REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI GENOVA
Comune di Rovegno

RICHIESTA CONCESSIONE DI DERIVAZIONE PER USO IDROELETTRICO SUL FIUME TREBBIA IN LOCALITÀ' ISOLA NEL COMUNE DI ROVEGNO (GE)

Richiesta di concessione a derivare da acque superficiali

PROGETTO PRELIMINARE

Oggetto

Studio di compatibilità idraulica

Gruppo di progettazione

E.T.A.research
energiaterritorioambiente
Via XI settembre, n.73
12011 - Borgo San Dalmazzo (CN)
Tel/Fax: 0171.60.30.59
e-mail: info@eta-research.com
web: www.eta-research.com

Dott. Ing. Paolo Gossa
Via Meucci n. 7
12100 Cuneo (CN)
tel 348 8962431
paolo.gossa@eta-research.com

Dott. Ing. Andrea Demaria
Via del Canale n. 28 bis
12100 Cuneo (CN)
tel 392 9216521
andrea.demaria@eta-research.com

Dott. Ing. Luca Macario
Via Cacciatori delle Alpi, 6
12100 Cuneo (CN)
tel 388 9427082
luca.macario@eta-research.com

Committente

Gruppo Energia Italia srl

Sede: Via Gropallo 4/3
161212 Genova (GE)
P.IVA: 01717940991

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
C15_27	PR	RC	09

ELABORATO
R.09
SCALA -:---

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	GENNAIO_2017	PRIMA EMISSIONE	Dott. Ing. Gossa P.	Dott. Ing. Demaria A.	Dott. Ing. Macario L.
02					

INDICE

PREMESSA *3*

1 DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO *4*

1.1 Caratteristiche territoriali 4

1.2 Caratteristiche geomorfologiche 6

1.3 Cenni sul rilievo di dettaglio del tratto indagato 7

2 DESCRIZIONE GENERALE DELLO OPERE IN PROGETTO *8*

2.1 La traversa fluviale 8

2.1.1 Le caratteristiche geometriche della struttura 8

2.2 Aspetti generali per il trasporto solido e sedimentazione 10

2.3 La traversa mobile 14

2.4 La centrale idroelettrica 16

2.4.1 L'opera di presa 17

2.4.2 La centrale di produzione 18

2.5 Il dispositivo per il rilascio del DMV e scala di rimonta dell'ittiofauna 21

3 VERIFICHE IDRAULICHE *23*

3.1 La zona d'indagine 23

3.2 Condizioni al contorno utilizzate 23

3.3 Considerazioni inerenti al sovralzo in curva 25

3.4 Confronto tra lo studio idraulico del proponente e studio di Piano di Bacino 28

4 RISULTATI *34*

4.1 Considerazioni idrauliche di progetto 34

4.2 Risultati in formato tabellare 36

5 CONCLUSIONI *57*

5.1 Implicazioni e sicurezza delle opere 57

5.2 Modifiche dei tiranti idrici 57

PREMESSA

La presente simulazione idraulica viene redatta ai fini dello studio della compatibilità idraulica delle opere relative alla progettazione di una nuova traversa fluviale allo scopo di salvaguardare il ponte esistente che collega la strada per la località Fontana Rossa e la strada Starale n.°45 e annessa centrale idroelettrica a salto concentrato, nel Comune di Rovegno, in località Isola (GE).

Il progetto è principalmente motivato dalla necessità di salvaguardare la stabilità del ponte esistetene e permettere di porre soluzione alle attività di scalzamento delle fondazioni generate dal Fiume Trebbia, andando a realizzare una nuova struttura idraulica.

A tale riguardo, visto il dislivello geodetico generato dalla nuova struttura, si è deciso di ottimizzare il progetto andando ad inserire una centrale idroelettrica a salto concertato realizzata in corpo traversa la quale sfrutterà l'energia potenziale della corrente per la generazione di "energia verde" la quale potrà essere: "scambiata sul posto" per alimentare le utenze elettriche e le attività che risultano insediate nella zona; o venduta al Gestore dei Servizi Elettrici contribuendo al raggiungimento degli obbiettivi in campo di sostenibilità ambientale.

A tale riguardo, l'energia prodotta dalla centrale oggetto di studio verrà parzialmente se non totalmente "scambiata sul posto" per alimentare le utenze elettriche e l'attività produttiva "Acque minerali" posta in prossimità della nuova struttura idraulica, contribuendo positivamente ad incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili.

Considerato inoltre che l'energia in rete per le leggi di Kirchof tende a percorrere il tratto più breve fra il punto di produzione ed il punto di consumo è logico pensare che parte dell'energia potrà andare a vantaggio della popolazione ed utenti del comune di Rovegno quindi con un risparmio sulle dispersioni di rete che possono anche raggiungere su reti antiche il 12% e oltre l'energia prodotta.

Disporre inoltre di impianti anche se piccoli distribuiti sul territorio costituisce un fattore di sicurezza nella fornitura di energia a popolazioni locali soprattutto in caso di eventi calamitosi che possono mettere fuori servizio reti di trasporto e centrali di dimensioni maggiori. Per una descrizione più dettagliata delle opere in progetto (mantenute e di nuova realizzazione) si rimanda all'elaborato denominato "R01-Relazione tecnica" facente parte della documentazione progettuale.

1 DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

1.1 Caratteristiche territoriali

Il bacino del Trebbia ha una superficie complessiva di circa 1.070 km² (1,5% della superficie complessiva del bacino del Po), di cui gran parte in ambito collinare-montano (86%). È situato in destra Po, tra i bacini del Tidone e dello Staffora a est, del Nure a ovest, dello Scrivia a sud-est, del Taro a sud-ovest e dello Sturla a sud.

Il Fiume Trebbia ha origine alle pendici Sud-Est del Monte Prelà, a quota 1135 m s.l.m.. La lunghezza del tratto di corso d'acqua che ricade nel territorio regionale ligure corrisponde a circa 30 Km; il fiume entra nel territorio della provincia di Piacenza a quota 509 m s.l.m. dopo la località Gorreto. La superficie del bacino idrografico nel territorio della regione Liguria è di 175 Km² è interessa un'area prevalentemente montuosa con crinali piuttosto elevati. Il bacino del F. Trebbia confina a Sud con il bacino idrografico del F. Entella, ad Est e Sud- Est con il bacino del T. Aveto, ad Ovest con il T. Scrivia ed infine a Nord e Nord-Ovest è delimitato dai confini con la regione Piemonte e l'Emilia Romagna.

Il Fiume Trebbia riceve numerosi affluenti fra cui il più importante è il torrente Aveto, lungo circa 30 km, con un elevato contributo idrico per l'alta piovosità sul suo bacino, di superficie circa pari a 257 km². Altri affluenti di una certa importanza sono i torrenti Bobbio, Perino e Dorba.

L'asta principale del Trebbia è suddivisibile in due tratti distinti per caratteristiche morfologiche, morfometriche e per comportamento idraulico: il tratto montano che si sviluppa dalla sorgente fino a Rivergaro, per una lunghezza di circa 95 km, e il tratto di pianura, con alveo tipo tipicamente pluricursale, fino alla confluenza in Po. Il primo tratto si presenta costantemente incassato, profondamente inciso nel substrato roccioso, con morfologia caratterizzata da meandri in roccia molto irregolari, con curvatura generalmente elevata, in lenta evoluzione. Nel tratto terminale appenninico l'alveo tende a rettificarsi e assume tipologia ramificata. Il tratto di pianura mantiene il carattere ramificato, con ampie aree golenali e notevoli depositi alluvionali.

Il Trebbia è caratterizzato da una notevole capacità di trasporto solido, negli ultimi anni ridotta per effetto della sistemazione degli affluenti. Il corso d'acqua nella parte alta ha un alveo incassato, con sponde rocciose ed elevata pendenza. Nel tratto intermedio l'alveo è costituito da materiali di scarsa consistenza e in quello finale scorre in un'ampia conoide che si estende fino allo sbocco nel Po. Non sono presenti serbatoi di regolazione significativi ai fini dei deflussi di piena. Dal punto di vista amministrativo il bacino del Trebbia ricade quasi interamente in Emilia-Romagna (18 Comuni in Provincia di Piacenza) e Liguria (16 Comuni in Provincia di Genova) e, solo per un Comune, in Lombardia. Ai fini delle analisi conoscitive e della successiva delineazione degli interventi il bacino

idrografico viene suddiviso nelle componenti: asta e sottobacino montano. Il quadro conoscitivo e di valutazione dei dissesti sui versanti e sulla rete idrografica minore è stato definito, in maggior dettaglio, separatamente per i sottobacini dell'Alto Trebbia - Aveto e del Basso Trebbia.

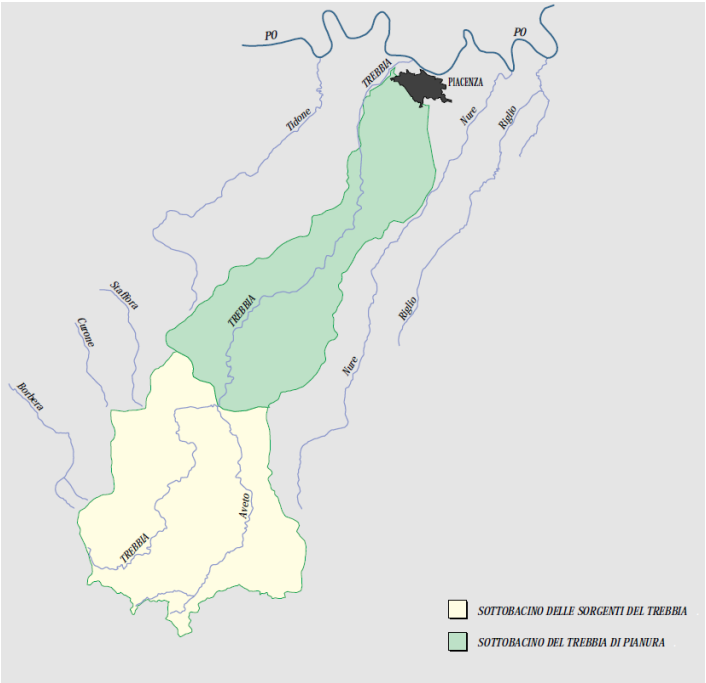


Figura 1. Bacino idrografico Fiume Trebbia

Morfologicamente l'area appartiene all'Appennino piacentino, caratterizzato in particolare dalla profondità dei solchi vallivi scavati dai corsi d'acqua all'interno della massa montuosa, costituita prevalentemente da scisti argillosi e solo in talune aree da serpentini, assai meno erodibili e pertanto visibili e fortemente connotanti il paesaggio. La valle del Trebbia rappresenta una delle poche aree con caratteri ambientali ancora fortemente integri e con livelli di qualità delle acque particolarmente elevati. Il Trebbia è morfologicamente caratterizzato da un fondovalle formato da masse calcaree molto dure, all'interno delle quali il fiume si è scavato un percorso tortuoso e suggestivo, che tagliando gli strati depositati ha portato in luce nei secoli significativi fenomeni fossiliferi. L'esistenza di vaste masse ofiolitiche lungo la dorsale di separazione dalla valle dell'Aveto ha dato origine a un sistema di vette e rilievi particolare, quali il monte Gifarco, il monte Rocca Bruna e il Castello dei Fanti, mentre verso oriente il fiume costeggia la vasta mole calcarea del massiccio dell'Antola.

Le subaeree principali individuabili all'interno della valle del Trebbia, sono rappresentate da:

- la zona dell'alta collina del Trebbia, area dei monti Pillerone e Dinavoli, con vaste superfici boschive, caratterizzata dalla presenza degli affioramenti ofiolitici (Pietra Parcellara, Pietra Marcia, Pietra Perduca);

- la zona della valle Perino, caratterizzata dalla permanenza delle tracce del modellamento glaciale wurmiano, quali le zone umide (monte sant'Agostino e passo di Santa Barbara) e le emergenze ofiolitiche (presso monte Amelio, Govi, Materano Tre Sorelle, ecc.);
- la zona della finestra tettonica di Bobbio, importante e unica per la presenza delle formazioni neolitiche dette delle "Arenarie di Bobbio" e delle "Arenarie dell'Aveto", cioè le formazioni più recenti dell'area appenninica piacentina portate in superficie dall'azione erosiva del Trebbia e dell'Aveto;
- la zona dell'alta val Trebbia e val Boreca, caratterizzata, in particolare la seconda, dal profilo a V con assi ravvicinati rappresentati dai rilievi dei monti Cavalmurone, Chiappo, Alfeo, Lesina;
- la zona della valle d'Aveto, caratterizzata dalla dorsale Trebbia-Aveto e Aveto-Nure, morfologia cosiddetta matura, abbandonata a seguito delle profonde incisioni operate da Trebbia e Aveto e attualmente coperta da grandi aree boschive di latifoglie e cedui misti che ne determinano la prevalente connotazione.

1.2 Caratteristiche geomorfologiche

In questo paragrafo vengono posti in risalto singoli aspetti caratterizzanti o semplicemente importanti, successivamente e in base proprio ai rapporti e alle connessioni tra i singoli elementi, viene individuato il "paesaggio geomorfologico" complessivo. L'inquadramento geologico – geomorfologico qui di seguito presentato, è riferito alla porzione di bacino idrografico del Fiume Trebbia, ricadente nei confini della Provincia di Genova. La zona oggetto di studio risulta geologicamente controllato da terreni facenti capo alle Unità strutturali dell'Antola (Cretaceo Superiore – Paleocene), del Gottero (Cretaceo Superiore – Paleocene) e d'Ottone – Casanova (Cretaceo Superiore). Riferendosi alla cartografia geologica ufficiale (Foglio 83 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, Rapallo - IIª edizione 1970), si fornirà una panoramica generale ma esaustiva, delle Formazioni che caratterizzano il bacino analizzato. In particolar modo il versante orografico sinistro è prevalentemente impostato su terreni facenti capo all'Unità del Monte Antola, presente sia attraverso il "complesso di base" emipelagitico delle Argilliti di Montoggio (costituito da argilliti grigio scure con intercalazioni di livelli varicolori), sia attraverso i Flysch del M.te Antola (costituiti da successioni torbiditiche in prevalenza marnoso – calcaree), e su terreni facenti parte della Formazione di Ronco, appartenente all'Unità del Gottero (costituita da alternanze di livelli torbiditici, di potenza generalmente pluridecimetrica, costituiti da banchi calcarenitico – siltosi e da banchi argillitico – marnosi, questi ultimi predominanti rispetto ai primi). Analizzando la distribuzione delle litologie sul versante orografico destro, si rileva che la parte

alta del bacino risulta caratterizzata dalla presenza di terreni facenti capo alla Formazione di Ronco ed alla Formazione della Val. Lavagna, anche quest'ultima facente parte dell'Unità del Gottero, la quale risulta costituita da argilliti scistose, più o meno siltose, generalmente scure e calcareniti fini con intercalazioni di marne plumbee e rari strati calcarei. La porzione di bacino approssimativamente compresa tra l'abitato di Rovegno, M. Oramara e loc. Vallescura risulta caratterizzato dalla presenza di litologie ascrivibili alla Formazione delle Arenarie di Casanova e alla Formazione delle "Argille a Palombini" del Lago di Giacopiane. Litologicamente nel caso delle Arenarie di Casanova, si tratta di arenarie ed argilliti siltose scure, talora scistose, ben stratificate, con intercalazioni di marne, calcari marnosi e di calcari di tipo palombino; nella zona in esame inoltre tale formazione risulta presente sottoforma sia di termini costituiti da brecce e conglomerati poligenici, sia di termini dati da brecce a matrice argillosa. Tale Formazione include masse, anche di dimensioni notevoli, di ofioliti e diaspri. Le Argille a Palombini sono costituite da alternanze di argilliti grigio – scure, scagliettate e di calcari silicei grigio – chiari di rocce è stato basato generalmente sulla natura litologica delle stesse; talvolta tuttavia, rocce di natura diversa sono state associate perché simili da un punto di vista geotecnico.

1.3 Cenni sul rilievo di dettaglio del tratto indagato

L'analisi idraulica proposta in seguito è stata condotta sulla base di un rilievo plano altimetrico di dettaglio del 3/03/2016 con appoggio a stazioni permanenti GNSS Regione Liguria, sistema di riferimento: RDN (rete dinamica nazionale) ETRF 2000 Coordinate Gauss-Boaga – Quote ortometriche (SLM). Tale rilievo plano-altimetrico, eseguito dall'ing. Paolo Blangero in collaborazione con lo studio E.T.A. Research srl, ha interessato un tratto avente un'estensione complessiva superiore ai 850 m, sicuramente sufficiente per una disamina idraulica significativa; nello specifico il tratto esaminato si sviluppa a partire dal ponte che collega l'abitato di Fontana Rossa alla strada Statale n.°45, ubicato circa 80 m a monte della zona di intervento.

A partire dal rilievo è stato ricavato un modello digitale del terreno usufruendo del software Topko (SierraSoft) dal quale si è provveduto ad estrapolate le sezioni per la modellazione idraulica. Le sezioni sono state estrapolate ad un interasse di 5 m (159 sezioni nel tratto indagato di circa 900 m) al fine di creare un modello il più preciso possibile per il calcolo idraulico. Nell'intorno del ponte esistente e della traversa in progetto, si è provveduto a rinfittire le sezioni.

Disponendo della modellazione HEC-RAS del Piano di Bacino del fiume Trebbia, si è infine provveduto non tanto ad integrare il tratto rilevato con la geometria di Piano, vista la presenza di poche sezioni, ma di "sovrapporlo" e trarne le dovute considerazioni.

2 DESCRIZIONE GENERALE DELLO OPERE IN PROGETTO

2.1 La traversa fluviale

La traversa fluviale in progetto intende inserirsi nel contesto paesaggistico e di opere minimizzando gli interventi, l'impatto visivo e le conseguenze dello stesso sul deflusso naturale del corso d'acqua. Particolare attenzione in fase di progettazione è stata, pertanto, posta nella salvaguardia e consolidazione del ponte che collega l'abitato di Fontana Rossa alla strada Statale n.°45.

La tipologia di traversa fluviale che verrà proposta sarà di tipo con profilo Creager-Scimemi. Questi sono essenzialmente costituiti da una soglia sfiorante, dalla quale la corrente cade libera nell'aria o è derivata o da un canale a pelo libero che si sviluppa nella stessa direzione o in un elemento naturale come nel nostro caso il letto del Fiume Trebbia. Si è deciso di adottare il su scritto profilo visto lo scopo di evitare il verificarsi di depressioni al disotto della vena effluente. La nuova struttura sarà realizzata in calcestruzzo armato con rivestimento nel paramento di valle con materiale lapideo di grosse dimensioni. A seguito si analizzeranno le caratteristiche della nuova struttura idraulica.

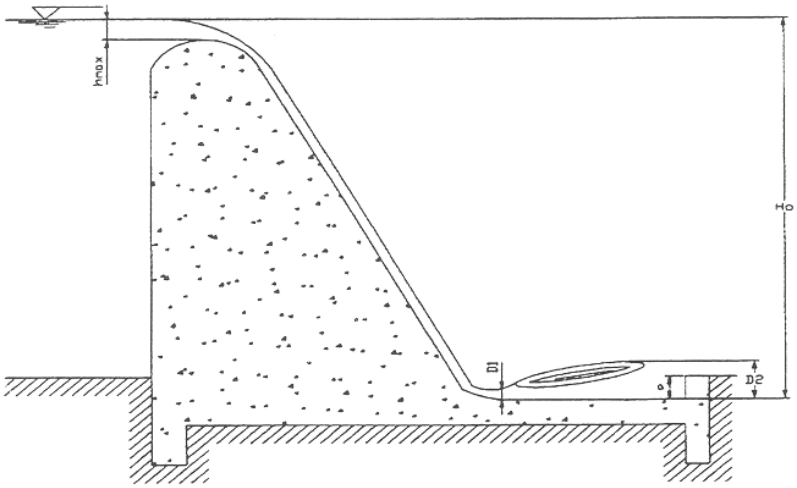


Figura 2. Tipologia di traversa Creager-Scimemi

2.1.1 Le caratteristiche geometriche della struttura

La nuova traversa fluviale viene progettate per porre rimedio alle problematiche strutturali del ponte di Fontana Rossa. Di seguito si definisce il metodo di calcolo adottato per la quantificazione delle caratteristiche geometriche della nuova struttura idraulica.

