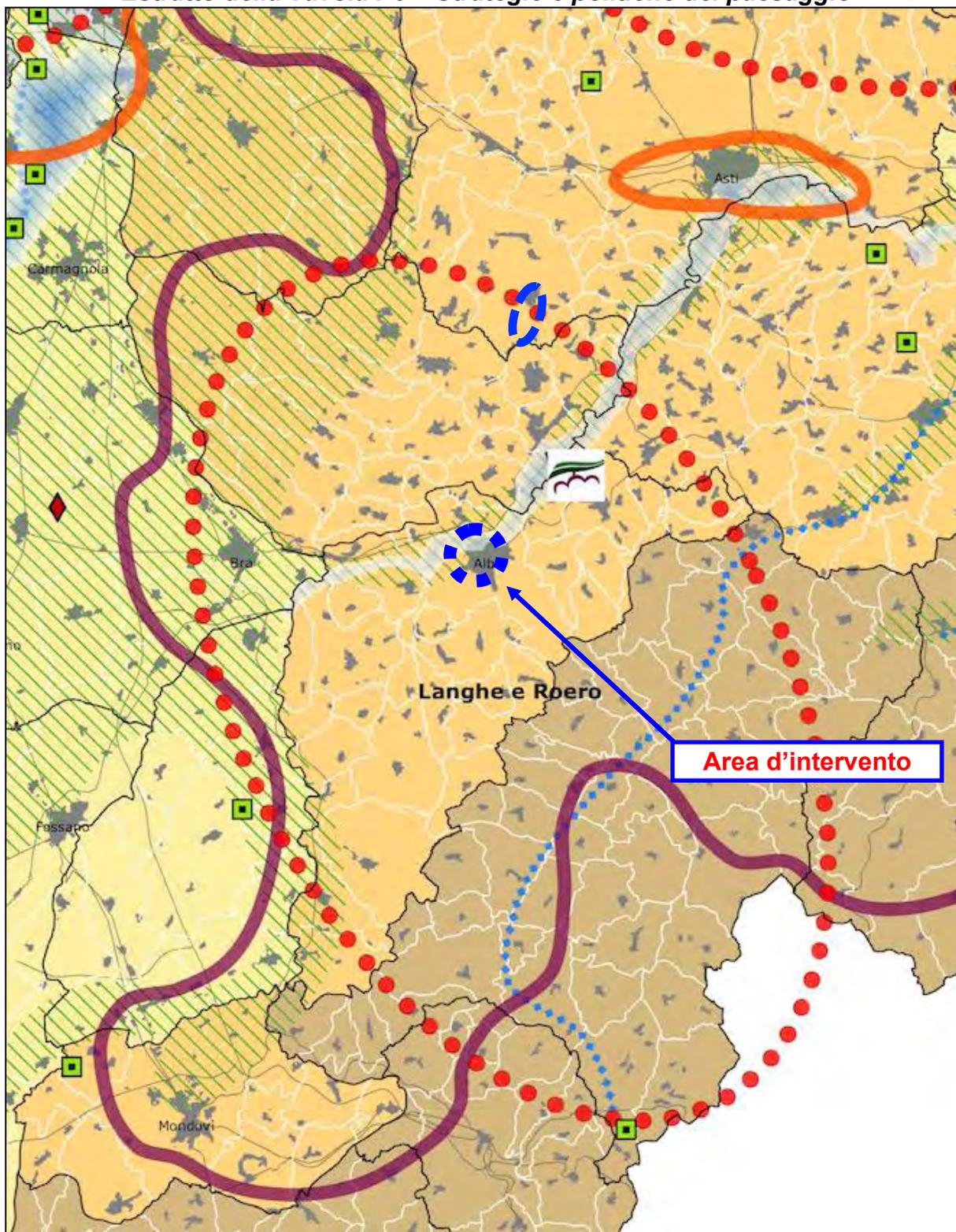
Risultato della verifica di compatibilità con la Rete di connessione paesaggistica

L'analisi sopra esposta consente di verificare che il progetto risulta essere poco influente sulla rete di connessione paesaggistica anche in considerazione del fatto che il settore di asta fluviale risulta essere contiguo all'area industriale di Alba.

2.4.5. *Relazione con le "STRATEGIE E POLITICHE DEL PAESAGGIO" – Tav.P6*

Le **Strategie e politiche del paesaggio** sono finalizzate alla formazione di Piani e Programmi strategici **di competenza degli Enti pubblici di gestione del territorio** e sono sintetizzate nella **Tavola P6** del PPR alla quale si fa riferimento per verificare la coerenza dell'intervento con la pianificazione regionale.

Estratto della Tavola P6 – Strategie e politiche del paesaggio



Legenda della Tavola P6 – Strategie e politiche del paesaggio

STRATEGIA 1	RIQUALIFICAZIONE TERRITORIALE, TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL PAESAGGIO
OBIETTIVO 1.1	Riconoscimento dei paesaggi identitari articolati per macroambiti di paesaggio (aggregazioni degli Ambiti di paesaggio - Ap)
Tem	 Paesaggio d' alta quota (territori eccedenti 1.600 m s.l.m.)  Paesaggio alpino del Piemonte Settentrionale e dell'Ossola (Ap 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13)  Paesaggio alpino walser (Ap 8, 20)  Paesaggio alpino franco-provenzale (Ap 26, 31, 32, 33, 34, 35, 38)  Paesaggio alpino occitano (Ap 39, 40, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57)  Paesaggio appenninico (Ap 61, 62, 63, 72, 73, 74, 75, 76)  Paesaggio collinare (Ap 60, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71)  Paesaggio della pianura del seminativo (Ap 43, 44, 45, 46, 47, 48, 58, 59, 70)  Paesaggio della pianura risicola (Ap 16, 17, 18, 23, 24, 29)  Paesaggio pedemontano (Ap 12, 14, 15, 19, 21, 22, 25, 27, 28, 30, 37)  Paesaggio urbanizzato della piana e della collina di Torino (Ap 36)  Paesaggio fluviale e lacuale  Ambiti di paesaggio (Ap)
Azioni	Articolazione del territorio in paesaggi diversificati e rafforzamento dei fattori identitari (Tavola P3, articolo 10)
OBIETTIVO 1.2	Salvaguardia delle aree protette, miglioramento delle connessioni paesaggistico-ecologiche e contenimento della frammentazione
Tem	 Aree protette  Principali contesti fluviali, lacuali e di connessione ecologica
Azioni	Valorizzazione e implementazione della Rete di connessione paesaggistica (Tavola P5, articoli 42 e 44)
OBIETTIVI 1.3 - 1.4	Salvaguardia e valorizzazione del patrimonio storico-architettonico, dei paesaggi di valore o eccellenza e degli aspetti di panoramicità
Azioni	Attuazione della disciplina per componenti e beni paesaggistici (Tavole P2 e P4, articoli dal 12 al 40)

OBIETTIVI 1.5 - 1.6	Contenimento e mitigazione delle proliferazioni insediative nelle aree rurali e nei contesti periurbani
Tem	 Contesti periurbani di rilevanza regionale (Tavola P5, articoli 42 e 44)  Progetto Strategico Corona Verde
Azioni	Attuazione della disciplina per componenti e beni paesaggistici (Tavole P2 e P4, articoli dal 12 al 40) Qualificazione dei sistemi urbani e periurbani (articolo 44)

Legenda della Tavola P6 – Strategie e politiche del paesaggio

OBIETTIVO 1.7	Salvaguardia delle fasce fluviali e lacuali e potenziamento del ruolo di connettività ambientale della rete fluviale
Tem	 Principali contesti fluviali, lacuali e di connessione ecologica  Contratti di fiume e di lago
Azioni	Attuazione della disciplina per componenti e beni paesaggistici (Tavole P2 e P4, articoli dal 12 al 40) Valorizzazione e implementazione della Rete di connessione paesaggistica (Tavola P5, articoli 42 e 44) Attuazione dei contratti di fiume e di lago (articolo 44)
OBIETTIVI 1.8 - 1.9	Rivitalizzazione della montagna e della collina e recupero delle aree degradate
Azioni	Attuazione della disciplina per componenti e beni paesaggistici (Tavole P2 e P4, articoli dal 12 al 40) Riqualificazione delle aree critiche, dismesse o compromesse (Tavola P4, articoli 41 e 44)
STRATEGIA 2	SOSTENIBILITA' AMBIENTALE, EFFICIENZA ENERGETICA
OBIETTIVI 2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4 - 2.5	Tutela e valorizzazione delle risorse primarie
Tem	 Edificato  Classi di alta capacità d'uso del suolo
Azioni	Contenimento del consumo di suolo (Tavole P4 e P5, articoli dal 12 al 42) Salvaguardia dei suoli con classi di alta capacità d'uso e dei paesaggi agrari (Tavole P4 e P5, articoli 19, 20, 32, 40 e 42) Salvaguardia e valorizzazione del patrimonio forestale (Tavole P2 e P4, articolo 16)
OBIETTIVI 2.6 - 2.7	Prevenzione e protezione dai rischi naturali e ambientali
Azioni	Attuazione della disciplina per componenti e beni paesaggistici (Tavole P2 e P4, articoli dal 12 al 40)

STRATEGIA 3	INTEGRAZIONE TERRITORIALE DELLE INFRASTRUTTURE DI MOBILITA', COMUNICAZIONE, LOGISTICA
OBIETTIVI 3.1 - 3.2 - 3.3	Integrazione paesaggistico-ambientale delle infrastrutture autostradali, ferroviarie, telematiche e delle piattaforme logistiche
Temi	<p>— Principali reti di trasporto regionale</p> <p> Principali poli logistici</p>
Azioni	Attuazione della normativa per i complessi infrastrutturali (Tavola P4, articoli 39, 41 e 44)

Legenda della Tavola P6 – Strategie e politiche del paesaggio

STRATEGIA 4	RICERCA, INNOVAZIONE E TRANSIZIONE ECONOMICO-PRODUTTIVA
OBIETTIVI 4.1 - 4.3 - 4.4	Integrazione paesaggistico-ambientale e mitigazione degli impatti degli insediamenti delle attività terziarie, produttive e di ricerca
Azioni	Attuazione della normativa per i complessi specialistici (Tavola P4, articoli 39, 41 e 44)
OBIETTIVI 4.2 - 4.5	Potenziamento della riconoscibilità dei luoghi di produzione agricola, manifatturiera e potenziamento delle reti e dei circuiti per il turismo locale e diffuso
Temi	 Territori del vino  Principali luoghi del turismo (collina, comprensori sciistici, zona dei laghi, Torino)
Azioni	Attuazione della disciplina per componenti e beni paesaggistici (Tavole P2 e P4, articoli dal 12 al 40)
STRATEGIA 5	VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE UMANE E DELLE CAPACITA' ISTITUZIONALI
OBIETTIVI 5.1 - 5.2	Rafforzamento dei fattori identitari del paesaggio per il ruolo sociale di aggregazione culturale e potenziamento delle identità locali
Temi	 Contratti di fiume e di lago  Progetto Strategico Corona Verde  Tenimenti storici dell'Ordine Mauriziano  Patrimonio Mondiale UNESCO: I paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato  Siti candidati per l'inserimento nella Lista del Patrimonio Mondiale UNESCO: Ivrea, città industriale del XX secolo
Azioni	Attuazione delle reti di governance e di programmi e progetti per la qualificazione e valorizzazione del paesaggio, compresi i Progetti Europei (articoli 43 e 44)
N.B.: la definizione che accompagna gli obiettivi generali è una sintesi degli obiettivi specifici in cui ciascuno di essi è articolato (cfr. Allegato B Nda). La Tavola P6 è una carta di sintesi: per l'individuazione puntuale dei singoli temi si rimanda alle altre Tavole di Piano citate nelle Azioni.	

Risultato della verifica di compatibilità con le “Strategie e politiche del paesaggio”

In merito alle **Strategie e politiche del paesaggio**, per i siti principali del progetto in esame, il PPR specifica che le opere di derivazione di trovano in zona identificata come **Paesaggio collinare**.

Il progetto è coerente con i seguenti obiettivi specifici di qualità paesaggistica contenuti nell'Allegato B delle Norme di attuazione:

- 1.6.1. Sviluppo e integrazione nelle economie locali degli aspetti culturali, tradizionali o innovativi, che valorizzano le risorse locali e le specificità naturalistiche e culturali dei paesaggi collinari, pedemontani e montani, che assicurano la manutenzione del territorio e degli assetti idrogeologici e paesistici consolidati.*
- 2.1.1. Tutela della qualità paesaggistico-ambientale delle acque superficiali e sotterranee.*
- 4.3.1. Integrazione paesaggistico-ambientale e mitigazione degli impatti degli insediamenti produttivi, da considerare a partire dalle loro caratteristiche progettuali (localizzative, dimensionali, costruttive, di sistemazione dell'intorno).*
- 4.5.1. Sviluppo di reti di integrazione e di attrezzature leggere per il turismo locale e diffuso, rispettoso e capace di valorizzare le specificità e le attività produttive locali.*

2.5. Compatibilità con gli Strumenti urbanistici comunali (PRGC)

Il progetto è interamente localizzato in **Comune di Alba**.

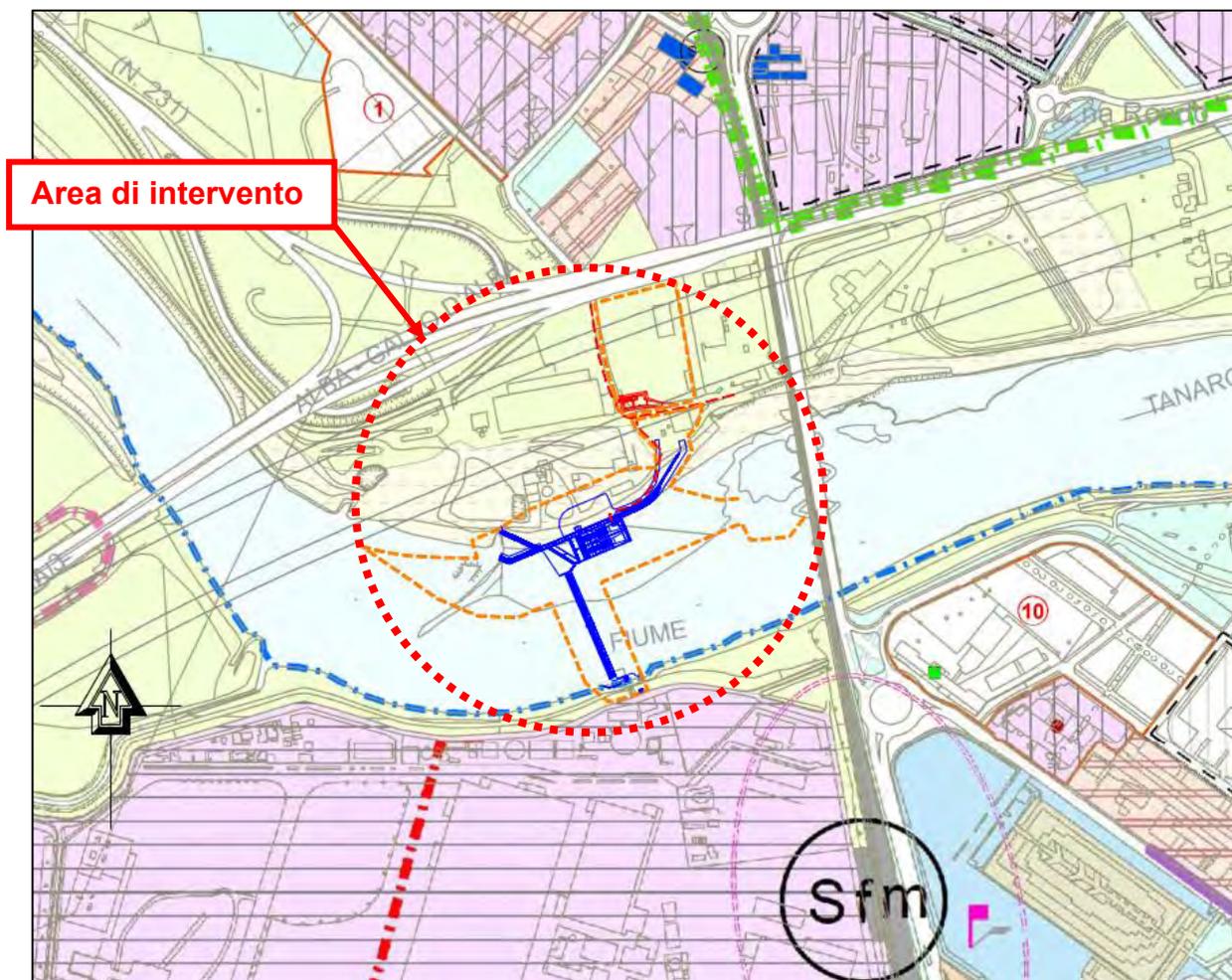
Con Deliberazione della Giunta Regionale DGR del 30 Maggio 2016 n. 30-3387, è stato approvato il nuovo **Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC)** entrato in vigore con la pubblicazione sul B.U.R. n.22 del 01 Giugno 2016, con modifiche ex-officio.

Successivamente sono state approvate Varianti e Modificazioni al Piano Regolatore. Gli elaborati del PRGC sono aggiornati all'ultima Variante e/o Modificazione (14), approvata con Deliberazione di C.C. n. 23 del 22 Aprile 2024.

Per la compatibilità urbanistica del progetto si fa riferimento alla *Tavola 3.9.1 Suddivisione in zone omogenee con sovrapposizione classi di pericolosità geomorfologica*.

2.5.1. *Tavola 3.9.1 - Suddivisione in zone omogenee con sovrapposizione classi di pericolosità geomorfologica - PRGC Comune di Alba*

Tavola 3.9.1 - Suddivisione in zone omogenee con sovrapposizione classi di pericolosità geomorfologica - PRGC Comune di Alba



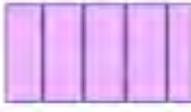
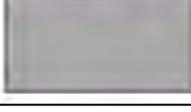
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE A – LA CITTÀ ANTICA

	zona A	Zone della città antica (art. dal 9 al 22 NTA)
---	--------	---

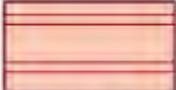
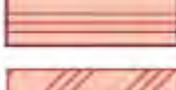
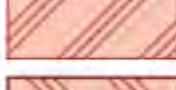
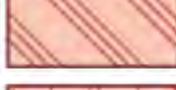
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE BS – ZONE PER SERVIZI PUBBLICI O DI USO PUBBLICO

	zona Bs1	Zone per l'istruzione (art. 25 NTA)
	zona Bs2	Zone per attrezzature di interesse comune (art. 26 NTA)
	zona Bs3	Zone per spazi pubblici a parco per il gioco e per lo sport (art. 27 NTA)
	zona Bs4	Zone per parcheggi pubblici (art. 28 NTA)

Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE BP – ZONE PREVALENTEMENTE PRODUTTIVE

	zona Bp1	Zone produttive a destinazione variabile (art. 43 NTA)
	zona Bp1	Zone produttive a destinazione variabile (con esclusione della destinazione residenziale) (art. 43.3 NTA)
	zona Bp2	Zone produttive con vincolo di destinazione (art. 44 NTA)
	zona Bp3	Zone produttive di urbanizzazione pubblica (art. 45 NTA)
	zona Bp4	Zone produttive a carattere misto (art. 46 NTA)
	zona Bp5	Zone produttive per la coltivazione di cava (art. 46bis NTA)

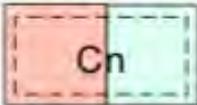
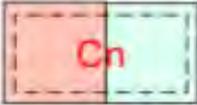
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE BR – ZONE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI

	zona Br1	Zone di prima formazione (art. 29 NTA)
	zona Br2	Zone di Corso Langhe (art. 30 NTA)
	zona Br3	Zone di Corso Enotria (art. 31 NTA)
	zona Br4	Zone di Alfavilla (art. 32 NTA)
	zona Br5	Zone di Corso Cortemilia (art. 33 NTA)
	zona Br6	Zone di Corso Piave (art. 34 NTA)
	zona Br7	Zone limitrofe alla Ferrero (art. 35 NTA)
	zona Br8	Zone di Corso Europa (art. 36 NTA)
	zona Br9	Zone di Gallo d'Alba (art. 37 NTA)
	zona Br10	Zone di Piana Bigliani (art. 38 NTA)
	zona Br11	Zone di Mussoito Nord (art. 39 NTA)
	zona Br12	Frazioni isolate colline nord (art. 40 NTA)
	zona Br13	Frazioni isolate colline sud (art. 41 NTA)
	zona Br14	Zone di San Cassiano (art. 42 NTA)
	zona Brx	Verde privato (art. 42bis NTA)
	zona Br15	Zone di Mussoito sud (art. 42ter NTA)

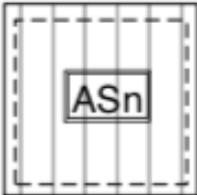
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE CON STRUMENTI URBANISTICI ESECUTIVI VIGENTI

	<p>Aree ricadenti in strumenti urbanistici esecutivi non esauriti (art. 47 NTA)</p>
	<p>Zone per le quali si conferma la disciplina del Piano vigente (art. 47.4 NTA)</p>

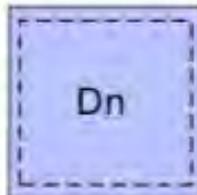
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE C - ZONE DI ESPANSIONE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI

	<p>Zone interstiziali con attico (art. 49 NTA)</p>
	<p>Zone interstiziali senza attico (art. 49 NTA)</p>

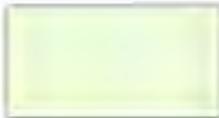
Legenda Tav. 3.9.1 – AMBITI SPECIALI

	<p>Comparti di intervento (art. 62 NTA)</p>
---	---

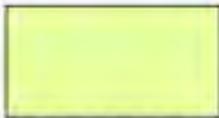
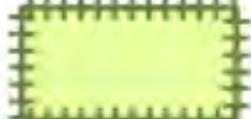
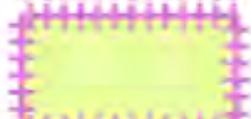
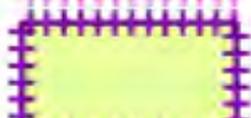
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE D - ZONE DI ESPANSIONE PER FUNZIONI NON RESIDENZIALI

	<p>zona D</p>	<p>Comparti di intervento (art. 50 NTA)</p>
---	---------------	---

Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE E - ZONE AGRICOLE

	zona Em.1	Zone agricole marginali nelle colline di Altavilla, Serra e Montebellina (art. 51 NTA)
	zona Em.2	Zone agricole marginali nel resto della città (art. 52 NTA)
	zona Ep	Zone agricole a produzione specializzata (art. 53 NTA)
	zona Ea	Zone agricole di pregio ambientale e paesaggistico (art. 54 NTA)

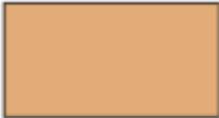
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE F - ZONE PER SERVIZI SOCIALI E DI INTERESSE GENERALE

	zona Fi	Attrezzature per l'istruzione superiore (art. 56 NTA)
	zona Fos	Attrezzature sociali sanitarie e ospedaliere (art. 57 NTA)
	zona Fp	Zone per parchi pubblici urbani e comprensoriali (art. 58 NTA)
	zona Fp	Stagni di Mogliasso (art. 58.4 NTA)
	zona Fp	Aree a servizio dell'attività estrattiva (art. 58.5 NTA)
	zona Fp	Aree per il trattamento di rifiuti speciali non pericolosi (art. 58.5 NTA)

Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE G – ALTRE ATTREZZATURE

	zona G	Attrezzature varie non rientranti nella definizione di standard (art. 59 NTA)
---	--------	---

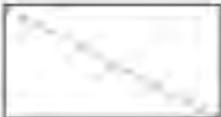
Legenda Tav. 3.9.1 – ZONE S – PER LA VIABILITÀ

	zona S1	Zone stradali (art. 60 NTA)
	zona S2	Aree per la distribuzione di carburanti (art. 61 NTA)

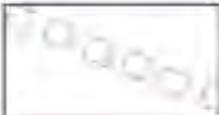
Legenda Tav. 3.9.1 – BENI MERITEVOLI DI TUTELA ESTERNI ALLA CITTÀ ANTICA

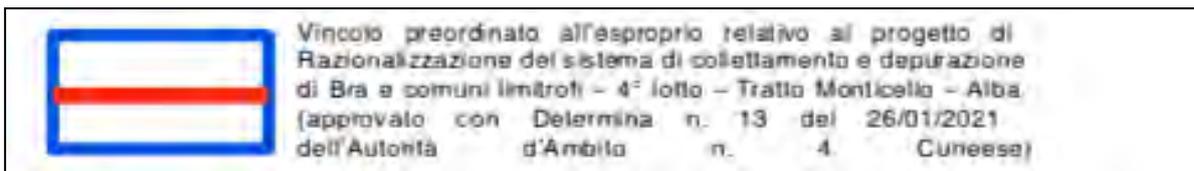
	Ch	Chiese, Edifici speciali di origine civica o religiosa (art. 6.4.1 NTA)
	Er	Edifici rurali (art. 6.4.2 NTA)
	Cc	Edifici residenziali: case a cortina (art. 6.4.3 NTA)
	Vg	Edifici residenziali: ville ed edifici isolati con o senza giardino (art. 6.4.4 NTA)
	Ei	Edificio industriali (art. 6.4.3 NTA)

Legenda Tav. 3.9.1 –ALTRE ZONE

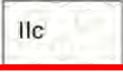
	Area ferroviaria
	Stazione ferroviaria metropolitana
	Percorsi pedonali
	Art. 44 comma 3 e 43 comma 2 Art. 44 comma 5

Legenda Tav. 3.9.1 – ALTRE ZONE

	Individuazione attrezzature in ambito collinare (art. 25, 26, 56, 57 NTA)
	Fascia di rispetto cimiteriale di cui all'art. 27 della LR 56/77 e smi (200m)
	Autorizzazioni sanitarie alla riduzione di cui alle DCC n° 36 del 19/04/2004 e n° 58 del 31/07/2012
	Strade panoramiche (art. 6.3 NTA)
	Zone sottoposte a norma particolare (art. 29.2, 34.2, 36.2, 38.2, 42.2, 43.2 NTA)
	Corsi e specchi d'acqua
	Art. 44 comma 6
	Art. 61 comma 5
	Art. 3 comma 17
	Area di salvaguardia acquedotto (presa Tefin) Det. Regionale n. 337 del 21.07.2017 Art. 63 comma 6bis
	Bonifica distributore carburante (Art. 61 comma 5)
	Trasferimento capacità edificatoria (Art. 32 comma 4 - Art. 40 comma 4)



Legenda Tav. 3.9.1 – CLASSI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO

	<p>CLASSE I - Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/1988.</p>
	<p>CLASSE II - Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, derivanti da indagini geognostiche, studi geologici e geotecnici, da eseguire nelle aree di intervento in fase di progetto esecutivo, in ottemperanza al D.M. 11/03/88. Tale classe viene suddivisa in tre sottoclassi in funzione della natura dei fattori penalizzanti: IIa) - Porzioni di territorio subpianeggianti, interessate da uno o più fattori penalizzanti quali acque di esondazione a bassa energia, prolungato ristagno delle acque meteoriche, scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura ed eterogeneità dei terreni di fondazione.</p>
	<p>IIb) - Porzioni di territorio ricadenti su versanti da moderatamente a mediamente acclivi, dove la limitata idoneità e la moderata pericolosità derivano da eterogeneità dei terreni di fondazione e scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura.</p>
	<p>IIc) - Porzioni di territorio mediamente acclivi, dove la limitata idoneità e la moderata pericolosità è dovuta ad aspetti di carattere geostatico e di versante connessi alle scadenti caratteristiche litotecniche e/o sfavorevole giacitura del substrato.</p>
	<p>CLASSE III a) - Porzioni di territorio inedificate o con rare edificazioni che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti residenziali o produttivi. Per gli edifici sparsi esistenti (con esclusione di quelli in Fascia A o in frana attiva Fa), sono consentiti i soli interventi di manutenzione, di risanamento conservativo, di restauro e di ristrutturazione edilizia (non comportanti demolizione e ricostruzione) nonché modesti ampliamenti; in assenza di interventi di minimizzazione della pericolosità non è consentita la variazione della destinazione d'uso che dia luogo a nuove unità abitative. Sugli edifici sparsi esistenti ricadenti in Fascia A o negli ambiti di frane attive (Fa) sono consentiti soltanto: demolizione senza ricostruzione, manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo. Sono ammessi gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e di restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa speciale di tutela degli stessi, le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi, le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee, le opere di realizzazione e di ristrutturazione di infrastrutture lineari a rete di servizi pubblici essenziali e di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Al di fuori degli ambiti di dissesto attivo, è consentita la realizzazione, se non localizzabili altrove, di impianti produttivi agricoli e di residenze rurali a condizione che la relativa fattibilità sia stata verificata dalle specifiche indagini e dagli studi di dettaglio.</p>
	<p>CLASSE III b) - Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di assetto territoriale a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico, quali a titolo di esempio, interventi di manutenzione straordinaria, risanamento conservativo; per le opere di interesse pubblico, non altrimenti localizzabili, varrà quanto previsto dall'Art. 31 della L.R. 56/77. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. Tale classe viene suddivisa in sottoclassi in funzione degli elementi di pericolosità presenti:</p>

	Porzioni di territorio dove la pericolosità deriva da condizioni di EmA/fascia C- P.S.F.F. - aree Fq - condizioni di esondato storico e potenziale inondabilità - Aree collinari a potenziale dissesto.
	Porzioni di territorio dove la pericolosità deriva da condizioni di EbA/fascia B/fascia B di progetto -P.S.F.F.
	Porzioni di territorio dove la pericolosità deriva da condizioni di EeA/fascia A- P.S.F.F. - aree Fa.