Per la determinazione delle caratteristiche topografiche della zona è stato adottato come metodo di calcolo il rilievo tacheometrico il quale ha restituito il rilievo di dettaglio dell'intera zona andando a

definire i dislivelli naturali tra i peli liberi di monte e valle e le posizioni ed altimetrie delle strutture esistenti. *Il rilevo è stato georiferito con appoggio a stazioni permanenti GNSS Regione Liguria, sistema di riferimento: RDN (rete dinamica nazionale) ETRF 2000 Coordinate UTM - Quote ortometriche (SLM).*

Si è provveduto così alla definizione dei capisaldi di riferimento fissi a cui sono state riferite tutte le quote altimetriche dei profili, delle planimetrie e delle relazioni. In particolare sono stati posizionati due caposaldi di riferimento: il primo posizionato sul ponte di Fontana Rossa, il secondo sul piazzale dello stabilimento delle acque minerali, si precisa che le monografie di riferimento sono contenute all'interno dell'elaborato R01-Relazione tecnica.

Analizzando il rilievo di dettaglio si è giunti a definire le quote assolute delle strutture di fondazione del ponte identificando il fondo alveo in prossimità del plinto alla quota 337,95 m s.l.m. e la sommità del plinto a quota di circa 540 m s.l.m.

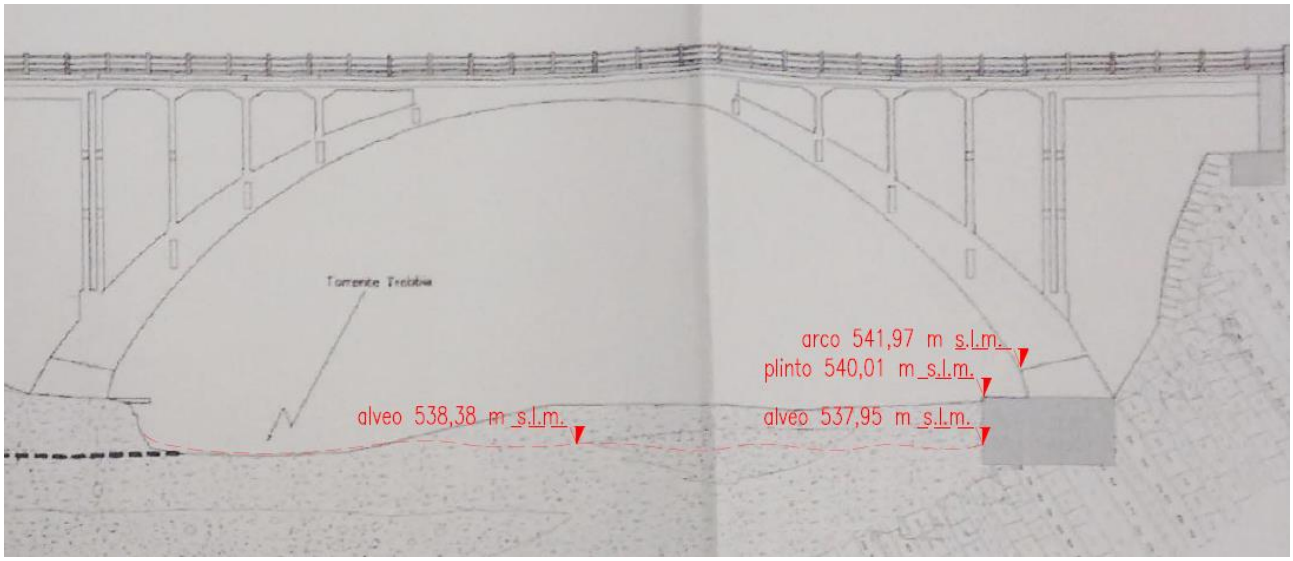


Figura 3. Particolare dei fondi alveo rilevati

Paragonando i dati restituiti dal rilievo alle condizioni di progetto definite all'interno del progetto rivenuto presso il Comune di Rovegno si è deciso di impostare il coronamento della traversa alla quota 539 m s.l.m.. Questa scelta è stata effettuata per non incrementare troppo il livello di deposito all'interno del letto del fiume, compromettendo le condizioni di piena, ma permettendo allo stesso tempo il ricoprimento delle fondazioni e la loro salvaguardia. Analizzando il rilievo si è definita la posizione planimetrica della nuova struttura idraulica.

Si è deciso di impostare la traversa fluviale più in prossimità del ponte, zona dove sono presenti due pareti rocciose compatte che permettono l'ancoraggio della struttura stessa. La scelta è ricaduta a circa 67,50 m, a valle del ponte esistente. La zona d'imposta è caratterizzata anche da una depressione naturale del fondo il quale permette un inserimento ottimale.

Si possono così riassumere le caratteristiche principali della nuova struttura idraulica:

- quota di coronamento: 539,00 m s.l.m.;
- quota di platea di base: 535,00 m s.l.m;
- struttura in calcestruzzo armato;
- profilo di valle Creager-Scimemi;
- rivestimento della struttura in massi ciclopici cementati;
- larghezza traversa 8,50 m;

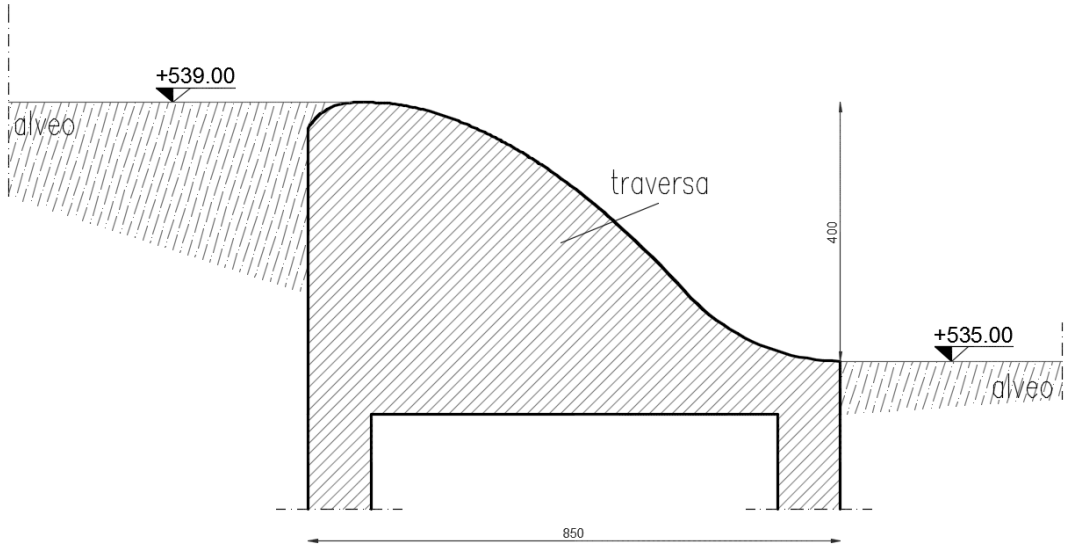


Figura 4. Profilo della nuova traversa fluviale

Si sono così definite le dimensioni di massima della struttura, le quali verranno affinate all'interno della progettazione definitiva ed esecutiva.

2.2 Aspetti generali per il trasporto solido e sedimentazione

A seguire verranno esposte alcune considerazioni sul trasporto solido potenziale del Fiume Trebbia ed eseguiti calcoli utili ad una sua quantificazione.

La portata che fluisce in un alveo può causare fenomeni di erosione e deposito del materiale costitutivo del fondo e delle sponde, mosso dalla corrente: i grani solidi possono essere messi in movimento e trasportati verso valle sotto l'azione delle spinte idrodinamiche.

Il trasporto dei sedimenti di un corso d'acqua avviene principalmente secondo due modalità:

- in soluzione o in sospensione (wash load), con un trasporto praticamente continuo che si arresta solo al di sotto di una velocità della corrente molto bassa;
- per trascinamento o saltellamento (bed load movement), ha luogo solo al di sopra di una determinata velocità della corrente.

Come evidenziato nel corso degli studi a supporto del progetto il materiale trasportato dal Fiume Trebbia è costituito principalmente da ghiaie e ciottoli con ∅ max di 25 cm circa sia a monte che a valle del ponte di Fontana Rossa. La composizione granulometrica di massima del materiale che costituisce il fondo dell'alveo è quindi costituito da ghiaie e ciottoli con sabbie, stimabili nelle quantità percentuali riportate a seguire.

MATERIALE	DIMENSIONI (mm)	QUANTITA' (%)
Limo e argilla	< 0.06	5
Sabbia	0,06 - 2	10
Ghiaia fine	2 - 4	15
Ghiaia media	4 - 64	45
Ghiaia grossa - ciottolo	64 - 256	25

Tabella 1. Analisi della granulometria in situ

Per quanto riguarda la sabbia ed i materiali più fini, materiale interessato dal wash load, la dimensione prevalente presente lungo l'alveo e stimata nell'ordine del mm.

Per determinare in che momento ha inizio il trasporto dei grani solidi sono stati sviluppati diversi metodi che hanno l'obiettivo di assegnare ad una variabile (tipicamente la velocità della corrente) un valore critico che descriva il momento in cui le particelle solide incoerenti che costituiscono il letto del corso d'acqua incominciano a muoversi: al di sopra di tale valore la corrente e in grado di trasportare materiali solidi. Un metodo molto noto e impiegato è quello che utilizza il grafico di Hjulstrom (1935) che fornisce, in funzione del diametro delle particelle, i valori della velocità media critica della corrente, per i quali si ha erosione, trasporto o sedimentazione. Il grafico, riportato a seguire, è in doppia scala logaritmica e presenta sull'asse delle ascisse il diametro delle particelle solide (in mm) e sull'asse delle ordinate il corrispondente valore di velocità critica per cui si hanno fenomeni di erosione, trasporto o sedimentazione.

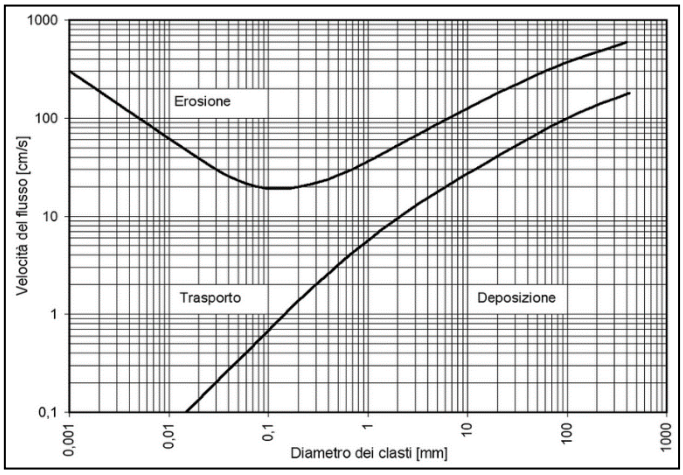


Figura 5. Diagramma di Hjulstron

Essendo il materiale costituito per l'80% da ghiaie e subordinatamente sabbie (granulometria compresa tra 2 e 256 mm) in base alle velocità della corrente è possibile identificare l'entità del trasporto solido nel tratto di alveo in studio. Al fine di quantificare il trasporto solido lungo l'alveo, seppur in modo approssimato, è stato applicato il metodo speditivo di Di Silvio (1983), basato essenzialmente su misure effettuate in bacini delle Alpi venete e lombarde, permette di valutare l'entità del trasporto solido lungo l'asta principale del bacino in funzione della portata liquida del corso d'acqua.

La relazione proposta da Di Silvio è la seguente:

$$Q_s\ (mc/anno) = (0.027 / 1.8)\ x\ [i^{2.1} / (b^{0.8}\ x\ D_{50}^{1.2})]\ x\ (Q_0^{0.8}\ x\ V_0);$$

dove:

- V_0(mc) = volume idrico di deflusso = C_a x h x S_b x 1000;
- C_a = coefficiente di afflusso del bacino;
- h (mm) = precipitazioni ragguagliate collegate all'evento di piena;
- S_b (kmq) = area bacino;
- i (%) = pendenza asta principale;
- b (m) = larghezza media dell'alveo nel tratto preso in esame;
- D_{50} (m) = diametro mediano del materiale di fondo;
- Q_0 (mc/s) = portata di massima piena nel periodo di riferimento (un anno).

Per valutare il trasporto solido in condizioni ordinarie, nella formula deve essere inserito il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno uguale a 1 anno e la relativa altezza di precipitazione. Il metodo fornisce un'indicazione sul trasporto solido partendo dall'ipotesi che ci si trovi in condizioni morfo dinamiche di equilibrio, cioè che la morfologia dell'alveo e la composizione del materiale di fondo rimanga invariata. L'elaborazione è stata realizzata con un software di calcolo della

ProgramGeo (PIENA) in licenza d'uso inserendo come caratteristiche granulometriche del materiale trasportato quelle indicate nella tabella soprariportata ed i seguenti dati (riferiti alla sezione di chiusura in corrispondenza della traversa fluviale in progetto):

- Area del Bacino: 128,00 km^2
- Larghezza dell'alveo: 70 m
- Altezza precipitazione efficace: 1435 mm (rif. Stazione Metereologica Rovegno)
- Inclinazione alveo: 0.9 %
- Peso Specifico materiale di fondo: 1,9 t/m^3
- Portata massima di piena (annuale): 23 m^3/s
- Coefficiente di afflusso al bacino: 0,4

Come valore di portata si è utilizzata la portata massima registrata per 10 giorni all'anno alla stazione di Valsigiara e ragguagliata per il sito in studio, pari a 23 m^3/s.

Così come riportato nel report del software riportato a seguire si ottiene una portata solida potenziale di 8710,5 t/anno.

Andrea Bredy - Geologo
Via A.Campana, 14-12016 Peveragno CN-andrea.bredy@gmail.com

Committente:

Località: Descrizione:

Note: Sigla:

Stima della portata solida con il metodo di Di Silvio

Diametro (mm)	Passante %
0.06	5
2	10
4	15
64	45
256	25
258	0
300	0

Area bacino (kmq):	128.0	Larghezza dell'alveo (m):	70.0
Inclinazione alveo (%):	0.9	Gamma materiale di fondo(t/mc):	1.9
Coefficiente di afflusso:	0.4	Portata di massima piena (mc/s)	23.0
Altezza precipitazione efficace(mm):	1435.0		

Portata solida (t/anno): 8710.5273

Tabella 2. Analisi trasporto solido con il metodo si Di Silvio

Come si evince da quanto riportato nel paragrafo precedente la realizzazione delle opere in progetto condizionerà l'assetto idraulico del corso d'acqua con un potenziale aumento del deposito a monte della traversa. La presenza di una paratia mobile permetterà lo svuotamento del materiale che si accumula a

monte, con conseguente rotolamento a valle al piede della traversa. Con questa soluzione non occorrerà asportare materiale dal letto del fiume, con mezzi meccanici, ma il suo ricollocamento a valle dello sbarramento verrà effettuato attraverso il defluire della massa liquida. L'invaso che si andrà a creare a monte della traversa condizionerà comunque il deposito dei materiali trasportati dal corso d'acqua ed in particolare di quelli fini nelle zone dove la velocità della corrente è più bassa. Ovviamente andrà previsto un piano di svuotamento periodico e costante del materiale che si accumula nell'invaso oltre la quota di sfioro della traversa a 539,9 m s.l.m..

2.3 La traversa mobile

Come riportato nel paragrafo precedente la traversa fluviale presenterà un coronamento posto a quota 539,00 m s.l.m. ed una quota di platea di base a 535,00 m s.l.m..

Caratteristica intrinseca della traversa sarà il suo completo interrimento per poter permettere la salvaguardia statica del ponte che permette di raggiungere il centro di Fontana Rossa. Il posizionamento della traversa permetterà di regolarizzare il fondo alveo a monte di essa ad una quota pari al suo coronamento ed a valle, attraverso una riprofilatura del fondo alla quota della platea; permettendo il normale defluire delle diverse portate naturali con i rispettivi tiranti idraulici; i quali andranno ad interessare le opere esistenti e le sponde naturali.

La platea di valle sarà realizzata con la posa di massi ciclopici non intasata per una lunghezza prossima ai 24 m. Al temine di essa verranno posti dei massi di grandi dimensioni i quali avranno il compito di fungere da dissipatori per gli effetti di risalto. Questa condizione permetterà di limitare l'energia della corrente e di conseguenza gli eventuali effetti di erosione e deposito. Si è così deciso di andare ad inserire all'interno del profilo Creager-Scimemi una paratoia ventola la quale avrà il compito di mantenere il livello di monte costante alla quota di progetto paria a 541,00 m s.l.m.

Analizzate le caratteristiche tecniche e geometriche si è previsto il posizionamento di tre paratoie a ventola ognuna di lunghezza paria a circa 20,75 m. Le tre paratoie saranno divise tra loro attraverso un setto verticale con quota di coronamento pari a 541,50 m s.l.m., con spessore di 1 m e lunghezza pari a 4,50 m. All'interno del setto verranno posizionate le guide e tenute che permetteranno lo scorrimento delle paratoie a ventola. Il loro innalzamento sarà permesso attraverso l'uso di cilindri oleodinamici con i rispettivi circuiti (posti all'interno del corpo traversa) i quali saranno movimentati attraverso una centralina di comando posta all'interno del locale di gestione e manutenzione in prossimità della strada di accesso del ponte di Fontana Rossa. Si specifica che l'olio idraulico per la movimentazione dei cilindri sarà di tipo biodegradabile e naturale (olio di colza). Si è deciso di utilizzare questa tipologia di oli per

scongiurare qualsiasi danno ambientale nell'eventuale sversamento accidentale causato da condizioni eccezionali di pericolo o di piena. La presenza della paratoia a ventola posta al di sopra del coronamento della traversa permetterà di impostare un livello idraulico a monte della traversa che sarà indipendente dal deflusso del Fiume Trebbia in condizioni di normale deflusso. In questo modo ad impianto in funzione si diminuirà la velocità del flusso e la capacità erosiva nei confronti del piede delle pile del ponte esistente e delle scarpate, dando quindi un contributo positivo alla stabilità del manufatto e delle sponde.

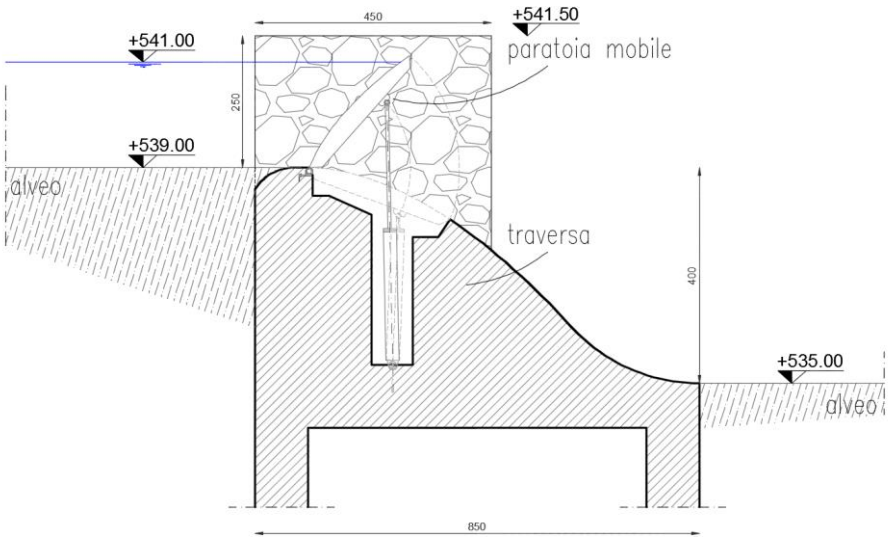


Figura 6. Profilo della nuova traversa fluviale con paratoie mobili

Si è scelta questa conformazione progettuale (traversa fissa in calcestruzzo armato e paratoia mobile) per una duplice motivazione. La prima di tipo idraulica: visto che la presenza di dispositivi abbattibili va a limitare notevolmente la "pericolosità idraulica" della struttura rispetto ad una struttura in calcestruzzo con quota di coronamento pari a 541,00 m s.l.m.

La seconda motivazione fa riferimento alla gestione e manutenzione dell'opera. La presenza dei dispositivi abbattibili permetterà di operare facilmente durante le attività di pulizia e sghiaiatura del bacino di monte, mantenendo così sempre costate il livello di deposito pari a 539,00 m s.l.m. Le operazioni di pulizia verranno effettuate abbassando le paratoie mobili e facendo defluire il volume idrico, del bacino, permettendo la movimentazione del materiale depositato verso valle. Con questa soluzione non occorrerà asportare materiale dal letto del fiume, con mezzi meccanici, ma il suo ricollocamento a valle dello sbarramento, verrà effettuato attraverso il defluire della massa liquida. Definita la traversa fluviale in progetto si è deciso di sfruttare il salto geodetico ottenuto dalla struttura a fini idroelettrici.

2.4 La centrale idroelettrica

L'impianto idroelettrico in progetto intende inserirsi nel contesto paesaggistico e di opere descritto nel paragrafo precedente minimizzando gli interventi, l'impatto visivo e le conseguenze dello stesso sul deflusso naturale del corso d'acqua visto che si propone come impianto a corredo della traversa fluviale progettata al fine di proteggere e consolidare il ponte esistente. Particolare attenzione in fase di progettazione è stata, pertanto, posta nel minimizzare l'interferenza tra la finalità della traversa fluviale (salvaguardia del ponte) e lo sfruttamento idroelettrico della risorsa. Altro aspetto valutato attentamente è stato l'interferenza del manufatto con i regimi ordinari e straordinari di pinea.

La tipologia di centrale, è ad acqua fluente in corpo traversa senza canale di adduzione. Gli impianti a basso e medio salto, tipologia in cui ricade l'impianto in progetto, utilizzano sbarramenti per avviare l'acqua verso l'opera di presa dalla quale l'acqua è convogliata alle turbine attraverso un canale di adduzione, come nel caso in oggetto. La centrale di produzione verrà ricavata all'interno del corpo traversa, in prossimità della sponda destra idrografica. Esternamente sarà caratterizzata da un rivestimento in pietra (come la traversa fluviale). La restituzione delle acque turbinate avverrà al piede della traversa attraverso due canali interrati; questa soluzione progettuali non andrà a generare alcun tratto sotteso dalla derivazione.

L'intervento in progetto si può quindi scindere in cinque parti essenziali:

- l'opera di presa;
- la centrale di produzione;
- cabina di comando e consegna (allaccio alla linea MT);

A seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche dell'impianto per avere una visione d'insieme sulla centrale idroelettrica. Per gli approfondimenti tecnici si rimanda ai capitoli seguenti.

Si riportano le caratteristiche principali del progetto:

- superficie bacino = 128,00 km^2;
- altitudine massima = 1597,00 m s.l.m.;
- altitudine minima (sezione di presa) = 539,00 m s.l.m;
- portata massima derivabile = 11,000 m^3/s;
- portata media derivata = 3,053 m^3/s;
- portata minima derivabile = 0,800 m^3/s;
- salto nominale medio = 5,59 m;
- producibilità media = 1.094.202 KWh/anno.

Nelle sezioni successive saranno descritti in modo particolareggiato ciascuna parte dell'impianto precedentemente elencata.

2.4.1 L'opera di presa

L'opera di presa deve essere in grado di indirizzare la quantità d'acqua prevista, verso la turbina idraulica riducendo al minimo ogni impatto negativo sull'ambiente locale e con perdite energetiche ridotte. La presa funge quindi da elemento di transizione tra un corso d'acqua la centrale di produzione, che convoglia una portata controllata sia in quantità sia in qualità.

Visto la conformazione progettuale adottata e il bacino che si verrà a realizzare a monte della nuova traversa fluviale non occorrerà la realizzazione di un 'opera di presa con dimensioni eccessive come deducibile dalle tavole di progetto. La nuova opera di presa non presenterà sistemi di dissabbiatura visto che il bacino permetterà la sedimentazione di tutte le particelle fini presenti in trasporto di superficie. Nel caso in esame l'opera di presa è costituita da una coppia di canali di adduzione realizzati in aderenza alla traversa avente una larghezza interna di 3,30 m e 3,85 m ed una profondità variabile tra 1,60 m e 3,60 m sotto il pelo acqua. Tali canali convogliano la porta derivata direttamente alle turbine idrauliche. In particolare si prevede di eseguire due strutture in c.a. con una copertura amovibile in Orsogril. Sul fronte della suddetta presa, al fine di minimizzare l'ingresso del materiale grossolano trasportato dall'acqua verranno posizionati dei para tronchi. A valle di essi verrà realizzato uno scalino per permettere il trattenimento della ghiaia o materiale di piccole dimensioni trasportati al fondo. Le bocche di presa saranno presidiate da due paratoie basculanti la cui funzione sarà di chiudere e salvaguardare l'impianto in condizione di piena o in condizione di impianto non funzionante. A valle dei canali di adduzione saranno posizionati due sgrigliatori a catena i quali avranno il compito di arrestare il materiale flottante ed in sospensione trasportato dalla corrente. Essendo l'impianto non presidiato è prevista l'installazione di uno sgrigliatore di tipo "automatico". A monte degli sgridatori sarà presente un nastro trasportatore il quale avrà il compito di recapitare lo sgrigliato all'interno di un cassonetto preposto per la raccolta dei rifiuti posizionato in prossimità dell'accesso della centrale.

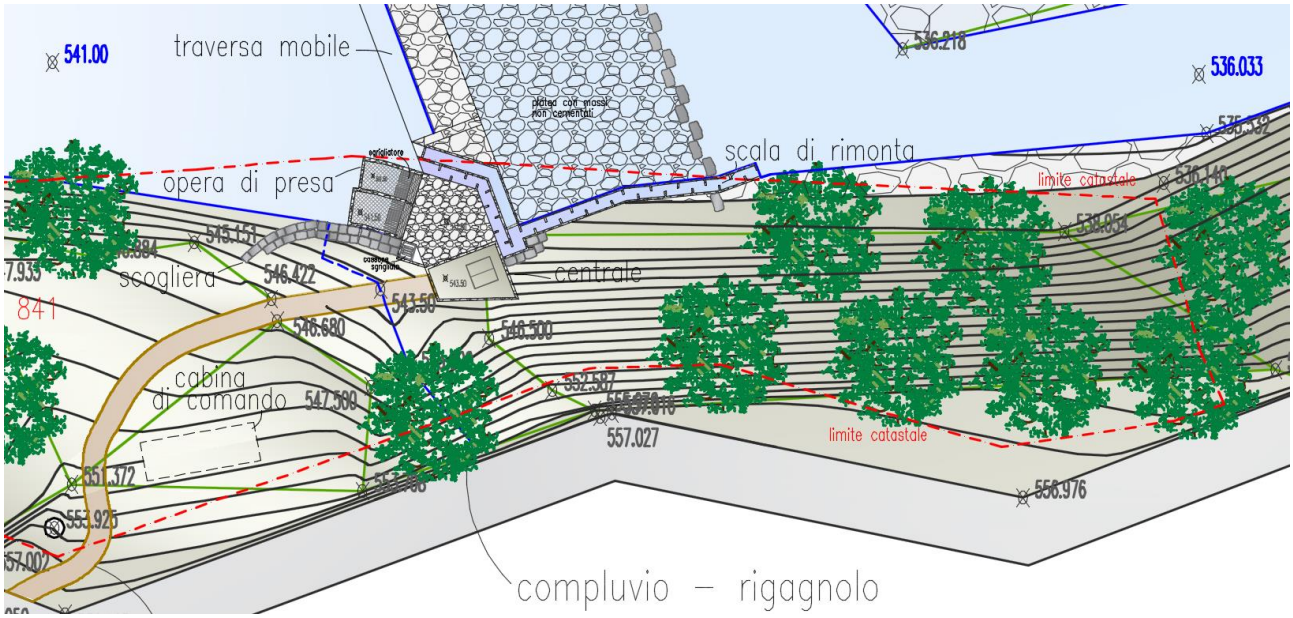


Figura 7. Pianta generale della centrale idroelettrica

2.4.2 La centrale di produzione

La centrale ha il compito di proteggere l'equipaggiamento idraulico ed elettrico che converte l'energia potenziale dell'acqua in energia elettrica. Il numero, il tipo e la potenza delle turbine, la loro disposizione rispetto al canale di scarico, l'altezza del salto e la geomorfologia del luogo condizionano la tipologia dell'edificio. L'officina idroelettrica, costituita dalla sala macchine e i canali di restituzione, sarà realizzata in corpo traversa, in sponda destra del fiume Trebbia. Le apparecchiature di controllo e manovra verranno collocate a parte, lungo l'esistente strada di accesso, in posizione rialzata e distaccata rispetto il torrente, in modo da evitare problemi e guasti nel caso in cui, nei fenomeni di piena, il livello si alzi al di sopra della sala macchine, che in casi eccezionali potrà essere sommersa senza danni. La sala macchine, in cui trovano alloggiamento le due turbine verrà ricavata in corpo traversa.

A monte delle due turbine di generazione, verranno posizionate due paratoie di macchina le quali avranno il compito di escludere le turbomacchine garantendone la loro sicurezza.

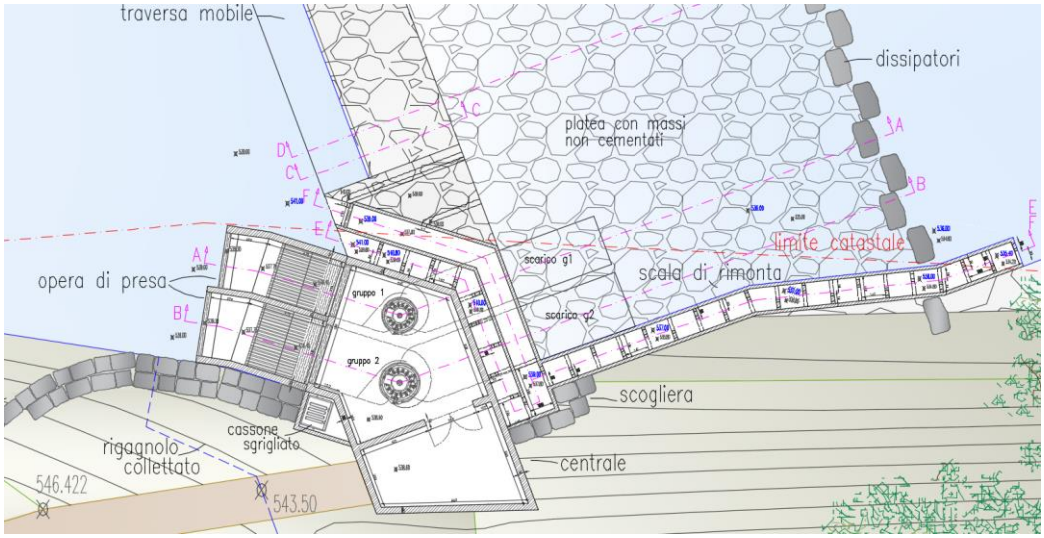


Figura 8. Planimetria della centrale di produzione

La struttura della centrale sarà realizzata in cls armato, con fondazione continua è protetta dall'umidità da un rivestimento impermeabilizzante e da un drenaggio in pietrame (vespaio) con tubi drenanti per la raccolta dell'acqua alla base. Per un perfetto inserimento ambientale si è deciso di rivestire la centrale con il medesimo rivestimento roccioso della traversa, ottenuto dalle operazioni di frantumazione e di vaglio delle rocce da scavo, per limitare il più possibile il trasporto del materiale in discarica e conferire una continuità cromatica e di materiale alla struttura idraulica. L'impianto non risulterà presidiato e non vi sarà la permanenza di persone, per cui lo sgrigliatore e le paratoie saranno automatizzate, comandabili dalla cabina di comando. Sistema a corredo della cabina di comando e necessario per il funzionamento della centrale sarà il sistema automatico di controllo. La centrale oggetto del progetto lavora senza presidio permanente di personale e funziona mediante un sistema automatico di controllo.

Si riporta a seguito una descrizione approfondita delle parti che compongono la centrale idroelettrica.

La turbina

Nel caso specifico si prevede di installare due turbine Kaplan bi regolante ad asse verticale.

La turbina Kaplan è una turbina idraulica a reazione che sfrutta piccoli dislivelli, fino a qualche decina di metri, ma con grandi portate. Costruttivamente è un'elica, dove le pale si possono orientare, al variare della portata d'acqua permettendo di mantenere alto il rendimento fino a portate del 20% della portata nominale. Solitamente è dotata di distributore fisso che orienta il flusso. Si può ottimizzare il rendimento della macchina, per un range maggiormente ampio rispetto alla portata di progetto, tramite un sistema a distributore orientabile (macchina bi regolate).

Il generatore

I generatori è a presa diretta sull'asse della turbina saranno di tipo asincrono.

L'asincrono supera il limite di potenza ed inoltre al 15% di funzionamento della turbina il rendimento scende molto ed inoltre richiede una corrente reattiva eccessiva che non è detto che la linea così lunga lo possa supportare. Le norme per l'erogazione d'elettricità obbligano le società di distribuzione a mantenere, entro limiti molto stretti, la sicurezza e la qualità del servizio. Il produttore deve perciò immettere in rete energia elettrica in modo che il distributore possa rispettare questi obblighi. Per questo tra i morsetti del generatore e la linea si installano dispositivi che controllando il funzionamento della macchina, la proteggono, la mettono in parallelo con la rete o la staccano dalla stessa in caso di guasto. Il controllo si realizza mediante apparati più o meno sofisticati per misurare la tensione, l'intensità e la frequenza della corrente in ognuna delle tre fasi, l'energia prodotta dal generatore, il fattore di potenza ed eventualmente il livello dell'acqua nella camera di carico.

Canale di restituzione

Una volta turbinata, l'acqua ritornerà nel fiume attraverso due brevi canali di restituzione. I canali di scarico posti al di sotto del piano di calpestio presenteranno un abbassamento in corrispondenza della girante della turbina, necessario a creare un cuscino d'acqua per smorzare l'energia cinetica residua della vena liquida. I canali a forma rettangolare, saranno realizzati all'interno del corpo traversa con loro termine al piede della traversa stessa. Le restituzioni avranno origine al di sotto delle giranti delle turbine ad una quota di 533,70 m s.l.m. e descriveranno una sezione scatolare in c.a. avente dimensioni 3,00 x 1,20 m e di sviluppo pari a circa 6,80 m per il gruppo di generazione 1 e di 3,40 x 1.30 m e di sviluppo pari a circa 8,20 m per il gruppo di generazione 2.

Tale opera restituisce la portata derivata direttamente nel fiume Trebbia, nella direzione principale della corrente. Non si renderà necessaria la creazione di alcuna scogliera di protezione né platea di dissipazione all'uscita dello scarico visto che il fondo alveo del Fiume Trebbia, ai piedi della traversa, sarà caratterizzato dalla presenza di massi ciclopici posizionati per limitare gli effetti erosivi dei risaliti idraulici generati nelle condizioni di piena.

2.5 Il dispositivo per il rilascio del DMV e scala di rimonta dell'ittiofauna

A corredo della traversa di derivazione si andranno a realizzare i nuovi dispositivi per il rilascio del DMV e la scala di risalita dell'ittiofauna.

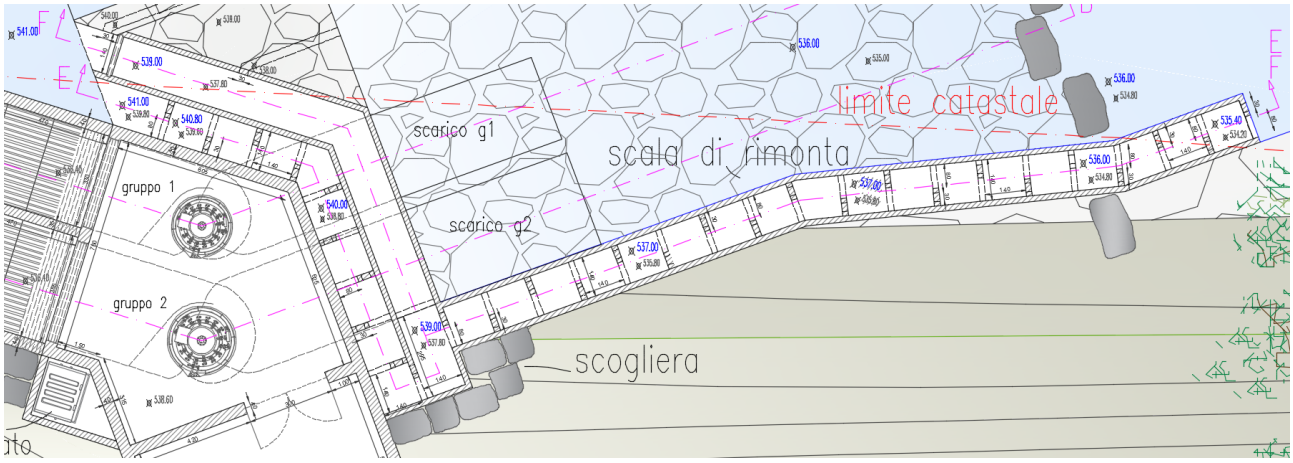


Figura 9. Planimetria della scala di rimonta

Dopo un'attenta analisi, si è deciso di suddividere il DMV, attraverso più sistemi di rilascio, La suddivisione è stata compiuta per garantire il funzionamento ottimale della scala di rimonta e permettere il rilascio, della maggior parte del DMV, in via prioritaria rispetto all'instaurarsi della derivazione. Per garantire la più alta efficienza alla scala di rimonta per l'ittiofauna si è deciso di suddividere il valore del DMV, in due parti:

- all'interno della scala di rimonta per l'ittiofauna (stramazzo superficiale a larga soglia e luce di fondo);
- attraverso una fenditura laterale tarata;

Questa scelta è stata adottata per garantire il rispetto delle "Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci" della Regione Piemonte adottando come specie target il Vairone. Analizzando le caratteristiche della traversa fluviale (parte fissa e parte mobile) si è riscontrato la possibilità di instaurarsi due livelli di monte differenti. Il primo pari a 541,00 m s.l.m. in caso di funzionamento dell'impianto e 539,00 m s.l.m. nel caso in cui le paratoie mobili risultino abbassate. Queste configurazioni geometriche hanno imposto una progettazione della scala assai articolata per permettere il suo funzionamento ottimale in tutte e due le configurazioni. In prima analisi si è deciso di intraprendere la progettazione della scala adottando come livello di funzionamento quello imposto dalle paratoie mobili alzate (541,00 m s.l.m.). Si è deciso di adottare questo livello come livello di monte di progetto visto che risulterà la condizione più presente durante l'arco annuale. In seconda battuta si è

andati a progettare il collegamento tra la scala, ottenuta in fase di progettazione, con il coronamento della traversa fissa (539,00 m.s.l.m.), questo per permettere il funzionamento della scala anche a paratoie abbassate. Il sistema di collegamento tra l'imbocco della scala posto a quota 539 m s.l.m. e la scala, nella sua ultima parte, risulta un canale di collegamento di larghezza e profondità pari alla scala (140 cm di larghezza e 120 cm di profondità) il quale avrà il compito di accompagnare la portata verso i bacini della scala stessa.

L'ingresso della portata sarà regolata da una paratoia posta all'imbocco del canale sul coronamento della traversa stessa, la quale in condizioni di funzionamento dell'impianto risulterà abbassata. Nelle condizioni in cui le paratoie mobili risultino abbattute e di conseguenza il livello di monte paria 539 m s.l.m. questa verrà aperta permettendo il transito della portata verso la scala. Si sottolinea che la condizione a paratoie mobili abbassate si presenterà solo quando l'impianto sarà fermato per manutenzione straordinaria, operazioni di manutenzione e pulizia dell'invaso o in condizioni di piena; condizioni particolari e di rara presentazione.

Per quanto riguarda la scala di rimonta dell'ittiofauna, i sistemi che permetteranno il transito della portata di progetto, pari a circa 220l/s circa 50% del valore di DMV, risulteranno uno stramazzo a larga soglie ed una luce sottobattente. Lo stramazzo a larga soglia presenterà una larghezza di 80 cm e battente di 17 cm; la luce sottobattente presenterà una larghezza 30 cm e altezza 35 cm regolata da un dislivello massimo tra le vasche di 20 cm, permetterà una portata in transito pari a circa 96 l/s per lo stramazzo a larga soglia e circa 125 l/s per la luce sottobattente. La nuova scala di rimonta sarà caratterizzata da una larghezza interna pari a 140 cm ma la sua suddivisione in vasche, le caratteristiche di quest'ultime e dei sistemi di messa in contatto tra esse (stramazzi e luci di fondo) saranno variate in modo da ottimizzare la struttura seguendo le Linee guida della Regione Piemonte.

Le vasche interne saranno profonde mediamente 120 cm e la loro lunghezza sarà di circa 140 cm; con queste caratteristiche otterremo circa 29 vasche.

In seconda battuta si è passati alla progettazione della fenditura verticale laterale (realizzata nel contrafforte laterale delle paratoie mobili) la quale è stata progettate per permettere di far defluire la quota parte di DMV (circa 230 l/s) e per permettere il funzionamento dell'opera di rimonta anche in condizioni non ottimali andando ad ottimizzare la struttura nei diversi regimi di portata. I due dispositivi andranno a rilasciare diverse portate le quali sommate andranno a definire il DMV definito in progetto pari a 450 l/s, pari al DMV totale.