Legenda Tav. 3.9.1 – RISCHIO IDROGEOLOGICO - INTERVENTI DI MINIMIZZAZIONE

M0 Assenza di interventi	M1 Interventi insufficienti o incompleti	M2 Interventi eseguiti e collaudati
	Perimetrazione area RME	
FRANE		
Attiva	Quiescente	Stabilizzata
○ Non cartografabile		
TIPOLOGIE DI MOVIMENTO		
1- Crollo	6- Colamento veloce	
2- Ribaltamento	7- Sprofondamento	
3- Scivolamento rotazionale	8- D.P.G.V.	
4- Scivolamento traslativo	9- Fluidificazione delle coperture	
5- Colamento lento	10- Frana composta	

Legenda Tav. 3.9.1 – RISCHIO IDROGEOLOGICO -DISSESTI LEGATI ALLA DINAMICA FLUVIALE E TORRENTIZIA

Lineare	Areale		Molto elevata
	Ee _L	Molto elevata	
			Elevata
			Media/moderata
	COMUNE DI		

Legenda Tav. 3.9.1 –VARIANTE DI ADEGUAMENTO UNESCO

	Confine buffer zone del sito UNESCO (art. 63bis NTA)
	Individuazione ambiti definiti "ad alta vocazione tartulligena" (art. 98 NTA)
	Percorsi panoramici (fonti di settore, di interesse territoriale, ecc.) (art. 6.3 NTA)
	Zone boscate (sostituisce la corrispondente zona Eb del PRG vigente) (art. 55 NTA)
	Boschi
	Boschi di valore paesaggistico
	Evidenziazione tratti di viabilità in progetto (art. 97.4 NTA)
	Individuazione zone di PRG in ambiti ai bordi del centro abitato (AS13, AS20, AS21, AS26, C23) (artt. 49 e 62 NTA)
	Indicazione aree già previste nel PRG per servizi, mitigazione a verde, ecc. (artt. 49 e 62 NTA)
	Indicazione di "Varchi" di interesse paesaggistico (artt. 49 e 62 NTA)
	Indicazione dei margini urbani del "Parco del Tanaro" da riqualificare (previsti nel masterplan) (artt. 43, 50.11, 62, 36, 59, 49, 54 NTA)
	Confine ambito oggetto di intervento previsto nel masterplan "Parco del Tanaro" (art. 63bis NTA)
	Individuazione alberi monumentali (art. 55.4 NTA)
	Individuazione elementi del "repertorio delle testimonianze storico-documentarie nelle aree esterne al centro storico" (art. 63bis NTA)
	Edifici
	Ambiti
	Individuazione edifici o ambiti nelle "Schede di censimento del territorio UNESCO" (art. 63bis NTA) (riferimento alla tav. 4b - Inquadramento catastale con identificazione delle schede di censimento del territorio UNESCO)

Riepilogo di Destinazioni urbanistiche, classi e vincoli

Le destinazioni urbanistiche presenti nell'area di intervento sono:

- Acq - Corsi e specchi d'acqua
- Eb paesaggistico - zona boscata di valore paesaggistico - Art.55
- Fp - Zone per parchi pubblici urbani e comprensoriali - Art.58

Le classi presenti nell'area di intervento sono:

- F.A - Fascia di piena ordinaria (Fascia A)
- IIIa - classe di rischio idrogeologico IIIa - Art.73

Le classi presenti nell'area di intervento sono le seguenti:

- Buffer Zone - Buffer zone del sito UNESCO (art. 63bis N.T.A.)

Commento

La sovrapposizione della sagoma del progetto alla tavola 3.9 che individua le zone omogenee e le classi di pericolosità geomorfologica consente di verificare che il progetto si sviluppa in “Classe III di rischio idrogeologico”.

In tema di vincoli territoriali il progetto si trova in area fluviale e parzialmente in area boscata per la presenza e che l'ammorsamento della traversa in destra orografica, quindi in vincolo paesaggistico.

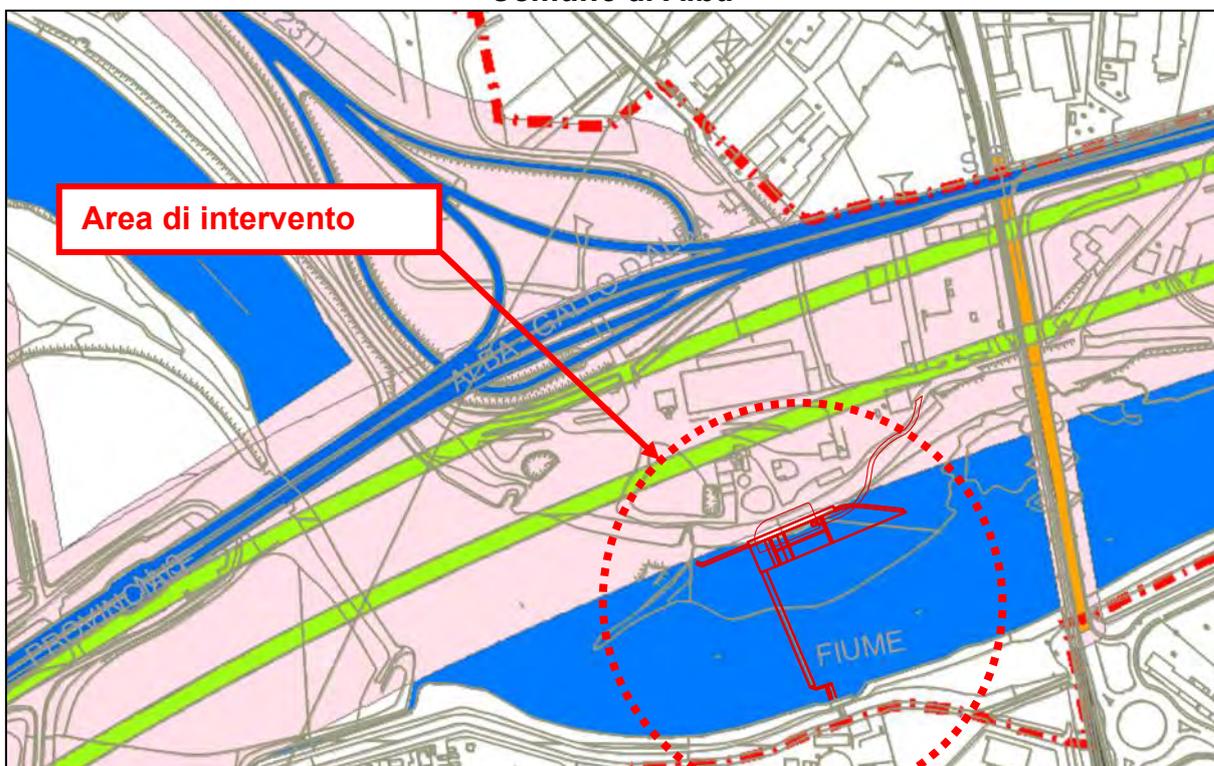
In destra orografica il progetto lambisce la vasta Buffer zone del sito UNESCO senza interferire sulla stessa in quanto collegato alle opere di presa dell'esistente derivazione idrica ad uso industriale.

In sponda sinistra, invece, il progetto interessa prevalentemente le aree di greto e di golena classificate all'interno del “corso d'acqua (Acq)”, quindi in fascia di piena ordinaria (Fascia A), e coinvolge una “zona boscata di valore paesaggistico (Eb paesaggistico)” dove saranno localizzate la viabilità di servizio e le aree di manovra e quelle di deposito temporaneo di cantiere per le quali si prevede la rimessa in pristino con rimboschimento delle superfici interessate.

L'area di cantiere interessa anche marginalmente aree classificate come “zone per parchi pubblici urbani e comprensoriali (Fp)”.

2.5.2. Tav. 4.4.7 – Ricognizione sui vincoli in atto sul territorio comunale – PRGC
Comune di Alba

**Tav. 4.4.7 – Ricognizione sui vincoli in atto sul territorio comunale – PRGC
Comune di Alba**



Limite del centro abitato
(Codice della Strada, art. 3 comma 1.8)



Tracciato linea ferrovia metropolitana



Fascia di rispetto ferroviaria (Art. 62 bis Nta)



Autostrada (TIPO A_60m)



Strade extraurbane principali (TIPO B_40m)



Strade extraurbane secondarie (TIPO C_30m)



Strade interquartiere (TIPO E_10m)



Strade extraurbane locali (TIPO F_20m)



Fasce di rispetto stradale (Art. 62 bis Nta)



Assi della fruizione rurale e montana
(art. 3.13 N.t.a. del PTP di Cuneo)



Corsi d'acqua



Fasce di rispetto dei corsi d'acqua (art. 142 Dlgs. 42/2004)

Commento

La sovrapposizione della sagoma del progetto alla Tavola 4.4 che individua i vincoli presenti sul territorio comunale consente di verificare che il progetto si sviluppa interamente in aree di pertinenza del corso d'acqua e interessa le due sponde del Fiume Tanaro.

La centrale idroelettrica è localizzata al di fuori della fascia di rispetto stradale. La fascia di rispetto autostradale è interessata unicamente dal piazzale di servizio, dalla viabilità di accesso e dalle opere di connessione elettrica (elettrodotto interrato e cabina elettrica).

2.5.3. Risultato della verifica di compatibilità con il PRGC

L'intervento in progetto è localizzato in aree urbanisticamente idonee alla sua realizzazione, previo rilascio delle autorizzazioni di competenza.
In linea generale, il Progetto non si trova in contrasto che le attuali Norme di Attuazione del PRGC di Alba.

3. ELENCO ALLEGATI

Il progetto di derivazione idroelettrica sul fiume Tanaro in Comune di Alba è redatto con un livello di definizione e approfondimento assimilabile al Progetto definitivo prescritto dalla Legge 109/94 e s.m.i. per lavori pubblici similari; e in ottemperanza al Regolamento Regionale 10/R 2003 e Regolamento Regionale 2/R 2015.

RELAZIONI DI PROGETTO	
R01	Relazione tecnica
R02	Relazione idrologica
R03	Relazione di compatibilità idraulica
R04	Relazione geologica
R05	Fascicolo sullo sbarramento
R06	Cronoprogramma dei lavori
R07	Piano di gestione e manutenzione delle opere
	Piano di dismissione delle opere
R08.1	Relazione con stima dei costi di dismissione
R08.2	Planimetrie generali
R08.3	Planimetria e sezioni
R09	Stima dei costi
R10	Piano finanziario delle opere progettate
R11	Documentazione fotografica, fotoinserimenti, e render
R12	Relazione paesaggistica
R13	Relazione forestale
R14	Valutazione di impatto acustico
R15	Studio delle componenti biotiche e abiotiche acquatiche
R16	Compatibilità con il PdGPo
R17.1	Piano di monitoraggio ambientale
R17.2	Piano di monitoraggio del passaggio per l'ittiofauna
R18	Scheda catasto derivazioni idriche
R19	Bozza di convenzione di couso
R20	Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo
R21	Studio preliminare di inserimento paesaggistico
R22	Interventi di miglioramento ambientale
	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
S1	Sintesi non tecnica
S2	Relazione

ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO		SCALA
T01	Corografia	1:250'000
T02	Estratto PRGC	1:5'000
T03	Planimetria su Carta Tecnica Regionale	1:10'000
T04	Planimetria catastale	1:2'000
T05	Planimetria esistente	1:2'000
T06	Planimetria in progetto	1:2'000
T07	Planimetria particolareggiata	1:500
Impianto idroelettrico		
T08.1	Piante dell'impianto idroelettrico	Varie
T08.2	Sezioni e prospetti dell'impianto idroelettrico	Varie
Sezioni trasversali del Fiume Tanaro		
T09.1	Sezioni trasversali del Fiume Tanaro – Sezioni dalla 1 alla 15	1:1'000
T09.2	Sezioni trasversali del Fiume Tanaro – Sezioni dalla 16 alla 30	1:1'000
Profilo longitudinale del Fiume Tanaro		
T10.1	Profilo longitudinale del Fiume Tanaro - Esistente	1:5'000/1:50
T10.2	Profilo longitudinale del Fiume Tanaro - Q200 e Q500	1:5'000/1:50
T10.3	Profilo longitudinale del Fiume Tanaro - Q100 e Q20	1:5'000/1:50
T10.4	Profilo longitudinale del Fiume Tanaro - Qmedia e Qmagra	1:5'000/1:50
Planimetria delle aree esondabili		
T11.1	Planimetria delle aree esondabili - Q200 e Q500	1:5'000
T11.2	Planimetria delle aree esondabili - Q100	1:5'000
T11.3	Planimetria delle aree esondabili - Q20	1:5'000
T12	Opere di connessione	Varie
T13	Planimetria di cantiere	1:500
Opere di mitigazione e compensazione ambientale		
T14.1	Opere di mitigazione ambientale	1:2'000
T14.2	Opere di compensazione ambientale	1:5'000
T15	Planimetria dell'invaso	1:5'000

DOCUMENTI DELLA CONNESSIONE	
Ea	Preventivo di connessione - 415958761
Eb	Accettazione preventivo di connessione - 415958761
Ec	Validazione Progetto definitivo 415958761
E01	Relazione tecnica
E02	Inquadramento su CTR
E03	Planimetria catastale
E04	Planimetria dell'area di intervento
E05	Pianta, prospetti e sezione della cabina MT/BT di consegna
E06	Sezione tipo di posa cavi MT

4. COORDINATE UTM DELL'IMPIANTO

L'impianto si sviluppa tutto in comune di Alba (CN) e le coordinate dell'impianto in progetto sono le seguenti:

Riferimento	Est	Nord
U.T.M. (32 T)	422'762 m	Nord 4'950'687 m
Geografico (WGS 84)	8° 1' 29,99"	44° 42' 19,43"



Fotografia 1: Individuazione dell'impianto su fotografia aerea

5. SCELTA PROGETTUALE E IPOTESI PROGETTUALI ALTERNATIVE

5.1. Soluzione adottata

Impianto puntuale con presa e restituzione in sponda sinistra valorizzando con un sovrizzo mobile la traversa esistente

Elementi progettuali della soluzione adottata

- Sovralzo con sbarramento mobile della traversa esistente.
- Opera di presa in sponda sinistra orografica.
- Corpo turbine a lato della traversa, all'interno della spalla sinistra per la valorizzazione energetica del DMV e delle portate rilasciate dall'impianto esistente in destra.
- Restituzione nel Fiume ai piedi della traversa.
- Salto idraulico medio 2,83 m.
- Produzione annua stimata circa 9,9 GWh
- Si valorizza al massimo la risorsa idrica pur con il rilascio del DMV in forma di velo scenico sulla traversa, alimentazione e attrattività della scala ittiofauna.



Figura 1: Soluzione adottata

CONCLUSIONI SULLA SOLUZIONE ADOTTATA

La soluzione adottata ipotizza un impianto puntuale, nella traversa esistente, a lato dello sbarramento mobile che utilizza il salto idraulico di valore medio 2,83 metri e sviluppa una produzione annua di circa 9,9 GWh.

L'impianto in sponda sinistra è agevolmente realizzabile, visto che la sponda non presenta problematiche di carattere geomorfologico (acclività).

L'impianto non incide sulla funzionalità della derivazione assentita in sponda destra orografica in quanto viene garantita la piena efficienza della stessa.

La sponda destra viene interessata solamente per l'adeguamento della presa industriale esistente.

5.2. Analisi delle alternative progettuali e scelta della soluzione in esame

Durante l'iter progettuale sono state prese in considerazione diverse soluzioni alternative tra cui la non realizzazione dell'opera (ipotesi ZERO).

Qualora l'opera non venisse realizzata (IPOTESI ZERO) e si mantenesse invariata l'attuale conformazione dell'area in esame, non si determinerebbero certamente impatti negativi, ma si rinunciarebbe ai vantaggi dell'intervento, tra i quali:

- il soddisfacimento di una domanda di energia crescente con produzione di energia mediante ricorso a fonti rinnovabili e metodologie meno inquinanti di quelle attualmente ancora comunemente impiegate.

L'ipotesi ZERO, dunque, va considerata e valutata non tanto come alternativa alla realizzazione dell'impianto, quanto piuttosto come termine di confronto rispetto ai diversi scenari ipotizzabili per la costruzione dello stesso.

Tra le numerose opzioni è stata scelta quella che permette il miglior compromesso tra impatto ambientale e paesaggistico, realizzabilità tecnica, produzione di energia da fonte rinnovabile e il tornaconto economico.

In fase progettuale si è valutata la possibilità di localizzare l'impianto in altre sezioni, ritenute poi meno vantaggiose. Di seguito si riporta una descrizione dettagliata delle alternative prese in considerazione e delle valutazioni tecniche, economiche ed ambientali che hanno condizionato la scelta definitiva.

Come già detto durante la fase di studio sono state vagliate varie alternative progettuali prima di giungere alla soluzione adottata.

Sulla base del rilievo topografico sono state valutate ipotesi tipologicamente diverse su entrambe le sponde del Fiume Tanaro.

Punto di partenza dello studio è l'utilizzo dell'asta del Fiume Tanaro nel rispetto del contesto ambientale considerata la presenza di altri attingimenti sia nelle immediate vicinanze che nella zona limitrofa. Nel seguito si riporta una breve descrizione dell'ipotesi progettuale alternativa vagliata in fase di studio e poi abbandonata successivamente per accogliere quella adottata per il presente progetto.

5.2.1. Soluzione alternativa A **Impianto puntuale con presa in sponda destra**

La soluzione A prevede un impianto puntuale verso la sponda destra orografica. Anche con l'impianto della soluzione A si prevede la valorizzazione del salto idraulico esistente dovuto all'inserimento di un sovralzato mobile ma posto in corrispondenza dell'esistente presa industriale della Ferrero SPA.

Si prevede un impianto a fianco della struttura esistente ospitante l'attingimento industriale.

Naturalmente l'impianto idroelettrico va inserito in alveo oltre il manufatto della presa esistente in quanto altrimenti dovrebbe essere inserito sotto l'argine maestro di AiPo. Considerando che non è consentito realizzare un impianto all'interno di un argine non rimane che prevederlo oltre la struttura esistente dunque in alveo in prossimità della sponda destra.

Le portate utilizzate sono in linea di massima riconducibili a quelle adottate nella soluzione progettuale proposta.

Il salto è in linea di massima pari a quello della soluzione adottata e quindi pari a 2,83 metri.

La produzione è praticamente uguale a quella della soluzione adottata e dunque circa 9,9 GWh/anno.



Figura 2: Soluzione alternativa A

CONCLUSIONI

La **soluzione alternativa A** presenta caratteristiche di derivazione, portate salto e produzione simili a quelle della soluzione adottata, ma è posta in alveo in prossimità della sponda destra orografica.

Con la soluzione alternativa A si interviene pesantemente presso la spalla destra della traversa, all'interno della quale è situata la camera di presa dell'attingimento industriale

L'impianto risulterebbe costruito a fianco dell'attingimento industriale esistente.

Inoltre in sponda destra orografica in quel tratto sono presenti importanti opere di arginatura a protezione della Città di Alba che non possono essere modificate per inserire un impianto idroelettrico.

Inoltre la presa industriale andrebbe modificata pesantemente o addirittura ricollocata altrove.

L'opera di presa della derivazione esistente si troverebbe a fianco della presa dell'impianto in progetto e quindi potrebbero verificarsi delle interferenze durante i prelievi dei due impianti. Dunque si potrebbero verificare dei problemi nella derivazione dell'impianto esistente.

Nella realizzazione del nuovo impianto potrebbero esserci delle grosse interferenze con le fondazioni sia delle strutture della derivazione esistente sia dell'argine maestro. Si dovrebbe quindi prevedere una sorta di "sottomurazione" ai piedi della sponda destra attraverso diaframmi.

Alla luce di quanto sopra affermato, considerata in sponda destra la presenza delle strutture di adduzione all'impianto di attingimento esistente, considerata la presenza dell'argine maestro, tenendo in conto di tutti gli oneri per realizzare le opere di messa in sicurezza e di adattamento oltre alle conseguenze delle possibili interferenze sia sulla presa esistente che sull'argine considerata la notevole vicinanza, si ritiene di accantonare la soluzione **alternativa A**.

5.2.2. Soluzione alternativa B Impianto con tratto sotteso in sponda sinistra

La soluzione B prevede un impianto con tratto sotteso in sponda sinistra orografica. Anche con l'impianto della soluzione A si prevede la valorizzazione del salto idraulico esistente dovuto all'inserimento di un sovralzato mobile.

Si prevede un impianto con la presa posizionata a fianco della spalla sinistra della traversa, con un canale di adduzione che si sviluppa sulla sponda sinistra a partire dalla presa fino a oltrepassare il doppio ponte ferroviario e stradale con il fabbricato della centrale interrato posto appena a valle del ponte e immediata restituzione.

In particolare il canale di adduzione si prevede sotto la seconda campata del ponte a partire dalla spalla di sinistra.

Le portate utilizzate sono in linea di massima minori di quelle previste nella soluzione progettuale proposta in quanto le dimensioni del canale sono tali da passare nella proiezione della campata.

Il salto è in linea di massima può essere superiore a quello della soluzione adottata e in quanto scaricando a valle del ponte il salto aumenta e si può supporre pari a circa 3,50 metri.

La minor portata compensa il maggior salto per cui la produzione è praticamente simile a quella della soluzione adottata e dunque circa 9,9 GWh/anno.

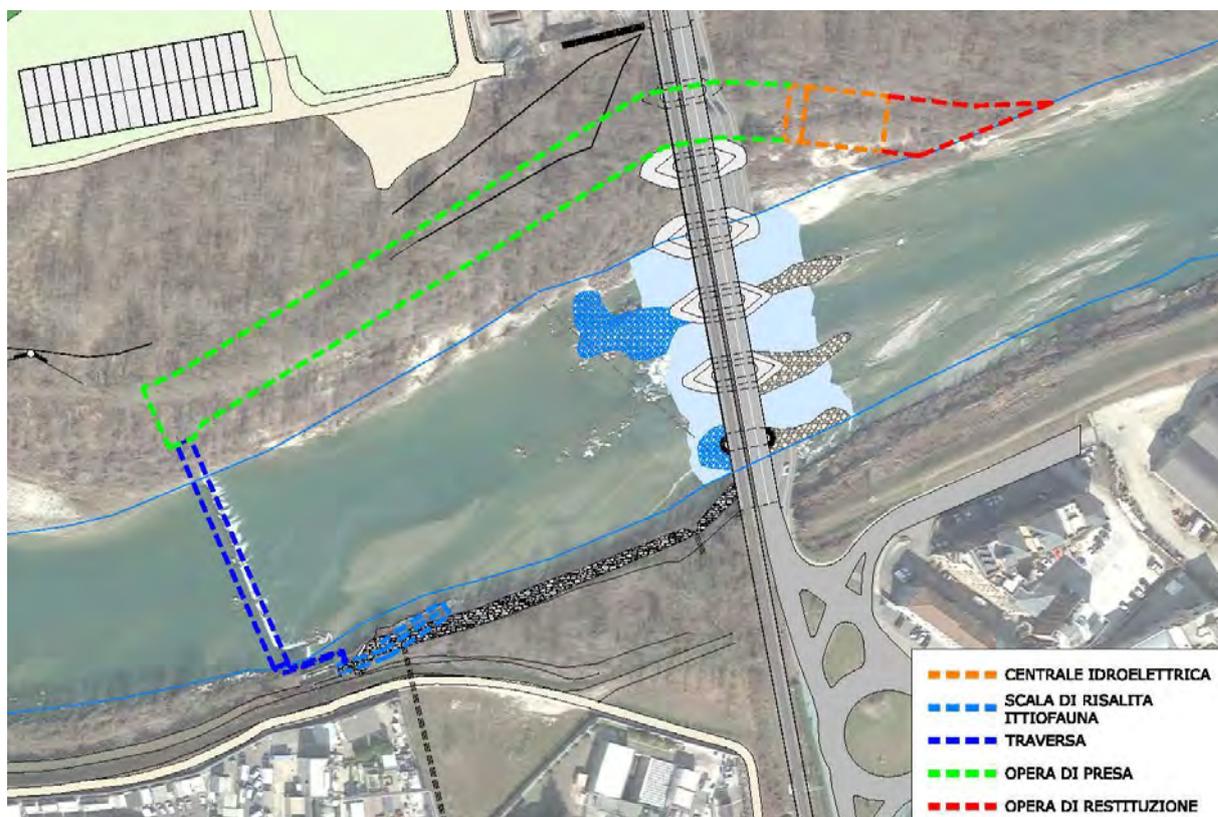


Figura 3: Soluzione alternativa B

CONCLUSIONI

La **soluzione alternativa B** presenta una produzione simile a quella della soluzione adottata, ma è caratterizzata da un tratto sotteso.

Con la soluzione alternativa B si interviene pesantemente nelle aree golenali a monte del ponte, sotto il ponte e anche a valle del ponte.

L'impianto non risulterebbe interferente se non con normali accorgimenti con l'attingimento industriale esistente in destra orografica.

L'impianto nella soluzione B è parecchio invasivo nei confronti della struttura di fondazione del ponte.

Nella realizzazione dell'impianto così come strutturato ci potrebbero essere delle grosse interferenze con le fondazioni del ponte.

Si dovrebbe quindi prevedere una sorta di "sottomurazione" ai piedi delle due pile che delimitano la seconda campata.

Alla luce di quanto sopra affermato circa le interferenze sia sul ponte che sull'area golenale e tenendo in conto di tutti gli oneri per realizzare delle opere di messa in sicurezza si ritiene di accantonare la soluzione **alternativa B**.

6. SINTESI IDROLOGICA

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche idrologiche del fiume Tanaro riferite al bacino imbrifero dell'impianto idroelettrico in progetto nel Comune di Alba.

In particolare, si riportano:

- Portate medie: portate e contributi specifici medi mensili ed annui dell'anno medio;
- Curva di durata delle portate: curve di durata delle portate e dei contributi specifici dell'anno medio;
- Portate derivabili: portate medie mensili ed annua derivate dall'impianto idroelettrico nell'anno medio.

La presa idroelettrica in progetto insiste sul fiume Tanaro appena a monte della stazione idrometrica dell'ARPA Piemonte di Alba. La distanza risulta tra la stazione di misura e la sezione di presa è trascurabile e pertanto si può ritenere che la serie storica delle misure sia riferibile direttamente al punto di prelievo in progetto.

L'analisi idrologica dettagliata propedeutica ai risultati riassunti nel presente capitolo è contenuta nell'elaborato 3 "Relazione idrologica".

6.1. Portate medie

La Tabella 1 ed il Grafico 1 riassumono le portate medie mensili ed annua misurati alla sezione di presa della centrale idroelettrica in progetto. L'elaborazione delle portate è stata condotta con la metodologia anzi detta.

Tabella 1: Portate medie mensili ed annua del fiume Tanaro nella sezione della presa in progetto

Periodo	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Q (m ³ /s)	66,81	46,91	53,02	87,18	122,24	136,34	88,70	26,24	17,02	24,45	39,04	101,51	60,14

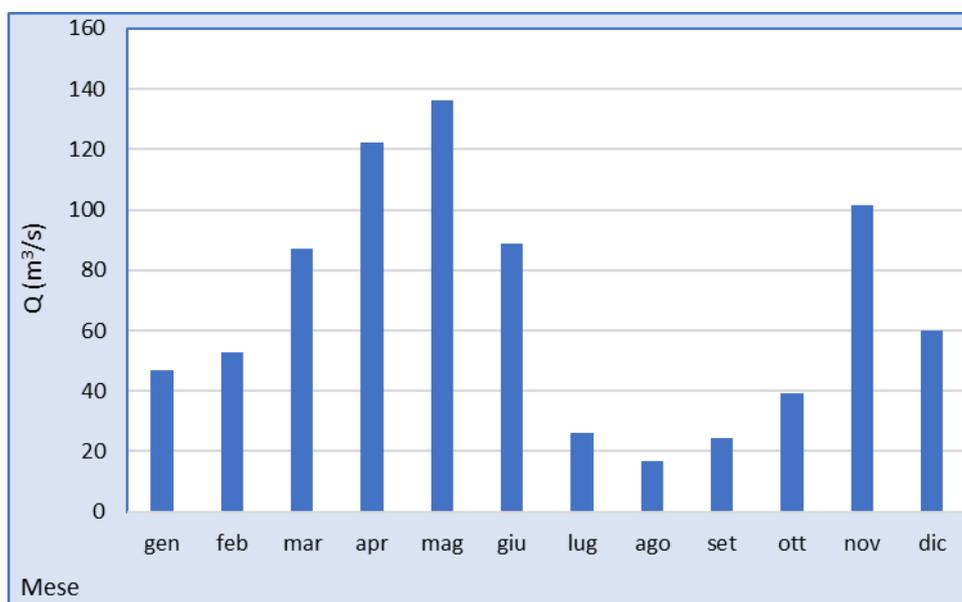


Grafico 1:

Portate medie mensili del fiume Tanaro nella sezione della presa in progetto

6.2. Curva di durata delle portate

Di seguito è riportata la curva di durata delle portate del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto.

Tabella 2: Curva di durata delle portate del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto

Durata (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355
Q (m ³ /s)	223,54	147,00	107,00	84,18	61,35	46,84	26,70	10,48

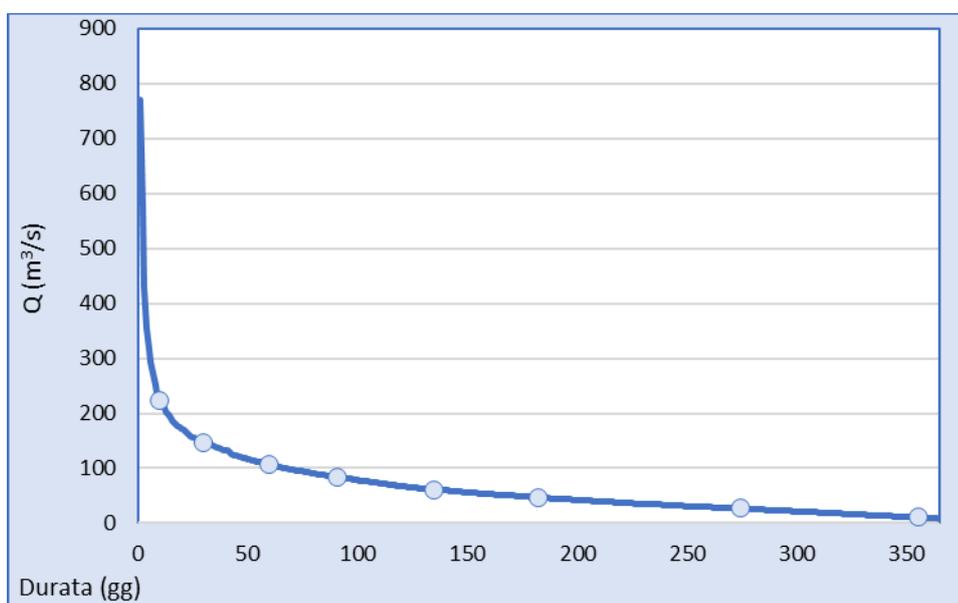


Grafico 2: Curva di durata delle portate del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto

6.3. Portate derivabili nell'anno idrologico medio

Le curve mensili di durata delle portate definite sono riferite al deflusso disponibile del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto, al netto della derivazione esistente in destra orografica.

Sia la derivazione industriale esistente sia il prelievo idroelettrico in progetto rilasciano il deflusso ecologico costante pari a 8,500 m³/s. In condizioni ordinarie, attraverso gli appositi dispositivi idraulici sono rilasciate le seguenti portate:

- passaggio artificiale per l'ittiofauna 0,500 m³/s
- bocca sottobattente in destra orografica 3,750 m³/s
- vena di mascheramento della traversa 4,250 m³/s

La portata massima della Concessione di derivazione del prelievo esistente è di soli 0,100 m³/s. Visto il ridotto prelievo industriale rispetto alle portate disponibili nel fiume, per la derivazione esistente è considerata una portata costante media di 0,060 m³/s, corrispondente al dato di Concessione.

L'impianto idroelettrico in progetto è dotato di due turbine idrauliche identiche tra di loro, che complessivamente operano coi seguenti limiti di esercizio:

- $Q_{\min} = 10,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata minima di esercizio
- $Q_{\max} = 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata massima di esercizio

Lo sbarramento fluviale è mantenuto sollevato alla quota massima di regolazione (158,85 m s.l.m.) fino al raggiungimento del livello idrometrico massimo di progetto di 159,35 m s.l.m., corrispondente al rilascio di una vena idraulica spessa 0,50 m. Dopodiché, lo sbarramento è regolato in altezza per mantenere il livello idrometrico di progetto di 159,35 m s.l.m..

Le turbine idrauliche operano con un salto idraulico minimo di 1,50 m, che corrisponde ad una portata disponibile di 423,393 m³/s, di cui 100,000 m³/s derivati e 323,393 m³/s rilasciati. Per portate disponibili maggiori, l'impianto è disattivato e lo sbarramento mobile è progressivamente abbattuto per favorire il deflusso di piena del fiume Tanaro.

Dall'analisi delle curve di durata delle portate disponibili nel fiume si sono ricavate le seguenti portate derivabili.

Nelle tabelle sono utilizzate le seguenti diciture:

- D durata;
- H_w quota idrometrica a monte dello sbarramento;
- Q_{tot} portata totale del fiume a monte della traversa;
- Q_{Ferr} portata derivata dalla Ferrero Industriale Italia S.p.a.;
- Q_{disp} portata disponibile nel fiume al netto del prelievo esistente;
- Q_{der} portata derivata dall'impianto idroelettrico in progetto;
- Q_{ril} portata rilasciata.

Tabella 3: Portate medie mensili ed annua

Periodo	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)	$\frac{Q_{der}}{Q_{disp}}$
gen	46,907	0,060	46,847	38,347	8,500	82%
feb	53,122	0,060	53,062	44,254	8,808	83%
mar	87,175	0,060	87,115	72,652	14,463	83%
apr	122,240	0,060	122,180	89,269	32,911	73%
mag	136,336	0,060	136,276	94,658	41,618	69%
giu	88,704	0,060	88,644	72,375	16,269	82%
lug	26,243	0,060	26,183	15,606	10,576	60%
ago	17,022	0,058	16,964	5,429	11,535	32%
set	24,448	0,060	24,388	13,535	10,852	56%
ott	39,043	0,060	38,983	28,454	10,530	73%
nov	101,514	0,060	101,454	57,948	43,506	57%
dic	60,139	0,060	60,079	47,103	12,977	78%
anno	66,831	0,060	66,771	48,226	18,545	72%

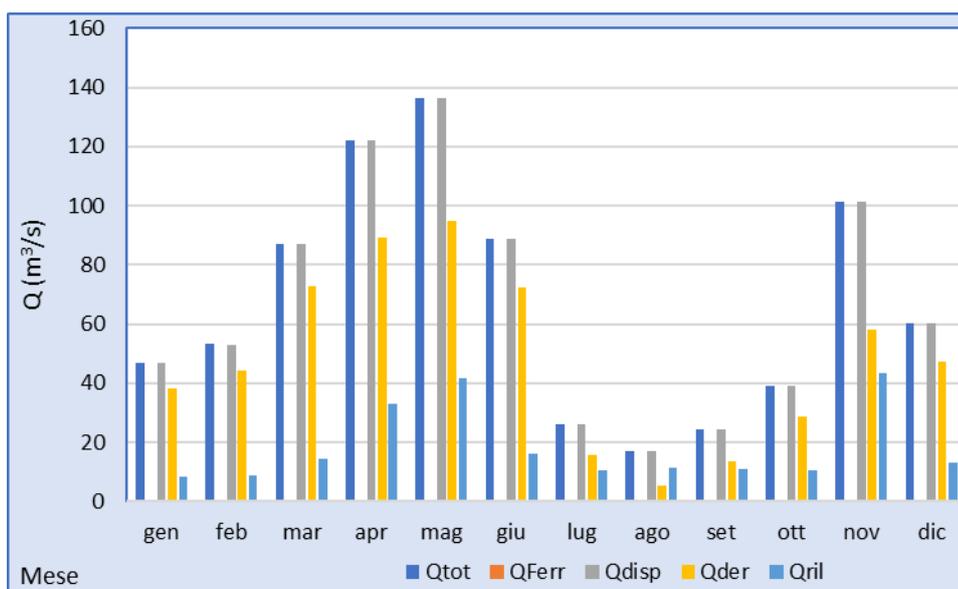


Grafico 3: Portate medie mensili

Nell'anno idrologico medio l'impianto deriva la portata massima d'esercizio della centrale idroelettrica per la durata di 58 gg e per 323 gg la centrale produce energia idroelettrica con portate comprese tra quella minima (10,000 m³/s) e quella massima (100,000 m³/s). Quindi la centrale idroelettrica in progetto nell'anno idrologico medio rimane inattiva per la durata di 42 gg, per scarsa disponibilità idrica o per mancanza di salto idraulico.

L'analisi della distribuzione delle portate svolta sulla base della curva annua dei deflussi disponibili del fiume Tanaro produce i seguenti risultati.

Tabella 4: Curve di durata delle portate

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)	$\frac{Q_{der}}{Q_{disp}}$
10	159,35	223,538	0,060	223,478	100,000	123,478	45%
30	159,24	146,998	0,060	146,938	100,000	46,938	68%
60	158,93	107,004	0,060	106,944	98,444	8,500	92%
91	158,93	84,178	0,060	84,118	75,618	8,500	90%
135	158,93	61,350	0,060	61,290	52,790	8,500	86%
182	158,93	46,843	0,060	46,783	38,283	8,500	82%
274	158,93	26,702	0,060	26,642	18,142	8,500	68%
355	158,96	10,480	0,060	10,420	0,000	10,420	0%
anno		66,831	0,060	66,771	48,226	18,545	72%

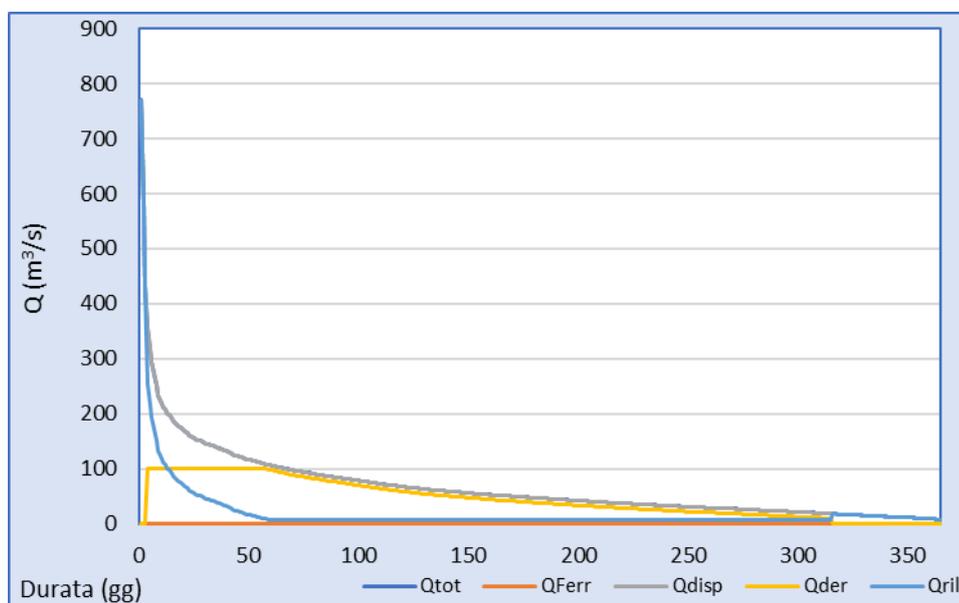


Grafico 4: Curve di durata delle portate

Nella seguente Tabella 5 si riportano le curve mensili di durata delle portate derivabili desunte col metodo precedentemente indicato, relative all'anno idrologico medio.

Tabella 5: Curve di durata della portata derivabili nell'anno medio (m³/s)

D (gg)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	83,098	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	51,073	34,474	58,303	100,00	0,000	100,00
2	58,869	70,755	100,00	100,00	100,00	100,00	41,634	21,471	43,433	76,448	100,00	100,00
3	51,982	62,304	100,00	100,00	100,00	100,00	37,464	19,339	31,884	56,281	100,00	97,024
4	49,942	58,899	100,00	100,00	100,00	100,00	33,724	17,224	29,948	46,488	100,00	77,646
5	47,056	54,833	100,00	100,00	100,00	100,00	31,249	15,652	23,972	42,684	100,00	70,348
6	44,496	52,106	100,00	100,00	100,00	100,00	28,303	14,061	21,330	35,589	100,00	65,306
7	42,449	51,251	95,764	100,00	100,00	100,00	26,601	12,518	19,896	32,736	100,00	60,535
8	41,343	49,588	92,201	100,00	100,00	98,352	25,409	11,853	18,682	30,909	98,666	56,205
9	40,432	47,761	90,658	100,00	100,00	93,441	23,867	11,273	17,398	29,905	86,268	54,401
10	39,874	45,794	86,552	100,00	100,00	91,118	22,229	10,433	16,232	28,166	78,178	51,103
11	39,076	43,648	83,309	100,00	100,00	87,776	20,483	0,000	15,319	26,673	71,945	48,050
12	38,447	42,169	79,154	100,00	100,00	83,591	18,561	0,000	14,551	25,479	67,110	47,324
13	37,800	41,226	77,454	100,00	100,00	79,899	17,641	0,000	14,028	24,583	61,073	44,527
14	36,863	39,813	75,379	100,00	100,00	78,454	16,264	0,000	13,510	23,404	56,663	42,760
15	35,816	38,495	72,723	100,00	100,00	75,066	14,989	0,000	12,811	22,811	54,653	40,296
16	35,319	37,938	70,838	98,130	100,00	73,002	14,180	0,000	11,915	22,380	51,453	39,424
17	34,661	36,988	66,893	95,735	100,00	69,916	13,505	0,000	11,329	21,809	47,726	37,938
18	34,251	36,424	65,859	92,570	100,00	68,133	12,808	0,000	10,922	20,561	45,058	36,274
19	33,923	35,852	64,584	89,479	100,00	65,070	11,832	0,000	10,526	19,494	43,401	34,786
20	33,322	35,246	61,243	85,427	100,00	62,381	11,269	0,000	10,078	18,973	41,843	33,849
21	32,144	34,606	59,279	81,738	98,825	60,131	10,715	0,000	0,000	18,429	39,966	33,098
22	31,643	34,084	57,974	79,099	96,014	57,070	0,000	0,000	0,000	17,749	37,733	32,129
23	31,102	33,473	56,543	75,911	93,005	52,969	0,000	0,000	0,000	17,538	36,655	31,655
24	30,873	33,044	54,598	73,867	91,849	50,088	0,000	0,000	0,000	17,185	35,969	30,913
25	30,646	32,276	53,109	72,416	88,446	46,459	0,000	0,000	0,000	16,843	35,020	29,977
26	30,278	31,306	51,293	71,006	85,409	42,628	0,000	0,000	0,000	16,473	34,223	29,069
27	29,743	29,792	49,178	69,828	83,078	38,763	0,000	0,000	0,000	16,156	32,236	28,451
28	29,317	29,443	48,579	66,220	80,077	34,525	0,000	0,000	0,000	15,190	28,396	27,911
29	28,481		47,549	64,241	76,357	32,273	0,000	0,000	0,000	14,541	27,876	27,140
30	27,949		46,154	62,416	72,924	30,144	0,000	0,000	0,000	14,229	26,319	26,425
31	27,563		45,349		68,406		0,000	0,000		12,357		25,621
Media	38,347	44,254	72,652	89,269	94,658	72,375	15,606	5,429	13,535	28,454	57,948	47,103

7. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

Per una migliore consultazione del progetto, nel presente paragrafo si riporta una sintesi degli elementi dimensionali e tecnici relativi alle opere previste e si rimanda ai successivi capitoli per gli approfondimenti tecnici.

Il Progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico ad acqua fluente sul fiume Tanaro in sponda sinistra, in corrispondenza della traversa a monte del ponte della ferrovia e di Corso Canale in comune di Alba.

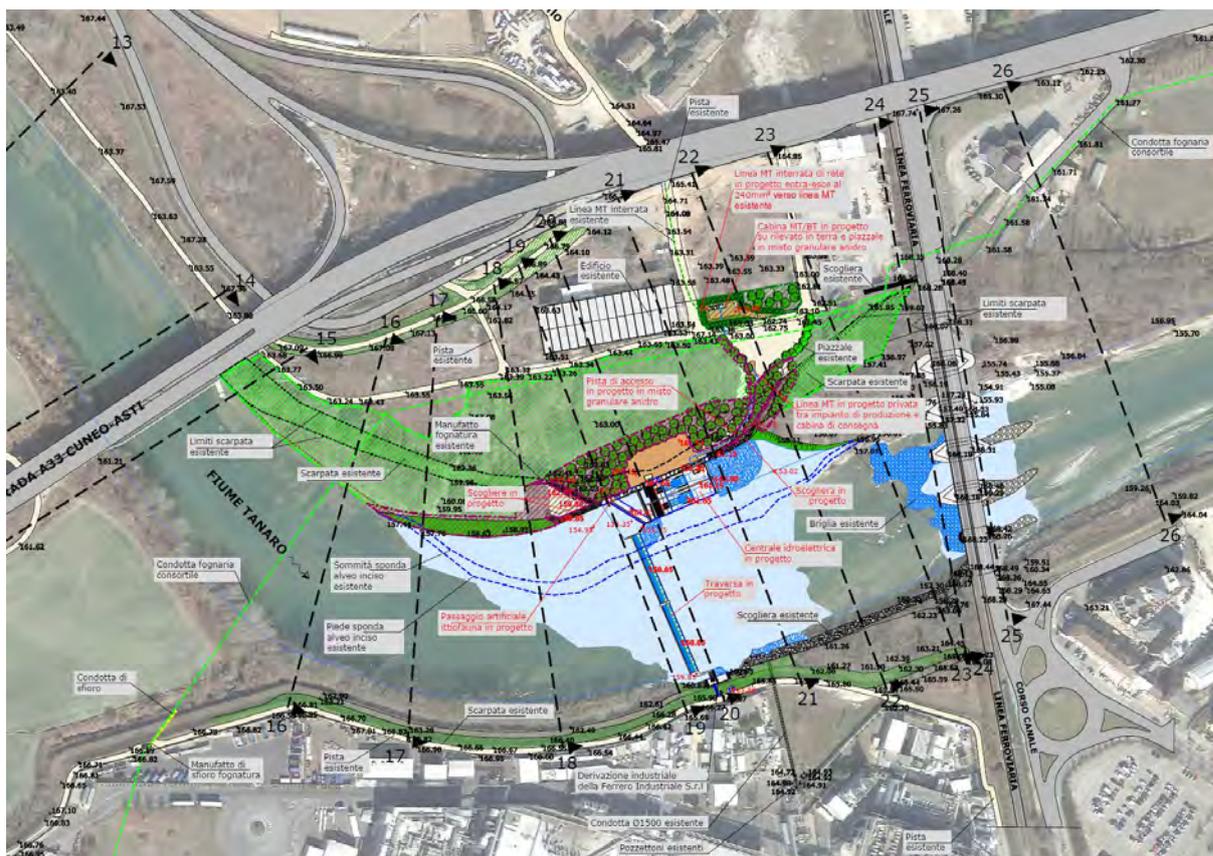


Figura 4: Planimetria delle opere in progetto

La traversa esistente è posta circa 200 m a monte del ponte ferroviario e di Corso Canale.

Il progetto prevede il prolungamento della traversa di circa 20 m verso la sponda sinistra e l'installazione di uno sbarramento mobile scudato posto sul coronamento a quota 156,15 m s.l.m.. Lo sbarramento mobile scudato è previsto di altezza pari a 2,70 m raggiungendo quindi una quota sommitale di 158,85 m s.l.m..

L'opera di presa dell'impianto viene realizzata alla quota di 153,35 m s.l.m..

Oltre a prevedere la realizzazione dell'impianto idroelettrico si prevede anche la formazione di un passaggio artificiale per l'ittiofauna adiacente alla parete sinistra della centrale idroelettrica.

Nell'impianto idroelettrico in progetto sono installate due turbine Kaplan assiali ad asse orizzontale con tecnologia "PIT".

Entrambe le turbine verranno accoppiate ai generatori con moltiplicatore di giri contenuti all'interno della struttura denominata "PIT" posta a monte delle macchine idrauliche.

Le caratteristiche del prelievo risultano:

- portata massima derivabile = 100,000 m³/s;
- portata derivata media = 48,226 m³/s;
- portata derivata minima = 10,000 m³/s;
- DE (fiume Tanaro) = 8,500 m³/s.

Il bacino imbrifero del fiume Tanaro sotteso alla sezione di presa possiede i seguenti parametri morfologici principali:

- superficie = 3'450,8 km²;
- altitudine massima = 3'297 m s.l.m. (monte Argentera);
- altitudine minima = 156 m s.l.m. (sezione di presa).

Le principali caratteristiche tecniche e dimensionali dell'impianto sono:

- portata derivata media = 48,226 m³/s;
- salto nominale = 2,83 m;
- producibilità media = 9,92 GWh/anno.

Il progetto prevede quindi la realizzazione delle seguenti opere:

- Installazione di sbarramento mobile gonfiabile scudato
- Realizzazione di impianto idroelettrico composto da due turbine Kaplan assiali ad asse orizzontale con tecnologia "PIT"
- Realizzazione di un passaggio artificiale per l'ittiofauna affianco alla centrale idroelettrica
- Una platea in massi antiersiva a valle dell'opera di restituzione;
- Locale per quadri elettrici e trasformatori all'interno della centrale stessa
- Opere di allacciamento alla rete elettrica con realizzazione di cabina ENEL

8. TRAVERSA FLUVIALE ESISTENTE

Lo traversa esistente è posta a servizio di una derivazione esistente sulla sponda destra del Fiume Tanaro, è ubicata nel comune di Alba a circa 200 m a monte del ponte ferroviario e di Corso Canale.

La derivazione esistente in sponda destra orografica è di tipo industriale. Verso destra, la traversa presenta un allungamento verso valle a formare un canale largo 10 m. La sponda destra di tale canale è formata dall'opera di presa industriale. Le altre pareti del canale hanno sommità alla quota di 166,15 m s.l.m., come la traversa fluviale. Verso valle il canale presenta uno sbarramento alla medesima quota del coronamento della traversa con un'incisione in destra per il rilascio del deflusso minimo vitale larga 4,00 m e profonda 1,26 m. La derivazione è regolata dalla soglia di presa profonda 0,73 m rispetto al coronamento della traversa e attraverso la pompa di prelievo. La bocca di presa alimenta una camera dalla quale diparte la tubazione del prelievo industriale.

La traversa presenta una platea fissa in cemento armato con coronamento posto a quota 156,15 m s.l.m..

9. OPERE DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO IN PROGETTO

9.1. Interventi di adeguamento della traversa

È prevista la localizzazione della derivazione in progetto sulla sponda sinistra orografica.

Si rende necessario il prolungamento di circa 20 m della traversa esistente verso la sponda sinistra, la traversa è sormontata da uno sbarramento mobile scudato con quota sommitale pari a 158,85 m s.l.m.. Lo sbarramento mobile è formato da due paratoie a ventola sollevate da cuscini pneumatici ed intervallate da una spalla centrale in cemento armato.

In destra orografica il canale di alimentazione della presa industriale esistente è realizzato con un muro con sommità alla quota di 159,85 m s.l.m.. Il canale è largo 4,00 m, come l'esistente gaveta di rilascio del deflusso minimo vitale. Il passaggio idraulico termina con una soglia alla quota di 154,89 m s.l.m. ed una paratoia piana di sbarramento munita di luce sottobattente di rilascio del deflusso ecologico.

Complessivamente, lo sbarramento mobile ha una larghezza di 96 m divisi in due scudi da 47,25 m ed una spalla centrale da 1,50 m. Ciascuno dei due scudi dello sbarramento è formato da più elementi fissati rigidamente tra loro per ottenere un'unica paratoia a ventola.

In caso di piena, l'abbassamento dello sbarramento mobile permette di ottenere una sezione idraulica più ampia di quella esistente.

La traversa fluviale è dotata di un passaggio artificiale per l'ittiofauna posto a sinistra dell'impianto idroelettrico in progetto. L'attrattività del passaggio per l'ittiofauna è assicurata dal rilascio attraverso le turbine idrauliche.

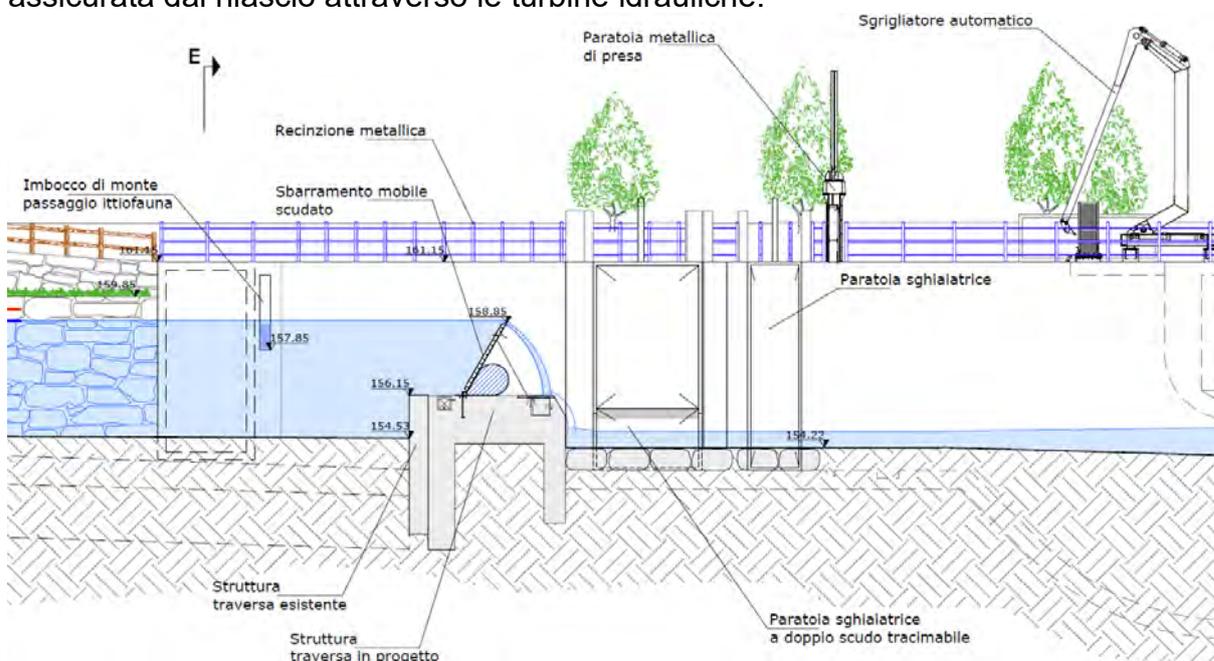


Figura 5: Sezione dello sbarramento in progetto integrato nella traversa esistente

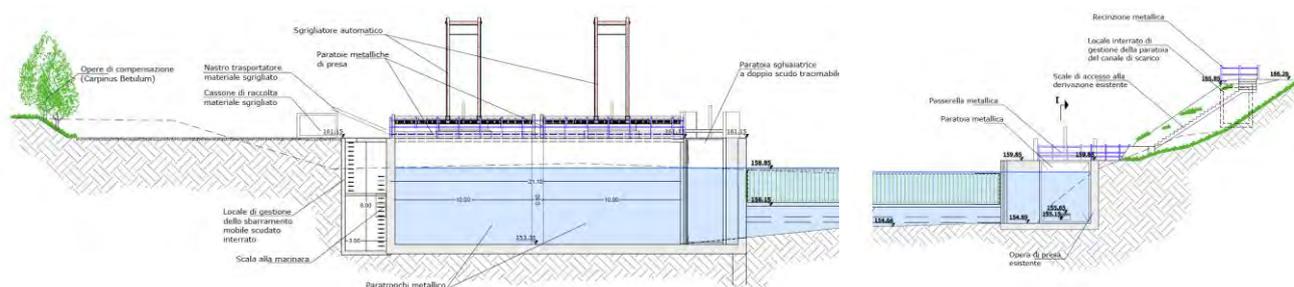


Figura 6: Sbarramento mobile scudato in progetto su traversa esistente

9.2. Opera di presa

L'impianto idroelettrico deriva la portata in sinistra orografica a lato dello sbarramento mobile scudato previsto sulla traversa esistente.

La presa è formata da una soglia larga 25,00 m col fondo a quota 153,35 m s.l.m..

A monte dell'imbocco di presa sulla sponda sinistra si prevede la realizzazione di una difesa spondale in massi, dello sviluppo di circa 34 m, adeguatamente ammortata.

L'opera di presa alimenta due luci regolate ciascuna da una paratoia larga 10,00 m, intervallate da un setto centrale in c.a. spesso 0,80 m. Il setto centrale è prolungato fino alle turbine, distinguendo i flussi di ciascuna macchina idraulica.

Di fronte alle paratoie di presa è presente una passerella grigliata in acciaio per la manutenzione. A monte è installato un paratranchi planimetricamente obliquo rispetto alla direzione del flusso idraulico derivato munito di solaio carrabile in cemento armato per poter pulire il filtro grossolano anche attraverso mezzi meccanici. Tra il paratranchi ed il solaio sono presenti una fascia grigliata removibile e gargami per l'inserimento di panconi. A destra del paratranchi è altresì installata una paratoia piana adibita sia alla dissabbiatura dell'opera di presa sia all'allontanamento dei corpi galleggianti che si fermano contro al paratranchi. Per tale motivo, la paratoia presenta un doppio scudo, così da permettere cacciate d'acqua sia sul fondo sia in superficie.

Sul solaio dell'impianto, a valle delle paratoie di macchina, è presente il dispositivo oleodinamico sgrigliatore, che provvede a mantenere puliti i canali. Tale dispositivo raschia le griglie subverticali verso l'alto con un pettine metallico.

Raggiunta la cima del filtro, il materiale raccolto cade in una tramoggia a tergo della griglia, dove un nastro trasportatore provvede a spingere il materiale raccolto verso la sinistra orografica. Al termine del nastro trasportatore è presente un cassone di raccolta del materiale, esso viene periodicamente svuotato ed il materiale raccolto è conferito a discarica autorizzata.

9.3. Edificio e meccanismi di produzione

Nell'impianto idroelettrico in progetto sono installate due turbine Kaplan assiali ad asse orizzontale con tecnologia "PIT".

Ciascuna di esse è accoppiata ad un moltiplicatore di giri ed un generatore sincrono a magneti indotti.

Ognuna delle turbine opera con portate comprese tra 10,000 m³/s e 50,000 m³/s, per una portata massima d'esercizio complessiva dell'impianto idroelettrico pari a 100,000 m³/s.

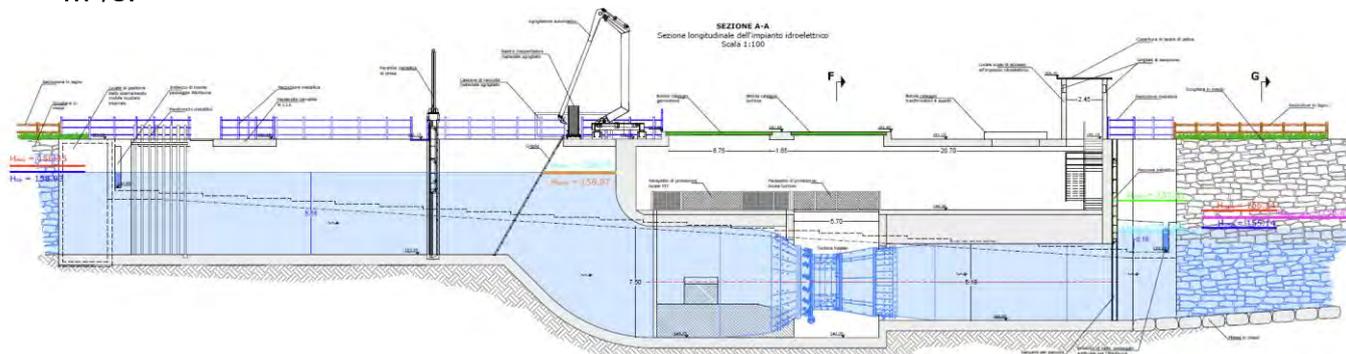


Figura 7: Sezione longitudinale turbina Kaplan "PIT"

L'impianto idroelettrico interrato ospita anche i trasformatori di tensione ed i quadri elettrici dell'impianto principale.

Per l'accesso e la movimentazione dei carichi all'interno del locale produzione il solaio presenta una serie di aperture chiuse da botole metalliche removibili.

Sono presenti due botole per il calaggio delle turbine Kaplan, due botole per il calaggio dei generatori con annessi moltiplicatore di giri e una botola posta in prossimità del vano della scala di accesso per il calaggio dei trasformatori e dei quadri elettrici.