Queste scelte progettuali sono pienamente compatibili con le linee guida e avvalorate dall'ittiolo responsabile dello Studio d'Impatto Ambientale.

3 VERIFICHE IDRAULICHE

Il programma utilizzato nel calcolo è il programma Hec-Ras (Hydrologic Engineering Center – River Analys System, della US Army Corps Engineers). Il modello determina il profilo di moto permanente per ogni tratto scegliendo tra i possibili profili di corrente lenta e di corrente veloce quello a cui corrisponde la spinta totale maggiore. I dati da fornire in input al programma sono costituiti essenzialmente dalle caratteristiche geometriche del corso d'acqua (sezioni trasversali, lunghezze dei singoli tratti, altezze del fondo alveo), dal valore della portata di verifica e dalle condizioni idrauliche al contorno (condizioni di moto all'inizio e alla fine del tratto analizzato). Le indagini proposte nel seguito sono state effettuate nella condizione di stato attuale e di progetto sia con la paratoia alzata che con la paratoia abbassata. La condizione di stato attuale simula i profili di corrente con la traversa così come rilevata ad oggi, lo scenario di progetto invece simula i profili di piena post opere. Le analisi sono state effettuate sulla base delle sezioni estrapolate dal rilievo di dettaglio, che coprono un'estensione di circa 220 m a monte e 655 m a valle della briglia oggetto di intervento; come già accennato, la geometria impiegata è stata paragonata con quella adottata dal Piano di Bacino.

3.1 La zona d'indagine

Il modello idraulico è stato sviluppato sulla base del rilievo tacheometrico di precisione effettuato dall'ing. Paolo Blangero. Il tratto di alveo indagato ha una lunghezza complessiva di circa 900 m, compreso tra due sezioni idraulicamente significative per la definizione delle quali si veda il seguito nei profili idraulici studiati: stato di fatto e stato di progetto con paratoia alzata e paratoia abbassata.

A partire dal rilievo è stato ricavato un modello digitale del terreno usufruendo del software Topko (SierraSoft) dal quale si è provveduto a ricavare le sezioni per la modellazione idraulica. Le sezioni sono state estrapolate ad un interasse di 5 m (159 sezioni nel tratto indagato di circa 900 m) al fine di creare un modello il più preciso possibile per il calcolo idraulico. Nell'intorno del ponte esistente e della traversa in progetto, si è provveduto a rinfittire le sezioni.

3.2 Condizioni al contorno utilizzate

La verifica idraulica è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni sia nella condizione allo stato attuale sia nelle due condizioni in stato di progetto.

La schematizzazione di calcolo adottata si basa sulle seguenti assunzioni:

- portata costante in ogni tratto considerato anche nell'eventualità di superamento dei punti estremi delle sezioni: il procedimento consiste nell'immaginare che la sezione sia limitata da argini infinitamente alti;
- riduzione del 20% della luce libera degli attraversamenti dotati di pile in considerazione di possibili ostruzioni in caso di piene rilevanti.

La scelta dei parametri di scabrezza (coefficienti di Manning) è stata effettuata considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetazionale delle sponde e di zone d'alveo nei diversi tratti esaminati. Nel caso in esame si sono assunti i seguenti valori:

- n= 0.5 – 0.05 m-1/3/s per le sponde,
- n= 0.028 m-1/3/s per l'alveo centrale,

Tali valori sono stati desunti basandosi oltre che dallo studio dei luoghi, anche sui dati presentati dalle verifiche idrauliche relative al piano di bacino del T. Trebbia per il tratto considerato. La verifica è stata condotta assumendo le seguenti condizioni al contorno in termini di carico piezometrico h:

- la condizione di valle per il calcolo del profilo di moto permanente è stata posta pari alla pendenza media del fondo nel tratto di valle, lo stesso discorso è stato effettuato per quanto attiene la condizione di monte.

Le portate di piena con assegnato tempo di ritorno, utilizzate per le verifiche idrauliche del piano di bacino, sono a seguito presentate.

	Tr 50 anni [m^3/s]	**Tr 200 anni** [m^3/s]	**Tr 500 anni** [m^3/s]
T. Trebbia	1250	1740	2055

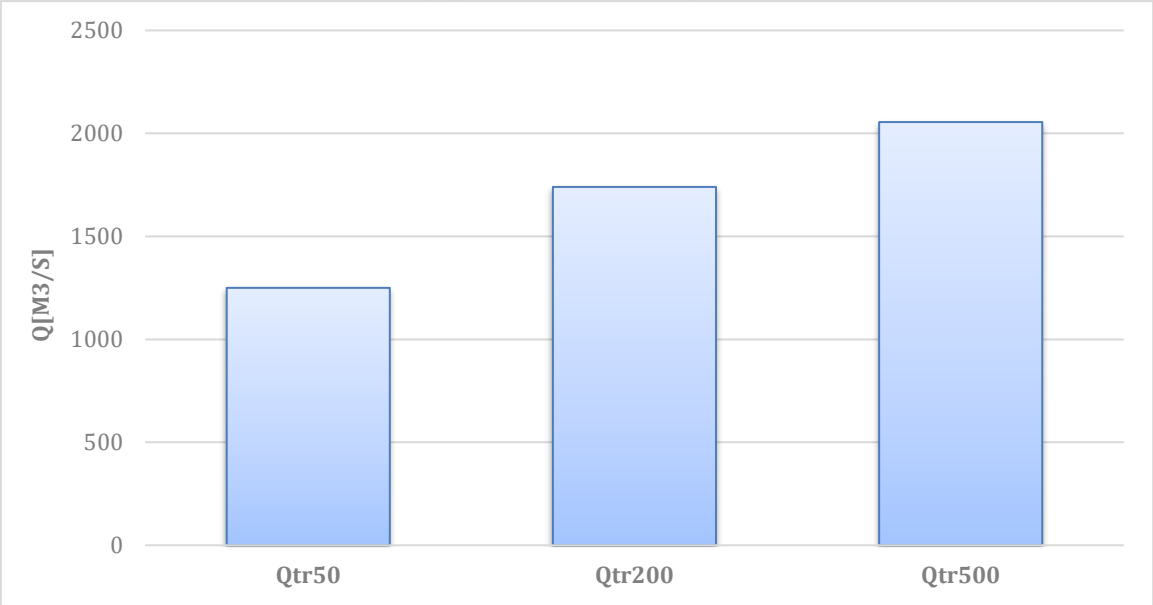


Figura 10. Portate di piena utilizzate

3.3 Considerazioni inerenti al sovralzo in curva

Il tratto d'alveo indagato è contraddistinto da una curva a destra che si sviluppa approssimativamente tra le sezioni 880 e 770, a monte del ponte esistente.

Nello specifico, la curva in questione tende a chiudere in modo particolarmente accentuato tra le sezioni 970 e 790, entro le quali si riscontra il massimo raggio di curvatura. Tale andamento del corso d'acqua comporta evidentemente un innalzamento del tirante idrico di piena in corrispondenza dell'estradosso della curva, ossia in sponda sinistra. In prossimità del tratto ricompreso tra le sezz. 890 e 840, il profilo di riferimento allo stato di progetto sia in condizioni di paratoie alzate che di paratoie abbassate, ovvero quello 200-ennale, risulta di tipo più lento rispetto allo stato attuale, a causa del restringimento delle sezioni di valle per la realizzazione della traversa e della centrale. Per effettuare una stima, seppur indicativa, del sovralzo in curva è pertanto possibile considerare l'equazione di Eulero che, proiettata in direzione normale e mediata sulla verticale, esprime per il caso di sezione rettangolare la variazione del tirante $\boldsymbol{y}$ [m] in funzione del raggio di curvatura $\boldsymbol{r}$ [m]

$$\frac{dy}{dr} = \frac{v^2(r)}{g \cdot r}$$

dove ***v*** rappresenta la velocità [m/s].

Quest'ultima, nell'ipotesi di moto irrotazionale, presenta una distribuzione in funzione di r data dalla relazione

$$v(r) = \frac{c}{r} con\ c = \frac{x^3 vB}{\ln(re - ri)}$$

in cui ***v*** [m/s] è la velocità longitudinale media sulla sezione, desumibile dalla modellazione idraulica in HEC-RAS, r_e ed r_i sono rispettivamente il raggio di curvatura esterno ed interno, mentre B è la larghezza della sezione, pari a B = r_e - r_i. Adottando pertanto l'espressione di ***v***(r) sopra proposta, sostituendola nell'equazione di Eulero ed integrando quest'ultima si ricava, infine,

$$\Delta y = \left(\frac{v^2}{2 \cdot g}\right) \cdot \left(\frac{r_e - r_i}{\ln(r_e / r_i)}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{r_i^2} - \frac{1}{r_e^2}\right)$$

dove Δy rappresenta la differenza di livello tra l'estradosso e l'intradosso della curva.

Sulla base della relazione riportata è immediato dedurre come, a parità di raggi di curvatura, il parametro principale per l'effetto del sovralzo sia rappresentato dalla velocità media ***v*** della corrente, essendo, in particolare, Δy proporzionale al quadrato di ***v***.

Risulta pertanto evidente come nella condizione di progetto l'entità di tale fenomeno sia necessariamente più contenuta rispetto allo scenario di stato attuale. Infatti, come già accennato nel capitolo dedicato alle verifiche idrauliche, la realizzazione della traversa e della centrale comporta un moderato innalzamento dei tiranti idrici con una conseguente riduzione della velocità della corrente.

Quantitativamente, in relazione alla piena 200-ennale, una stima dell'attenuazione del sovralzo tra lo scenario attuale e quelli di progetto in condizioni di paratoie alzate e abbassate può essere effettuata considerando sia la velocità media delle sezioni dalla 970 alla 790, localizzate lungo il tratto in curva, sia considerando per questo tratto la sezione che riporta la velocità massima, ricavando in questo modo un Δy_{med} e un Δy_{max}. I valori di r_i ed r_e sono stati dedotti dalla planimetria allegata in calce "Planimetria dati geometrico _ posizionamento sezioni idrauliche".

V_{med} [m/s]	V_{max} [m/s] alla sez. 910	r_i [m]	r_e [m]	Δy [m]
8.15		101.62	138.80	med 2.20
	10.03	101.62	138.80	max 3.30

Tabella 3: stima del sovralzo in curva per lo scenario 200-ennale – stato attuale

V_{med} [m/s]	V_{max} [m/s] alla sez. 910	r_i [m]	r_e [m]	Δy [m]
6.70		101.62	138.80	med 1.50
	10.01	101.62	138.80	max 3.30

Tabella 4: stima del sovralzo in curva per lo scenario 200-ennale – stato di progetto con paratoie abbassate

V_{med} [m/s]	V_{max} [m/s] alla sez. 940	r_i [m]	r_e [m]	Δy [m]
5.42		101.62	138.80	med 1.00
	9.59	101.62	138.80	max 3.00

Tabella 5: stima del sovralzo in curva per lo scenario 200-ennale – stato di progetto con paratoie alzate

Dai calcoli idraulici pertanto si evince che l'effetto della curva provoca un dislivello medio tra il pelo libero all'intradosso e all'estradosso pari a 2.20 m nello stato attuale, pari a 1.50 m nello stato di progetto nella condizione di paratoie abbassate e pari a 1.00 m nella condizione di paratoie alzate. A fronte delle ipotesi alla base della teoria suesposta (alveo rettangolare), è opportuno sottolineare come i risultati ottenuti siano solamente indicativi. Ad ogni modo, aldilà dell'incertezza che può interessare tali stime, dall'indagine emerge, come già accennato, un'attenuazione del fenomeno nello stato di progetto grazie all'effetto di laminazione operato dallo sbarramento sul profilo di rigurgito: operando un confronto in termini assoluti, invece, emerge che nel tratto in curva nelle sezioni più significative quali dalla 890 alla 840 per lo stato di fatto e lo stato di progetto con le paratoie abbassate, il sovralzo dei tiranti, per lo scenario di piena 200-ennale, si attesta a circa 3 m; mentre per lo stato di progetto con le paratoie alzate il sovralzo dei tiranti nelle sezioni più significative quali dalla 930 alla 840, si attesta di circa 3,00 m.

3.4 Confronto tra lo studio idraulico del proponente e studio di Piano di Bacino

Di seguito si riportano le analisi e le considerazioni effettuate a seguito dello studio di compatibilità idraulica effettuate dallo studio scrivente e quello utilizzato per la redazione del piano di Bacino del Fiume Trebbia.

Vengono analizzate le due simulazioni idrauliche del tratto in esame:

- la prima simulazione è stata inserita all'interno della documentazione inerente la Variante al Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (PTCP) "Variante al P.T.C. - Bacini Padani" della provincia di Genova;
- la seconda è la simulazione idraulica eseguita a seguito di rilievo plano-altimetrico dallo studio scrivente per la redazione della presente pratica, si precisa che la simulazione è stata condotta utilizzando gli stessi valori di portata sulla base dei quali è stata effettuata l'analisi idraulica del Piano di Bacino.

Il tratto indagato nel Piano di Bacino fa riferimento ad un rilievo redatto dall'Ufficio Progettazione Territoriale Ufficio Pianificazione di Bacino e Protezione Civile- Provincia di Genova, Regione Liguria nell'anno 2010 o forse antecedente (presentazione tavole della Variante 06/2010) e prende in considerazione il Fiume Trebbia ed i suoi affluenti, tra cui il tratto interessato dalla realizzazione delle nuove opere idrauliche. Il modello idraulico creato, nel solo tratto oggetto di studio, presenta 8 sezioni distanziate dai 100 m ai 200 m, in seguito interpolate per un maggior dettaglio della geometria durante la simulazione idraulica.

Il programma Hec Ras, con l'opzione di interpolazione delle sezioni, copia la sezione più a monte selezionata e la propaga fino a quella successiva selezionata, creandone tante in base alla distanza impostata dall'utente, modificandone solamente l'altezza del fondo alveo (in funzione della pendenza calcolata ed impostata dall'utenza), ma non la geometria. Il problema dell'interpolazione delle sezioni su un corso d'acqua è che nella realtà il fondo non risulta quasi mai con pendenza costante ed inoltre anche i caratteri dimensionali come larghezza ed altezza della sponda cambiano anche a distanze ridotte.

Il tratto indagato per lo studio di compatibilità idraulica dallo studio scrivente, prendendo come riferimento l'impalcato del ponte, si sviluppa verso monte per 220 m e verso valle per 655 m. Vista la precisione del rilievo, eseguito nel marzo 2016, si è potuto creare un modello su Hec Ras con sezioni ogni 5 m distribuite lungo tutta la lunghezza del tronco, senza la necessità di doverle interpolare e perdendo quindi il grado di precisione cui si ambiva per lo studio idraulico.

Vengono riportate di seguito le due geometrie a confronto con il riferimento delle sezioni

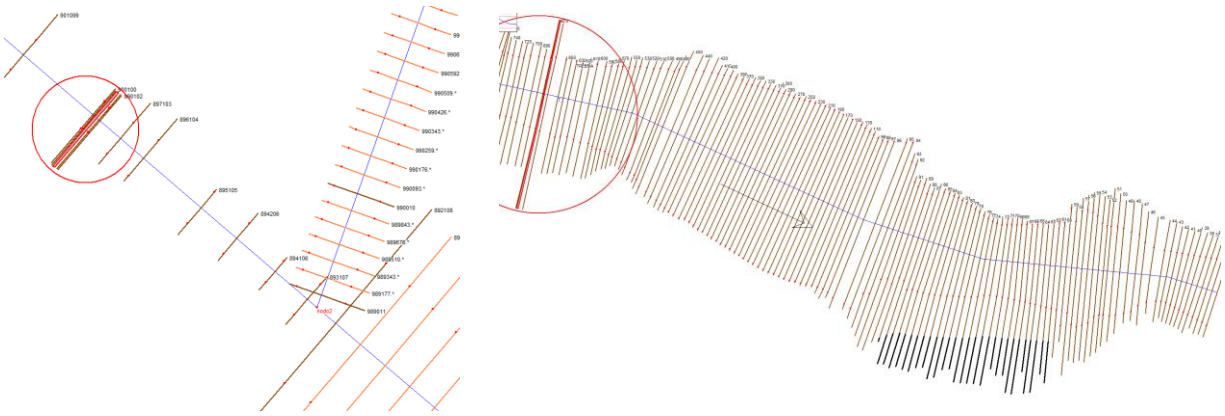


Figura 11: Planimetria con indicazione sezioni da Piano Bacino a sx e da rilievo Eta a dx

La prima planimetria fa riferimento al Piano di Bacino, senza prendere graficamente in considerazione le sezioni interpolate, mentre la seconda all'analisi condotta dallo scrivente.

Per potere confrontare le due simulazioni viene adottato come riferimento grafico il ponte esistente (cerchiato in rosso nella figura soprastante):

- il tratto di alveo indagato per mezzo dell'analisi condotta dallo scrivente parte da circa 200 m a monte dell'impalcato del ponte esistente e si sviluppa sino a circa 700 m a valle.
- il tratto di alveo indagato dal Piano di Bacino ed utilizzato per la comparazione parte da circa 200 m a monte del ponte e si estende sino alla confluenza con il T. Terenzone (nodo 2) e si sviluppa quindi per una lunghezza di circa 1,1 km a partire dall'impalcato del ponte verso valle.
- .la sovrapposizione tra i due rilievi è stata effettuata dunque utilizzando come riferimento le sezioni poste immediatamente a monte ed a valle del ponte esistente, le quali nel piano di bacino sono numerate rispettivamente n. 900099,5 e 899101; mentre nell'analisi dello scrivente sono numerate rispettivamente n. 670 e 660. Inoltre il tratto indagato per lo studio idraulico dallo scrivente si protrae fino alla sezione n. 894206 dello studio di Piano.

Un'ulteriore raffronto è stato eseguito prendendo in considerazione il ponte.

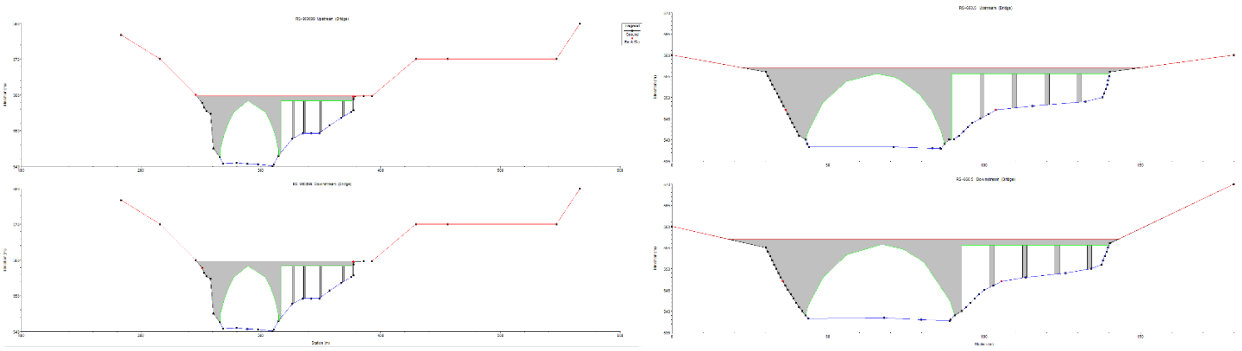


Figura 12: Sezione del ponte – dati estrapolati da Piano Bacino a sinistra e da progetto Eta a destra

Come è possibile osservare dalle figure sopra riportate, l'impalcato del ponte riportato dal Piano di Bacino è impostato a quota 559.73 m rispetto ai 557.00 del rilievo dello studio ETA, la differenza di quota si propaga anche al fondo alveo che risulta a 540.70 m sul Piano e 538.36 m su ETA.

Come evidente la diversità tra i due rilievi consta essenzialmente in una differente quota assoluta di imposta, infatti tra il rilievo del Piano di Bacino e quello effettuato dallo scrivente vi è una discrepanza di 2,30 m su tutte le quote, tale discrepanza permette comunque la comparazione tra i due rilievi in quanto non ne modifica l'andamento qualitativo in valore assoluto.