Una scala posta sul lato Nord-Est dell'impianto permette invece l'accesso pedonale del personale di gestione dell'impianto. Il vano scala si presenta come un volume che emerge dal solaio della centrale con prospetto a forma trapezia. Per evitare l'allagamento della centrale, la porta di accesso pedonale è a tenuta stagna, tipo navale.

L'edificio della centrale è raggiungibile attraverso una pista lunga circa 120 m che diparte dalla strada Riondello. Al termine della strada di accesso in progetto è realizzato un piazzale di manovra alla quota di 161,15 m s.l.m., come il solaio della centrale idroelettrica. Sia la pista di accesso sia il piazzale di manovra sono realizzati in misto granulometrico anidro, al fine di assicurare la permeabilità della superficie.

9.4. Canale di restituzione

Il canale di restituzione presenta andamento planimetrico curvilineo, esso presenta una larghezza pari a 60,00 m in corrispondenza dell'immissione in alveo, esso principia dalla centrale nella direzione degli assi degli scarichi e devia a destra per agevolare il deflusso nel fiume Tanaro.

In corrispondenza dello scarico viene costruita una difesa spondale in massi dello sviluppo di circa 80,00 m, che si allarga verso l'area golenale ed è ammortata alla sponda nella parte terminale. La direzione della scogliera a valle dello scarico accompagna la corrente di piena verso la scarpata più alta dell'area golenale, che si chiude in corrispondenza della spalla sinistra del ponte di Corso Canale.

Altimetricamente il fondo del canale raccorda i diffusori a quota 148,90 m s.l.m. alla soglia di rilascio a quota 153,00 m s.l.m..

La platea dell'opera di restituzione sarà realizzata in massi ciclopici.

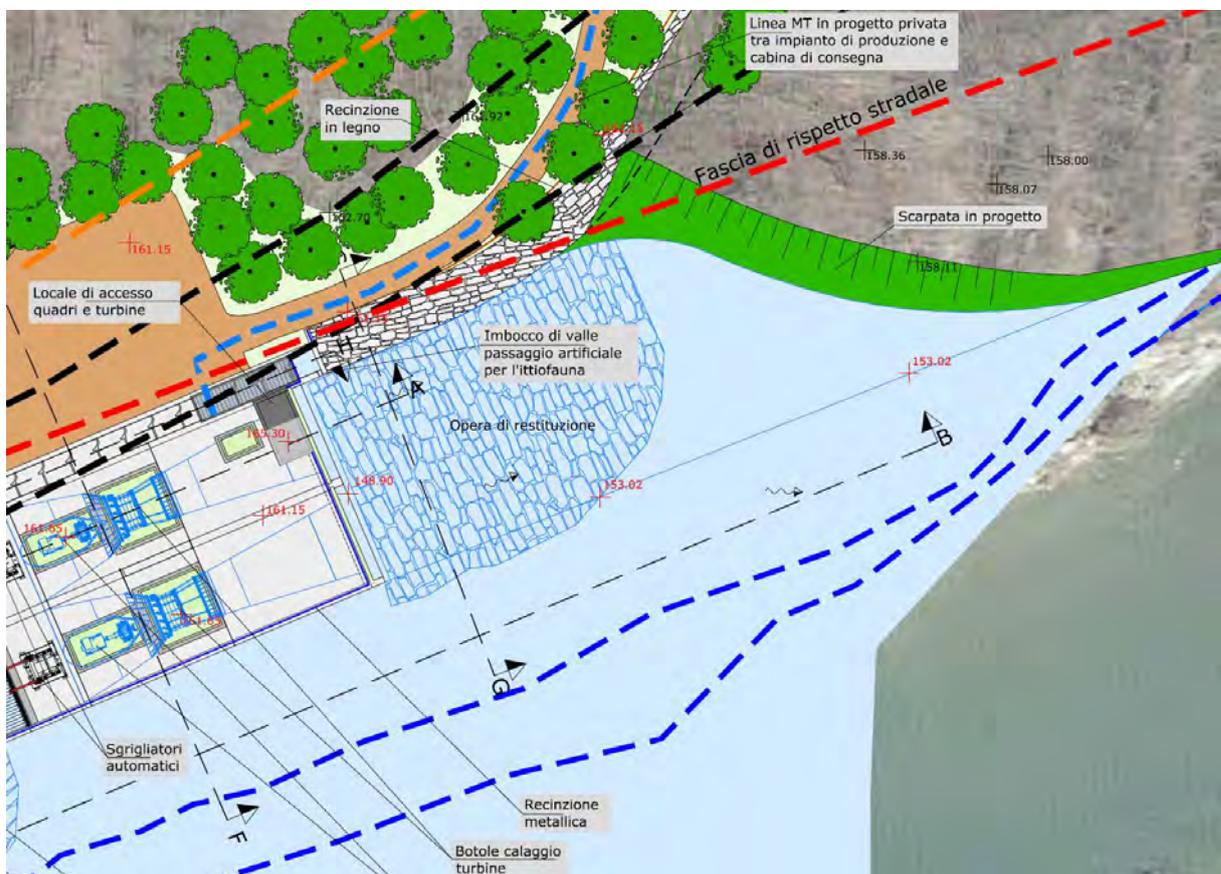


Figura 10: Pianta dell'opera di restituzione

9.5. Passaggio artificiale per l'ittiofauna in progetto

Il progetto prevede la realizzazione del passaggio artificiale per l'ittiofauna del tipo a bacini successivi collegati idraulicamente attraverso fenditure verticali a tutta altezza. Il dispositivo di risalita è addossato alla parete sinistra della centrale idroelettrica.

Le fenditure idrauliche sono larghe 0,40 m ed il dislivello tra le vasche contigue è di 0,18 m.

L'imbocco di monte della rampa di risalita per i pesci è realizzato alla quota di 157,85 m s.l.m., 1,00 m più basso dell'altezza massima di sollevamento della traversa mobile gonfiabile scudata.

Le vasche del passaggio artificiale per l'ittiofauna hanno pianta rettangolare, larga 2,40 m e lunga 2,80 m. Sul fondo sono incastonati piccoli massi e ciottoli per rallentare la corrente e formare delle zone di calma per riparare i pesci durante la risalita.

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è alimentato con un carico idraulico ordinario di 1,08 m, che può crescere a 1,50 m in condizioni di elevata disponibilità idrica.

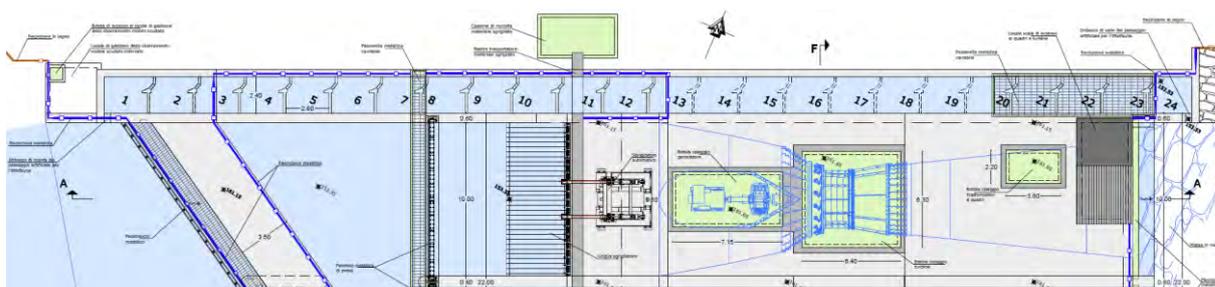


Figura 11: Pianta passaggio artificiale per l'ittiofauna adiacente alla parete sinistra dell'impianto idroelettrico

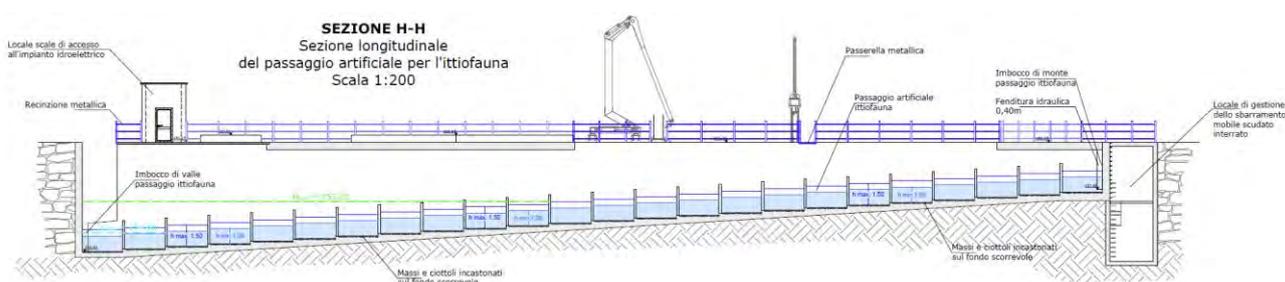


Figura 12: Sezione longitudinale del passaggio artificiale per l'ittiofauna

9.6. Locale di consegna e opere di connessione

Le opere di connessione dell'impianto alla rete MT esistente sono definite con preventivo di connessione cod. di rintracciabilità 415958761 il quale è stato regolarmente accettato in data 30/05/2024, senza avvalersi della facoltà di realizzare in proprio le opere di connessione.

L'autorizzazione Unica ai sensi del d.lgs. 387-03 prevedrà quindi la costruzione e l'esercizio delle opere di rete in favore di e-distribuzione spa e l'esclusione di tali opere dagli obblighi di dismissione.

Le opere necessarie per la connessione dell'impianto alla rete di distribuzione si costituiscono essenzialmente di:

- Elettrodotto MT interrato privato
- Cabina MT/BT di nuova realizzazione
- Elettrodotto MT interrato di rete

Un elettrodotto interrato, posato seguendo l'esistente viabilità, collegherà alla rete di distribuzione la cabina MT/BT in progetto. L'immissione avverrà infatti su una linea MT esistente individuata a brevissima distanza lungo la pista esistente di accesso all'area.

Per quanto riguarda le opere di rete, il preventivo di connessione prevede la realizzazione di una linea di circa 10+10 m, oltre risalite, con linea interrata tipo Al 3x(1x240) mm² e collegamento tipo Entra-Esce sulla linea MT esistente individuata a brevissima distanza lungo la pista esistente di accesso all'area

La connessione necessita della realizzazione di una nuova cabina MT/BT posta circa 150 metri a nord dell'impianto di produzione in progetto, così come rappresentato nell'elaborati tecnici facenti parte del Progetto definitivo sottoposto a validazione da parte del Gestore di rete e-distribuzione.

9.6.1. Cabina di consegna MT/BT

La cabina di nuova costruzione n. 796195 denominata "EDISON RIONDELLO", è prevista lungo una pista privata esistente ai margini di un'area artigianale/ex artigianale.

Il sito ove realizzare la cabina è stato individuato nell'area privata più prossima all'impianto di produzione ovvero a est di un fabbricato esistente (capannone diruto). Essa risulta accessibile dalla viabilità esistente posta sull'adiacente area demaniale (mappale 161) la quale verrà utilizzata anche per l'accesso all'impianto idroelettrico. Per le porzioni di pista esistente ricadenti su area privata verranno acquisite le necessarie servitù di passaggio.

Considerato che l'area ricade in fascia A del PAI si prevede di porre particolare attenzione alla possibile esondabilità del sito.

Le verifiche idrauliche condotte in sede progettuale pongono il livello di piena con tempo di ritorno Q₂₀₀ alla quota 162.4 m slm circa. Tale valore risulta coerente con le indicazioni del PGRA.

I livelli riscontrati nella piena del 1994, seppur con condizioni idrauliche ben differenti dalle attuali, sono risultati tuttavia superiori alla quota del piano campagna dell'area ove si prevede la cabina (circa 163.4). Negli eventi alluvionali del 2016, seppur idrologicamente paragonabili a quelli del 1994, i livelli non hanno più raggiunto tale quota e quindi l'esondazione non ha interessato l'area (*Fonte Report Arpa Piemonte*).

Si ritiene tuttavia opportuno offrire un maggior grado di sicurezza idraulica alle opere ponendo la cabina in posizione sopraelevata rispetto al piano campagna mediante la realizzazione di un rilevato in terra posto a quota 164.5 m slm. Tale soluzione rimane tuttavia subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica.

Il terrapieno proposto si eleverà rispetto al piano campagna di circa 1-1,3 m e ospiterà la cabina di consegna, una cabina privata posta in adiacenza (produttore) e uno spazio di manovra per i mezzi. L'area sommitale il terrapieno è valutata in circa 200 m².

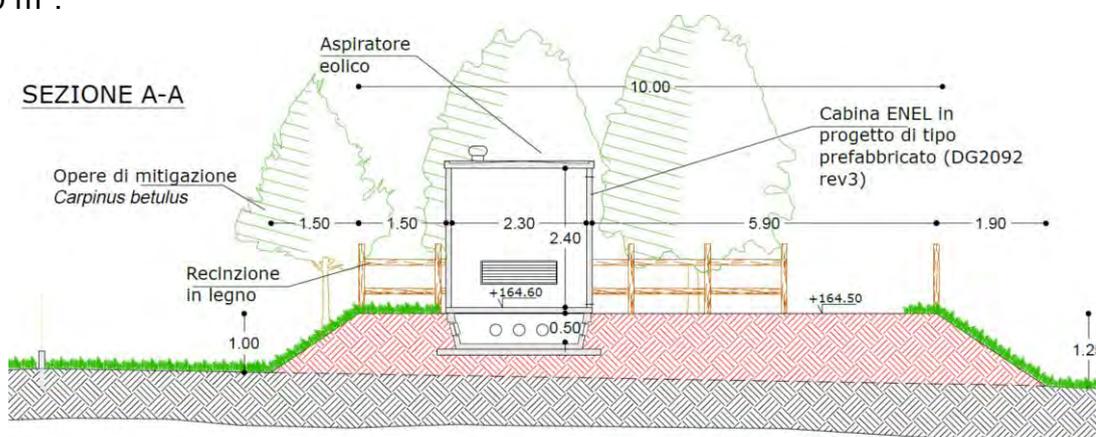


Figura 13: Sezione della cabina MT/BT in progetto

Il basso fabbricato con struttura prefabbricata sarà costituito da:

- una vasca in c.a.p. con aperture passacavi con profondità utile di 50 cm
- pareti e solaio piano di copertura in c.a.p.
- porte e grigliati tipo standard in vetroresina

Le strutture dovranno avere resistenza al fuoco REI 120 e rispondere ai requisiti tecnici e-distribuzione di cui alla DG2092 ed.3.

Il basso fabbricato presenta dimensioni complessive di 14.7 x 2.5 metri ed altezza di 2.50 metri.

Esso si suddivide in tre locali distinti aventi ognuno accessi esclusivi verso l'antistante area di manovra ovvero:

- locale ENEL delle dimensioni di 553 x 230 cm
- locale misure delle dimensioni di 120 x 230 cm
- locale UTENTE delle dimensioni complessive di 450 x 230 cm

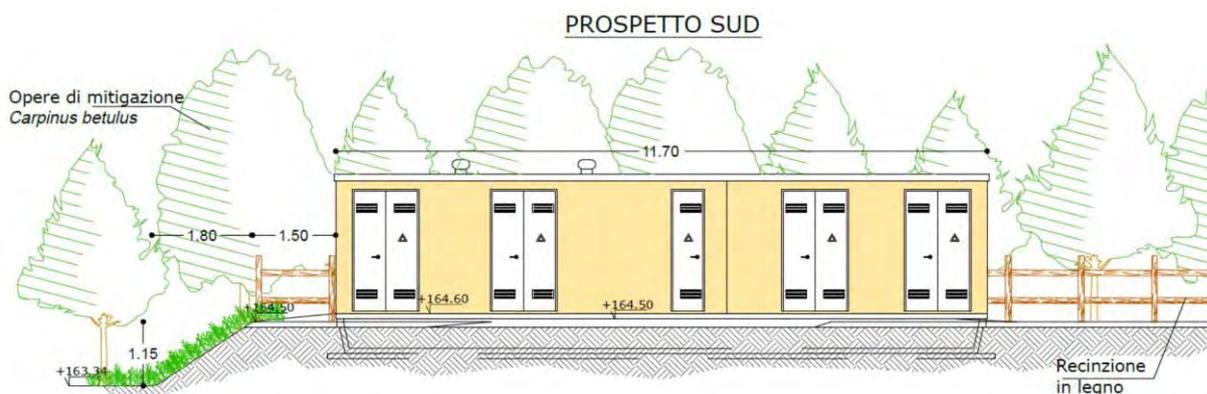


Figura 14: Prospetto frontale della cabina MT/BT

La cabina è rivestita con intonaco colorato nelle tinte della terra. Inoltre, la percezione visiva della cabina è mitigata con la piantumazione di 8 pioppi bianchi (*populus alba*) e da una siepe composta da 40 carpini (*carpinus betulus*).

Il piazzale della cabina e la relativa pista di accesso sono realizzati con misto granulare anidro, al fine di assicurare la permeabilità della superficie.

9.6.2. Elettrodotti

Al fine della connessione dell'impianto idroelettrico sono previsti due elettrodotti:

- il primo privato, necessario per collegare i gruppi di produzione alla cabina MT/BT in progetto
- il secondo di rete, necessario per collegare la cabina MT/BT alla rete esistente

L'elettrodotto privato avrà uno sviluppo di circa 140 metri e si svilupperà in area di proprietà demaniale prevalentemente su piste forestali esistenti. Esso dovrà inoltre attraversare la stessa linea MT ove avverrà la connessione in corrispondenza della pista esistente di accesso alla cabina.

Tale nodo interferente verrà realizzato nel rispetto della norma di riferimento (CEI 11-17), in ogni caso rispettando una distanza minima tra i due conduttori di 0,5 metri.

La sezione di posa, sempre di tipo interrato, prevedrà inoltre anche a cavidotti in materiale plastico volti alla connessione BT e/o F/O tra la cabina e l'impianto idroelettrico.

L'elettrodotto di rete si costituisce di due linee affiancate (entra-esce) e avrà uno sviluppo di circa 10 metri.

La linea MT, doppia terna, prevista in progetto è di tipo interrato, tensione **15 KV** con posa di cavo tipo tripolare avvolto ad elica Al 3x(1x240) mmq - cavo TIPO **ARE4H5EX** con isolamento minimo 12/20kW U₀/U

Le opere di rete verranno realizzate da e-distribuzione spa, così come definito in sede di accettazione del preventivo di connessione.

Gli elettrodotti saranno posati entro cavidotti in materiale plastico del diametro di 160 mm posti ad una profondità di un metro. Si provvederà inoltre alla stessa di idoneo nastro segnalatore interrato riferente la fase di re-interro.

10. OPERE DI DIFESA SPONDALE E SCAVI

10.1. Opere di difesa spondale

La realizzazione di opere di difesa spondale è limitata ai brevi tratti necessari all'ammorsamento delle opere in alveo in progetto.

Le difese idrauliche a monte e a valle dell'impianto sono formate da scogliere in massi ciclopici.

In corrispondenza dell'impianto la sponda è costituita dalla parete in cemento armato della centrale idroelettrica. La parte superiore delle opere in progetto non supera in altezza il piano campagna attuale, posto mediamente a quota superiore a 162,50 m s.l.m..

10.2. Scavi

Preliminarmente alla realizzazione degli scavi si procederà alla rimozione del terreno vegetale (ove presente) dallo strato superficiale delle aree interessate dagli scavi con accantonamento dello stesso in apposito sito individuato nelle immediate vicinanze del cantiere.

In seguito alla rimozione del terreno vegetale, per limitare i grandi volumi di scavo necessari a formare il canale di adduzione, il locale turbine e il canale di restituzione si propende per la formazione di una serie di palificate che circondano la parte centrale dell'impianto idroelettrico. Lo scavo, quindi è delimitato da pareti verticali che ne limitano fortemente il volume complessivo.

Il materiale di risulta è messo a disposizione del demanio per il successivo riutilizzo in eventuali opere di regimazione demaniale o alienate dallo stesso demanio.

11. GESTIONE DELLA PORTATA

11.1. Dispositivi di modulazione della portata

La distribuzione delle portate presso l'opera di presa è regolata da dispositivi idraulici di modulazione classificabili in:

- dispositivi di modulazione fissi;
- dispositivi di modulazione mobili.

Un'altra possibile classificazione dei dispositivi di modulazione delle portate in base alla propria funzione è:

- dispositivi di rilascio;
- dispositivi di prelievo esistenti;
- dispositivi di prelievo in progetto.

Nella pagina che segue sono elencati i dispositivi di modulazione della portata con la classificazione, la descrizione e la regola operativa di funzionamento.

Dispositivo		Tipo	Descrizione	Regola operativa
Dispositivi di rilascio	Passaggio artificiale per l'ittiofauna	Fisso	<p>Il progetto prevede la realizzazione del passaggio artificiale per l'ittiofauna del tipo a bacini successivi collegati idraulicamente attraverso fenditure verticali a tutta altezza. Il dispositivo di risalita è affiancato alla centrale idroelettrica in sinistra orografica del fiume Tanaro.</p> <p>Tutti i passaggi idraulici sono identici tra loro; le vasche sono lunghe 2,80 m e larghe 2,40 m; le fenditure verticali sono larghe 0,40 m ed il dislivello tra le vasche successive è di 0,18 m. La soglia di imbocco di monte del passaggio è realizzata alla quota di 157,85 m s.l.m., 1,00 m più bassa della quota di massima ritenuta della traversa mobile.</p>	<p>Attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna in progetto in destra orografica è ordinariamente rilasciata la portata di 0,501 m³/s, con un carico idraulico di 1,08 m.</p> <p>Il passaggio artificiale per l'ittiofauna assicura la risalita dei pesci con carichi idraulici crescenti fino alla quota di 159,35 m s.l.m., corrispondente alla massima idraulicità dello sbarramento mobile.</p>
	Luce sottobattente	Fisso	<p>La paratoia di sbarramento del canale di alimentazione della presa industriale in destra orografica è dotata di una luce sottobattente per il rilascio di parte del deflusso ecologico al fine di assicurare la riconoscibilità e l'attrattività del passaggio per l'ittiofauna.</p> <p>La luce sottobattente ha soglia inferiore alla quota di 155,15 m s.l.m. ed ha sezione rettangolare alta 0,50 m e larga 0,747 m.</p>	<p>Attraverso la luce sottobattente è ordinariamente rilasciata la portata di 3,751 m³/s, con un carico idraulico di 158,93 m s.l.m..</p> <p>Il rilascio della luce sottobattente in prossimità della presa industriale esistente contribuisce a mantenere libero dai sedimenti il relativo canale di alimentazione.</p>
	Traversa fluviale	Mobile	<p>La traversa fluviale esistente è formata da una soglia fissa in cemento armato sulla quale è installato uno sbarramento mobile gonfiabile scudato. La soglia fissa ha sommità alla quota di 156,15 m s.l.m. e lo sbarramento mobile ne eleva il coronamento di 2,70 m all'altezza di 158,85 m s.l.m..</p> <p>Lo sbarramento mobile è costituito da due paratoie a ventola azionate da cuscini pneumatici. Ciascuno scudo è largo 47,25 m ed al centro è presente una spalla in cemento armato larga 1,50 m.</p>	<p>Ordinariamente, lo sbarramento mobile è mantenuto completamente sollevato e sul coronamento è rilasciata una vena idraulica spessa 8 cm, che corrisponde alla portata di 4,249 m³/s.</p> <p>Lo sbarramento fluviale è mantenuto sollevato alla quota massima di regolazione (158,85 m s.l.m.) fino al raggiungimento del livello idrometrico massimo di progetto di 159,35 m s.l.m., corrispondente al rilascio di una vena idraulica spessa 0,50 m. Dopodiché, lo sbarramento è regolato in altezza per mantenere il livello idrometrico di progetto di 159,35 m s.l.m..</p> <p>Lo sbarramento mobile è abbattuto completamente quando la vena idraulica stramazzone supera lo spessore di 1,50 m.</p>
Dispositivi di prelievo esistenti	Pompa idraulica	Mobile	<p>La derivazione esistente in sponda destra orografica è di tipo industriale. La derivazione è regolata dalla soglia di presa profonda 0,73 m rispetto al coronamento della traversa e attraverso la pompa di prelievo.</p> <p>La bocca di presa alimenta una camera dalla quale diparte la tubazione del prelievo industriale.</p>	<p>La derivazione esistente è esercita nel rispetto del rilascio del deflusso ecologico costante di 8,500 m³/s.</p> <p>Inoltre, la derivazione esistente è limitata al prelievo massimo di 0,100 m³/s e medio di 0,060 m³/s.</p>
Dispositivi di prelievo in progetto	Paratoie di presa	Mobile	<p>Le paratoie piane di presa dell'impianto idroelettrico in progetto sono poste nel canale di carico tra il paratronchi e la griglia di pulizia. Sono installate due paratoie, ciascuna larga circa 10,0 m con la soglia di fondo a quota 153,35 m s.l.m..</p>	<p>Le paratoie di presa permettono la disattivazione dell'impianto idroelettrico ed hanno funzionamento esclusivamente ON ÷ OFF; pertanto, è solamente previsto che ciascuna paratoia sia completamente chiusa o totalmente aperta, senza regolazioni intermedie.</p>
	Turbine idrauliche	Mobile	<p>Le turbine dell'impianto principale sono di tipo Kaplan biregolante ad asse orizzontale, con distributore assiale e girante a quattro pale. Ciascuna di esse è accoppiata ad un moltiplicatore di giri ed un generatore sincrono a magneti indotti.</p> <p>Ognuna delle due turbine opera con portate comprese tra 10,000 m³/s e 50,000 m³/s, per una portata massima d'esercizio complessiva dell'impianto idroelettrico pari a 100,000 m³/s.</p>	<p>Le turbine sono regolate al fine di mantenere il carico idraulico minimo di progetto a monte dello sbarramento pari a 158,93 m s.l.m..</p> <p>Inoltre, le turbine sono regolate per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 100,000 m³/s complessivi. Pertanto, i meccanismi di regolazione delle macchine idrauliche costituiscono anche i dispositivi di limitazione della portata massima dell'impianto idroelettrico in progetto.</p>

11.2. Dispositivo di limitazione della portata derivata

La limitazione del prelievo in progetto è operata dai meccanismi di regolazione delle turbine idrauliche, che sono tarati per impedire il passaggio di una portata maggiore di quella massima di concessione.

I dispositivi sono regolati in continuo in funzione della misura della portata derivata dalle turbine idrauliche.

11.3. Dispositivi di misura della portata

L'impianto è dotato di dispositivi automatici di misura continua della distribuzione delle portate presso l'opera di captazione. In particolare, si rilevano le seguenti portate:

- rilasciata;
- derivata.

La portata rilasciata è misurata in funzione dell'altezza piezometrica della vena idraulica che alimenta il passaggio artificiale per l'ittiofauna e la luce sottobattente e di quella che stramazza sulla soglia dello sbarramento. Queste altezze sono misurate con un sensore idrometrico ad immersione posto a monte della traversa fluviale, presso la sponda sinistra orografica.

La portata valorizzata energeticamente dalle turbine è misurata indirettamente attraverso la potenza elettrica emessa dai generatori ed il salto idraulico.

La potenza è misurata attraverso un wattmetro installato ai morsetti di ciascun generatore. Il salto idraulico è misurato attraverso due idrometri ad immersione installati rispettivamente a monte ed a valle delle turbine, racchiusi in tubi camicia fissati alle pareti in cemento armato.

In fase di collaudo idraulico sarà determinata la curva dei rendimenti delle turbine idrauliche con la seguente metodologia:

- la portata sarà misurata secondo la norma UNI EN ISO 748:2008, la misura sarà eseguita per differenza tra quella totale rilasciata e quella del passaggio artificiale per l'ittiofauna;
- la potenza ai morsetti del generatore sarà misurata secondo la norma EN 60041:1994-09, ripresa in Italia dalla norma CEI EN 60041.

La misura della portata valorizzata energeticamente dalla turbina è misurata per via indiretta poiché l'impianto è così compatto che non è possibile individuare una sezione adatta a sistemi di misura basati sul livello idrometrico o sul metodo area · velocità.

Per i misuratori di livello sono previste le seguenti caratteristiche:

- fondo scala 4 m
- precisione minima $\pm 0,5\%$

Per i misuratori di potenza sono previste le seguenti caratteristiche:

- precisione minima $\pm 1\%$

11.4. Ripartizione della portata

Come specificato al precedente paragrafo 11.1. “Dispositivi di modulazione della portata”, il rilascio del deflusso ecologico avviene attraverso il passaggio artificiale per l’ittiofauna e la vena di mascheramento della traversa. La corretta alimentazione dei dispositivi di rilascio (complessivamente 8,500 m³/s) è assicurata dal mantenimento del carico idrometrico alla quota di progetto di 158,93 m s.l.m. a monte dello sbarramento. Il passaggio artificiale per l’ittiofauna e la vena idraulica scenica sono verificati nell’apposito paragrafo 11.5. “Dispositivi di rilascio del deflusso ecologico”.

Il carico idraulico a monte della traversa è regolato dalla derivazione idroelettrica e dallo sbarramento mobile in progetto.

La successiva Tabella 6 riporta la distribuzione della portata in funzione di quella disponibile nel fiume Tanaro.

I simboli utilizzati hanno i seguenti significati:

- Q_{tot} portata disponibile nel fiume a monte delle derivazioni;
- Q_{ril} portata rilasciata attraverso il passaggio per l’ittiofauna e la vena idraulica sulla traversa;
- $DE = 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$ deflusso ecologico;
- Q_{Ferr} portata derivata dal prelievo industriale esistente;
- $Q_{max\ es} = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$ portata massima del prelievo esistente;
- Q_{der} portata derivata dall’impianto idroelettrico in progetto;
- $Q_{max\ pr} = 10,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata minima del prelievo in progetto;
- $Q_{max\ pr} = 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata massima del prelievo in progetto.

Nella Tabella 6, la portata processata dalla turbina collocata nel corpo della traversa fluviale è considerata derivata dall’impianto idroelettrico. Tuttavia, tutta la portata valorizzata energeticamente dalla turbina in progetto rientra tra i rilasci, perché la macchina idraulica è installata nel corpo della traversa fluviale.

Tabella 6: Distribuzione delle portate

Q_{tot}	Q_{ril}	Q_{es}	Q_{der}	Regola operativa
$Q_{tot} \leq 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,000 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{ril} \leq 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{es} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{der} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Tutta la portata è rilasciata attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna, la luce sottobattente e la vena idraulica di mascheramento della traversa. Lo sbarramento mobile è mantenuto completamente sollevato, alla quota di 158,85 m s.l.m.. La derivazione industriale esistente è disattivata. Le paratoie di presa e le turbine della derivazione idroelettrica in progetto sono chiuse.
$8,500 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{tot} \leq 8,600 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,000 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{es} \leq 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{der} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna, la luce sottobattente e la vena idraulica di mascheramento della traversa è rilasciata la portata di deflusso ecologico pari a 8,500 m ³ /s. Lo sbarramento mobile è mantenuto completamente sollevato, alla quota di 158,85 m s.l.m.. La derivazione industriale esistente è regolata per mantenere il carico idraulico ordinario di progetto a monte dello sbarramento mobile (158,93 m s.l.m.). Le paratoie di presa e le turbine della derivazione idroelettrica in progetto sono chiuse.
$8,600 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{tot} < 18,600 \text{ m}^3/\text{s}$	$8,500 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{ril} < 18,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{es} = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{der} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	La derivazione industriale esistente è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 0,100 m ³ /s. La portata eccedente quella prelevata dalla derivazione industriale esistente è rilasciata attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna, la luce sottobattente e la vena idraulica di mascheramento della traversa. Lo sbarramento mobile è mantenuto completamente sollevato, alla quota di 158,85 m s.l.m.. Le paratoie di presa e le turbine della derivazione idroelettrica in progetto sono chiuse.
$18,600 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{tot} \leq 108,600 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{es} = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$	$10,000 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{der} \leq 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna, la luce sottobattente e la vena idraulica di mascheramento della traversa è rilasciata la portata di deflusso ecologico pari a 8,500 m ³ /s. Lo sbarramento mobile è mantenuto completamente sollevato, alla quota di 158,85 m s.l.m.. La derivazione industriale esistente è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 0,100 m ³ /s. Le paratoie di presa della derivazione idroelettrica in progetto sono aperte e le turbine idrauliche sono regolate per mantenere il carico idraulico ordinario di progetto a monte dello sbarramento mobile (158,93 m s.l.m.).
$108,600 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{tot} \leq 166,161 \text{ m}^3/\text{s}$	$8,500 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{ril} \leq 66,051 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{es} = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{der} = 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$	La derivazione industriale esistente è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 0,100 m ³ /s. Le paratoie di presa della derivazione idroelettrica in progetto sono aperte e le turbine idrauliche sono regolate per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 100,000 m ³ /s. La portata eccedente i prelievi della derivazione industriale esistente e di quella idroelettrica in progetto è rilasciata attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna, la luce sottobattente e la vena idraulica di mascheramento della traversa. Lo sbarramento mobile è mantenuto completamente sollevato, alla quota di 158,85 m s.l.m..
$166,161 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{tot} \leq 418,447 \text{ m}^3/\text{s}$	$67,021 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{ril} \leq 318,347 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{es} = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{der} = 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$	La derivazione industriale esistente è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 0,100 m ³ /s. Le paratoie di presa della derivazione idroelettrica in progetto sono aperte e le turbine idrauliche sono regolate per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 100,000 m ³ /s. La portata eccedente i prelievi della derivazione industriale esistente e di quella idroelettrica in progetto è rilasciata attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna, la luce sottobattente e la vena idraulica di mascheramento della traversa. Lo sbarramento mobile è regolato per mantenere il carico idraulico massimo di progetto a monte dello sbarramento mobile (159,35 m s.l.m.).
$Q_{tot} > 418,447 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} > 418,347 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{es} = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{der} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	La derivazione industriale esistente è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione di 0,100 m ³ /s. Le paratoie di presa e le turbine della derivazione idroelettrica in progetto sono chiuse. Lo sbarramento mobile è abbattuto per favorire il deflusso di piena del fiume Tanaro.

11.5. Dispositivi di rilascio del deflusso ecologico

Il deflusso ecologico è rilasciato attraverso i seguenti dispositivi idraulici:

- passaggio artificiale per l'ittiofauna;
- luce sottobattente;
- vena di mascheramento della traversa fluviale;

Il rilascio avviene secondo la gerarchia indicata nel precedente elenco.

11.5.1. *Passaggio artificiale per l'ittiofauna*

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è progettato nel rispetto del Manuale "Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci" della Regione Piemonte. Il passaggio artificiale per l'ittiofauna rilascia ordinariamente il deflusso di 0,501 m³/s.

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è realizzato in sponda sinistra orografica affiancato alla centrale idroelettrica in progetto.

Il passaggio per l'ittiofauna è del tipo a bacini successivi collegati idraulicamente da fenditure verticali a tutta altezza.

I passaggi idraulici sono addossati ad una parete e sono dotati di un deflettore per evitare che si formi un flusso continuo. Le fenditure sono larghe 0,40 m ed il dislivello tra le vasche contigue è di 0,18 m. La parete divisoria tra le vasche è realizzata con setti prefabbricati in cemento armato.

L'imbocco di monte della rampa di risalita per i pesci è realizzato alla quota di 157,85 m s.l.m., 1,00 m più basso dell'altezza massima di sollevamento della traversa mobile gonfiabile scudata.

Le vasche del passaggio artificiale per l'ittiofauna hanno pianta rettangolare, larga 2,40 m e lunga 2,80 m. Sul fondo sono incastonati piccoli massi e ciottoli per rallentare la corrente e formare delle zone di calma per riparare i pesci durante la risalita.

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è alimentato con un carico idraulico ordinario di 1,08 m, che può crescere a 1,50 m in condizioni di elevata disponibilità idrica.

11.5.2. *Luce sottobattente*

La paratoia di sbarramento del canale di alimentazione della presa industriale in destra orografica è dotata di una luce sottobattente per il rilascio di parte del deflusso ecologico al fine di assicurare un deflusso continuo in corrispondenza del prelievo esistente. Ciò assicura che i sedimenti fini siano allontanati dal rilascio del deflusso ecologico e la presa industriale sia mantenuta libera da intasamenti.

La luce sottobattente ha soglia inferiore alla quota di 155,15 m s.l.m. ed ha sezione rettangolare alta 0,50 m e larga 0,747 m.

Il rilascio della luce sottobattente in prossimità dell'imbocco di valle del passaggio per l'ittiofauna contribuisce ad assicurare la riconoscibilità e l'attrattività del dispositivo di risalita.

11.5.3. *Traversa fluviale*

La traversa fluviale esistente è formata da una soglia fissa in cemento armato sulla quale è installato uno sbarramento mobile gonfiabile scudato composto da due paratoie a ventola.

La soglia fissa ha sommità alla quota di 156,15 m s.l.m. e lo sbarramento mobile ne eleva il coronamento di 2,70 m all'altezza di 158,85 m s.l.m..

Lo sbarramento mobile ha una larghezza utile di 94,50 m ed è costituito da due paratoie a ventola larghe 47,25 m azionate da cuscini pneumatici.

Ordinariamente, lo sbarramento mobile è mantenuto completamente sollevato e sul coronamento è rilasciata una vena idraulica spessa 8 cm, che corrisponde alla portata di 4,249 m³/s.

Lo sbarramento fluviale è mantenuto sollevato alla quota massima di regolazione (158,85 m s.l.m.) fino al raggiungimento del livello idrometrico massimo di progetto di 159,35 m s.l.m., corrispondente al rilascio di una vena idraulica spessa 0,50 m. Dopodiché, lo sbarramento è regolato in altezza per mantenere il livello idrometrico massimo di progetto di 159,35 m s.l.m..

Lo sbarramento mobile è abbattuto completamente quando la vena idraulica stramazzone supera lo spessore di 1,50 m.

11.5.4. *Verifica del rilascio della portata*

Di seguito è verificato il rilascio della portata attraverso il passaggio per l'ittiofauna, la luce sottobattente e la vena stramazzone sulla traversa.

L'espressione per la verifica del passaggio artificiale per l'ittiofauna in progetto in sponda destra orografica è:

$$Q_{PAI} = \mu \cdot b \cdot h_2 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1} + \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot h_1 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1}$$

con:

- | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|
| - | Q_{PAI} | portata |
| - | $\mu = 0,65$ | coefficiente di portata (Schoklitsch) |
| - | $b = 0,40$ m | larghezza |
| - | $g = 9,81$ m/s ² | accelerazione di gravità |
| - | $h_1 = 0,18$ m | altezza della vena libera |
| - | $h_2 = h_{PAI} - h_1$ | altezza della vena rigurgitata |
| - | $h_{PAI} = H_w - H_s$ | altezza totale della vena idraulica |
| - | H_w | quota idrometrica a monte |
| - | $H_s = 157,85$ m s.l.m. | quota della soglia |

L'espressione per la verifica della luce sottobattente è:

$$Q_l = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot (h_{l2}^{3/2} - h_{l1}^{3/2})$$

con:

- Q_l portata
- $\mu = 0,62$ coefficiente di portata
- $b = 0,747$ m larghezza della luce
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità
- $h_{l2} = H_w - H_f$ altezza idrometrica rispetto al fondo della luce
- H_w quota idrometrica a monte
- $H_f = 155,15$ m s.l.m. quota della soglia inferiore della luce
- $h_{l1} = h_{l2} - s$ altezza idrometrica rispetto al bordo superiore della luce
- $s = 0,50$ m altezza della luce

L'espressione per la verifica delle soglie della traversa fluviale è:

$$Q_t = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot h_t \cdot \sqrt{2g \cdot h_t}$$

con:

- Q_t portata
- $\mu = 0,62$ coefficiente di portata
- $b = 96,00$ m larghezza
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità
- $h_t = H_w - H_t$ altezza della vena idraulica
- H_w quota idrometrica a monte
- H_t quota della soglia della traversa

La verifica delle portate e dei livelli idrometrici è svolta con procedimento iterativo.

Il calcolo è svolto per le seguenti condizioni idrologiche:

- $H_{min} = 158,98$ m s.l.m. condizione di minima idraulicità;
- $H_{max} = 159,35$ m s.l.m. condizione di massima idraulicità;
- $Q_{10} = 133,753$ m³/s portata rilasciata con durata di 10 gg/anno
- $Q_{30} = 54,893$ m³/s portata rilasciata con durata di 30 gg/anno
- $Q_{60} = 12,473$ m³/s portata rilasciata con durata di 60 gg/anno
- $Q_{91} = 8,500$ m³/s portata rilasciata con durata di 91 gg/anno
- $Q_{135} = 8,500$ m³/s portata rilasciata con durata di 135 gg/anno
- $Q_{182} = 8,500$ m³/s portata rilasciata con durata di 182 gg/anno
- $Q_{274} = 8,500$ m³/s portata rilasciata con durata di 274 gg/anno
- $Q_{355} = 10,869$ m³/s portata rilasciata con durata di 355 gg/anno

Sostituendo i valori nelle espressioni si ottengono i risultati contenuti nella Tabella 7.

Tabella 7: Verifica delle portate rilasciate

Condizione	H _t (m s.l.m.)	H _w (m s.l.m.)	h _{PAI} (m)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	Q _{PAI} (m ³ /s)	h _{l2} (m)	h _{l1} (m)	Q _i (m ³ /s)	h _t (m)	Q _t (m ³ /s)	Q _{ril} (m ³ /s)
H _{min}	158,85	158,93	1,08	0,18	0,90	0,501	3,78	3,28	3,751	0,08	4,249	8,500
H _{max}	158,85	159,35	1,50	0,18	1,32	0,704	4,20	3,70	4,177	0,50	61,170	66,051
Q ₁₀	158,57	159,35	1,50	0,18	1,32	0,704	4,20	3,70	4,177	0,78	118,597	123,478
Q ₃₀	158,85	159,24	1,39	0,18	1,21	0,650	4,09	3,59	4,065	0,39	42,223	46,938
Q ₆₀	158,85	158,93	1,08	0,18	0,90	0,501	3,78	3,28	3,751	0,08	4,249	8,500
Q ₉₁	158,85	158,93	1,08	0,18	0,90	0,501	3,78	3,28	3,751	0,08	4,249	8,500
Q ₁₃₅	158,85	158,93	1,08	0,18	0,90	0,501	3,78	3,28	3,751	0,08	4,249	8,500
Q ₁₈₂	158,85	158,93	1,08	0,18	0,90	0,501	3,78	3,28	3,751	0,08	4,249	8,500
Q ₂₇₄	158,85	158,93	1,08	0,18	0,90	0,501	3,78	3,28	3,751	0,08	4,249	8,500
Q ₃₅₅	158,85	158,96	1,11	0,18	0,93	0,512	3,81	3,31	3,775	0,11	6,133	10,420

La successiva Tabella 8 evidenzia la distribuzione della portata rilasciata relativa ai valori medi mensili. Inoltre, nella tabella è calcolato il rapporto tra la portata di attrattività (Q_{attr} = Q_{PAI} + Q_{der}) e quella disponibile nel fiume Tanaro, dimostrando che risulta sempre ampiamente maggiore del 1%, anche in caso di impianto fermo per mancanza di risorsa idrica (mese di agosto).

Tabella 8: Verifica delle portate rilasciate

Mese	Q _{disp} (m ³ /s)	Q _{der} (m ³ /s)	Q _{ril} (m ³ /s)	Q _{PAI} (m ³ /s)	Q _p (m ³ /s)	Q _v (m ³ /s)	Q _{attr} (m ³ /s)	$\frac{Q_{attr}}{Q_{disp}}$
gen	46,847	38,347	8,500	0,501	3,751	4,249	38,848	82,9%
feb	53,062	44,562	8,500	0,501	3,751	4,249	45,063	84,9%
mar	87,115	78,615	8,500	0,501	3,751	4,249	79,116	90,8%
apr	122,180	100,000	22,180	0,566	3,889	17,725	100,566	82,3%
mag	136,276	100,000	36,276	0,617	3,995	31,664	100,617	73,8%
giu	88,644	80,144	8,500	0,501	3,751	4,249	80,645	91,0%
lug	26,183	17,683	8,500	0,501	3,751	4,249	18,183	69,4%
ago	16,962	0,000	16,962	0,544	3,843	12,575	0,544	3,2%
set	24,388	15,888	8,500	0,501	3,751	4,249	16,388	67,2%
ott	38,983	30,483	8,500	0,501	3,751	4,249	30,984	79,5%
nov	101,454	92,954	8,500	0,501	3,751	4,249	93,454	92,1%
dic	60,079	51,579	8,500	0,501	3,751	4,249	52,080	86,7%

11.5.5. Verifica dei parametri idraulici di funzionamento del passaggio per l'ittiofauna

La velocità della corrente attraverso i passaggi idraulici è riconducibile a:

$$U_p = \frac{Q_{PAI}}{\Omega_p} = \frac{Q_{PAI}}{b_p \cdot h_{PAI}}$$

con:

- U_p velocità della corrente;
- Q_{PAI} portata;
- Ω_p superficie idraulica;
- $b_p = 0,40$ m larghezza della fenditura;
- h_{PAI} altezza idrometrica.

Analogamente, la velocità all'interno delle vasche è calcolata con l'espressione:

$$U_v = \frac{Q_{PAI}}{\Omega_v} = \frac{Q_{PAI}}{b_v \cdot h_{PAI}}$$

con:

- U_v velocità della corrente;
- Q_{PAI} portata;
- Ω_v superficie idraulica;
- $b_v = 2,40$ m larghezza della vasca;
- h_{PAI} altezza idrometrica.

La potenza specifica dissipata nelle vasche risulta dal rapporto tra le grandezze:

$$P = \gamma \cdot Q \cdot h_1$$

$$V = \Omega_v \cdot h_{PAI}$$

dove:

- P potenza;
- $\gamma = 9810$ N/m³ peso specifico dell'acqua;
- Q_{PAI} portata;
- $h_1 = 0,18$ m altezza della vena libera;
- V volume;
- Ω_v superficie idraulica nella vasca;
- $l_v = 2,80$ m lunghezza della vasca.

Sostituendo i valori nelle espressioni si ottiene quanto riportato nella successiva Tabella 9.

Tabella 9: Soglia di monte

Condizione	Q_{PAI} (m ³ /s)	h_{PAI} (m)	Ω_p (m ²)	U_p (m/s)	Ω_v (m ²)	U_v (m/s)	P (W)	V (m ³)	P / V (W/m ³)
H _{min}	0,501	1,08	0,43	1,15	2,60	0,19	884	7,29	121
H _{max}	0,704	1,50	0,60	1,17	3,60	0,20	1'242	10,08	123
Q ₁₀	0,704	1,50	0,60	1,17	3,60	0,20	1'242	10,08	123
Q ₃₀	0,650	1,39	0,56	1,17	3,34	0,19	1'148	9,34	123
Q ₆₀	0,501	1,08	0,43	1,15	2,60	0,19	884	7,29	121
Q ₉₁	0,501	1,08	0,43	1,15	2,60	0,19	884	7,29	121
Q ₁₃₅	0,501	1,08	0,43	1,15	2,60	0,19	884	7,29	121
Q ₁₈₂	0,501	1,08	0,43	1,15	2,60	0,19	884	7,29	121
Q ₂₇₄	0,501	1,08	0,43	1,15	2,60	0,19	884	7,29	121
Q ₃₅₅	0,512	1,11	0,44	1,16	2,66	0,19	904	7,45	121

12. SALTO IDRAULICO

Il salto idraulico è calcolato sulla base dei singoli valori di portata come differenza della quota idrometrica a monte ed a valle delle turbine idrauliche.

La maggiore potenza erogabile dall'impianto idroelettrico in progetto coincide con la condizione che prevede la portata disponibile minima che permette la derivazione massima della centrale idroelettrica in progetto.

12.1. Quota idrometrica a monte

Lo sbarramento fluviale è mantenuto sollevato alla quota massima di regolazione (158,85 m s.l.m.) fino al raggiungimento del livello idrometrico massimo di progetto di 159,35 m s.l.m., corrispondente al rilascio di una vena idraulica spessa 0,50 m. Dopodiché, lo sbarramento è regolato in altezza per mantenere il livello idrometrico di progetto di 159,35 m s.l.m..

Le turbine idrauliche operano con un salto idraulico minimo di 1,50 m, che corrisponde ad una portata disponibile (al netto del prelievo industriale esistente) di 418,347 m³/s, di cui 100,000 m³/s derivati e 318,347 m³/s rilasciati. Per portate disponibili maggiori, l'impianto è disattivato e lo sbarramento mobile è progressivamente abbattuto per favorire il deflusso di piena del fiume Tanaro.

Di seguito si procede alla definizione delle altezze idrometriche nei bacini di carico delle due turbine idrauliche dell'impianto idroelettrico.

12.1.1. Metodo di calcolo

Dapprima è necessario stabilire la quota piezometrica a monte dello sbarramento in funzione della portata rilasciata.

Nella presa dell'impianto idroelettrico in progetto si riscontrano tre perdite di carico concentrate:

- soglia di presa;
- paratronchi;
- griglia di pulizia.

Le perdite di carico distribuite sono invece trascurabili rispetto a quelle concentrate e pertanto non sono quantificate.

La regola operativa di ripartizione della portata attraverso le turbine idrauliche prevede:

- ripartizione della portata turbinabile nel numero minimo necessarie di macchine idrauliche;
- ripartizione uniforme della portata tra le macchine idrauliche attive.

Pertanto, il calcolo delle perdite di carico nella presa dell'impianto idroelettrico è svolto sulla singola turbina, poiché la portata è la medesima per le due macchine idrauliche.

Quota piezometrica nel bacino a monte dello sbarramento

Il calcolo della quota idrometrica a monte dello sbarramento è svolto con metodo iterativo considerando le seguenti espressioni:

- soglia libera (traversa fluviale)

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

- Q portata;
- $\mu = 0,62$ coefficiente di portata;
- $b = 94,00$ m larghezza della soglia;
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità;
- h altezza della vena.

- luce sottobattente

$$Q_l = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot (h_{l2}^{3/2} - h_{l1}^{3/2})$$

- Q_l portata
- $\mu = 0,62$ coefficiente di portata
- $b = 0,747$ m larghezza della luce
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità
- h_{l2} altezza idrometrica rispetto al fondo della luce
- h_{l1} altezza idrometrica rispetto al bordo superiore della luce

-

- soglia rigurgitata (passaggio artificiale per l'ittiofauna)

$$Q = \mu \cdot b \cdot h_2 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1} + \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot h_1 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1}$$

- Q portata;
- $\mu = 0,65$ coefficiente di portata;
- $b = 0,40$ m larghezza della soglia;
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità;
- h_1 altezza della vena libera;
- h_2 altezza della vena rigurgitata.

La regola operativa prevede che lo sbarramento fluviale sia mantenuto sollevato alla quota massima di regolazione (158,85 m s.l.m.) fino al raggiungimento del livello idrometrico massimo di progetto di 159,35 m s.l.m., corrispondente al rilascio di una vena idraulica spessa 0,50 m. Dopodiché, lo sbarramento è regolato in altezza per mantenere il livello idrometrico di progetto di 159,35 m s.l.m..

Lo sbarramento mobile è abbattuto completamente quando la vena idraulica stramazzone supera lo spessore di 1,50 m.

La soglia dell'imbocco di monte del passaggio artificiale per l'ittiofauna è alla quota di 157,85 m s.l.m..

La luce sottobattente ha soglia inferiore alla quota di 155,15 m s.l.m. ed ha sezione rettangolare alta 0,50 m.

Soglia di presa

Per la soglia di presa si considera che la perdita di carico corrisponda all'altezza cinetica della corrente:

La soglia di presa è schematizzata idraulicamente come uno stramazzo rigurgitato, che è governato dall'espressione:

$$Q = U_2 \cdot \Omega_2 = U_2 \cdot (b \cdot h_p)$$

$$U_2 = \sqrt{2g \cdot h_c}$$

$$h_p = h_t - h_c$$

$$h_t = H_w - H_f$$

con:

- | | | |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|
| - | Q | portata; |
| - | $b = 10,00 \text{ m}$ | larghezza; |
| - | h_p | altezza piezometrica a valle; |
| - | h_c | altezza cinetica; |
| - | h_t | altezza idrometrica totale a monte; |
| - | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ | accelerazione di gravità; |
| - | H_w | quota idrometrica a monte; |
| - | $H_f = 153,55 \text{ m s.l.m.}$ | quota della soglia di presa. |

La soluzione di questa equazione è raggiunta per via iterativa.

Paratronchi

La perdita di carico localizzata presso il paratronchi è calcolata attraverso la relazione di Kirschmer.

La perdita di carico in corrispondenza della griglia è:

$$\Delta H = \xi \cdot \frac{U_1^2}{2g}$$

dove

- | | | |
|---|--------------------------|--|
| - | ΔH | perdita di carico localizzata; |
| - | ξ | coefficiente di forma; |
| - | U_1 | velocità della corrente a monte del paratronchi; |
| - | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ | accelerazione di gravità. |

Il coefficiente di forma è definito dall'espressione:

$$\xi = k_1 \cdot \left(\frac{s}{d}\right)^{4/3} \cdot \text{sen } \vartheta$$

in cui

- | | | |
|---|------------------------|---|
| - | $k_1 = 1,79$ | coefficiente (per barre circolari); |
| - | $s = 0,06 \text{ m}$ | larghezza dell'asta; |
| - | $d = 0,34 \text{ m}$ | distanza netta tra le aste; |
| - | $\vartheta = 90^\circ$ | inclinazione delle aste rispetto l'orizzontale. |

Sostituendo i valori si ottiene:

$$\xi = 1,79 \cdot \left(\frac{0,06}{0,34}\right)^{4/3} \cdot \text{sen } 90^\circ = 0,18$$

12.1.2. Risultati

Con il livello ordinario di progetto a monte dello sbarramento di 158,93 m s.l.m. e la portata massima d'esercizio di 50,000 m³/s di ciascuna turbina si ottiene una perdita di carico presso la soglia di presa pari a 0,04 m.

Sostituendo i valori nelle espressioni indicate sia per la soglia di presa sia per la griglia di pulizia si ottiene:

- presa

$$h_t = 158,93 - 153,55 = 5,38 \text{ m}$$

$$h_p = 5,38 - 0,04 = 5,34 \text{ m}$$

$$U_2 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,04} = 0,94 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,94 \cdot (10,00 \cdot 5,34) = 50,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_2 = 158,93 - 0,04 = 158,89 \text{ m s.l.m.}$$

- paratronchi

$$h_1 = 158,89 - 153,55 = 5,34 \text{ m}$$

$$U_1 = \frac{50,000}{10,00 \cdot 5,34} = 0,94 \text{ m/s}$$

$$\Delta H = 0,18 \cdot \frac{0,94^2}{2 \cdot 9,81} = 0,01 \text{ m}$$

$$H_2 = 158,89 - 0,01 = 158,88 \text{ m s.l.m.}$$

- griglia di pulizia

$$h_1 = 158,88 - 153,55 = 5,33 \text{ m}$$

$$U_1 = \frac{50,000}{10,00 \cdot 5,33} = 0,94 \text{ m/s}$$

$$\Delta H = 0,33 \cdot \frac{0,94^2}{2 \cdot 9,81} = 0,01 \text{ m}$$

$$H_2 = 158,88 - 0,01 = 158,87 \text{ m s.l.m.}$$

La successiva Tabella 10 riporta i valori di quota idrometrica a monte dello sbarramento calcolati sulla base delle curve mensili di durata delle portate disponibili, derivate e rilasciate, secondo quanto indicato in precedenza.

Tabella 10: Quote idrometriche a monte dello sbarramento (m s.l.m.)

D (gg)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	158,89	158,96	159,29	159,29	159,29	159,29	158,92	158,90	158,91	159,29	158,16	159,29
2	158,91	158,90	159,22	159,29	159,29	159,24	158,89	158,92	158,88	158,90	159,29	159,15
3	158,92	158,91	159,12	159,29	159,29	159,15	158,90	158,92	158,91	158,91	159,29	158,87
4	158,87	158,91	159,00	159,29	159,29	159,09	158,90	158,93	158,91	158,88	159,29	158,89
5	158,87	158,91	158,95	159,28	159,29	159,05	158,91	158,93	158,92	158,89	159,27	158,90
6	158,88	158,92	158,88	159,22	159,29	158,98	158,91	158,93	158,92	158,90	159,13	158,91
7	158,89	158,92	158,87	159,20	159,29	158,93	158,92	158,93	158,92	158,91	158,98	158,91
8	158,89	158,87	158,88	159,14	159,26	158,87	158,92	158,93	158,93	158,91	158,87	158,91
9	158,89	158,87	158,88	159,10	159,20	158,88	158,92	158,93	158,93	158,91	158,88	158,91
10	158,89	158,88	158,88	159,07	159,17	158,88	158,92	158,93	158,93	158,91	158,89	158,92
11	158,89	158,88	158,89	159,05	159,13	158,88	158,92	159,04	158,93	158,92	158,90	158,87
12	158,89	158,89	158,89	159,00	159,11	158,89	158,93	159,03	158,93	158,92	158,90	158,87
13	158,90	158,89	158,89	158,96	159,07	158,89	158,93	159,02	158,93	158,92	158,91	158,88
14	158,90	158,89	158,90	158,94	159,06	158,89	158,93	159,02	158,93	158,92	158,91	158,89
15	158,90	158,89	158,90	158,88	159,02	158,90	158,93	159,01	158,93	158,92	158,91	158,89
16	158,90	158,90	158,90	158,87	158,99	158,90	158,93	159,01	158,93	158,92	158,92	158,89
17	158,90	158,90	158,90	158,87	158,97	158,90	158,93	159,00	158,93	158,92	158,87	158,90
18	158,90	158,90	158,91	158,88	158,96	158,90	158,93	159,00	158,93	158,92	158,88	158,90
19	158,90	158,90	158,91	158,88	158,92	158,91	158,93	159,00	158,93	158,92	158,88	158,90
20	158,90	158,90	158,91	158,89	158,88	158,91	158,93	158,99	158,93	158,92	158,89	158,90
21	158,91	158,90	158,91	158,89	158,87	158,91	158,93	158,99	159,03	158,93	158,89	158,91
22	158,91	158,90	158,91	158,89	158,87	158,91	159,04	158,98	159,03	158,93	158,90	158,91
23	158,91	158,90	158,91	158,90	158,88	158,92	159,03	158,97	159,02	158,93	158,90	158,91
24	158,91	158,91	158,91	158,90	158,88	158,92	159,03	158,97	159,02	158,93	158,90	158,91
25	158,91	158,91	158,92	158,90	158,88	158,88	159,02	158,96	159,01	158,93	158,90	158,91
26	158,91	158,91	158,92	158,90	158,89	158,89	159,01	158,96	159,01	158,93	158,90	158,91
27	158,91	158,91	158,87	158,90	158,89	158,89	159,00	158,95	159,00	158,93	158,91	158,91
28	158,91	158,91	158,87	158,91	158,89	158,90	158,99	158,95	159,00	158,93	158,91	158,91
29	158,91		158,87	158,91	158,90	158,91	158,98	158,94	158,99	158,93	158,91	158,91
30	158,91		158,88	158,91	158,90	158,91	158,98	158,94	158,98	158,93	158,92	158,92
31	158,91		158,88		158,90		158,97	158,93		158,93		158,92



Grafico 5: Scala di deflusso alla restituzione

Sostituendo il dato di portata disponibile minima che consente la derivazione massima di progetto della singola turbina e dell'impianto complessivo si ottiene:

- singola turbina $Q_{der} = 50,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{tot} = 58,600 \text{ m}^3/\text{s}$
 $h = \left(\frac{58,600}{1,46}\right)^{1/3,74} = 2,68 \text{ m}$
 $H_2 = 153,17 + 2,68 = 155,85 \text{ m s. l. m.}$
- impianto complessivo $Q_{der} = 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{tot} = 108,600 \text{ m}^3/\text{s}$
 $h = \left(\frac{108,600}{1,46}\right)^{1/3,74} = 3,17 \text{ m}$
 $H_2 = 153,17 + 3,17 = 156,34 \text{ m s. l. m.}$

La successiva Tabella 12 riporta i valori di quota idrometrica calcolati presso lo scarico della centrale idroelettrica in progetto per ciascun valore delle curve mensili di durata delle portate derivabili nell'anno idrologico medio.