Di seguito vengono presentate le tabelle riportanti i risultati delle due analisi idrauliche condotte:

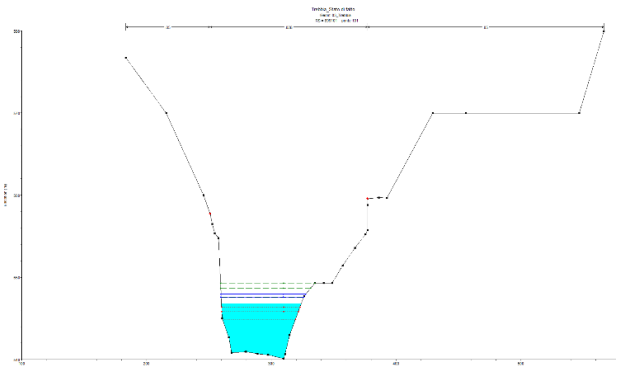
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Treb5	900100	T=50	1250.00	539.58	546.71	545.48	547.80	0.002263	4.61	271.00	57.16	0.68
Treb5	900100	T=200	1740.00	539.58	547.54	546.51	549.05	0.002783	5.44	320.00	61.52	0.76
Treb5	900100	T=500	2055.00	539.58	548.03	547.12	549.78	0.003044	5.86	350.59	64.42	0.80
Treb5	900099.5	T=50	1250.00	540.10	546.98	544.89	547.67	0.001265	3.68	339.35	64.49	0.51
Treb5	900099.5	T=200	1740.00	540.10	547.91	545.83	548.87	0.001517	4.34	400.84	67.60	0.57
Treb5	900099.5	T=500	2055.00	540.10	548.46	546.36	549.58	0.001673	4.69	438.48	70.74	0.60
Treb5	900099		Bridge									
Treb5	899101	T=50	1250.00	540.10	546.81	544.89	547.55	0.001394	3.81	328.37	64.02	0.54
Treb5	899101	T=200	1740.00	540.10	547.59	545.82	548.66	0.001769	4.59	378.97	66.13	0.61
Treb5	899101	T=500	2055.00	540.10	547.97	546.36	549.28	0.002068	5.08	404.37	67.91	0.66
Treb5	898102	T=50	1250.00	540.10	546.80	544.89	547.54	0.001403	3.81	327.69	64.00	0.54
Treb5	898102	T=200	1740.00	540.10	547.57	545.82	548.65	0.001793	4.60	377.95	66.08	0.61
Treb5	898102	T=500	2055.00	540.10	547.95	546.36	549.27	0.002085	5.10	403.07	67.80	0.67

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
TREBBIA	680	Tr 50 anni	1250.00	537.98	543.68		544.89	0.002714	4.88	256.17	55.92	0.73
TREBBIA	680	Tr 200 anni	1740.00	537.98	545.15		546.47	0.002269	5.09	341.85	60.64	0.68
TREBBIA	680	Tr 500 anni	2055.00	537.98	546.04		547.41	0.002055	5.17	397.17	63.47	0.66
TREBBIA	670	Tr 50 anni	1250.00	537.91	543.78	542.51	544.83	0.002185	4.53	276.00	57.24	0.66
TREBBIA	670	Tr 200 anni	1740.00	537.91	545.24	543.48	546.41	0.001911	4.80	362.69	61.73	0.63
TREBBIA	670	Tr 500 anni	2055.00	537.91	546.13	544.05	547.35	0.001769	4.91	418.58	64.62	0.62
TREBBIA	660.5		Bridge									
TREBBIA	660	Tr 50 anni	1250.00	537.75	541.32	542.23	544.56	0.012803	7.98	156.71	54.21	1.50
TREBBIA	660	Tr 200 anni	1740.00	537.75	542.01	543.18	546.07	0.012612	8.93	194.78	55.75	1.53
TREBBIA	660	Tr 500 anni	2055.00	537.75	542.41	543.74	546.97	0.012593	9.47	217.09	56.65	1.54
TREBBIA	650	Tr 50 anni	1250.00	537.67	541.19	542.11	544.43	0.013039	7.97	156.79	55.03	1.51
TREBBIA	650	Tr 200 anni	1740.00	537.67	541.86	543.05	545.95	0.012940	8.95	194.31	56.52	1.54
TREBBIA	650	Tr 500 anni	2055.00	537.67	542.25	543.60	546.84	0.012930	9.49	216.44	57.38	1.56

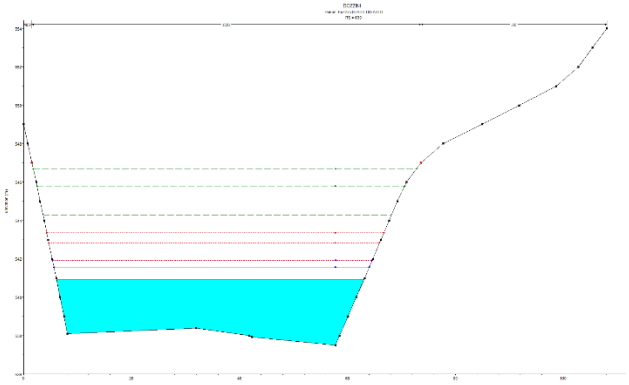
Figura 13: Tabelle risultati stato di fatto Piano Bacino a sinistra e studio Eta a destra

Da notare infine che la stessa differenza in quote assolute si può notare anche nel livello del pelo libero di piena delle due analisi condotte.

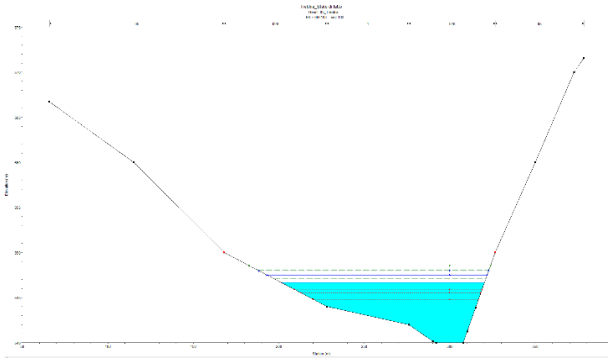
Un ultimo confronto ha riguardato infine alcune sezioni idrauliche del tratto fluviale, laddove le sezioni di piano risultavano sovrapponibili esattamente alle sezioni dell'analisi condotta dallo scrivente.



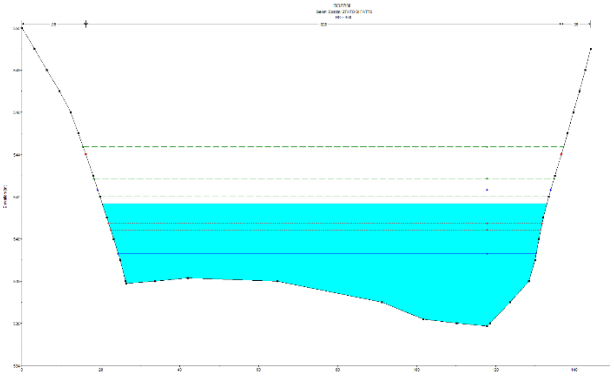
Stato di fatto PIANO, sez. 899101 (10 m a valle del ponte)



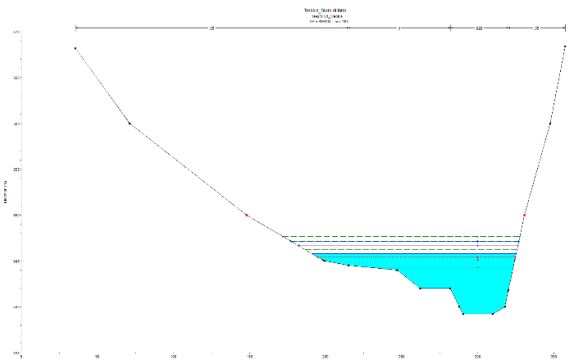
Stato di fatto ETA, sez. 630 (10 m a valle del ponte)



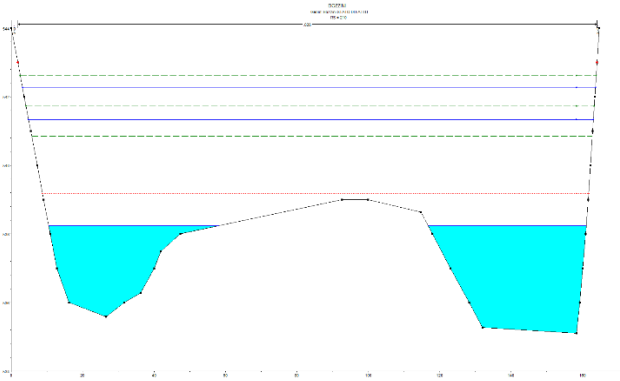
Stato di fatto PIANO, sez. 897103



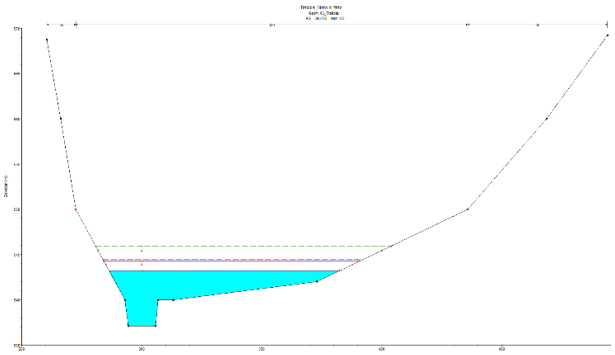
Stato di fatto ETA, sez. 450



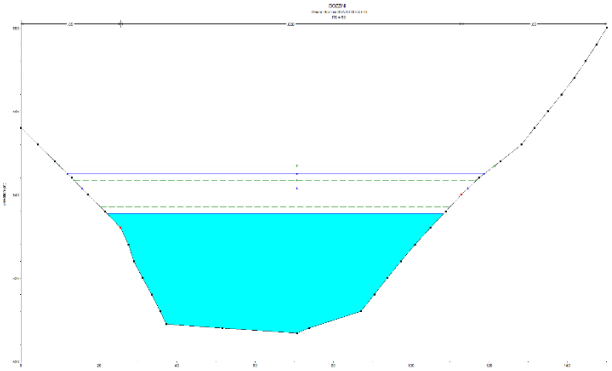
Stato di fatto PIANO, sez. 896104



Stato di fatto ETA, sez. 210



Stato di fatto PIANO, sez. 895105



Stato di fatto ETA, sez. 53

Come si evince dal raffronto, nonostante la medesima collocazione planimetrica, la morfologia di alveo è molto variata nel corso degli anni (ante 2010 studio Piano di Bacino e 2016 studio scrivente): come noto l'azione dell'acqua nei confronti della morfologia del terreno si può riassumere in erosione, trasporto e sedimentazione di materiale; normalmente l'azione erosiva si manifesta nel tratto di monte del corso d'acqua, laddove la velocità delle acque è più elevata e dove le piene stagionali possono scavare anche notevoli quantità di materiale. Il trasporto avviene nella parte mediana del fiume e avviene essenzialmente come carico disciolto, carico sospeso, e carico di fondo, mentre la deposizione avviene verso la foce del fiume e poi successivamente in mare. Il tronco fluviale indagato, come meglio osservabile dalla geometria dello studio di Piano che comprende anche gli affluenti del Trebbia, è compreso tra due affluenti piuttosto ravvicinati: il Pescia ed il Terenzone; questi corsi d'acqua alimentano il torrente principale, aumentandone la portanza e di conseguenza la velocità, favorendo così l'azione erosiva su sponde ed alveo.

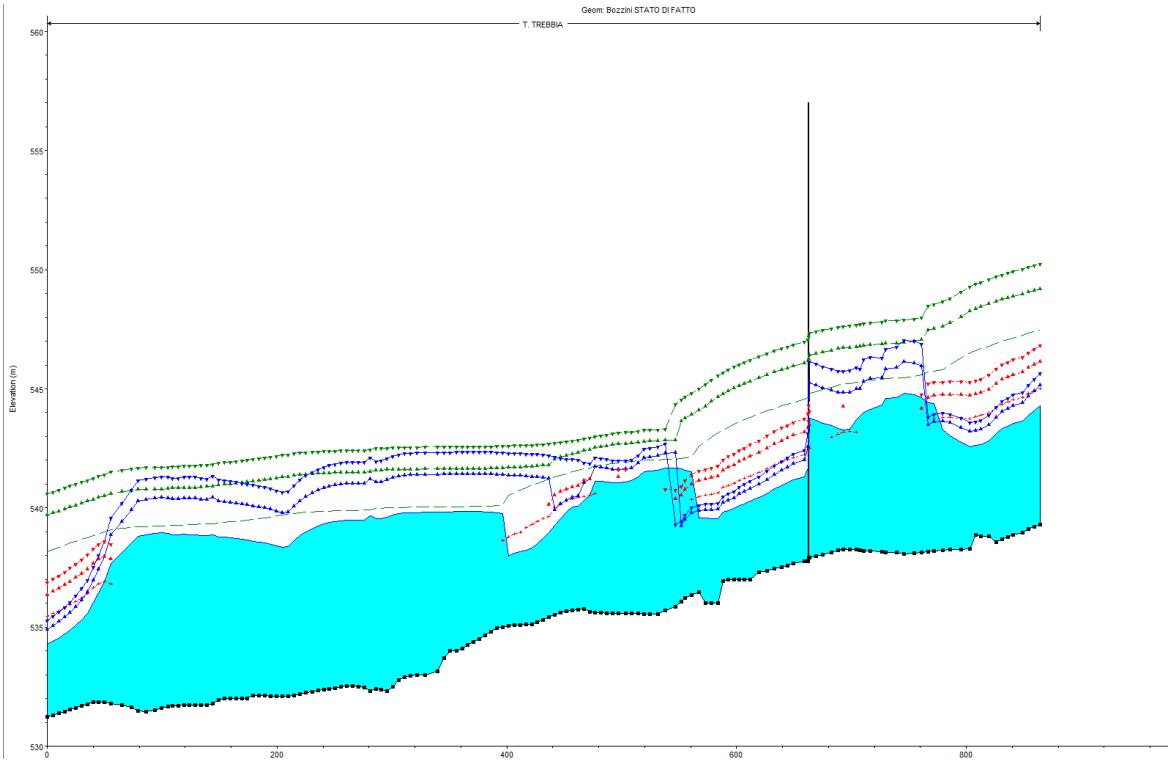


Figura 14. Profilo stato di fatto

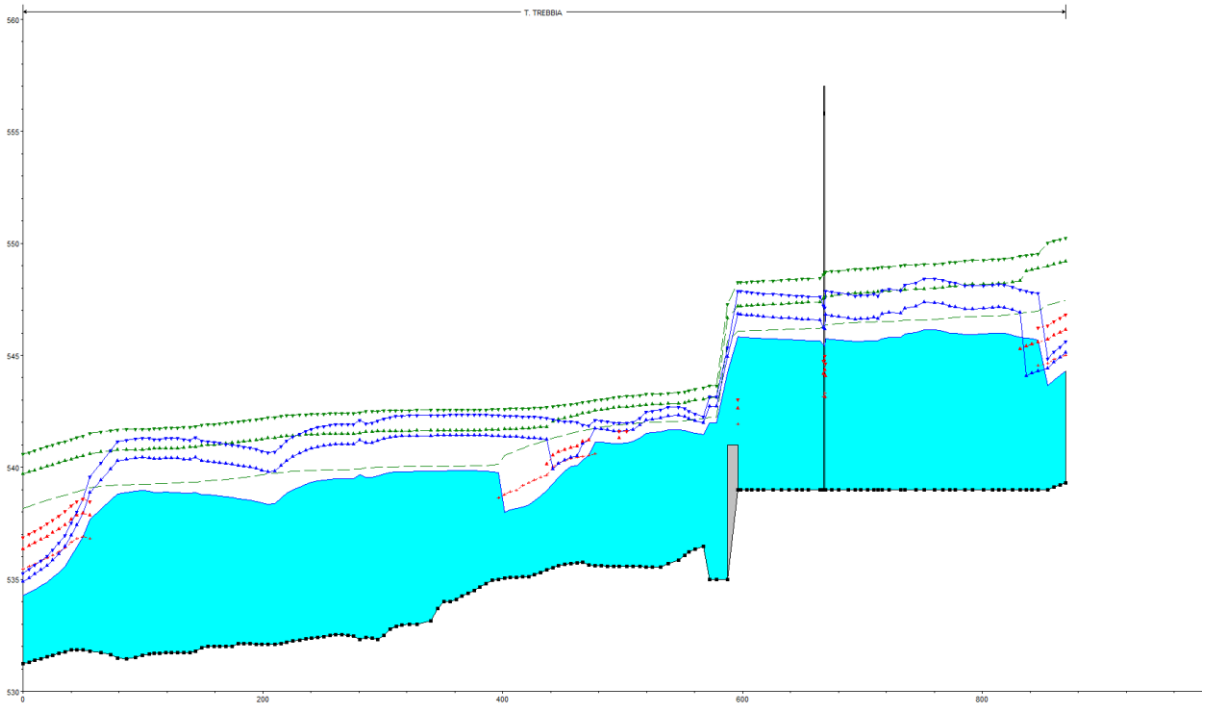


Figura 15. Profilo stato di progetto con paratoia alzata

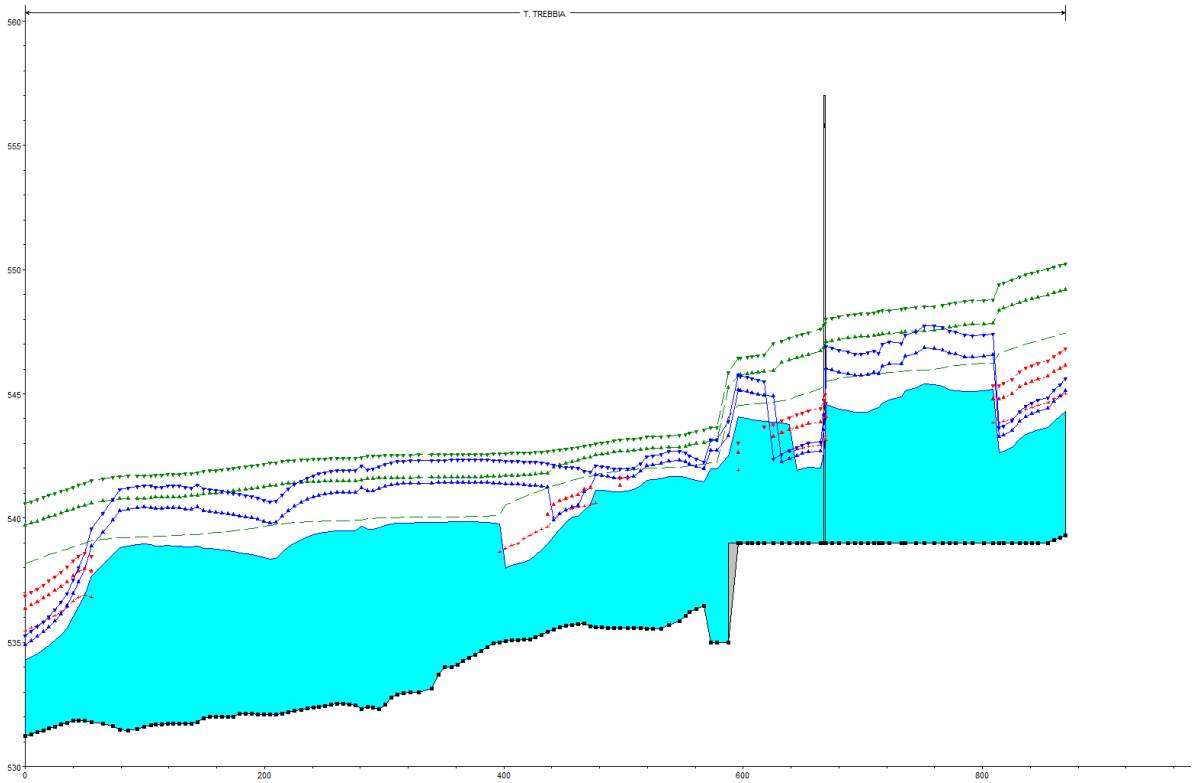


Figura 16. Profilo stato di progetto con paratoia abbassata

4 RISULTATI

I risultati nelle condizioni studiate: stato di fatto, stato di progetto con paratoia abbassata e stato di progetto con paratoia alzata, sono riportati nelle tavole T14 e T15 per le fasce di piena con Qtr 200 e 500 anni, T16, T17 e T18 per le sezioni idrauliche e nelle tavole T19, T20 e T21 per i profili idraulici allegate alla presente relazione. Da queste si può notare che le modifiche più significative per il deflusso della piena prima e dopo l'intervento in progetto avvengono a valle del ponte e nelle condizioni di traversa con la paratoia alzata. Le variazioni di livello sono comunque contenute entro un numero limitato di sezioni esclusivamente a valle del ponte e della traversa di derivazione causato dall'inserimento delle opere in progetto.