Tabella 12: Quote idrometriche presso gli scarichi delle turbine (m s.l.m.)

D (gg)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	156,20	156,40	156,89	157,28	157,30	156,90	155,87	155,64	155,95	156,75	157,92	156,97
2	155,96	156,08	156,64	157,11	157,18	156,66	155,75	155,42	155,77	156,14	157,53	156,57
3	155,88	155,99	156,55	156,87	157,01	156,57	155,69	155,37	155,60	155,93	157,08	156,31
4	155,85	155,96	156,43	156,74	156,91	156,52	155,63	155,33	155,57	155,81	156,87	156,15
5	155,82	155,91	156,39	156,70	156,82	156,48	155,59	155,29	155,46	155,76	156,70	156,08
6	155,78	155,88	156,35	156,65	156,75	156,42	155,54	155,25	155,41	155,66	156,56	156,03
7	155,76	155,87	156,30	156,62	156,72	156,38	155,51	155,21	155,38	155,61	156,42	155,98
8	155,74	155,85	156,27	156,56	156,68	156,32	155,49	155,19	155,36	155,59	156,33	155,93
9	155,73	155,83	156,26	156,52	156,62	156,28	155,46	155,18	155,33	155,57	156,22	155,91
10	155,72	155,80	156,23	156,50	156,59	156,26	155,43	155,16	155,30	155,54	156,15	155,87
11	155,71	155,77	156,20	156,48	156,56	156,24	155,40	155,14	155,28	155,51	156,09	155,83
12	155,70	155,75	156,16	156,44	156,53	156,20	155,35	155,11	155,26	155,49	156,04	155,82
13	155,69	155,74	156,14	156,40	156,50	156,17	155,33	155,10	155,25	155,48	155,98	155,78
14	155,68	155,72	156,13	156,39	156,48	156,15	155,30	155,08	155,24	155,45	155,93	155,76
15	155,66	155,70	156,10	156,34	156,45	156,12	155,27	155,07	155,22	155,44	155,91	155,73
16	155,65	155,69	156,08	156,32	156,43	156,10	155,25	155,04	155,20	155,43	155,87	155,71
17	155,64	155,68	156,04	156,30	156,41	156,07	155,24	155,02	155,18	155,42	155,83	155,69
18	155,64	155,67	156,03	156,28	156,40	156,06	155,22	155,01	155,17	155,40	155,79	155,67
19	155,63	155,66	156,02	156,25	156,37	156,02	155,19	155,00	155,16	155,37	155,77	155,65
20	155,62	155,65	155,98	156,22	156,35	156,00	155,18	154,99	155,15	155,36	155,75	155,63
21	155,61	155,64	155,96	156,18	156,33	155,97	155,16	154,97	155,13	155,35	155,72	155,62
22	155,60	155,64	155,95	156,16	156,30	155,94	155,14	154,96	155,11	155,34	155,69	155,61
23	155,59	155,63	155,93	156,13	156,28	155,89	155,13	154,91	155,09	155,33	155,67	155,60
24	155,58	155,62	155,91	156,11	156,27	155,86	155,10	154,89	155,08	155,32	155,66	155,59
25	155,58	155,61	155,89	156,10	156,24	155,81	155,08	154,87	155,07	155,32	155,65	155,57
26	155,58	155,59	155,87	156,08	156,22	155,76	155,05	154,87	155,05	155,31	155,64	155,55
27	155,57	155,57	155,84	156,07	156,20	155,71	155,02	154,85	155,03	155,30	155,61	155,54
28	155,56	155,56	155,84	156,04	156,17	155,64	154,99	154,83	155,01	155,28	155,54	155,53
29	155,54		155,82	156,02	156,13	155,61	154,96	154,81	155,00	155,26	155,53	155,52
30	155,54		155,81	156,00	156,10	155,57	154,93	154,80	154,95	155,26	155,51	155,51
31	155,53		155,80		156,06		154,89	154,76		155,21		155,49

12.3. Salto idraulico disponibile alle turbine

Con la portata disponibile minima che consente la derivazione massima di progetto della singola turbina e dell'impianto complessivo si ottiene:

- singola turbina $Q_{der} = 50,000 \text{ m}^3/\text{s}$
 $H_1 = 158,87 \text{ m s.l.m.};$
 $H_2 = 155,85 \text{ m s.l.m.};$
 $h = 158,87 - 155,85 = 3,01 \text{ m}$
- impianto complessivo $Q_{der} = 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$
 $H_1 = 158,87 \text{ m s.l.m.};$
 $H_2 = 156,34 \text{ m s.l.m.};$
 $h = 158,87 - 156,34 = 2,53 \text{ m}$

La successiva Tabella 13 riporta i valori di salto idraulico per ciascun valore delle curve mensili di durata delle portate derivabili nell'anno idrologico medio.

Tabella 13: Salto idraulico nell'anno medio (m)

D (gg)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	2,69	2,56	2,41	2,02	1,99	2,39	3,05	3,26	2,96	2,54	0,24	2,32
2	2,95	2,82	2,58	2,19	2,11	2,58	3,14	3,51	3,11	2,76	1,76	2,58
3	3,04	2,91	2,58	2,42	2,28	2,58	3,21	3,55	3,31	2,98	2,21	2,56
4	3,01	2,95	2,57	2,55	2,38	2,57	3,27	3,60	3,34	3,07	2,43	2,75
5	3,06	3,00	2,56	2,57	2,47	2,57	3,32	3,64	3,46	3,13	2,58	2,82
6	3,10	3,04	2,54	2,58	2,54	2,56	3,37	3,68	3,51	3,24	2,58	2,88
7	3,13	3,05	2,57	2,58	2,57	2,55	3,40	3,72	3,54	3,29	2,56	2,93
8	3,15	3,02	2,60	2,58	2,58	2,55	3,43	3,74	3,57	3,32	2,54	2,99
9	3,16	3,05	2,62	2,58	2,58	2,59	3,46	3,75	3,60	3,34	2,66	3,01
10	3,17	3,08	2,66	2,57	2,58	2,61	3,49	3,78	3,62	3,37	2,74	3,05
11	3,18	3,11	2,69	2,57	2,58	2,65	3,53	3,89	3,65	3,40	2,81	3,04
12	3,19	3,13	2,73	2,57	2,58	2,69	3,57	3,92	3,67	3,43	2,86	3,05
13	3,20	3,15	2,75	2,56	2,57	2,72	3,59	3,93	3,68	3,44	2,93	3,10
14	3,22	3,17	2,77	2,55	2,57	2,74	3,62	3,94	3,69	3,47	2,98	3,12
15	3,24	3,19	2,80	2,53	2,57	2,77	3,65	3,95	3,71	3,48	3,00	3,16
16	3,25	3,20	2,82	2,55	2,56	2,80	3,67	3,96	3,73	3,49	3,04	3,18
17	3,26	3,22	2,86	2,57	2,56	2,83	3,69	3,98	3,75	3,50	3,05	3,20
18	3,26	3,23	2,87	2,60	2,56	2,85	3,71	3,98	3,76	3,53	3,09	3,23
19	3,27	3,24	2,89	2,63	2,55	2,88	3,74	3,99	3,77	3,55	3,11	3,26
20	3,28	3,25	2,93	2,67	2,54	2,91	3,75	4,00	3,79	3,56	3,14	3,27
21	3,30	3,26	2,95	2,71	2,54	2,94	3,77	4,02	3,90	3,57	3,17	3,28
22	3,31	3,27	2,96	2,73	2,57	2,98	3,90	4,03	3,92	3,59	3,21	3,30
23	3,32	3,28	2,98	2,77	2,60	3,03	3,91	4,06	3,93	3,59	3,22	3,31
24	3,32	3,29	3,01	2,79	2,61	3,06	3,92	4,07	3,94	3,60	3,24	3,32
25	3,33	3,30	3,02	2,80	2,64	3,07	3,94	4,09	3,95	3,61	3,25	3,34
26	3,34	3,32	3,05	2,82	2,67	3,13	3,96	4,09	3,96	3,62	3,27	3,36
27	3,34	3,34	3,03	2,83	2,69	3,19	3,98	4,10	3,97	3,63	3,30	3,37
28	3,35	3,35	3,03	2,87	2,72	3,26	4,00	4,12	3,99	3,65	3,37	3,38
29	3,37		3,05	2,89	2,76	3,30	4,02	4,13	4,00	3,67	3,38	3,39
30	3,38		3,07	2,91	2,80	3,34	4,05	4,14	4,03	3,67	3,41	3,41
31	3,39		3,08		2,85		4,07	4,17		3,72		3,42

13. PRODUZIONE

Di seguito si determinano la potenza erogata e l'energia prodotta dall'impianto idroelettrico in progetto.

Il calcolo è svolto con le seguenti espressioni:

$$E = P_{netta} \cdot t$$

$$P_{net} = \eta \cdot P_{nom}$$

$$P_{lorda} = \gamma \cdot Q \cdot h$$

dove

- E energia;
- P_{net} potenza effettiva (immessa nella rete);
- P_{nom} potenza idraulica (al lordo dei rendimenti);
- η rendimento dell'impianto (rendimento globale);
- $\gamma = 9,81 \text{ kN/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- Q portata derivata;
- h salto idraulico netto;
- t tempo di funzionamento.

Il salto idraulico a disposizione della turbina idraulica non è univoco, bensì esso dipende dalle portate presenti in alveo, come dimostrato nel precedente capitolo 12. "Salto idraulico".

In conseguenza di ciò il salto idraulico medio riportato nelle successive tabelle (definito ai fini fiscali) è calcolato a ritroso in funzione della potenza lorda media annua dell'impianto:

$$h = \frac{P_{lmed}}{\gamma \cdot Q_{med}}$$

dove

- h salto idraulico netto medio;
- P_{lmed} potenza lorda media;
- $\gamma = 9,81 \text{ kN/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- Q_{med} portata derivata media annua.

In merito al rendimento dell'impianto, esso è determinato in funzione della portata sulla base della curva dei rendimenti esplicitati nella successiva Tabella 14.

Tabella 14: Curva dei rendimenti della turbina idraulica

Q / Q_{\max}	20,0%	30,0%	40,0%	50,0%	60,0%	70,0%	80,0%	90,0%	95,0%	100,0%
$Q \text{ (m}^3\text{/s)}$	10,000	15,000	20,000	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000	47,500	50,000
η_{turbina}	83,7%	86,8%	88,9%	90,8%	91,4%	91,6%	91,7%	91,6%	91,4%	91,0%
$H_{\text{generatore}}$	93,3%	94,3%	95,3%	96,1%	96,5%	96,7%	96,9%	96,9%	96,9%	96,9%
$H_{\text{moltiplicatore}}$	98%									
$H_{\text{trasformatore}}$	98%									
H_{totale}	75,0%	78,6%	81,4%	83,8%	84,7%	85,1%	85,3%	85,2%	85,1%	84,7%

Sulla base dei dati ricevuti, la curva dei rendimenti è stata interpolata con il diagramma riportato nel successivo Grafico 6.

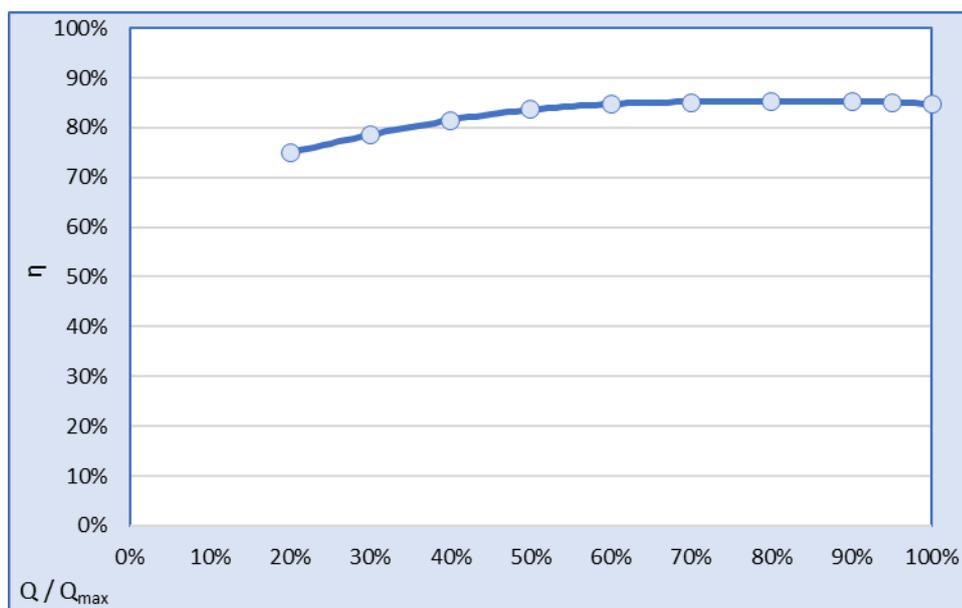


Grafico 6: Interpolazione della curva dei rendimenti

Per automatizzare il calcolo, la curva dei rendimenti è stata discretizzata attraverso una funzione polinomiale di sesto grado.

Le tabelle successive riassumono le potenze e le produzioni medie dell'impianto idroelettrico in progetto nell'anno idrologico medio.

Tabella 15: Produzioni medie

Periodo	Q (m ³ /s)	P _{nom} (kW)	η	P _{net} (kW)	E (kWh)
gen	38,347	1'193	85,0%	1'013	753'939
feb	44,254	1'336	84,9%	1'134	762'239
mar	72,652	1'964	84,9%	1'667	1'240'531
apr	89,269	2'274	84,9%	1'930	1'389'616
mag	94,658	2'362	84,8%	2'003	1'490'604
giu	72,375	1'947	84,9%	1'653	1'190'133
lug	15,606	521	54,9%	429	318'898
ago	5,429	190	25,5%	152	112'930
set	13,535	456	53,2%	370	266'397
ott	28,454	904	82,2%	751	558'752
nov	57,948	1'574	82,0%	1'335	961'511
dic	47,103	1'380	84,8%	1'171	871'019
anno	48,226	1'339	84,5%	1'132	9'916'569

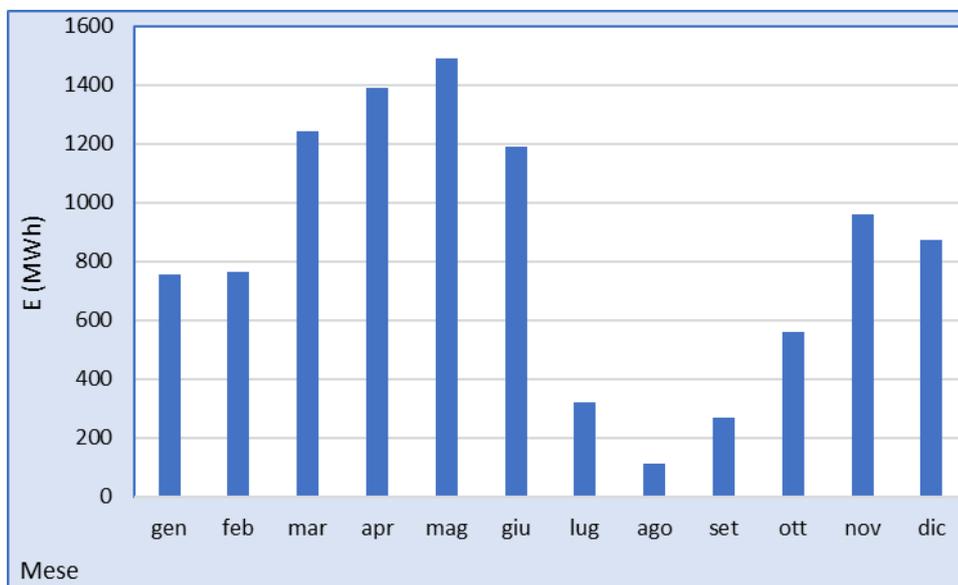


Grafico 7: Produzioni medie

I salti idraulici medi sono calcolati come precedentemente descritto. Di seguito si riporta per esteso il calcolo del salto idraulico medio annuo:

$$h = \frac{1'339}{9,81 \cdot 48,226} = 2,83 \text{ m}$$

Tabella 16: Curve di durata della potenza lorda (kW)

D (gg)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	2'195	2'510	2'360	1'978	1'955	2'349	1'528	1'103	1'693	2'496	0	2'280
2	1'706	1'957	2'528	2'145	2'069	2'527	1'283	739	1'327	2'070	1'724	2'528
3	1'549	1'781	2'527	2'377	2'240	2'528	1'180	674	1'034	1'648	2'167	2'435
4	1'477	1'707	2'517	2'502	2'337	2'526	1'083	608	982	1'398	2'379	2'093
5	1'411	1'615	2'508	2'526	2'424	2'523	1'017	559	813	1'309	2'526	1'949
6	1'352	1'552	2'490	2'527	2'489	2'514	936	507	734	1'132	2'527	1'845
7	1'303	1'532	2'415	2'528	2'526	2'502	888	457	691	1'057	2'515	1'743
8	1'276	1'469	2'355	2'527	2'527	2'457	854	434	654	1'008	2'462	1'646
9	1'254	1'427	2'329	2'526	2'528	2'376	810	415	614	980	2'252	1'605
10	1'240	1'382	2'257	2'525	2'528	2'337	761	386	577	932	2'103	1'529
11	1'220	1'332	2'199	2'523	2'527	2'279	709	0	548	890	1'981	1'434
12	1'205	1'296	2'121	2'518	2'526	2'204	650	0	523	856	1'883	1'418
13	1'188	1'273	2'089	2'511	2'525	2'135	622	0	506	830	1'754	1'353
14	1'165	1'239	2'049	2'506	2'524	2'108	578	0	489	796	1'657	1'311
15	1'138	1'206	1'997	2'486	2'519	2'043	537	0	466	779	1'611	1'251
16	1'125	1'192	1'959	2'453	2'516	2'002	511	0	436	766	1'537	1'229
17	1'108	1'168	1'878	2'414	2'513	1'940	489	0	417	749	1'427	1'192
18	1'097	1'153	1'857	2'361	2'509	1'904	466	0	403	711	1'365	1'149
19	1'088	1'139	1'830	2'308	2'501	1'840	434	0	390	679	1'326	1'111
20	1'072	1'123	1'758	2'237	2'490	1'783	415	0	374	663	1'288	1'086
21	1'041	1'106	1'715	2'170	2'464	1'734	396	0	0	646	1'242	1'067
22	1'028	1'093	1'686	2'120	2'419	1'666	0	0	0	625	1'187	1'041
23	1'013	1'076	1'654	2'059	2'369	1'572	0	0	0	618	1'159	1'028
24	1'007	1'065	1'610	2'019	2'349	1'505	0	0	0	607	1'142	1'008
25	1'001	1'045	1'576	1'991	2'290	1'398	0	0	0	597	1'117	982
26	991	1'019	1'533	1'962	2'237	1'307	0	0	0	585	1'096	957
27	976	977	1'459	1'939	2'194	1'213	0	0	0	575	1'044	940
28	964	968	1'446	1'864	2'139	1'104	0	0	0	544	939	925
29	941		1'423	1'822	2'068	1'045	0	0	0	523	924	903
30	926		1'391	1'783	2'001	987	0	0	0	513	880	883
31	915		1'372		1'909		0	0		451		860
Media	1'193	1'336	1'964	2'274	2'362	1'947	521	190	456	904	1'574	1'380

Tabella 17: Curve di durata della potenza netta (kW)

D (gg)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	1'871	2'126	1'999	1'675	1'656	1'989	1'280	939	1'433	2'113	0	1'931
2	1'444	1'667	2'140	1'816	1'752	2'140	1'094	608	1'131	1'764	1'460	2'140
3	1'300	1'512	2'140	2'012	1'897	2'140	1'005	547	879	1'392	1'835	2'069
4	1'250	1'445	2'131	2'118	1'978	2'139	922	487	832	1'191	2'014	1'784
5	1'202	1'361	2'123	2'139	2'053	2'136	864	441	677	1'116	2'139	1'660
6	1'153	1'303	2'108	2'140	2'108	2'129	791	395	604	964	2'140	1'569
7	1'111	1'284	2'054	2'140	2'138	2'119	747	351	563	899	2'129	1'478
8	1'088	1'245	2'007	2'140	2'139	2'085	715	332	528	855	2'088	1'390
9	1'069	1'215	1'985	2'139	2'140	2'024	674	315	492	831	1'920	1'352
10	1'057	1'178	1'924	2'138	2'140	1'992	629	291	458	787	1'792	1'281
11	1'040	1'136	1'875	2'136	2'140	1'943	580	0	432	749	1'688	1'220
12	1'027	1'105	1'808	2'132	2'139	1'879	525	0	409	717	1'602	1'207
13	1'013	1'086	1'781	2'126	2'138	1'820	499	0	394	693	1'488	1'153
14	992	1'056	1'746	2'122	2'137	1'797	459	0	379	661	1'399	1'117
15	969	1'028	1'701	2'105	2'133	1'741	422	0	359	645	1'358	1'066
16	958	1'016	1'669	2'082	2'130	1'706	399	0	333	633	1'289	1'048
17	943	995	1'598	2'054	2'128	1'652	379	0	317	617	1'214	1'016
18	934	983	1'579	2'012	2'125	1'621	359	0	305	582	1'164	979
19	926	970	1'555	1'968	2'118	1'564	331	0	294	552	1'131	946
20	912	956	1'491	1'907	2'108	1'514	315	0	281	537	1'099	925
21	885	942	1'453	1'850	2'090	1'470	299	0	0	521	1'059	907
22	873	930	1'426	1'807	2'057	1'408	0	0	0	502	1'011	885
23	860	916	1'397	1'755	2'018	1'322	0	0	0	496	988	873
24	854	906	1'356	1'721	2'002	1'259	0	0	0	485	973	855
25	849	888	1'325	1'696	1'953	1'191	0	0	0	476	951	833
26	840	865	1'285	1'671	1'907	1'115	0	0	0	465	933	810
27	827	828	1'239	1'651	1'871	1'034	0	0	0	456	887	794
28	816	819	1'229	1'586	1'823	940	0	0	0	428	793	781
29	795		1'211	1'549	1'763	888	0	0	0	409	780	761
30	782		1'185	1'514	1'705	837	0	0	0	400	740	742
31	772		1'169		1'625		0	0		346		721
Media	1'013	1'134	1'667	1'930	2'003	1'653	429	152	370	751	1'335	1'171

Tabella 18: Curve di durata dell'energia prodotta (kWh)

D (gg)	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	44'909	51'012	47'966	40'192	39'734	47'729	30'729	22'534	34'392	50'716	0	46'333
2	34'666	40'011	51'361	43'594	42'053	51'353	26'262	14'582	27'149	42'337	35'031	51'362
3	31'206	36'289	51'352	48'297	45'516	51'364	24'131	13'134	21'089	33'398	44'043	49'665
4	30'009	34'681	51'150	50'837	47'480	51'324	22'122	11'678	19'964	28'589	48'343	42'811
5	28'842	32'672	50'962	51'331	49'261	51'263	20'725	10'589	16'241	26'782	51'335	39'839
6	27'662	31'270	50'590	51'360	50'584	51'092	18'977	9'486	14'487	23'137	51'357	37'653
7	26'666	30'822	49'295	51'366	51'321	50'848	17'925	8'419	13'514	21'572	51'100	35'462
8	26'116	29'880	48'161	51'360	51'343	50'033	17'170	7'961	12'683	20'528	50'117	33'361
9	25'657	29'148	47'639	51'333	51'366	48'568	16'172	7'561	11'798	19'939	46'083	32'453
10	25'374	28'272	46'186	51'300	51'367	47'797	15'090	6'985	10'991	18'894	43'020	30'745
11	24'966	27'253	44'988	51'268	51'357	46'628	13'914	0	10'358	17'971	40'508	29'270
12	24'642	26'527	43'401	51'161	51'340	45'094	12'600	0	9'826	17'215	38'449	28'960
13	24'306	26'057	42'735	51'022	51'304	43'689	11'966	0	9'463	16'638	35'715	27'676
14	23'815	25'343	41'909	50'918	51'280	43'128	11'013	0	9'105	15'869	33'588	26'819
15	23'259	24'667	40'829	50'523	51'197	41'783	10'129	0	8'621	15'477	32'581	25'588
16	22'993	24'378	40'045	49'973	51'119	40'944	9'569	0	8'003	15'190	30'928	25'145
17	22'636	23'881	38'355	49'286	51'061	39'657	9'101	0	7'600	14'809	29'133	24'378
18	22'412	23'583	37'899	48'284	50'989	38'894	8'619	0	7'321	13'967	27'928	23'503
19	22'232	23'278	37'329	47'231	50'823	37'547	7'946	0	7'050	13'240	27'133	22'704
20	21'899	22'953	35'795	45'775	50'591	36'324	7'559	0	6'743	12'883	26'365	22'191
21	21'237	22'606	34'863	44'394	50'158	35'270	7'179	0	0	12'509	25'421	21'774
22	20'951	22'320	34'232	43'379	49'370	33'789	0	0	0	12'040	24'272	21'228
23	20'640	21'983	33'529	42'122	48'427	31'719	0	0	0	11'895	23'705	20'958
24	20'507	21'744	32'553	41'298	48'044	30'206	0	0	0	11'651	23'341	20'530
25	20'374	21'312	31'791	40'703	46'867	28'576	0	0	0	11'414	22'831	19'982
26	20'159	20'758	30'845	40'116	45'768	26'754	0	0	0	11'158	22'396	19'441
27	19'843	19'872	29'725	39'620	44'901	24'805	0	0	0	10'939	21'289	19'068
28	19'590	19'665	29'488	38'058	43'758	22'562	0	0	0	10'269	19'034	18'738
29	19'086		29'057	37'174	42'300	21'310	0	0	0	9'819	18'717	18'262
30	18'761		28'437	36'341	40'912	20'080	0	0	0	9'602	17'748	17'815
31	18'524		28'065		39'012		0	0		8'308		17'305
Media	753'939	762'239	1'240'531	1'389'616	1'490'604	1'190'133	318'898	112'930	266'397	558'752	961'511	871'019

Applicando i medesimi procedimenti alla curva annua di durata delle portate si ottengono la tabella ed il grafico che seguono.

Tabella 19: Curva di durata delle produzioni

D (gg)	Q (m ³ /s)	h (m)	P _{nom} (kW)	η	P _{net} (kW)	E (kWh)
10	100,000	2,28	2'238	84,7%	1'895	45'475
30	100,000	2,58	2'528	84,7%	2'140	51'368
60	98,444	2,55	2'458	84,9%	2'086	50'058
91	75,618	2,77	2'054	85,2%	1'750	42'005
135	52,790	3,03	1'568	84,0%	1'318	31'626
182	38,283	3,20	1'201	85,2%	1'023	24'557
274	18,142	3,58	637	80,5%	513	12'311
355	0,000	4,09	0	0,0%	0	0

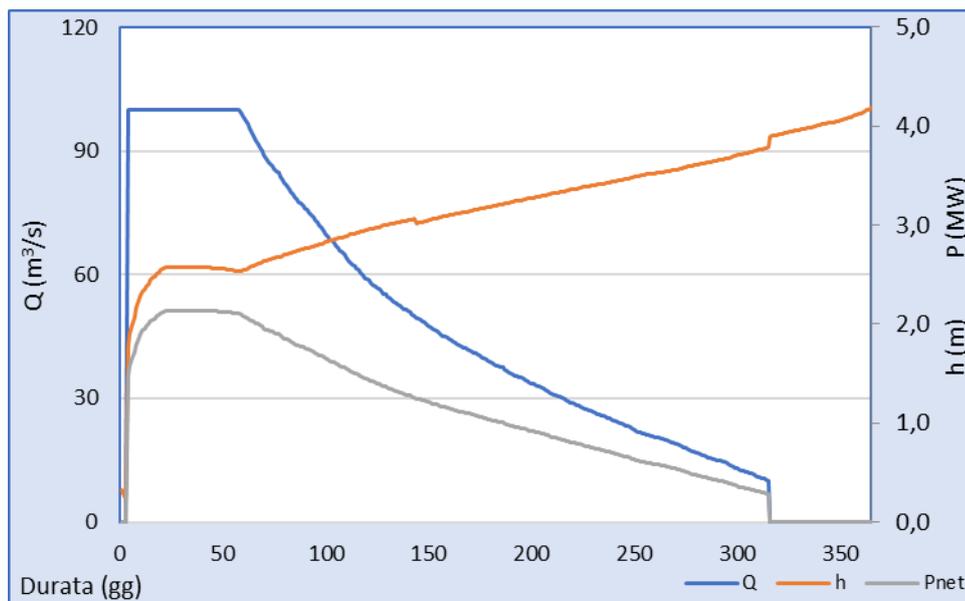


Grafico 8: Curva di durata delle produzioni

14. SCELTA DELLE TURBINE E POTENZE INSTALLATE E NOMINALI

14.1. Scelta delle turbine da installare

Ciascuna turbina installata nell'impianto idroelettrico in progetto è in grado di operare con portate comprese nei seguenti limiti:

- $Q_{min} = 10,000 \text{ m}^3/\text{s}$;
- $Q_{max} = 50,000 \text{ m}^3/\text{s}$.

La grandezza che indica il tipo di turbina da adottare è la velocità specifica che si calcola con la formula:

$$\omega_s = \omega \cdot \frac{\sqrt{Q}}{(g \cdot h_{netto})^{3/4}} = 2\pi \cdot n \cdot \frac{\sqrt{Q}}{(g \cdot h_{netto})^{3/4}}$$

dove:

- $n = 1,667 \text{ giri/s}$ velocità di rotazione di regime della turbina (100 giri/min);
- $Q = 50,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata massima;
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità;
- $h_{netto} = 3,01 \text{ m}$ salto idraulico netto.

Sostituendo i valori nell'espressione si ottiene:

$$\omega_s = 2\pi \cdot 1,667 \cdot \frac{\sqrt{50,000}}{(9,81 \cdot 3,01)^{3/4}} = 5,84 \text{ rad/s}$$

Di seguito si riporta la tabella 11.3 del libro "Fondamenti di macchine – Signum scuola - Torino - 1997".

Tabella 20: Velocità specifiche caratteristiche di ogni tipo di turbina (rad/s)

Tipo di turbina	Velocità specifica		
	Limite inferiore	Valore centrale	Limite superiore
Pelton a un getto	0,03	0,07	
Pelton a tre getti		0,1	0,35
Francis lenta	0,25	0,6	
Francis normale		1,1	
Francis veloce		1,6	2,5
Kaplan a otto pale	1,7	2,5	
Kaplan a sei pale		3,2	
Kaplan a cinque pale		3,8	
Kaplan a quattro pale		4,3	6
A elica	4,6		10

Tenuto conto della tabella, si decide di installare due turbine Kaplan con distributore assiale e girante a quattro pale. Ciascuna turbina è accoppiata ad un generatore attraverso un moltiplicatore di giri.

15. OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE AMBIENTALE

Con il progetto della derivazione idroelettrica è prevista la realizzazione di opere di mitigazione e compensazione ambientale.

15.1. Opere di mitigazione ambientale

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere di mitigazione ambientale:

- miglioramento strutturale e specifico delle formazioni forestali su di una superficie complessiva di 20'500 m² con contenimento dello sviluppo delle specie alloctone di robinia e ailanto e diradamento selettivo
l'intervento è svolto sulla superficie boscata compresa tra l'alveo inciso del fiume Tanaro e la strada Riondello e tra la Tangenziale di Alba e corso Canale
- ricostruzione della copertura forestale su di una superficie di 3'600 m² con messa a dimora di 104 piante di specie autoctone di pioppo bianco (*populus alba*)
l'intervento è svolto a ripristinare la copertura vegetale interferita in fase di cantiere nella fascia compresa tra l'alveo inciso del fiume Tanaro e la strada Riondello
- realizzazione di una cortina vegetale di mascheramento su di una superficie di 1'000 m² con messa a dimora di 8 pioppi bianchi (*populus alba*) e 40 carpini (*carpinus betulus*)
l'intervento è previsto nell'intorno della cabina di consegna dell'energia alla rete elettrica nazionale per celarne visivamente la presenza

Le opere di mitigazione ambientale sono ampiamente descritte nel documento progettuale R13 "Relazione forestale" e illustrate nell'elaborato progettuale T14.1 "Opere di mitigazione ambientale".

15.2. Opere di compensazione ambientale

Le opere di compensazione ambientale proposte nell'ambito del progetto idroelettrico sono di due tipi:

- misure di miglioramento fruitivo e di promozione territoriale
- misure di miglioramento ambientale

Al fine del miglioramento fruitivo e di promozione territoriale, il progetto prevede i seguenti interventi:

- messa a dimora di esemplari arborei e arbustivi
l'intervento prevede la messa a dimora di esemplari arborei per l'ombreggiamento estivo e il miglioramento ecologico dell'area fitness attrezzata che si trova a sud del futuro impianto idroelettrico, lungo il muro di cinta che delimita il polo produttivo di Ferrero Industriale Italia S.r.l., sulla sponda destra del fiume Tanaro
inoltre è previsto un secondo intervento costituito dalla messa a dimora di una siepe arbustiva mista, caratterizzata da esemplari ornamentali in prevalenza autoctoni, quali Viburnum, Cornus, Prunus, Cotinus, Chaenomeles al fine di separare visivamente e fisicamente i percorsi dedicati alla mobilità lenta dal sedime della A33
- chiusura degli anelli ciclopedonali esistenti mediante valorizzazione delle strade bianche e degli argini del fiume Tanaro
il primo anello si otterrà valorizzando un percorso esistente che costeggia l'impianto della Ferrero industriale Italia S.r.l. in parte su porzioni asfaltate e in parte sul colmo dell'argine fluviale, mettendo in stretta connessione il centro urbano di Alba con le campagne circostanti
il secondo percorso ciclabile connette il centro di Alba alle aree agricole a ovest dell'abitato, ed è costituito da un reticolo di strade poderali caratterizzate da un fondo stradale in materiale inerte piuttosto sconnesso che sarà ripristinato
- installazione di segnaletica informativa
posa di totem di acciaio corten contenenti informazioni utili ai fruitori
- installazione nuova segnaletica direzionale lungo i percorsi individuati
posa di segnaletica per integrare quella presente al fine di indirizzare i fruitori lungo gli anelli ciclopedonali valorizzati

Al fine del miglioramento ambientale, il progetto prevede i seguenti interventi:

- installazione di ricoveri per pesci sottosponda
il principale obiettivo di questi interventi è quello di creare o incrementare il numero di rifugi per la fauna ittica in tratti fluviali carenti
- inserimento di specie autoctone arbustive nettariifere per siepe mista a margine dell'edificio della cabina elettrica
le siepi possono essere utili per il supporto a numerose specie animali e vegetali, sia perchè possono costituire luoghi di riparo, di alimentazione e di nidificazione, ma anche perché possono essere elementi di connessione della rete ecologica, garantendo supporto allo spostamento della fauna
- installazione di cassette nido per avifauna/chiroterofauna/mammiferi
tra le azioni di compensazioni ambientali a favore dell'avifauna, della chiroterofauna e dei mammiferi c'è l'installazione di cassette nido, bat box, al fine di supportare gli animali nella ricerca di aree di rifugio e nidificazione in aree in cui potenzialmente queste risorse potrebbero scarseggiare
- realizzazione di muretti a secco
i muretti a secco oltre ad essere elementi caratteristici dei paesaggi agrari e montani, rappresentano un importante micro-habitat per molte specie animali; la struttura è costituita da pietre sovrapposte senza l'utilizzo di materiali riempitivi come il cemento, permettendo quindi la creazione di numerosi interstizi che costituiscono un rifugio per numerose specie animali e permettono la crescita di numerose specie vegetali tipiche degli ambienti rocciosi
- installazione di nidi per bombi/bug hotel
i bug hotel sono nidi artificiali per insetti, sia per lo svernamento che per la stagione riproduttiva; a seconda del materiale e del tipo di alloggi potrà offrire riparo a specie come api solitarie, coccinelle, farfalle, forbicine

16. MOVIMENTI TERRA E VALUTAZIONE DEGLI SCAVI

La costruzione dell'impianto idroelettrico comporta l'esecuzione di scavi, realizzati adottando i seguenti criteri, al fine di garantirne la stabilità:

Le modalità esecutive degli scavi saranno progettate a seguito della realizzazione di appositi sondaggi. In questa fase progettuale, si ipotizzano le modalità di scavo di seguito illustrate.

I fronti di scavo aperti temporaneamente nella fase di cantiere saranno con un'altezza fino a circa 4 m e saranno realizzati con inclinazione non superiore a 35° per garantirne la stabilità. Ogni 4 m di profondità verrà realizzato un terrazzamento della larghezza di circa 2 m per garantire un ulteriore livello di sicurezza nella stabile degli scavi. Tale valore è cautelativo, tenuto anche conto che a breve termine la stabilità è incrementata dallo svilupparsi nel terreno di una coesione apparente che consente di eseguire gli scavi in condizione di stabilità, con inclinazione decisamente superiore all'angolo di attrito del materiale.

Gli scavi della centrale idroelettrica si concentrano esclusivamente su terreni demaniali con la sola esclusione di un piccolo tratto di elettrodotto MT produttore, della cabina di consegna MT/BT e del locale di gestione della paratoia in sponda destra, che coinvolgono terreni di proprietà privata.

In sintesi l'inserimento delle opere prevede i seguenti movimenti terra:

Scavi su aree demaniali:

- Volume di scavo impianto idroelettrico: 68'480 m³
- Volume di scavo traversa fluviale: 910 m³

Volume di riutilizzo su aree demaniali:

- Volume di reinterro impianto idroelettrico 12'500 m³

I materiali in esubero provenienti dagli scavi su aree demaniali, stimati in circa 56'890 m³ saranno utilizzate per riempimenti o riprofilature d'alveo da eseguirsi a seguito di confronto con l'ufficio di zona AIPo.

Scavi su aree private:

- Volume di scavo per formazione locale interrato in sponda destra: 31 m³
- Volume di scavo derivante dall'esubero dell'elettrodotto MT produttore: 5 m³
- Volume di riutilizzo su aree private per rilevato cabina elettrica: 36 m³

Pertanto non risultano materiali di scavo in esubero ricadenti su aree private, anzi si segnala che per la realizzazione del rilevato della cabina di consegna MT/BT sarà necessario l'apporto di ulteriore materiale idoneo da fornire, per un volume pari a circa 290 m³.

17. ACCESSIBILITÀ E ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE



Figura 15: **strada di accesso al cantiere**, in giallo è evidenziata la pista esistente e in rosso la pista di accesso all'impianto in progetto

L'accesso all'area di cantiere dell'impianto idroelettrico avverrà tramite l'incrocio tra Corso Bra e Strada Riondello, posto a Nord rispetto all'autostrada Asti-Cuneo. Da qui la Strada Riondello si sviluppa per circa 180 m verso Sud-Ovest per poi indirizzarsi verso Sud passando al di sotto del ponte autostradale.

Attraverso un accurato rilievo dell'area situata sotto il ponte autostradale è stato possibile determinare con precisione i requisiti degli spazi necessari per le manovre dei veicoli da cantiere.

La larghezza della viabilità risulta quindi di circa 6.30 metri e l'altezza dal piano viabile rispetto all'intradosso del ponte autostradale si è attestata a circa 7 metri.

Dopo il passaggio al di sotto del ponte la strada prosegue per circa 130 m verso Sud avvicinandosi alla sponda sinistra orografica del Fiume Tanaro.

Da questo punto si prevede la realizzazione della pista di accesso all'impianto idroelettrico, dello sviluppo di circa 120 m fino al piazzale di manovra dell'opera.

L'organizzazione delle aree di cantiere è individuata nella tavola "T12 Planimetria di cantiere" della quale si riporta un estratto nell'immagine seguente.



Figura 16: Organizzazione aree di cantiere

Preliminarmente alla realizzazione degli scavi si procederà alla rimozione del terreno vegetale (ove presente) dallo strato superficiale delle aree coinvolte dagli scavi stessi. Il volume di terreno scavato è accantonato temporaneamente nell'apposito sito che sarà utilizzato, individuato immediatamente a Nord dell'area designata per la realizzazione della cabina di consegna MT/BT.

Per accedere alle opere previste in alveo, come la traversa in progetto e i movimenti di terra necessari sulla sponda destra, sarà realizzato un guado temporaneo utilizzando materiale sciolto proveniente dagli scavi preliminari della centrale idroelettrica.

Si precisa che durante tutta la fase della realizzazione delle opere da effettuare in alveo, verrà garantito il flusso continuo dell'acqua nella derivazione industriale esistente in sponda destra orografica.

Tutte le opere temporanee in alveo necessarie per il solo cantiere verranno rimosse al termine delle lavorazioni.

Per la realizzazione delle opere strutturali in sponda destra si accederà tramite la pista sterrata esistente, accessibile dalla strada Corso Piera Cillario.

18. ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO

Di seguito si definisce la dimensione minima stabile del materiale che costituisce il fondo alveo nelle sezioni oggetto della verifica idraulica del fiume Tanaro presso l'impianto idroelettrico in progetto, riportate nell'elaborato progettuale 4 "Relazione di compatibilità idraulica".

18.1. Metodo di calcolo

Per il calcolo si è applicata la teoria del moto incipiente di Shields.

Il movimento del materiale di fondo non coesivo avviene quando la coppia di valori adimensionali

$$\psi = \frac{\gamma \cdot R \cdot i}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d}$$

$$Re_* = \frac{\sqrt{g \cdot R \cdot i \cdot d \cdot \rho}}{\eta}$$

supera la curva di Shields.

Le grandezze citate hanno il seguente significato:

- $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- $\gamma_s = 25506 \text{ N/m}^3$ peso specifico del materiale di fondo;
- R raggio idraulico;
- i pendenza del fondo dell'alveo;
- d diametro del materiale di fondo;
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità;
- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ densità dell'acqua;
- $\eta = 0,001370 \text{ Pa s}$ viscosità dell'acqua.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle sezioni considerate. I grafici riportano oltre alla curva di Shields, anche i punti corrispondenti ai diametri minimi stabili nelle sezioni analizzate.

18.2. Portata di massima piena duecentennale

Tabella 21: Diametri minimi stabili

Sezione	Esistente				Progetto			
	i	R (m)	d (m)	Re*	i	R (m)	d (m)	Re*
Sezione 1	0,11%	2,56	0,029	3'458	0,11%	2,56	0,029	3'478
Sezione 2	0,19%	4,24	0,089	18'393	0,19%	4,24	0,089	18'478
Sezione 3	0,10%	2,94	0,032	4'004	0,10%	2,94	0,032	4'034
Sezione 4	0,19%	2,88	0,060	10'265	0,20%	2,88	0,061	10'408
Sezione 5	0,15%	3,08	0,051	8'001	0,16%	3,06	0,051	8'133
Sezione 6	0,16%	1,93	0,034	4'343	0,17%	1,93	0,035	4'585
Sezione 7	0,14%	2,39	0,036	4'840	0,15%	2,40	0,038	5'173
Sezione 8	0,08%	3,09	0,027	3'154	0,09%	3,07	0,029	3'354
Sezione 9	0,13%	2,88	0,040	5'592	0,14%	2,79	0,042	6'014
Sezione 10	0,12%	2,95	0,038	5'092	0,13%	2,87	0,040	5'556
Sezione 11	0,05%	4,06	0,024	2'515	0,06%	3,95	0,025	2'701
Sezione 12	0,06%	4,07	0,027	3'055	0,07%	3,95	0,028	3'279
Sezione 13	0,14%	3,49	0,054	8'759	0,16%	3,41	0,058	9'623
Sezione 14	0,26%	4,21	0,118	28'311	0,29%	4,23	0,132	33'541
Ponte								
Sezione 15	0,23%	3,36	0,082	16'432	0,26%	3,18	0,090	18'950
Sezione 16	0,13%	6,42	0,093	19'613	0,15%	6,34	0,103	22'870
Sezione 17	0,20%	5,48	0,117	27'802	0,18%	5,85	0,111	25'606
Sezione 18	0,33%	4,95	0,175	50'966	0,17%	5,70	0,105	23'686
Sezione 19	0,31%	5,40	0,179	52'662	0,15%	6,17	0,097	21'150
Traversa								
Sezione 20	0,22%	5,93	0,138	35'664	0,25%	5,10	0,138	35'809
Sezione 21	0,22%	5,72	0,135	34'682	0,07%	7,80	0,063	10'957
Sezione 22	0,18%	5,34	0,106	24'014	0,12%	5,90	0,076	14'548
Sezione 23	0,16%	6,11	0,104	23'190	0,15%	6,18	0,100	22'164
Briglia								
Sezione 24	0,14%	6,12	0,090	18'707	0,14%	6,12	0,090	18'707
Ponte								
Sezione 25	0,12%	6,30	0,084	17'072	0,12%	6,30	0,084	17'072
Sezione 26	0,26%	5,15	0,143	37'513	0,26%	5,15	0,143	37'513
Sezione 27	0,26%	5,36	0,148	39'737	0,26%	5,36	0,148	39'737
Sezione 28	0,22%	3,93	0,094	19'954	0,22%	3,93	0,094	19'954
Sezione 29	0,20%	4,36	0,093	19'910	0,20%	4,36	0,093	19'910
Sezione 30	0,24%	4,74	0,123	29'910	0,24%	4,74	0,123	29'910

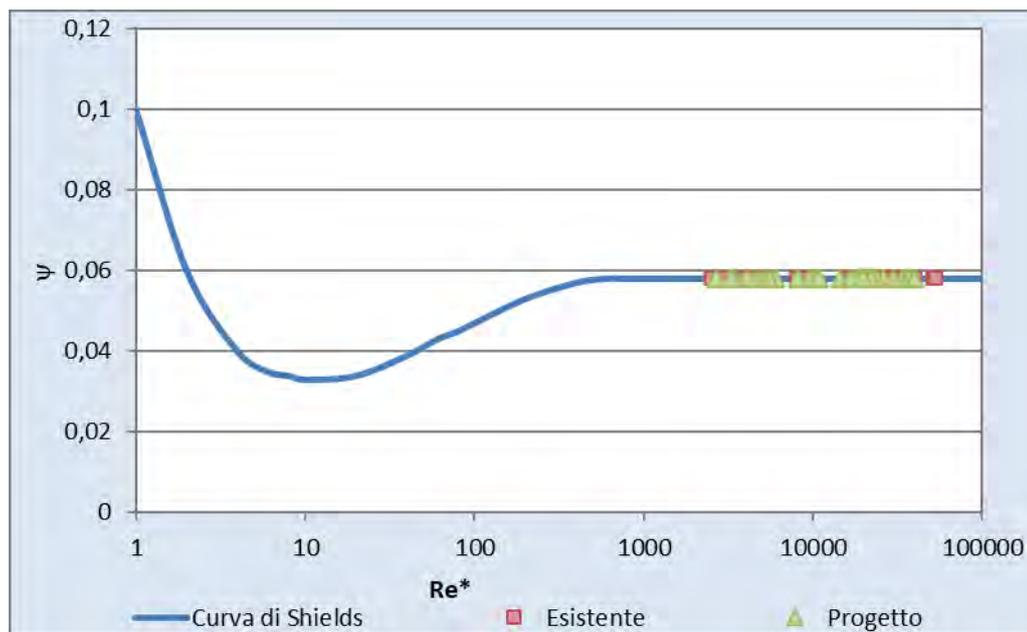


Grafico 9: Curva di Shields

Tra la situazione di progetto e quella attuale le differenze riscontrate nel diametro minimo stabile sono concentrate esclusivamente nell'intorno stretto della traversa fluviale. Nelle sezioni a ridosso dello sbarramento si registra una lieve diminuzione del diametro minimo stabile, dovuta al rallentamento della corrente causato dall'allargamento della soglia di sbarramento. In questo tratto, il trasporto solido è regolato in parte dalle paratoie di scarico di fondo della traversa previste ai lati dello sbarramento mobile. Inoltre, i diametri minimi stabili definiti nell'intorno della traversa fluviale rientrano nell'intervallo dei valori calcolati nell'intera area di indagine.

Alla luce di quanto indicato, con la portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni, il trasporto solido mantiene l'equilibrio attuale.

18.3. Portata media annua

Tabella 22: Diametri minimi stabili

Sezione	Esistente				Progetto			
	i	R (m)	d (m)	Re*	i	R (m)	d (m)	Re*
Sezione 1	0,54%	0,53	0,031	3'724	0,54%	0,53	0,031	3'725
Sezione 2	0,17%	0,85	0,016	1'358	0,17%	0,85	0,016	1'358
Sezione 3	0,07%	1,03	0,008	517	0,07%	1,03	0,008	517
Sezione 4	0,08%	1,31	0,011	769	0,08%	1,31	0,011	769
Sezione 5	0,12%	1,30	0,017	1'560	0,12%	1,30	0,017	1'558
Sezione 6	0,25%	0,78	0,021	2'152	0,32%	0,73	0,025	2'831
Sezione 7	0,35%	0,69	0,026	2'966	0,06%	1,08	0,007	398
Sezione 8	0,46%	0,89	0,044	6'437	0,02%	1,72	0,004	190
Sezione 9	0,08%	1,39	0,013	993	0,01%	2,75	0,003	87
Sezione 10	0,07%	1,43	0,011	805	0,01%	2,87	0,002	70
Sezione 11	0,12%	1,11	0,015	1'247	0,01%	2,55	0,002	51
Sezione 12	0,09%	1,14	0,011	781	0,00%	2,72	0,001	30
Sezione 13	0,05%	1,49	0,008	485	0,00%	3,21	0,002	34
Sezione 14	0,05%	1,36	0,007	449	0,00%	3,24	0,001	26
Ponte								
Sezione 15	0,03%	1,66	0,005	242	0,00%	3,57	0,001	21
Sezione 16	0,01%	1,78	0,003	96	0,00%	3,54	0,001	8
Sezione 17	0,02%	1,77	0,004	160	0,00%	3,80	0,001	8
Sezione 18	0,05%	1,54	0,008	498	0,00%	3,82	0,001	7
Sezione 19	0,02%	1,81	0,004	167	0,00%	4,15		
Traversa								
Sezione 20	0,01%	2,34	0,002	67	0,00%	2,10		
Sezione 21	0,01%	2,48	0,002	74	0,00%	3,12	0,001	11
Sezione 22	0,01%	2,34	0,003	79	0,01%	2,28	0,002	48
Sezione 23	0,01%	1,82	0,003	110	0,02%	1,64	0,004	159
Briglia								
Sezione 24	0,34%	0,74	0,027	3'067	0,34%	0,74	0,027	3'067
Ponte								
Sezione 25	0,04%	1,33	0,006	331	0,04%	1,33	0,006	331
Sezione 26	0,14%	1,09	0,017	1'522	0,14%	1,09	0,017	1'522
Sezione 27	0,28%	0,78	0,023	2'459	0,28%	0,78	0,023	2'459
Sezione 28	0,43%	0,67	0,031	3'798	0,43%	0,67	0,031	3'798
Sezione 29	0,68%	0,67	0,049	7'655	0,68%	0,67	0,049	7'655
Sezione 30	0,24%	1,11	0,029	3'392	0,24%	1,11	0,029	3'392

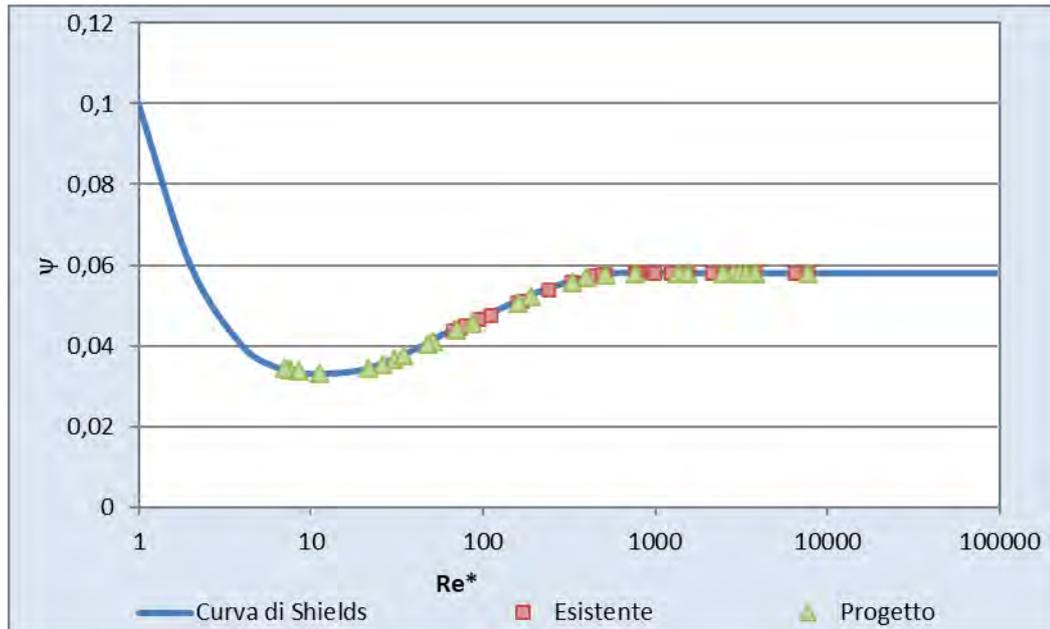


Grafico 10: Curva di Shields

Tra la situazione di progetto e quella attuale si riscontra la diminuzione generalizzata del diametro minimo stabile nel bacino che si forma a monte dello sbarramento mobile gonfiabile, a partire dalla sezione 7. Tuttavia, anche nelle condizioni di rilievo, il trasporto solido risulta influenzato dalla traversa esistente già a partire dalla sezione 9 ed i diametri minimi stabili calcolati non superano i 15 mm. Infatti, il rigurgito attuale della traversa si estende verso monte, anche in condizioni di scarsa disponibilità idrica, fino alla rapida esistente in prossimità delle sezioni 7 e 8 del modello idraulico. Nel complesso, si ritiene che il trasporto solido mantenga il proprio equilibrio di lungo termine, poiché eventuali piccoli accumuli di materiale fine nei periodi ordinari e di magra sono eventualmente movimentati dalle portate di morbida o di piena, mantenendo la continuità longitudinale del movimento dei sedimenti del fiume Tanaro.

19. ANALISI DELLA LACUSTRIZZAZIONE

19.1. Variazione di temperatura ed ossigeno disciolto

19.1.1. Aumento di temperatura per irraggiamento del bacino

Sul portale internet dell'ENEA si è reperito il dato di radiazione globale annua sulla superficie orizzontale relativo alle coordinate geografiche del bacino oggetto della valorizzazione idroelettrica.

La radiazione globale risulta pari a $5,00 \cdot 10^9 \text{ J/m}^2$.

La realizzazione dello sbarramento mobile gonfiabile genera un innalzamento del livello a monte con conseguente aumento della superficie libera occupata dalla corrente del fiume Tanaro. Sulla base delle verifiche idrauliche condotte nell'elaborato progettuale 4.1 "Relazione di compatibilità idraulica", in condizioni medie annue è possibile stimare un aumento di superficie libera di circa $29'800 \text{ m}^2$.

Ne risulta che la radiazione globale incidente sull'incremento di superficie del "lago" sia pari a:

$$E = Irr \cdot S = 5,00 \cdot 10^9 \cdot 29'800 = 1,49 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

La portata media annua del fiume Tanaro risulta pari a $66,831 \text{ m}^3/\text{s}$, pertanto il volume di acqua che transita attraverso il lago nell'arco di un anno risulta:

$$V = Q \cdot t = 66,831 \cdot (365 \cdot 24 \cdot 3'600) = 2,22 \cdot 10^9 \text{ m}^3$$

Complessivamente la massa d'acqua è pari a:

$$m = V \cdot \rho = 2,22 \cdot 10^9 \cdot 1'000 = 2,22 \cdot 10^{12} \text{ kg}$$

Il calore specifico dell'acqua è pari a $4'186 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$, quindi l'aumento di temperatura medio dell'acqua nel "lago" è:

$$\Delta T = \frac{E}{C_s \cdot m} = \frac{1,49 \cdot 10^{14}}{4'186 \cdot 2,22 \cdot 10^{12}} = 0,02 \text{ } ^\circ\text{C}$$

L'aumento di temperatura è assolutamente trascurabile e non avvertibile dalla fauna.

19.1.2. Diminuzione dell'ossigeno disciolto

Alla temperatura di $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ la quantità di ossigeno disciolto nell'acqua è circa pari a $11,27 \text{ mg/l}$ e varia con l'aumento di temperatura di circa $0,24 \text{ mg/l } ^\circ\text{C}$.

L'aumento di temperatura dell'acqua di $0,02 \text{ } ^\circ\text{C}$ corrisponderebbe alla diminuzione della quantità di ossigeno disciolta di:

$$\Delta O_2 = 0,24 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mg/l}$$

La differenza di ossigeno disciolto nell'acqua risulta quindi dello $0,036\%$, assolutamente trascurabile.

Alla temperatura di $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ la quantità di ossigeno disciolto nell'acqua è circa pari a $9,07 \text{ mg/l}$ e varia con l'aumento di temperatura di circa $0,17 \text{ mg/l } ^\circ\text{C}$.

L'aumento di temperatura dell'acqua di $0,02 \text{ } ^\circ\text{C}$ corrisponderebbe alla diminuzione della quantità di ossigeno disciolta di:

$$\Delta O_2 = 0,17 \cdot 0,02 = 0,003 \text{ mg/l}$$

La differenza di ossigeno disciolto nell'acqua risulta quindi dello $0,031\%$, assolutamente trascurabile.

Il calcolo è svolto, per assurdo, senza considerare la riflessione dell'acqua e le altre eventuali dispersioni di calore; pertanto risulta molto cautelativo.

19.2. Variazioni di livello e velocità

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi della lacustrizzazione ottenuti sulla base del modello idraulico adottato per le verifiche contenute nell'elaborato progettuale 4 "Compatibilità con lo stato di dissesto esistente".

Nelle tabelle che seguono sono indicate le seguenti grandezze:

- P distanza progressiva a monte dello sbarramento;
- h altezza idrometrica rispetto al punto più profondo della sezione;
- Δh aumento del livello idrometrico rispetto alla condizione esistente;
- V velocità media della corrente;
- B contorno bagnato.