4.1 Considerazioni idrauliche di progetto

Il modello idraulico evidenzia come l'inserimento delle strutture della traversa e della centrale non influenzi significativamente i tiranti idrici nel caso della paratoia abbassata rispetto allo stato attuale, mentre ne risente di più nella condizione in cui le paratoie sono alzate soprattutto nelle sezioni subito a monte delle opere in progetto.

Tr=50 anni nella condizione di paratoia abbassata

Per la portata cinquantennale nella condizione di paratoia abbassata la variazione di livello si può riassumere come una variazione media di circa 70 cm (in maggiorazione) in corrispondenza delle sezioni subito a monte del ponte esistente, con corrispondente diminuzione della velocità della corrente mediamente di circa 0.30 m/s, nelle sezioni a monte del ponte. Per le sezioni a valle del ponte sino alla traversa in progetto, la velocità diminuisce in maniera esponenziale fino a raggiungere mediamente i 6 m/s in meno rispetto allo stato attuale. Tale variazione, è dovuta al comportamento della corrente veloce ed al suo passaggio attraverso lo stato critico.
In questo si riscontra un aumento del livello idrico dovuto alla presenza della traversa in progetto, in media 4 m più elevato rispetto all'attuale, per poi riabbassarsi subito a valle della traversa fino al raggiungimento dello stesso livello dello stato attuale in corrispondenza della sezione 450-

Tr=50 anni nella condizione di paratoia alzata

Per la portata cinquantennale nella condizione di paratoia alzata la variazione di livello è maggiore rispetto al caso di paratoia abbassata dovuta all'ostruzione maggiore dello sbarramento. L'aumento del tirante idrico avviene subito a valle del ponte esistente come una variazione media di circa 5 m (in maggiorazione) fino in corrispondenza delle sezioni subito a monte della traversa, con corrispondente diminuzione della velocità della corrente mediamente di circa 6 m/s, nelle sezioni subito a valle del ponte fino a quelle a valle della traversa e della centrale in progetto. Il flusso proseguirà poi verso valle riprendendo la velocità attuale. Come descritto in precedenza tale variazione di velocità, è dovuta al classico comportamento di una corrente veloce in passaggio attraverso lo stato critico. Anche il livello idrico in aumento fino a valle delle opere in progetto tornerà come allo stato attuale poco a valle delle opere in progetto.

Tr=200 anni nella condizione di paratoia abbassata

Nel caso di portata duecentennale la variazione del livello idrico risulta leggermente maggiore rispetto a quello della portata cinquantennale dalla sezione n. 600 dove il tirante aumenta mediamente di 5.30 m fino in prossimità della sezione n. 530 dove sono previste le opere in progetto. In questo tratto anche la velocità del flusso diminuisce a causa del restringimento della sezione fino a -6 m/s alla sezione subito a monte delle opere in progetto (n. 540) e mantenendo il flusso più lento fino alla sezione n. 510 per poi ricominciare ad accelerare riportandosi alle medesime condizioni dello stato attuale verso valle.

Tr=200 anni nella condizione di paratoia alzata

Nel caso di portata duecentennale nella condizione di paratoia alzata i livelli idrici aumentano notevolmente rispetto al caso preso in considerazione precedentemente: infatti il tirante aumenta subito allo sbocco del ponte di circa 4 m e conseguentemente la velocità diminuisce quasi 5 m/s. Questa condizione idraulica si mantiene fino alla sezione 530 oggetto delle opere in progetto per poi ritornare nelle condizioni dello stato attuale subito a valle.

Tr=500 anni nella condizione di paratoia abbassata

Nel caso di portata cinquecentennale la variazione del livello idrico tra stato di fatto e stato di progetto con paratoia abbassata risulta pressochè irrilevante a monte del ponte fino alla sezione 650 a valle dello stesso per poi innalzarsi fino a 5 m alla sezione 540, subito a valle delle opere in progetto con una diminuzione della velocità fino a 6 m/s sempre in corrispondenza della sezione 540. Il tirante idrico si

abbasserà procedendo verso valle per poi riprendere l'altezza dello stato di fatto dalla sezione 440 dove anche la velocità si pareggerà.

Tr=500 anni nella condizione di paratoia alzata

Nel caso di portata cinquecentennale nella condizione di paratoia alzata i livelli idrici, come per la portata duecentennale, aumentano notevolmente rispetto al caso preso in considerazione precedentemente: infatti il tirante aumenta subito allo sbocco del ponte di circa 4 m e conseguentemente la velocità diminuisce quasi 5 m/s. Questa condizione idraulica si mantiene fino alla sezione 530 oggetto delle opere in progetto per poi ritornare alla sezione 450 nelle condizioni dello stato attuale.

4.2 Risultati in formato tabellare

Di seguito si presentano i risultati dell'analisi monodimensionale condotta per le portate di piena cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale nelle condizioni studiate e i raffronti tra lo stato attuale e gli stati di progetto esaminati.

			STATO DI FATTO		**PROGETTO CON TRAVERSA ABBASSATA**		**PROGETTO CON TRAVERSA ALZATA**		**RAFFRONTO STATO DI FATTO/PROGETTO CON TRAVERSA ABBASSATA**		**RAFFRONTO STATO DI FATTO/PROGETTO CON TRAVERSA ALZATA**	
Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
TREBBIA	1000	Tr 50 anni	544.3	7.88	544.29	7.89	544.29	7.89	-0.01	0.01	-0.01	0.01
TREBBIA	1000	Tr 200 anni	545.15	8.97	545.14	8.98	545.14	8.98	-0.01	0.01	-0.01	0.01
TREBBIA	1000	Tr 500 anni	545.63	9.57	545.63	9.58	545.63	9.58	0	0.01	0	0.01
TREBBIA	990	Tr 50 anni	544.09	8.06	544.09	8.05	544.09	8.05	0	-0.01	0	-0.01
TREBBIA	990	Tr 200 anni	544.91	9.14	544.91	9.13	544.91	9.13	0	-0.01	0	-0.01
TREBBIA	990	Tr 500 anni	545.39	9.74	545.38	9.74	545.38	9.74	-0.01	0	-0.01	0
TREBBIA	980	Tr 50 anni	543.9	8.21	543.9	8.2	543.9	8.2	0	-0.01	0	-0.01
TREBBIA	980	Tr 200 anni	544.7	9.28	544.7	9.28	544.7	9.28	0	0	0	0

TREBBIA	980	Tr 500 anni	545.16	9.88	545.16	9.88	545.16	9.88	0	0	0	0
TREBBIA	970	Tr 50 anni	543.63	8.43	543.64	8.41	543.64	8.41	0.01	-0.02	0.01	-0.02
TREBBIA	970	Tr 200 anni	544.4	9.5	544.41	9.49	544.41	9.49	0.01	-0.01	0.01	-0.01
TREBBIA	970	Tr 500 anni	544.85	10.09	544.86	10.09	544.86	10.09	0.01	0	0.01	0
TREBBIA	960	Tr 50 anni	543.57	8.37	543.57	8.37	545.68	5.05	0	0	2.11	-3.32
TREBBIA	960	Tr 200 anni	544.3	9.5	544.31	9.49	544.31	9.49	0.01	-0.01	0.01	-0.01
TREBBIA	960	Tr 500 anni	544.74	10.1	544.74	10.1	547.76	5.93	0	0	3.02	-4.17
TREBBIA	950	Tr 50 anni	543.44	8.43	543.46	8.41	545.72	4.91	0.02	-0.02	2.28	-3.52
TREBBIA	950	Tr 200 anni	544.17	9.57	544.19	9.54	544.19	9.54	0.02	-0.03	0.02	-0.03
TREBBIA	950	Tr 500 anni	544.6	10.17	544.62	10.15	547.82	5.78	0.02	-0.02	3.22	-4.39
TREBBIA	940	Tr 50 anni	543.33	8.48	543.36	8.45	545.76	4.78	0.03	-0.03	2.43	-3.7
TREBBIA	940	Tr 200 anni	544.04	9.62	544.08	9.59	544.08	9.59	0.04	-0.03	0.04	-0.03
TREBBIA	940	Tr 500 anni	544.47	10.23	544.5	10.2	547.86	5.64	0.03	-0.03	3.39	-4.59
TREBBIA	930	Tr 50 anni	543.11	8.64	543.18	8.57	545.81	4.58	0.07	-0.07	2.7	-4.06
TREBBIA	930	Tr 200 anni	543.8	9.78	543.88	9.7	546.9	5.34	0.08	-0.08	3.1	-4.44
TREBBIA	930	Tr 500 anni	544.22	10.38	544.3	10.32	547.93	5.45	0.08	-0.06	3.71	-4.93
TREBBIA	920	Tr 50 anni	542.82	8.84	542.84	8.83	545.91	4.25	0.02	-0.01	3.09	-4.59
TREBBIA	920	Tr 200 anni	543.48	9.98	543.51	9.95	547.02	4.96	0.03	-0.03	3.54	-5.02
TREBBIA	920	Tr 500 anni	543.89	10.58	543.91	10.57	548.05	5.1	0.02	-0.01	4.16	-5.48
TREBBIA	910	Tr 50 anni	542.67	8.88	542.69	8.86	545.98	3.98	0.02	-0.02	3.31	-4.9
TREBBIA	910	Tr 200 anni	543.32	10.03	543.34	10.01	547.12	4.63	0.02	-0.02	3.8	-5.4
TREBBIA	910	Tr 500 anni	543.69	10.65	543.71	10.64	548.15	4.76	0.02	-0.01	4.46	-5.89
TREBBIA	900	Tr 50 anni	542.62	8.85	542.63	8.85	545.99	3.91	0.01	0	3.37	-4.94
TREBBIA	900	Tr 200 anni	543.26	10.02	543.28	10	547.14	4.55	0.02	-0.02	3.88	-5.47

TREBBIA	900	Tr 500 anni	543.63	10.64	543.65	10.63	548.17	4.68	0.02	-0.01	4.54	-5.96
TREBBIA	890	Tr 50 anni	542.56	8.82	545.19	4.54	545.97	3.94	2.63	-4.28	3.41	-4.88
TREBBIA	890	Tr 200 anni	543.21	9.96	546.56	4.99	547.12	4.59	3.35	-4.97	3.91	-5.37
TREBBIA	890	Tr 500 anni	543.59	10.58	547.41	5.2	548.15	4.72	3.82	-5.38	4.56	-5.86
TREBBIA	880	Tr 50 anni	542.74	8.34	545.13	4.62	545.94	3.98	2.39	-3.72	3.2	-4.36
TREBBIA	880	Tr 200 anni	543.38	9.55	546.51	5.06	547.08	4.64	3.13	-4.49	3.7	-4.91
TREBBIA	880	Tr 500 anni	543.75	10.2	547.36	5.27	548.11	4.77	3.61	-4.93	4.36	-5.43
TREBBIA	870	Tr 50 anni	543.02	7.65	545.09	4.67	545.92	4	2.07	-2.98	2.9	-3.65
TREBBIA	870	Tr 200 anni	543.58	9.06	546.47	5.08	547.06	4.65	2.89	-3.98	3.48	-4.41
TREBBIA	870	Tr 500 anni	543.94	9.76	547.34	5.28	548.1	4.78	3.4	-4.48	4.16	-4.98
TREBBIA	860	Tr 50 anni	543.28	7.05	545.09	4.62	545.93	3.95	1.81	-2.43	2.65	-3.1
TREBBIA	860	Tr 200 anni	543.66	8.83	546.49	5.01	547.08	4.58	2.83	-3.82	3.42	-4.25
TREBBIA	860	Tr 500 anni	543.98	9.58	547.36	5.19	548.12	4.69	3.38	-4.39	4.14	-4.89
TREBBIA	850	Tr 50 anni	544.37	5.18	545.13	4.44	545.97	3.76	0.76	-0.74	1.6	-1.42
TREBBIA	850	Tr 200 anni	543.61	8.77	546.59	4.68	547.17	4.25	2.98	-4.09	3.56	-4.52
TREBBIA	850	Tr 500 anni	543.91	9.54	547.49	4.78	548.23	4.29	3.58	-4.76	4.32	-5.25
TREBBIA	840	Tr 50 anni	544.42	5.01	545.16	4.32	545.99	3.66	0.74	-0.69	1.57	-1.35
TREBBIA	840	Tr 200 anni	543.51	8.81	546.62	4.56	547.19	4.14	3.11	-4.25	3.68	-4.67
TREBBIA	840	Tr 500 anni	543.81	9.58	547.53	4.65	548.26	4.18	3.72	-4.93	4.45	-5.4
TREBBIA	830	Tr 50 anni	544.64	4.28	545.3	3.81	546.07	3.31	0.66	-0.47	1.43	-0.97
TREBBIA	830	Tr 200 anni	545.97	4.63	546.75	4.09	547.3	3.74	0.78	-0.54	1.33	-0.89
TREBBIA	830	Tr 500 anni	546.88	4.68	547.67	4.18	548.37	3.78	0.79	-0.5	1.49	-0.9
TREBBIA	820	Tr 50 anni	544.76	3.85	545.37	3.5	546.12	3.06	0.61	-0.35	1.36	-0.79
TREBBIA	820	Tr 200 anni	546.09	4.2	546.83	3.8	547.35	3.52	0.74	-0.4	1.26	-0.68

TREBBIA	820	Tr 500 anni	546.99	4.31	547.73	3.94	548.41	3.61	0.74	-0.37	1.42	-0.7
TREBBIA	810	Tr 50 anni	544.81	3.61	545.4	3.33	546.14	2.94	0.59	-0.28	1.33	-0.67
TREBBIA	810	Tr 200 anni	546.14	3.98	546.86	3.67	547.37	3.42	0.72	-0.31	1.23	-0.56
TREBBIA	810	Tr 500 anni	547.03	4.13	547.75	3.84	548.43	3.53	0.72	-0.29	1.4	-0.6
TREBBIA	800	Tr 50 anni	544.63	4	545.23	3.74	546.02	3.28	0.6	-0.26	1.39	-0.72
TREBBIA	800	Tr 200 anni	545.89	4.5	546.63	4.17	547.19	3.86	0.74	-0.33	1.3	-0.64
TREBBIA	800	Tr 500 anni	546.75	4.69	547.5	4.37	548.23	4	0.75	-0.32	1.48	-0.69
TREBBIA	790	Tr 50 anni	544.59	4.07	545.14	3.94	545.96	3.43	0.55	-0.13	1.37	-0.64
TREBBIA	790	Tr 200 anni	545.82	4.62	546.51	4.39	547.1	4.05	0.69	-0.23	1.28	-0.57
TREBBIA	790	Tr 500 anni	546.66	4.84	547.38	4.61	548.13	4.19	0.72	-0.23	1.47	-0.65
TREBBIA	780	Tr 50 anni	544.32	4.61	544.87	4.48	545.8	3.81	0.55	-0.13	1.48	-0.8
TREBBIA	780	Tr 200 anni	545.46	5.25	546.2	4.98	546.87	4.52	0.74	-0.27	1.41	-0.73
TREBBIA	780	Tr 500 anni	546.29	5.48	547.04	5.21	547.9	4.67	0.75	-0.27	1.61	-0.81
TREBBIA	770	Tr 50 anni	544.13	4.92	544.75	4.69	545.8	3.78	0.62	-0.23	1.67	-1.14
TREBBIA	770	Tr 200 anni	545.43	5.26	546.22	4.88	546.9	4.36	0.79	-0.38	1.47	-0.9
TREBBIA	770	Tr 500 anni	546.32	5.34	547.1	5	547.96	4.42	0.78	-0.34	1.64	-0.92
TREBBIA	760	Tr 50 anni	544.03	5.07	544.64	4.86	545.75	3.86	0.61	-0.21	1.72	-1.21
TREBBIA	760	Tr 200 anni	545.32	5.43	546.12	5.03	546.84	4.46	0.8	-0.4	1.52	-0.97
TREBBIA	760	Tr 500 anni	546.22	5.48	547.01	5.14	547.9	4.52	0.79	-0.34	1.68	-0.96
TREBBIA	750	Tr 50 anni	543.85	5.36	544.46	5.16	545.64	4.1	0.61	-0.2	1.79	-1.26
TREBBIA	750	Tr 200 anni	545	5.92	545.81	5.54	546.63	4.86	0.81	-0.38	1.63	-1.06
TREBBIA	750	Tr 500 anni	545.83	6.08	546.64	5.73	547.66	4.97	0.81	-0.35	1.83	-1.11
TREBBIA	740	Tr 50 anni	543.7	5.59	544.38	5.28	545.66	4.02	0.68	-0.31	1.96	-1.57
TREBBIA	740	Tr 200 anni	545	5.88	545.86	5.38	546.69	4.68	0.86	-0.5	1.69	-1.2

TREBBIA	740	Tr 500 anni	545.89	5.9	546.73	5.49	547.74	4.73	0.84	-0.41	1.85	-1.17
TREBBIA	730	Tr 50 anni	543.29	6.16	544.28	5.42	545.64	4.05	0.99	-0.74	2.35	-2.11
TREBBIA	730	Tr 200 anni	544.86	6.07	545.78	5.49	546.64	4.75	0.92	-0.58	1.78	-1.32
TREBBIA	730	Tr 500 anni	545.78	6.04	546.65	5.6	547.69	4.8	0.87	-0.44	1.91	-1.24
TREBBIA	720	Tr 50 anni	543.27	6.16	544.25	5.42	545.63	4.06	0.98	-0.74	2.36	-2.1
TREBBIA	720	Tr 200 anni	544.83	6.07	545.75	5.52	546.62	4.77	0.92	-0.55	1.79	-1.3
TREBBIA	720	Tr 500 anni	545.75	6.07	546.61	5.64	547.67	4.83	0.86	-0.43	1.92	-1.24
TREBBIA	710	Tr 50 anni	543.32	5.98	544.26	5.35	545.62	4.04	0.94	-0.63	2.3	-1.94
TREBBIA	710	Tr 200 anni	544.85	6	545.75	5.5	546.62	4.76	0.9	-0.5	1.77	-1.24
TREBBIA	710	Tr 500 anni	545.75	6.02	546.6	5.63	547.66	4.83	0.85	-0.39	1.91	-1.19
TREBBIA	700	Tr 50 anni	543.47	5.57	544.33	5.12	545.65	3.92	0.86	-0.45	2.18	-1.65
TREBBIA	700	Tr 200 anni	544.94	5.72	545.81	5.3	546.67	4.56	0.87	-0.42	1.73	-1.16
TREBBIA	700	Tr 500 anni	545.85	5.76	546.69	5.38	547.74	4.58	0.84	-0.38	1.89	-1.18
TREBBIA	690	Tr 50 anni	543.56	5.25	544.4	4.88	545.68	3.78	0.84	-0.37	2.12	-1.47
TREBBIA	690	Tr 200 anni	545.03	5.44	545.87	5.08	546.71	4.4	0.84	-0.36	1.68	-1.04
TREBBIA	690	Tr 500 anni	545.93	5.5	546.75	5.16	547.78	4.41	0.82	-0.34	1.85	-1.09
TREBBIA	680	Tr 50 anni	543.68	4.88	544.48	4.58	545.72	3.6	0.8	-0.3	2.04	-1.28
TREBBIA	680	Tr 200 anni	545.15	5.09	545.96	4.8	546.77	4.2	0.81	-0.29	1.62	-0.89
TREBBIA	680	Tr 500 anni	546.04	5.17	546.83	4.9	547.83	4.23	0.79	-0.27	1.79	-0.94
TREBBIA	670	Tr 50 anni	543.78	4.53	544.56	4.31	545.75	3.44	0.78	-0.22	1.97	-1.09
TREBBIA	670	Tr 200 anni	545.24	4.8	546.03	4.57	546.81	4.02	0.79	-0.23	1.57	-0.78
TREBBIA	670	Tr 500 anni	546.13	4.91	546.9	4.69	547.87	4.08	0.77	-0.22	1.74	-0.83
TREBBIA	660.5	PONTE										