L'analisi sopra indicata è stata svolta nelle seguenti condizioni idrologiche:

- $Q_{120} = 67,447 \text{ m}^3/\text{s}$
portata con durata di 120 gg/anno
- $Q_{300} = 21,513 \text{ m}^3/\text{s}$
portata con durata di 300 gg/anno
- $Q_{med} = 66,831 \text{ m}^3/\text{s}$
portata media annua

Tabella 23: Risultati relativi alla Q_{120}

Sezione	P (m)	h (m)	Δh (m)	V (m/s)	B (m)
Inizio	1841,52	1,41	0,00	0,88	101,53
Sezione 7	1564,51	1,90	0,53	0,51	120,99
Sezione 8	1365,82	2,51	1,30	0,42	92,66
Sezione 9	1165,55	3,93	1,57	0,33	72,82
Sezione 10	1018,54	4,23	1,68	0,31	75,58
Sezione 11	869,70	3,75	1,81	0,28	94,81
Sezione 12	719,37	3,91	1,95	0,22	112,58
Sezione 13	569,44	4,38	2,05	0,23	88,64
Sezione 14	419,85	4,27	2,11	0,21	97,49
Ponte					
Sezione 15	360,79	4,54	2,13	0,20	95,62
Sezione 16	229,20	4,71	2,15	0,14	133,54
Sezione 17	162,75	4,81	2,16	0,14	121,86
Sezione 18	77,97	4,41	2,20	0,14	127,60
Sezione 19	9,00	4,38	2,21	0,01	138,80
Media		0,88	0,41	0,03	23,53

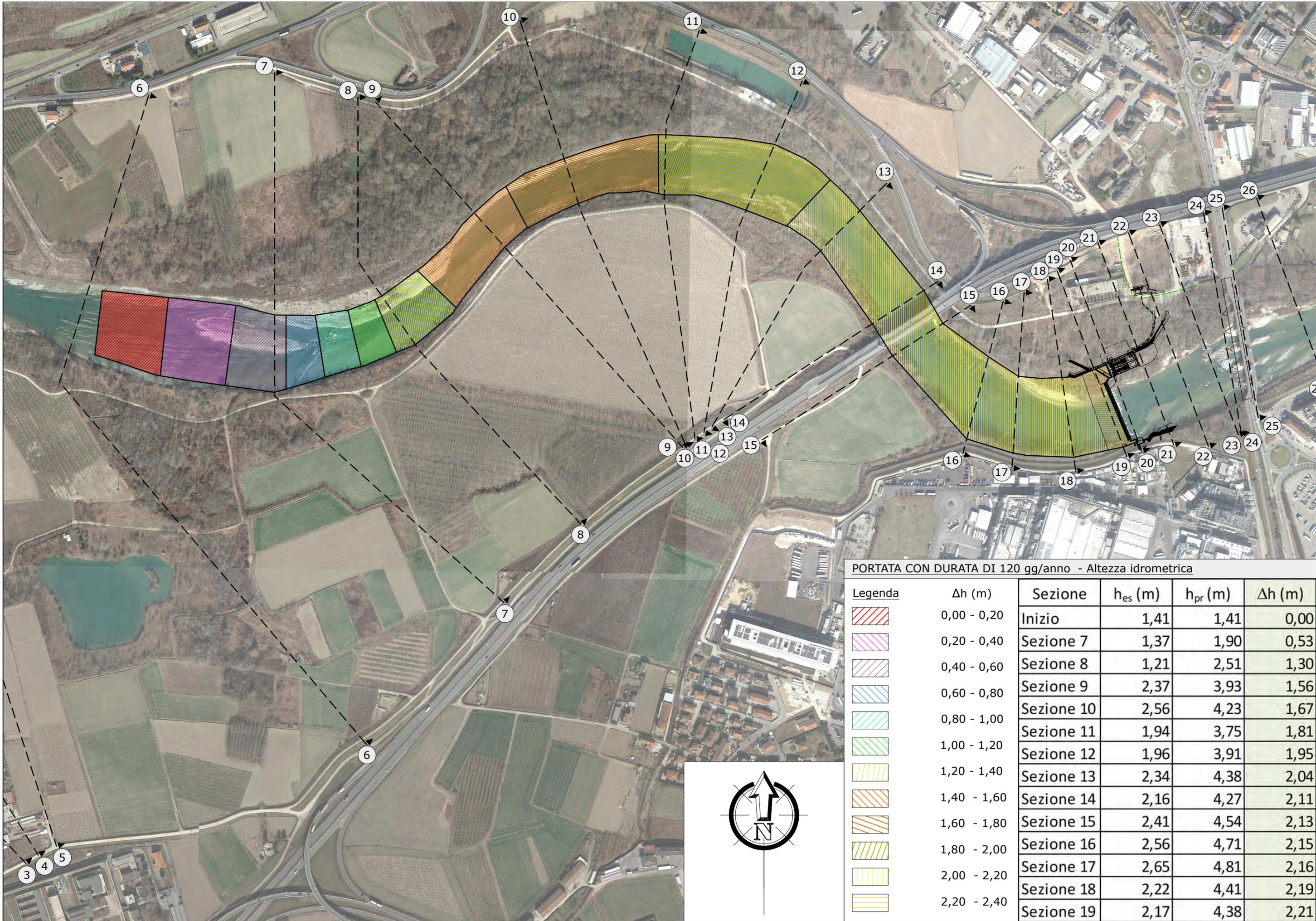
Tabella 24: Risultati relativi alla Q_{300}

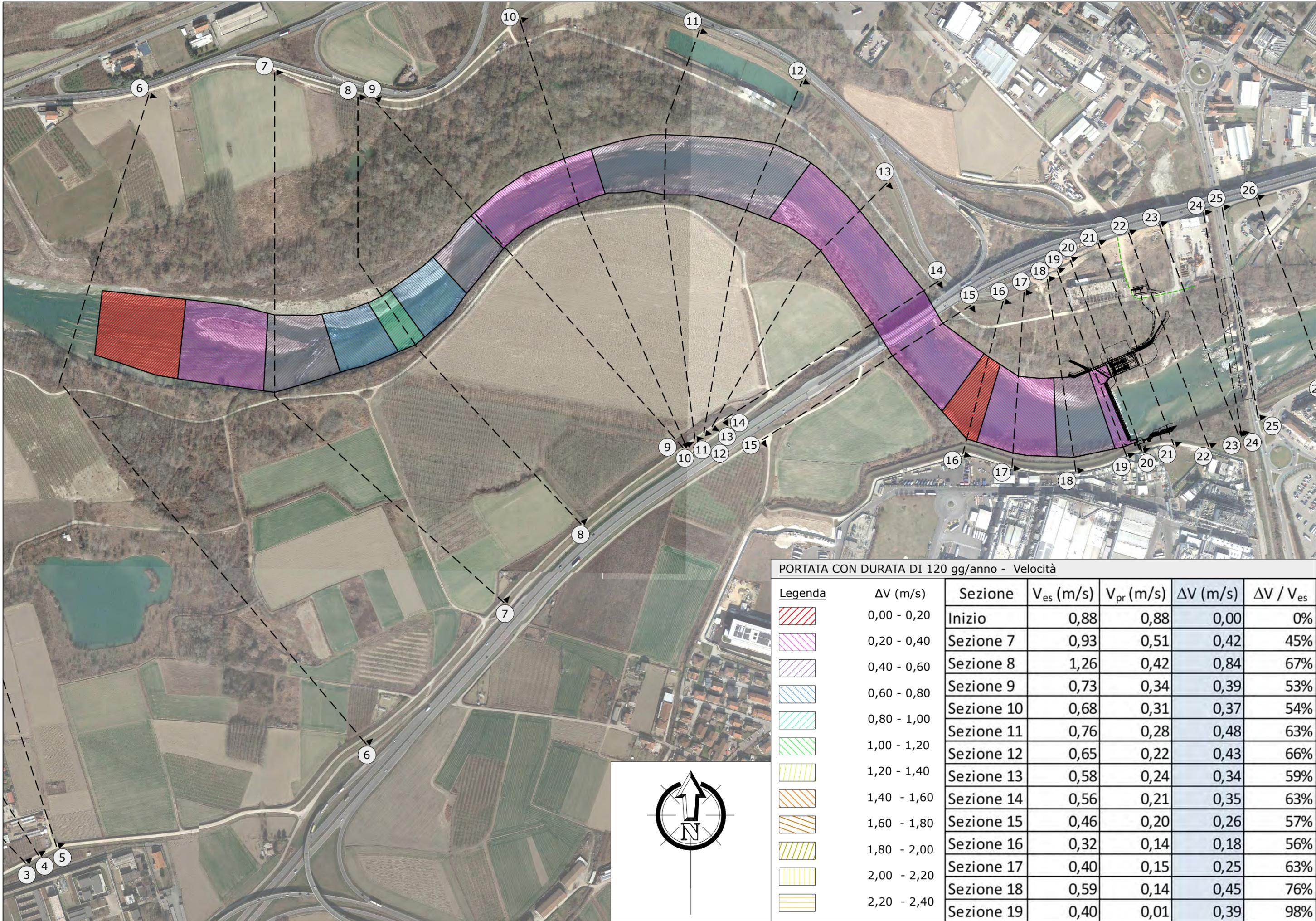
Sezione	P (m)	h (m)	Δh (m)	V (m/s)	B (m)
Inizio	1841,52	1,41	0,00	0,88	101,63
Sezione 7	1564,51	1,90	0,53	0,51	121,02
Sezione 8	1365,82	2,51	1,30	0,42	92,67
Sezione 9	1165,55	3,93	1,56	0,34	72,82
Sezione 10	1018,54	4,23	1,67	0,31	75,58
Sezione 11	869,70	3,75	1,81	0,28	94,81
Sezione 12	719,37	3,91	1,95	0,22	112,59
Sezione 13	569,44	4,38	2,04	0,24	88,64
Sezione 14	419,85	4,27	2,11	0,21	97,49
Ponte					
Sezione 15	360,79	4,54	2,13	0,20	95,62
Sezione 16	229,20	4,71	2,15	0,14	133,54
Sezione 17	162,75	4,81	2,16	0,15	121,86
Sezione 18	77,97	4,41	2,19	0,14	127,60
Sezione 19	9,00	4,38	2,21	0,01	138,80
Media		0,88	0,41	0,03	23,53

 Tabella 25: Risultati relativi alla Q_{med}

Sezione	P (m)	h (m)	Δh (m)	V (m/s)	B (m)
Inizio	2489,18	1,09	0,00	0,37	65,04
Sezione 4	2457,19	1,15	0,01	0,36	60,33
Sezione 5	2167,32	1,26	0,02	0,41	55,82
Sezione 6	1872,88	1,03	0,21	0,38	79,55
Sezione 7	1564,51	1,88	0,95	0,13	120,71
Sezione 8	1365,82	2,55	2,16	0,10	93,43
Sezione 9	1165,55	4,00	2,46	0,08	73,09
Sezione 10	1018,54	4,30	2,52	0,08	75,87
Sezione 11	869,70	3,83	2,59	0,07	97,00
Sezione 12	719,37	4,00	2,66	0,05	113,39
Sezione 13	569,44	4,47	2,68	0,06	92,58
Sezione 14	419,85	4,37	2,70	0,05	97,96
Ponte					
Sezione 15	360,79	4,64	2,71	0,05	95,97
Sezione 16	229,20	4,81	2,71	0,04	134,64
Sezione 17	162,75	4,91	2,71	0,04	122,27
Sezione 18	77,97	4,51	2,72	0,03	128,10
Sezione 19	9,00	4,48	2,72	0,02	138,99
Media		0,88	0,51	0,01	23,24

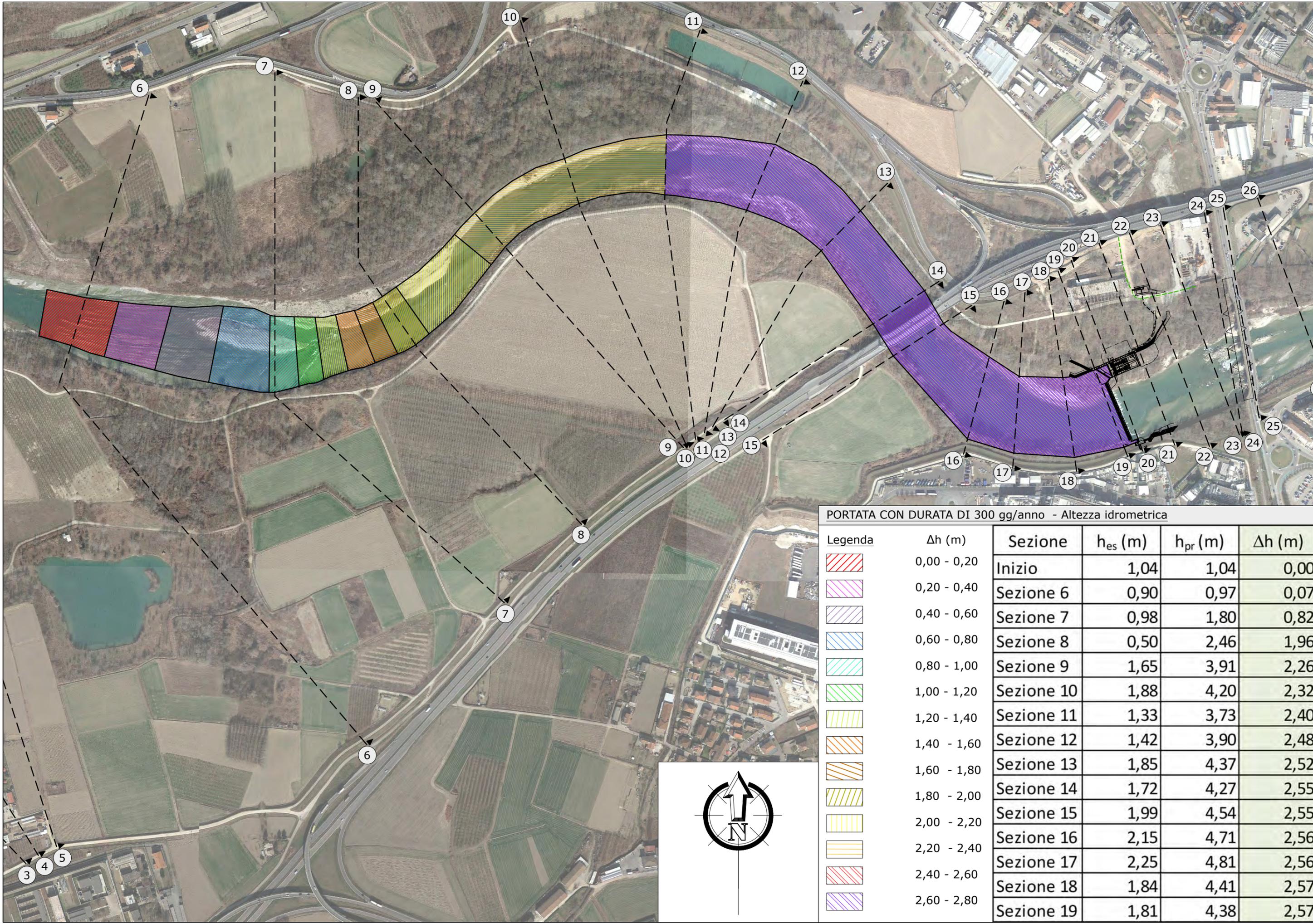
Nelle pagine che seguono sono riportate le planimetrie del bacino che si forma a monte dello sbarramento con l'indicazione della variazione di altezza idrometrica e di velocità, nelle varie condizioni idrologiche esaminate.





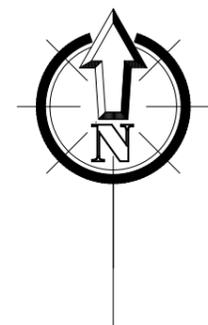
PORTATA CON DURATA DI 120 gg/anno - Velocità

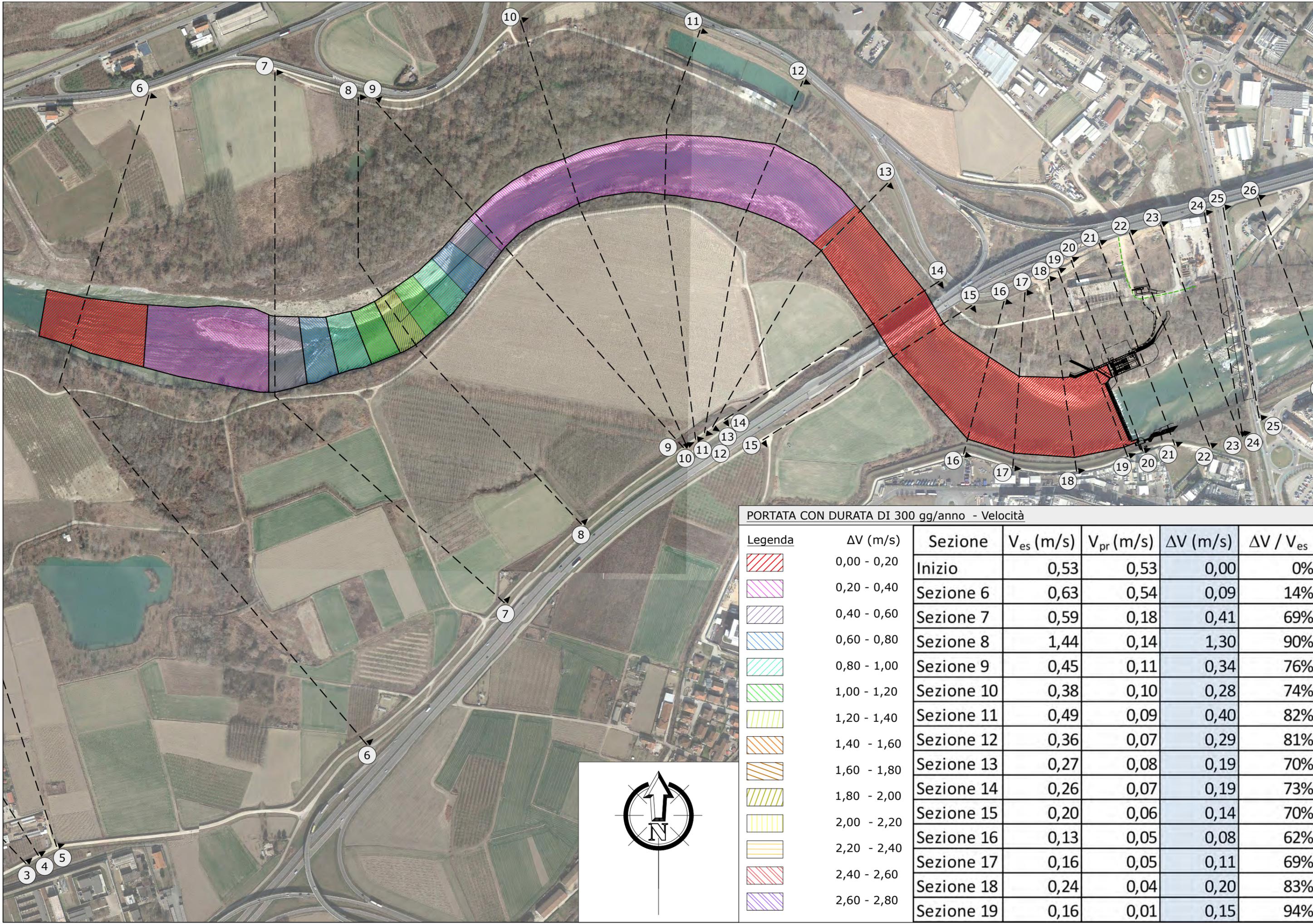
Legenda	ΔV (m/s)	Sezione	V_{es} (m/s)	V_{pr} (m/s)	ΔV (m/s)	$\Delta V / V_{es}$
	0,00 - 0,20	Inizio	0,88	0,88	0,00	0%
	0,20 - 0,40	Sezione 7	0,93	0,51	0,42	45%
	0,40 - 0,60	Sezione 8	1,26	0,42	0,84	67%
	0,60 - 0,80	Sezione 9	0,73	0,34	0,39	53%
	0,80 - 1,00	Sezione 10	0,68	0,31	0,37	54%
	1,00 - 1,20	Sezione 11	0,76	0,28	0,48	63%
	1,20 - 1,40	Sezione 12	0,65	0,22	0,43	66%
	1,40 - 1,60	Sezione 13	0,58	0,24	0,34	59%
	1,60 - 1,80	Sezione 14	0,56	0,21	0,35	63%
	1,80 - 2,00	Sezione 15	0,46	0,20	0,26	57%
	2,00 - 2,20	Sezione 16	0,32	0,14	0,18	56%
	2,20 - 2,40	Sezione 17	0,40	0,15	0,25	63%
	2,20 - 2,40	Sezione 18	0,59	0,14	0,45	76%
	2,20 - 2,40	Sezione 19	0,40	0,01	0,39	98%



PORTATA CON DURATA DI 300 gg/anno - Altezza idrometrica

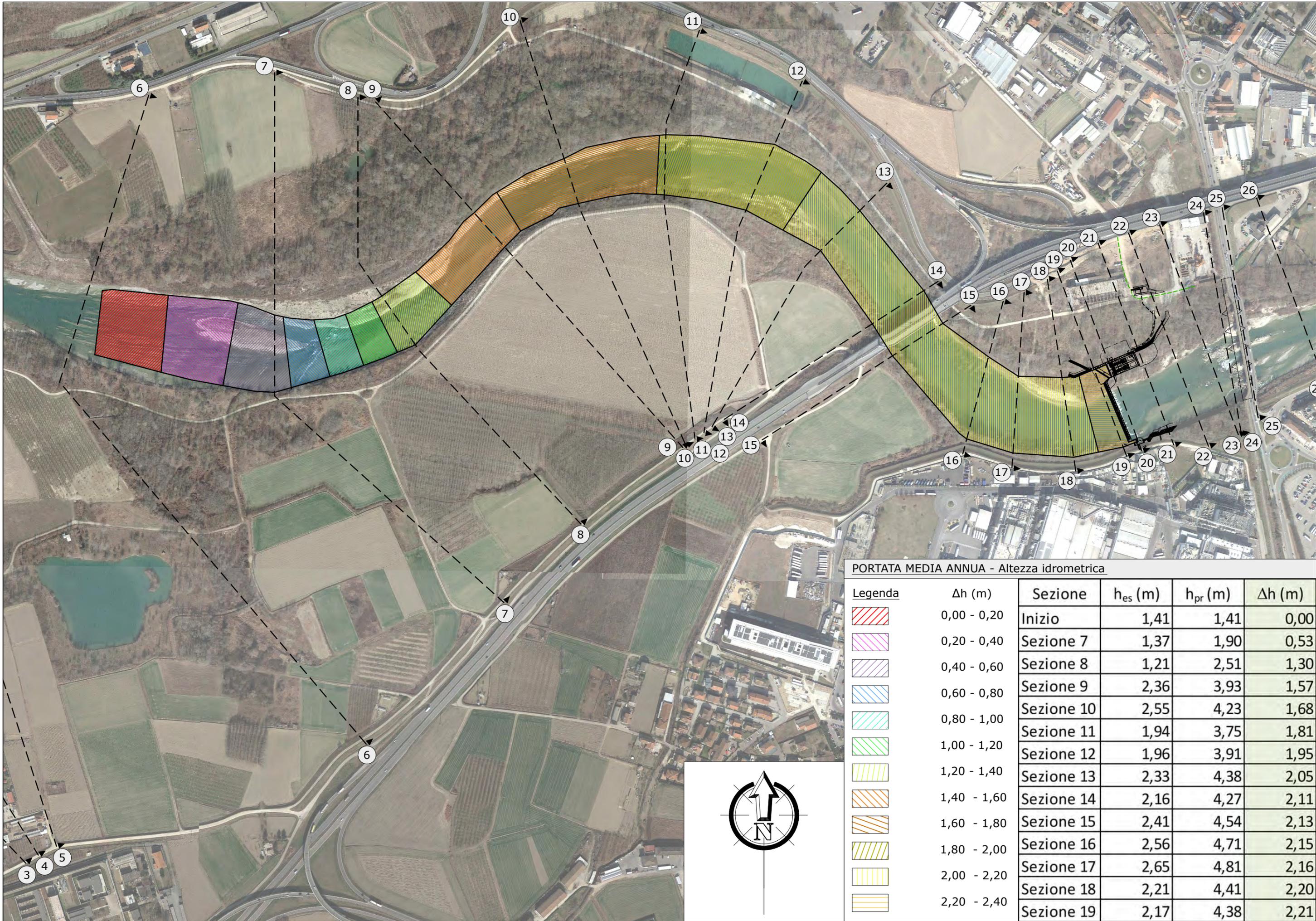
Legenda	Δh (m)	Sezione	h_{es} (m)	h_{pr} (m)	Δh (m)
	0,00 - 0,20	Inizio	1,04	1,04	0,00
	0,20 - 0,40	Sezione 6	0,90	0,97	0,07
	0,40 - 0,60	Sezione 7	0,98	1,80	0,82
	0,60 - 0,80	Sezione 8	0,50	2,46	1,96
	0,80 - 1,00	Sezione 9	1,65	3,91	2,26
	1,00 - 1,20	Sezione 10	1,88	4,20	2,32
	1,20 - 1,40	Sezione 11	1,33	3,73	2,40
	1,40 - 1,60	Sezione 12	1,42	3,90	2,48
	1,60 - 1,80	Sezione 13	1,85	4,37	2,52
	1,80 - 2,00	Sezione 14	1,72	4,27	2,55
	2,00 - 2,20	Sezione 15	1,99	4,54	2,55
	2,20 - 2,40	Sezione 16	2,15	4,71	2,56
	2,40 - 2,60	Sezione 17	2,25	4,81	2,56
	2,60 - 2,80	Sezione 18	1,84	4,41	2,57
	2,60 - 2,80	Sezione 19	1,81	4,38	2,57

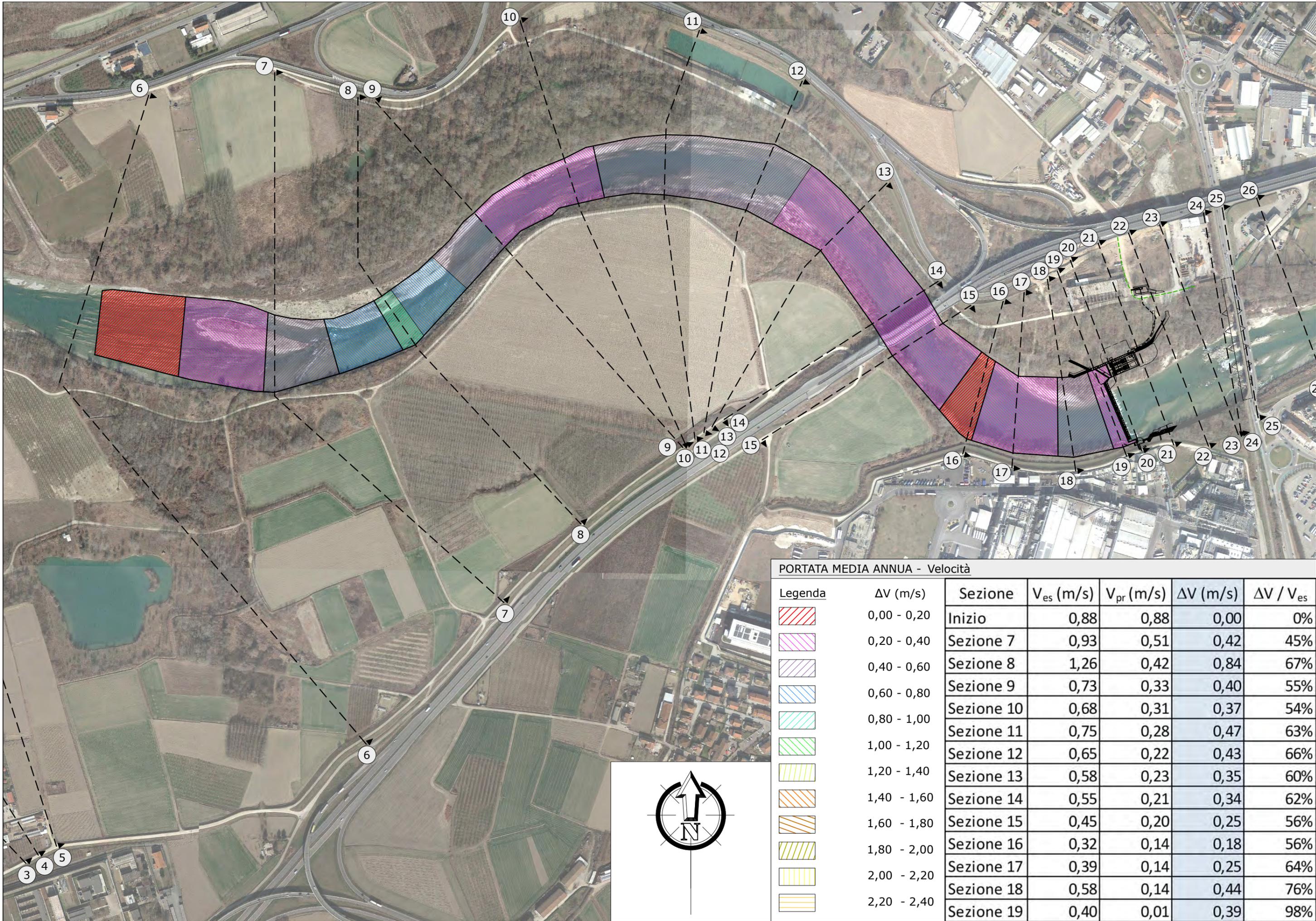




PORTATA CON DURATA DI 300 gg/anno - Velocità

Legenda	ΔV (m/s)	Sezione	V_{es} (m/s)	V_{pr} (m/s)	ΔV (m/s)	$\Delta V / V_{es}$
	0,00 - 0,20	Inizio	0,53	0,53	0,00	0%
	0,20 - 0,40	Sezione 6	0,63	0,54	0,09	14%
	0,40 - 0,60	Sezione 7	0,59	0,18	0,41	69%
	0,60 - 0,80	Sezione 8	1,44	0,14	1,30	90%
	0,80 - 1,00	Sezione 9	0,45	0,11	0,34	76%
	1,00 - 1,20	Sezione 10	0,38	0,10	0,28	74%
	1,20 - 1,40	Sezione 11	0,49	0,09	0,40	82%
	1,40 - 1,60	Sezione 12	0,36	0,07	0,29	81%
	1,60 - 1,80	Sezione 13	0,27	0,08	0,19	70%
	1,80 - 2,00	Sezione 14	0,26	0,07	0,19	73%
	2,00 - 2,20	Sezione 15	0,20	0,06	0,14	70%
	2,20 - 2,40	Sezione 16	0,13	0,05	0,08	62%
	2,40 - 2,60	Sezione 17	0,16	0,05	0,11	69%
	2,60 - 2,80	Sezione 18	0,24	0,04	0,20	83%
	2,60 - 2,80	Sezione 19	0,16	0,01	0,15	94%





PORTATA MEDIA ANNUA - Velocità

Legenda	ΔV (m/s)	Sezione	V_{es} (m/s)	V_{pr} (m/s)	ΔV (m/s)	$\Delta V / V_{es}$
	0,00 - 0,20	Inizio	0,88	0,88	0,00	0%
	0,20 - 0,40	Sezione 7	0,93	0,51	0,42	45%
	0,40 - 0,60	Sezione 8	1,26	0,42	0,84	67%
	0,60 - 0,80	Sezione 9	0,73	0,33	0,40	55%
	0,80 - 1,00	Sezione 10	0,68	0,31	0,37	54%
	1,00 - 1,20	Sezione 11	0,75	0,28	0,47	63%
	1,20 - 1,40	Sezione 12	0,65	0,22	0,43	66%
	1,40 - 1,60	Sezione 13	0,58	0,23	0,35	60%
	1,60 - 1,80	Sezione 14	0,55	0,21	0,34	62%
	1,80 - 2,00	Sezione 15	0,45	0,20	0,25	56%
	2,00 - 2,20	Sezione 16	0,32	0,14	0,18	56%
	2,20 - 2,40	Sezione 17	0,39	0,14	0,25	64%
	2,20 - 2,40	Sezione 18	0,58	0,14	0,44	76%
	2,20 - 2,40	Sezione 19	0,40	0,01	0,39	98%