TREBBIA	660	Tr 50 anni	541.32	7.98	542.02	7.94	545.65	3.33	0.7	-0.04	4.33	-4.65
TREBBIA	660	Tr 200 anni	542.01	8.93	542.68	8.93	546.58	3.97	0.67	0	4.57	-4.96
TREBBIA	660	Tr 500 anni	542.41	9.47	543.06	9.46	547.61	4.03	0.65	-0.01	5.2	-5.44
TREBBIA	650	Tr 50 anni	541.19	7.97	542.04	7.67	545.65	3.26	0.85	-0.3	4.46	-4.71
TREBBIA	650	Tr 200 anni	541.86	8.95	542.67	8.75	546.59	3.9	0.81	-0.2	4.73	-5.05
TREBBIA	650	Tr 500 anni	542.25	9.49	543.03	9.32	547.62	3.95	0.78	-0.17	5.37	-5.54
TREBBIA	640	Tr 50 anni	541.06	8.05	541.99	7.65	545.66	3.2	0.93	-0.4	4.6	-4.85
TREBBIA	640	Tr 200 anni	541.72	9.04	542.59	8.76	546.6	3.82	0.87	-0.28	4.88	-5.22
TREBBIA	640	Tr 500 anni	542.1	9.58	542.95	9.34	547.64	3.88	0.85	-0.24	5.54	-5.7
TREBBIA	630	Tr 50 anni	540.93	8.11	541.92	7.67	545.68	3.11	0.99	-0.44	4.75	-5
TREBBIA	630	Tr 200 anni	541.57	9.11	542.5	8.79	546.62	3.72	0.93	-0.32	5.05	-5.39
TREBBIA	630	Tr 500 anni	541.94	9.66	542.85	9.38	547.66	3.8	0.91	-0.28	5.72	-5.86
TREBBIA	620	Tr 50 anni	540.8	8.15	543.77	4.38	545.7	3.01	2.97	-3.77	4.9	-5.14
TREBBIA	620	Tr 200 anni	541.41	9.18	542.39	8.81	546.65	3.61	0.98	-0.37	5.24	-5.57
TREBBIA	620	Tr 500 anni	541.77	9.73	542.73	9.41	547.67	3.71	0.96	-0.32	5.9	-6.02
									0	0	0	0
TREBBIA	610	Tr 50 anni	540.61	8.25	543.82	4.17	545.72	2.9	3.21	-4.08	5.11	-5.35
TREBBIA	610	Tr 200 anni	541.2	9.29	542.25	8.86	546.68	3.47	1.05	-0.43	5.48	-5.82
TREBBIA	610	Tr 500 anni	541.54	9.85	542.57	9.47	547.71	3.57	1.03	-0.38	6.17	-6.28
TREBBIA	600	Tr 50 anni	540.43	8.31	543.87	3.95	545.74	2.78	3.44	-4.36	5.31	-5.53
TREBBIA	600	Tr 200 anni	540.99	9.38	544.9	4.48	546.71	3.33	3.91	-4.9	5.72	-6.05
TREBBIA	600	Tr 500 anni	541.31	9.95	542.39	9.54	547.74	3.42	1.08	-0.41	6.43	-6.53
TREBBIA	590	Tr 50 anni	540.28	8.33	543.9	3.8	545.75	2.69	3.62	-4.53	5.47	-5.64
TREBBIA	590	Tr 200 anni	540.81	9.41	544.94	4.3	546.72	3.24	4.13	-5.11	5.91	-6.17
TREBBIA	590	Tr 500 anni	541.12	10	545.5	4.6	547.75	3.34	4.38	-5.4	6.63	-6.66

TREBBIA	580	Tr 50 anni	540.17	8.34	543.93	3.65	545.76	2.59	3.76	-4.69	5.59	-5.75
TREBBIA	580	Tr 200 anni	540.68	9.44	544.98	4.13	546.75	3.11	4.3	-5.31	6.07	-6.33
TREBBIA	580	Tr 500 anni	540.98	10.03	545.56	4.41	547.78	3.21	4.58	-5.62	6.8	-6.82
TREBBIA	570	Tr 50 anni	540.1	8.29	543.96	3.52	545.78	2.5	3.86	-4.77	5.68	-5.79
TREBBIA	570	Tr 200 anni	540.59	9.43	545.02	3.97	546.77	3	4.43	-5.46	6.18	-6.43
TREBBIA	570	Tr 500 anni	540.88	10.04	545.61	4.23	547.81	3.09	4.73	-5.81	6.93	-6.95
TREBBIA	560	Tr 50 anni	539.96	8.35	544.01	3.3	545.8	2.38	4.05	-5.05	5.84	-5.97
TREBBIA	560	Tr 200 anni	540.42	9.51	545.08	3.74	546.8	2.86	4.66	-5.77	6.38	-6.65
TREBBIA	560	Tr 500 anni	540.7	10.13	545.67	3.99	547.84	2.95	4.97	-6.14	7.14	-7.18
TREBBIA	550	Tr 50 anni	539.9	8.25	544.04	3.15	545.81	2.29	4.14	-5.1	5.91	-5.96
TREBBIA	550	Tr 200 anni	540.33	9.46	545.12	3.58	546.82	2.75	4.79	-5.88	6.49	-6.71
TREBBIA	550	Tr 500 anni	540.59	10.11	545.72	3.83	547.86	2.85	5.13	-6.28	7.27	-7.26
TREBBIA	540	Tr 50 anni	539.83	8.22	544.07	3.01	545.82	2.22	4.24	-5.21	5.99	-6
TREBBIA	540	Tr 200 anni	540.24	9.45	545.16	3.43	546.84	2.68	4.92	-6.02	6.6	-6.77
TREBBIA	540	Tr 500 anni	540.48	10.11	545.76	3.69	547.87	2.78	5.28	-6.42	7.39	-7.33
TREBBIA	530	Tr 50 anni	539.56	8.39								
TREBBIA	530	Tr 200 anni	539.96	9.61	OPERE IN PROGETTO: TRAVERSA E CENTRALE							
TREBBIA	530	Tr 500 anni	540.19	10.27								
TREBBIA	520	Tr 50 anni	539.55	8.19	541.97	2.26	541.97	2.26	2.42	-5.93	2.42	-5.93
TREBBIA	520	Tr 200 anni	539.93	9.45	542.72	2.81	542.72	2.81	2.79	-6.64	2.79	-6.64
TREBBIA	520	Tr 500 anni	540.15	10.12	543.16	3.12	543.16	3.12	3.01	-7	3.01	-7
TREBBIA	510	Tr 50 anni	539.57	7.93	541.98	2.22	541.98	2.22	2.41	-5.71	2.41	-5.71
TREBBIA	510	Tr 200 anni	539.93	9.23	542.72	2.76	542.72	2.76	2.79	-6.47	2.79	-6.47
TREBBIA	510	Tr 500 anni	540.15	9.93	543.17	3.06	543.17	3.06	3.02	-6.87	3.02	-6.87

TREBBIA	500	Tr 50 anni	539.57	7.73	541.46	3.75	541.46	3.75	1.89	-3.98	1.89	-3.98
TREBBIA	500	Tr 200 anni	539.9	9.09	541.98	4.56	541.98	4.56	2.08	-4.53	2.08	-4.53
TREBBIA	500	Tr 500 anni	540.1	9.8	542.27	5.03	542.27	5.03	2.17	-4.77	2.17	-4.77
TREBBIA	490	Tr 50 anni	541.51	3.52	541.51	3.52	541.51	3.52	0	0	0	0
TREBBIA	490	Tr 200 anni	539.8	8.98	542.06	4.26	542.06	4.26	2.26	-4.72	2.26	-4.72
TREBBIA	490	Tr 500 anni	540	9.71	542.38	4.67	542.38	4.67	2.38	-5.04	2.38	-5.04
TREBBIA	480	Tr 50 anni	541.58	3.19	541.58	3.19	541.58	3.19	0	0	0	0
TREBBIA	480	Tr 200 anni	539.52	9.13	542.16	3.86	542.16	3.86	2.64	-5.27	2.64	-5.27
TREBBIA	480	Tr 500 anni	539.71	9.84	542.51	4.23	542.51	4.23	2.8	-5.61	2.8	-5.61
TREBBIA	470	Tr 50 anni	541.64	2.89	541.64	2.89	541.64	2.89	0	0	0	0
TREBBIA	470	Tr 200 anni	539.25	9.29	542.25	3.49	542.25	3.49	3	-5.8	3	-5.8
TREBBIA	470	Tr 500 anni	539.44	10	542.62	3.82	542.62	3.82	3.18	-6.18	3.18	-6.18
TREBBIA	450	Tr 50 anni	541.67	2.69	541.67	2.69	541.67	2.69	0	0	0	0
TREBBIA	450	Tr 200 anni	542.31	3.25	542.31	3.25	542.31	3.25	0	0	0	0
TREBBIA	450	Tr 500 anni	539.32	9.95	542.68	3.55	542.68	3.55	3.36	-6.4	3.36	-6.4
TREBBIA	440	Tr 50 anni	541.67	2.69	541.67	2.69	541.67	2.69	0	0	0	0
TREBBIA	440	Tr 200 anni	542.3	3.23	542.3	3.23	542.3	3.23	0	0	0	0
TREBBIA	440	Tr 500 anni	542.68	3.52	542.68	3.52	542.68	3.52	0	0	0	0
TREBBIA	430	Tr 50 anni	541.58	2.93	541.58	2.93	541.58	2.93	0	0	0	0
TREBBIA	430	Tr 200 anni	542.2	3.49	542.2	3.49	542.2	3.49	0	0	0	0
TREBBIA	430	Tr 500 anni	542.56	3.79	542.56	3.79	542.56	3.79	0	0	0	0
TREBBIA	420	Tr 50 anni	541.54	3.03	541.54	3.03	541.54	3.03	0	0	0	0
TREBBIA	420	Tr 200 anni	542.15	3.59	542.15	3.59	542.15	3.59	0	0	0	0
TREBBIA	420	Tr 500 anni	542.51	3.89	542.51	3.89	542.51	3.89	0	0	0	0

TREBBIA	410	Tr 50 anni	541.51	3.1	541.51	3.1	541.51	3.1	0	0	0	0
TREBBIA	410	Tr 200 anni	542.11	3.65	542.11	3.65	542.11	3.65	0	0	0	0
TREBBIA	410	Tr 500 anni	542.47	3.94	542.47	3.94	542.47	3.94	0	0	0	0
TREBBIA	400	Tr 50 anni	541.32	3.58	541.32	3.58	541.32	3.58	0	0	0	0
TREBBIA	400	Tr 200 anni	541.87	4.16	541.87	4.16	541.87	4.16	0	0	0	0
TREBBIA	400	Tr 500 anni	542.21	4.47	542.21	4.47	542.21	4.47	0	0	0	0
TREBBIA	390	Tr 50 anni	541.16	3.91	541.16	3.91	541.16	3.91	0	0	0	0
TREBBIA	390	Tr 200 anni	541.68	4.52	541.68	4.52	541.68	4.52	0	0	0	0
TREBBIA	390	Tr 500 anni	542.01	4.82	542.01	4.82	542.01	4.82	0	0	0	0
TREBBIA	380	Tr 50 anni	541.1	4.01	541.1	4.01	541.1	4.01	0	0	0	0
TREBBIA	380	Tr 200 anni	541.64	4.57	541.64	4.57	541.64	4.57	0	0	0	0
TREBBIA	380	Tr 500 anni	541.98	4.83	541.98	4.83	541.98	4.83	0	0	0	0
TREBBIA	370	Tr 50 anni	541.06	4.04	541.06	4.04	541.06	4.04	0	0	0	0
TREBBIA	370	Tr 200 anni	541.61	4.57	541.61	4.57	541.61	4.57	0	0	0	0
TREBBIA	370	Tr 500 anni	541.97	4.81	541.97	4.81	541.97	4.81	0	0	0	0
TREBBIA	360	Tr 50 anni	541.05	3.99	541.05	3.99	541.05	3.99	0	0	0	0
TREBBIA	360	Tr 200 anni	541.62	4.49	541.62	4.49	541.62	4.49	0	0	0	0
TREBBIA	360	Tr 500 anni	541.98	4.72	541.98	4.72	541.98	4.72	0	0	0	0
TREBBIA	350	Tr 50 anni	541.08	3.82	541.08	3.82	541.08	3.82	0	0	0	0
TREBBIA	350	Tr 200 anni	541.66	4.29	541.66	4.29	541.66	4.29	0	0	0	0
TREBBIA	350	Tr 500 anni	542.03	4.51	542.03	4.51	542.03	4.51	0	0	0	0
TREBBIA	340	Tr 50 anni	541.11	3.66	541.11	3.66	541.11	3.66	0	0	0	0
TREBBIA	340	Tr 200 anni	541.7	4.11	541.7	4.11	541.7	4.11	0	0	0	0
TREBBIA	340	Tr 500 anni	542.07	4.32	542.07	4.32	542.07	4.32	0	0	0	0

TREBBIA	330	Tr 50 anni	541.13	3.51	541.13	3.51	541.13	3.51	0	0	0	0
TREBBIA	330	Tr 200 anni	541.73	3.95	541.73	3.95	541.73	3.95	0	0	0	0
TREBBIA	330	Tr 500 anni	542.11	4.16	542.11	4.16	542.11	4.16	0	0	0	0
TREBBIA	320	Tr 50 anni	540.53	4.76	540.53	4.76	540.53	4.76	0	0	0	0
TREBBIA	320	Tr 200 anni	541.21	4.95	541.21	4.95	541.21	4.95	0	0	0	0
TREBBIA	320	Tr 500 anni	541.87	4.61	541.87	4.61	541.87	4.61	0	0	0	0
TREBBIA	310	Tr 50 anni	540.31	5.09	540.31	5.1	540.31	5.1	0	0.01	0	0.01
TREBBIA	310	Tr 200 anni	541.05	5.17	541.05	5.17	541.05	5.17	0	0	0	0
TREBBIA	310	Tr 500 anni	541.89	4.49	541.89	4.49	541.89	4.49	0	0	0	0
TREBBIA	300	Tr 50 anni	540.08	5.41	540.08	5.41	540.08	5.41	0	0	0	0
TREBBIA	300	Tr 200 anni	540.49	6	540.49	6	540.49	6	0	0	0	0
TREBBIA	300	Tr 500 anni	542.02	4.02	542.02	4.02	542.02	4.02	0	0	0	0
TREBBIA	290	Tr 50 anni	540.03	5.38	540.03	5.38	540.03	5.38	0	0	0	0
TREBBIA	290	Tr 200 anni	540.43	5.99	540.43	5.99	540.44	5.99	0	0	0.01	0
TREBBIA	290	Tr 500 anni	542.03	3.92	542.03	3.92	542.03	3.92	0	0	0	0
TREBBIA	280	Tr 50 anni	539.81	5.65	539.81	5.65	539.81	5.65	0	0	0	0
TREBBIA	280	Tr 200 anni	540.31	6.08	540.31	6.08	540.31	6.08	0	0	0	0
TREBBIA	280	Tr 500 anni	542.06	3.79	542.06	3.79	542.06	3.79	0	0	0	0
TREBBIA	270	Tr 50 anni	539.54	5.99	539.54	5.99	539.54	5.99	0	0	0	0
TREBBIA	270	Tr 200 anni	540.15	6.22	540.15	6.22	540.15	6.22	0	0	0	0
TREBBIA	270	Tr 500 anni	542.09	3.63	542.09	3.63	542.09	3.63	0	0	0	0
TREBBIA	260	Tr 50 anni	539.27	6.3	539.27	6.3	539.27	6.3	0	0	0	0
TREBBIA	260	Tr 200 anni	539.92	6.47	539.92	6.47	539.92	6.46	0	0	0	-0.01
TREBBIA	260	Tr 500 anni	542.13	3.43	542.13	3.43	542.13	3.43	0	0	0	0

TREBBIA	250	Tr 50 anni	538.96	6.65	538.96	6.65	538.96	6.65	0	0	0	0
TREBBIA	250	Tr 200 anni	541.25	3.3	541.25	3.3	541.25	3.3	0	0	0	0
TREBBIA	250	Tr 500 anni	542.21	3.05	542.21	3.05	542.21	3.05	0	0	0	0
TREBBIA	240	Tr 50 anni	538.72	6.88	538.72	6.88	538.72	6.88	0	0	0	0
TREBBIA	240	Tr 200 anni	541.27	3.16	541.27	3.16	541.27	3.16	0	0	0	0
TREBBIA	240	Tr 500 anni	542.23	2.94	542.23	2.94	542.23	2.94	0	0	0	0
TREBBIA	230	Tr 50 anni	538.51	7.05	538.51	7.05	538.51	7.05	0	0	0	0
TREBBIA	230	Tr 200 anni	541.3	3.03	541.3	3.03	541.3	3.03	0	0	0	0
TREBBIA	230	Tr 500 anni	542.25	2.84	542.25	2.84	542.25	2.84	0	0	0	0
TREBBIA	220	Tr 50 anni	538.32	7.18	538.32	7.18	538.32	7.18	0	0	0	0
TREBBIA	220	Tr 200 anni	541.32	2.9	541.32	2.9	541.32	2.9	0	0	0	0
TREBBIA	220	Tr 500 anni	542.26	2.74	542.26	2.74	542.26	2.74	0	0	0	0
TREBBIA	210	Tr 50 anni	538.24	7.17	538.24	7.17	538.24	7.17	0	0	0	0
TREBBIA	210	Tr 200 anni	541.33	2.79	541.33	2.79	541.33	2.79	0	0	0	0
TREBBIA	210	Tr 500 anni	542.27	2.65	542.27	2.65	542.27	2.65	0	0	0	0
TREBBIA	200	Tr 50 anni	538.18	7.1	538.18	7.1	538.18	7.1	0	0	0	0
TREBBIA	200	Tr 200 anni	541.36	2.64	541.36	2.64	541.36	2.64	0	0	0	0
TREBBIA	200	Tr 500 anni	542.29	2.54	542.29	2.54	542.29	2.54	0	0	0	0
TREBBIA	190	Tr 50 anni	538.11	7.04	538.11	7.04	538.11	7.04	0	0	0	0
TREBBIA	190	Tr 200 anni	541.36	2.58	541.36	2.58	541.36	2.58	0	0	0	0
TREBBIA	190	Tr 500 anni	542.3	2.5	542.3	2.5	542.3	2.5	0	0	0	0
TREBBIA	180	Tr 50 anni	537.98	7.06	537.98	7.06	537.98	7.06	0	0	0	0
TREBBIA	180	Tr 200 anni	541.37	2.52	541.37	2.52	541.37	2.52	0	0	0	0
TREBBIA	180	Tr 500 anni	542.3	2.45	542.3	2.45	542.3	2.45	0	0	0	0

TREBBIA	170	Tr 50 anni	539.75	2.73	539.75	2.73	539.75	2.73	0	0	0	0
TREBBIA	170	Tr 200 anni	541.38	2.44	541.38	2.44	541.38	2.44	0	0	0	0
TREBBIA	170	Tr 500 anni	542.31	2.39	542.31	2.39	542.31	2.39	0	0	0	0
TREBBIA	160	Tr 50 anni	539.78	2.53	539.78	2.53	539.78	2.53	0	0	0	0
TREBBIA	160	Tr 200 anni	541.4	2.33	541.4	2.33	541.4	2.33	0	0	0	0
TREBBIA	160	Tr 500 anni	542.32	2.3	542.32	2.3	542.32	2.3	0	0	0	0
TREBBIA	150	Tr 50 anni	539.82	2.29	539.82	2.29	539.82	2.29	0	0	0	0
TREBBIA	150	Tr 200 anni	541.42	2.19	541.42	2.19	541.42	2.19	0	0	0	0
TREBBIA	150	Tr 500 anni	542.34	2.19	542.34	2.19	542.34	2.19	0	0	0	0
TREBBIA	140	Tr 50 anni	539.84	2.13	539.84	2.13	539.84	2.13	0	0	0	0
TREBBIA	140	Tr 200 anni	541.43	2.09	541.43	2.09	541.43	2.09	0	0	0	0
TREBBIA	140	Tr 500 anni	542.35	2.11	542.35	2.11	542.35	2.11	0	0	0	0
TREBBIA	130	Tr 50 anni	539.85	2.04	539.85	2.04	539.85	2.04	0	0	0	0
TREBBIA	130	Tr 200 anni	541.44	2.04	541.44	2.04	541.44	2.04	0	0	0	0
TREBBIA	130	Tr 500 anni	542.35	2.06	542.35	2.06	542.35	2.06	0	0	0	0
TREBBIA	120	Tr 50 anni	539.86	1.98	539.86	1.98	539.86	1.98	0	0	0	0
TREBBIA	120	Tr 200 anni	541.44	2.01	541.44	2.01	541.44	2.01	0	0	0	0
TREBBIA	120	Tr 500 anni	542.36	2.04	542.36	2.04	542.36	2.04	0	0	0	0
TREBBIA	110	Tr 50 anni	539.86	1.96	539.86	1.96	539.86	1.96	0	0	0	0
TREBBIA	110	Tr 200 anni	541.44	2	541.44	2	541.44	2	0	0	0	0
TREBBIA	110	Tr 500 anni	542.35	2.04	542.35	2.04	542.35	2.04	0	0	0	0
TREBBIA	100	Tr 50 anni	539.86	1.96	539.86	1.96	539.86	1.96	0	0	0	0
TREBBIA	100	Tr 200 anni	541.44	2.01	541.44	2.01	541.44	2.01	0	0	0	0
TREBBIA	100	Tr 500 anni	542.35	2.05	542.35	2.05	542.35	2.05	0	0	0	0

TREBBIA	99	Tr 50 anni	539.85	1.97	539.85	1.97	539.85	1.97	0	0	0	0
TREBBIA	99	Tr 200 anni	541.43	2.02	541.43	2.02	541.43	2.02	0	0	0	0
TREBBIA	99	Tr 500 anni	542.35	2.06	542.35	2.06	542.35	2.06	0	0	0	0
TREBBIA	98	Tr 50 anni	539.83	2.04	539.83	2.04	539.83	2.04	0	0	0	0
TREBBIA	98	Tr 200 anni	541.41	2.09	541.41	2.09	541.41	2.09	0	0	0	0
TREBBIA	98	Tr 500 anni	542.33	2.13	542.33	2.13	542.33	2.13	0	0	0	0
TREBBIA	97	Tr 50 anni	539.83	2.03	539.83	2.03	539.83	2.03	0	0	0	0
TREBBIA	97	Tr 200 anni	541.41	2.09	541.41	2.09	541.41	2.09	0	0	0	0
TREBBIA	97	Tr 500 anni	542.33	2.13	542.33	2.13	542.33	2.13	0	0	0	0
TREBBIA	96	Tr 50 anni	539.82	2.07	539.82	2.07	539.82	2.07	0	0	0	0
TREBBIA	96	Tr 200 anni	541.4	2.12	541.4	2.12	541.4	2.12	0	0	0	0
TREBBIA	96	Tr 500 anni	542.32	2.14	542.32	2.14	542.32	2.14	0	0	0	0
TREBBIA	95	Tr 50 anni	539.81	2.09	539.81	2.09	539.81	2.09	0	0	0	0
TREBBIA	95	Tr 200 anni	541.4	2.12	541.4	2.12	541.4	2.12	0	0	0	0
TREBBIA	95	Tr 500 anni	542.32	2.14	542.32	2.14	542.32	2.14	0	0	0	0
TREBBIA	94	Tr 50 anni	539.8	2.12	539.8	2.12	539.8	2.12	0	0	0	0
TREBBIA	94	Tr 200 anni	541.4	2.12	541.4	2.12	541.4	2.12	0	0	0	0
TREBBIA	94	Tr 500 anni	542.32	2.13	542.32	2.13	542.32	2.13	0	0	0	0
TREBBIA	93	Tr 50 anni	539.8	2.13	539.8	2.13	539.8	2.13	0	0	0	0
TREBBIA	93	Tr 200 anni	541.38	2.18	541.38	2.18	541.38	2.18	0	0	0	0
TREBBIA	93	Tr 500 anni	542.3	2.22	542.3	2.22	542.3	2.22	0	0	0	0
TREBBIA	92	Tr 50 anni	539.8	2.12	539.8	2.12	539.8	2.12	0	0	0	0
TREBBIA	92	Tr 200 anni	541.38	2.18	541.38	2.18	541.38	2.18	0	0	0	0
TREBBIA	92	Tr 500 anni	542.29	2.23	542.29	2.23	542.29	2.23	0	0	0	0

TREBBIA	91	Tr 50 anni	539.75	2.29	539.75	2.29	539.75	2.29	0	0	0	0
TREBBIA	91	Tr 200 anni	541.32	2.44	541.32	2.44	541.32	2.44	0	0	0	0
TREBBIA	91	Tr 500 anni	542.23	2.52	542.23	2.52	542.23	2.52	0	0	0	0
TREBBIA	90	Tr 50 anni	539.7	2.49	539.7	2.49	539.7	2.49	0	0	0	0
TREBBIA	90	Tr 200 anni	541.26	2.64	541.26	2.64	541.26	2.64	0	0	0	0
TREBBIA	90	Tr 500 anni	542.16	2.73	542.16	2.73	542.16	2.73	0	0	0	0
TREBBIA	89	Tr 50 anni	539.62	2.74	539.62	2.74	539.62	2.74	0	0	0	0
TREBBIA	89	Tr 200 anni	541.18	2.85	541.18	2.85	541.18	2.85	0	0	0	0
TREBBIA	89	Tr 500 anni	542.08	2.93	542.08	2.93	542.08	2.93	0	0	0	0
TREBBIA	88	Tr 50 anni	539.55	2.94	539.55	2.94	539.55	2.94	0	0	0	0
TREBBIA	88	Tr 200 anni	541.09	3.14	541.09	3.14	541.09	3.14	0	0	0	0
TREBBIA	88	Tr 500 anni	541.97	3.26	541.97	3.26	541.97	3.26	0	0	0	0
TREBBIA	87	Tr 50 anni	539.54	2.96	539.54	2.96	539.54	2.96	0	0	0	0
TREBBIA	87	Tr 200 anni	541.08	3.14	541.08	3.14	541.08	3.14	0	0	0	0
TREBBIA	87	Tr 500 anni	541.96	3.26	541.96	3.26	541.96	3.26	0	0	0	0
TREBBIA	86	Tr 50 anni	539.67	2.28	539.67	2.28	539.67	2.28	0	0	0	0
TREBBIA	86	Tr 200 anni	541.21	2.49	541.21	2.49	541.21	2.49	0	0	0	0
TREBBIA	86	Tr 500 anni	542.1	2.61	542.1	2.61	542.1	2.61	0	0	0	0
TREBBIA	85	Tr 50 anni	539.48	2.91	539.48	2.91	539.48	2.91	0	0	0	0
TREBBIA	85	Tr 200 anni	541.02	3.09	541.02	3.09	541.02	3.09	0	0	0	0
TREBBIA	85	Tr 500 anni	541.91	3.18	541.91	3.18	541.91	3.18	0	0	0	0
TREBBIA	84	Tr 50 anni	539.48	2.87	539.48	2.87	539.48	2.87	0	0	0	0
TREBBIA	84	Tr 200 anni	541.02	3.05	541.02	3.05	541.02	3.05	0	0	0	0
TREBBIA	84	Tr 500 anni	541.91	3.15	541.91	3.15	541.91	3.15	0	0	0	0
									0	0	0	0

TREBBIA	83	Tr 50 anni	539.49	2.83	539.49	2.83	539.49	2.83	0	0	0	0
TREBBIA	83	Tr 200 anni	541.02	3.03	541.02	3.03	541.02	3.03	0	0	0	0
TREBBIA	83	Tr 500 anni	541.91	3.13	541.91	3.13	541.91	3.13	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	82	Tr 50 anni	539.48	2.82	539.48	2.82	539.48	2.82	0	0	0	0
TREBBIA	82	Tr 200 anni	541.02	3.03	541.02	3.03	541.02	3.03	0	0	0	0
TREBBIA	82	Tr 500 anni	541.91	3.13	541.91	3.13	541.91	3.13	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	81	Tr 50 anni	539.46	2.88	539.46	2.88	539.46	2.88	0	0	0	0
TREBBIA	81	Tr 200 anni	541	3.09	541	3.09	541	3.09	0	0	0	0
TREBBIA	81	Tr 500 anni	541.88	3.2	541.88	3.2	541.88	3.2	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	80	Tr 50 anni	539.43	2.97	539.43	2.97	539.43	2.97	0	0	0	0
TREBBIA	80	Tr 200 anni	540.96	3.19	540.96	3.19	540.96	3.19	0	0	0	0
TREBBIA	80	Tr 500 anni	541.84	3.3	541.84	3.3	541.84	3.3	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	79	Tr 50 anni	539.38	3.1	539.38	3.1	539.38	3.1	0	0	0	0
TREBBIA	79	Tr 200 anni	540.9	3.33	540.9	3.33	540.9	3.33	0	0	0	0
TREBBIA	79	Tr 500 anni	541.79	3.44	541.79	3.44	541.79	3.44	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	78	Tr 50 anni	539.32	3.26	539.32	3.26	539.32	3.26	0	0	0	0
TREBBIA	78	Tr 200 anni	540.83	3.49	540.83	3.49	540.83	3.49	0	0	0	0
TREBBIA	78	Tr 500 anni	541.71	3.61	541.71	3.61	541.71	3.61	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	77	Tr 50 anni	539.24	3.46	539.24	3.46	539.24	3.46	0	0	0	0
TREBBIA	77	Tr 200 anni	540.74	3.71	540.74	3.71	540.74	3.71	0	0	0	0
TREBBIA	77	Tr 500 anni	541.62	3.82	541.62	3.82	541.62	3.82	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	76	Tr 50 anni	539.13	3.71	539.13	3.71	539.13	3.71	0	0	0	0
TREBBIA	76	Tr 200 anni	540.63	3.96	540.63	3.96	540.63	3.96	0	0	0	0
TREBBIA	76	Tr 500 anni	541.5	4.08	541.5	4.08	541.5	4.08	0	0	0	0
									0	0	0	0

TREBBIA	75	Tr 50 anni	539	4.01	539	4.01	539	4.01	0	0	0	0
TREBBIA	75	Tr 200 anni	540.48	4.27	540.48	4.27	540.48	4.27	0	0	0	0
TREBBIA	75	Tr 500 anni	541.35	4.38	541.35	4.38	541.35	4.38	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	74	Tr 50 anni	538.83	4.33	538.83	4.33	538.83	4.33	0	0	0	0
TREBBIA	74	Tr 200 anni	540.3	4.61	540.3	4.61	540.3	4.61	0	0	0	0
TREBBIA	74	Tr 500 anni	541.17	4.73	541.17	4.73	541.17	4.73	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	73	Tr 50 anni	538.63	4.72	538.63	4.72	538.63	4.72	0	0	0	0
TREBBIA	73	Tr 200 anni	540.07	5.01	540.07	5.01	540.07	5.01	0	0	0	0
TREBBIA	73	Tr 500 anni	540.93	5.13	540.93	5.13	540.93	5.13	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	72	Tr 50 anni	538.37	5.16	538.37	5.16	538.37	5.16	0	0	0	0
TREBBIA	72	Tr 200 anni	539.82	5.43	539.82	5.43	539.82	5.43	0	0	0	0
TREBBIA	72	Tr 500 anni	540.68	5.54	540.68	5.54	540.68	5.54	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	71	Tr 50 anni	538.36	5.15	538.36	5.15	538.36	5.15	0	0	0	0
TREBBIA	71	Tr 200 anni	539.8	5.42	539.8	5.42	539.8	5.42	0	0	0	0
TREBBIA	71	Tr 500 anni	540.66	5.54	540.66	5.54	540.66	5.54	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	70	Tr 50 anni	538.41	4.96	538.41	4.96	538.41	4.96	0	0	0	0
TREBBIA	70	Tr 200 anni	539.87	5.23	539.87	5.23	539.87	5.23	0	0	0	0
TREBBIA	70	Tr 500 anni	540.73	5.33	540.73	5.33	540.73	5.33	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	69	Tr 50 anni	538.47	4.74	538.47	4.74	538.47	4.74	0	0	0	0
TREBBIA	69	Tr 200 anni	539.94	5	539.94	5	539.94	5	0	0	0	0
TREBBIA	69	Tr 500 anni	540.8	5.11	540.8	5.11	540.8	5.11	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	68	Tr 50 anni	538.53	4.55	538.53	4.55	538.53	4.55	0	0	0	0
TREBBIA	68	Tr 200 anni	540	4.8	540	4.8	540	4.8	0	0	0	0
TREBBIA	68	Tr 500 anni	540.86	4.92	540.86	4.92	540.86	4.92	0	0	0	0
									0	0	0	0

TREBBIA	67	Tr 50 anni	538.57	4.37	538.57	4.37	538.57	4.37	0	0	0	0
TREBBIA	67	Tr 200 anni	540.05	4.63	540.05	4.63	540.05	4.63	0	0	0	0
TREBBIA	67	Tr 500 anni	540.91	4.75	540.91	4.75	540.91	4.75	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	66	Tr 50 anni	538.61	4.22	538.61	4.22	538.61	4.22	0	0	0	0
TREBBIA	66	Tr 200 anni	540.09	4.48	540.09	4.48	540.09	4.48	0	0	0	0
TREBBIA	66	Tr 500 anni	540.96	4.59	540.96	4.59	540.96	4.59	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	65	Tr 50 anni	538.65	4.03	538.65	4.03	538.65	4.03	0	0	0	0
TREBBIA	65	Tr 200 anni	540.13	4.3	540.13	4.3	540.13	4.3	0	0	0	0
TREBBIA	65	Tr 500 anni	541.01	4.42	541.01	4.42	541.01	4.42	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	64	Tr 50 anni	538.69	3.9	538.69	3.9	538.69	3.9	0	0	0	0
TREBBIA	64	Tr 200 anni	540.17	4.16	540.17	4.16	540.17	4.16	0	0	0	0
TREBBIA	64	Tr 500 anni	541.04	4.28	541.04	4.28	541.04	4.28	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	63	Tr 50 anni	538.72	3.76	538.72	3.76	538.72	3.76	0	0	0	0
TREBBIA	63	Tr 200 anni	540.2	4.02	540.2	4.02	540.2	4.02	0	0	0	0
TREBBIA	63	Tr 500 anni	541.08	4.15	541.08	4.15	541.08	4.15	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	62	Tr 50 anni	538.74	3.63	538.74	3.63	538.74	3.63	0	0	0	0
TREBBIA	62	Tr 200 anni	540.23	3.89	540.23	3.89	540.23	3.89	0	0	0	0
TREBBIA	62	Tr 500 anni	541.11	4.01	541.11	4.01	541.11	4.01	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	61	Tr 50 anni	538.77	3.5	538.77	3.5	538.77	3.5	0	0	0	0
TREBBIA	61	Tr 200 anni	540.26	3.76	540.26	3.76	540.26	3.76	0	0	0	0
TREBBIA	61	Tr 500 anni	541.14	3.89	541.14	3.89	541.14	3.89	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	60	Tr 50 anni	538.79	3.39	538.79	3.39	538.79	3.39	0	0	0	0
TREBBIA	60	Tr 200 anni	540.29	3.64	540.29	3.64	540.29	3.64	0	0	0	0
TREBBIA	60	Tr 500 anni	541.17	3.75	541.17	3.75	541.17	3.75	0	0	0	0
									0	0	0	0

TREBBIA	59	Tr 50 anni	538.87	3.04	538.87	3.04	538.87	3.04	0	0	0	0
TREBBIA	59	Tr 200 anni	540.43	3.04	540.43	3.04	540.43	3.04	0	0	0	0
TREBBIA	59	Tr 500 anni	541.33	3.07	541.33	3.07	541.33	3.07	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	58	Tr 50 anni	538.84	3.11	538.84	3.11	538.84	3.11	0	0	0	0
TREBBIA	58	Tr 200 anni	540.34	3.27	540.34	3.27	540.34	3.27	0	0	0	0
TREBBIA	58	Tr 500 anni	541.23	3.37	541.23	3.37	541.23	3.37	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	57	Tr 50 anni	538.83	3.13	538.83	3.13	538.83	3.13	0	0	0	0
TREBBIA	57	Tr 200 anni	540.36	3.19	540.36	3.19	540.36	3.19	0	0	0	0
TREBBIA	57	Tr 500 anni	541.26	3.21	541.26	3.21	541.26	3.21	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	56	Tr 50 anni	538.87	2.92	538.87	2.92	538.87	2.92	0	0	0	0
TREBBIA	56	Tr 200 anni	540.4	3	540.4	3	540.4	3	0	0	0	0
TREBBIA	56	Tr 500 anni	541.29	3.04	541.29	3.04	541.29	3.04	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	55	Tr 50 anni	538.88	2.81	538.88	2.81	538.88	2.81	0	0	0	0
TREBBIA	55	Tr 200 anni	540.41	2.94	540.41	2.94	540.41	2.94	0	0	0	0
TREBBIA	55	Tr 500 anni	541.3	2.99	541.3	2.99	541.3	2.99	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	54	Tr 50 anni	538.89	2.78	538.89	2.78	538.89	2.78	0	0	0	0
TREBBIA	54	Tr 200 anni	540.41	2.92	540.41	2.92	540.41	2.92	0	0	0	0
TREBBIA	54	Tr 500 anni	541.3	2.99	541.3	2.99	541.3	2.99	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	53	Tr 50 anni	538.87	2.82	538.87	2.82	538.87	2.82	0	0	0	0
TREBBIA	53	Tr 200 anni	540.37	3.03	540.37	3.03	540.37	3.03	0	0	0	0
TREBBIA	53	Tr 500 anni	541.24	3.15	541.24	3.15	541.24	3.15	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	52	Tr 50 anni	538.88	2.75	538.88	2.75	538.88	2.75	0	0	0	0
TREBBIA	52	Tr 200 anni	540.37	2.99	540.37	2.99	540.37	2.99	0	0	0	0
TREBBIA	52	Tr 500 anni	541.25	3.13	541.25	3.13	541.25	3.13	0	0	0	0
									0	0	0	0

TREBBIA	51	Tr 50 anni	538.92	2.51	538.92	2.51	538.92	2.51	0	0	0	0
TREBBIA	51	Tr 200 anni	540.42	2.78	540.42	2.78	540.42	2.78	0	0	0	0
TREBBIA	51	Tr 500 anni	541.29	2.92	541.29	2.92	541.29	2.92	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	50	Tr 50 anni	538.95	2.36	538.95	2.36	538.95	2.36	0	0	0	0
TREBBIA	50	Tr 200 anni	540.44	2.64	540.44	2.64	540.44	2.64	0	0	0	0
TREBBIA	50	Tr 500 anni	541.31	2.79	541.31	2.79	541.31	2.79	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	49	Tr 50 anni	538.93	2.42	538.93	2.42	538.93	2.42	0	0	0	0
TREBBIA	49	Tr 200 anni	540.42	2.71	540.42	2.71	540.42	2.71	0	0	0	0
TREBBIA	49	Tr 500 anni	541.28	2.87	541.28	2.87	541.28	2.87	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	48	Tr 50 anni	538.88	2.57	538.88	2.57	538.88	2.57	0	0	0	0
TREBBIA	48	Tr 200 anni	540.36	2.89	540.36	2.89	540.36	2.89	0	0	0	0
TREBBIA	48	Tr 500 anni	541.22	3.06	541.22	3.06	541.22	3.06	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	47	Tr 50 anni	538.82	2.77	538.82	2.77	538.82	2.77	0	0	0	0
TREBBIA	47	Tr 200 anni	540.28	3.1	540.28	3.1	540.28	3.1	0	0	0	0
TREBBIA	47	Tr 500 anni	541.14	3.28	541.14	3.28	541.14	3.28	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	46	Tr 50 anni	538.52	3.6	538.52	3.6	538.52	3.6	0	0	0	0
TREBBIA	46	Tr 200 anni	539.92	4.02	539.92	4.02	539.92	4.02	0	0	0	0
TREBBIA	46	Tr 500 anni	540.74	4.23	540.74	4.23	540.74	4.23	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	45	Tr 50 anni	538.13	4.44	538.13	4.44	538.13	4.44	0	0	0	0
TREBBIA	45	Tr 200 anni	539.43	4.96	539.43	4.96	539.43	4.96	0	0	0	0
TREBBIA	45	Tr 500 anni	540.2	5.24	540.2	5.24	540.2	5.24	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	44	Tr 50 anni	537.67	5.25	537.67	5.25	537.67	5.25	0	0	0	0
TREBBIA	44	Tr 200 anni	538.87	5.86	538.87	5.86	538.87	5.86	0	0	0	0
TREBBIA	44	Tr 500 anni	539.58	6.18	539.58	6.18	539.58	6.18	0	0	0	0
									0	0	0	0

TREBBIA	43	Tr 50 anni	536.89	6.4	536.89	6.4	536.89	6.4	0	0	0	0
TREBBIA	43	Tr 200 anni	537.96	7.08	537.96	7.08	537.96	7.08	0	0	0	0
TREBBIA	43	Tr 500 anni	538.59	7.45	538.59	7.45	538.59	7.45	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	42	Tr 50 anni	536.43	6.98	536.43	6.98	536.43	6.98	0	0	0	0
TREBBIA	42	Tr 200 anni	537.43	7.68	537.43	7.68	537.43	7.68	0	0	0	0
TREBBIA	42	Tr 500 anni	538.02	8.06	538.02	8.06	538.02	8.06	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	41	Tr 50 anni	536.03	7.43	536.03	7.43	536.03	7.43	0	0	0	0
TREBBIA	41	Tr 200 anni	536.97	8.16	536.97	8.16	536.97	8.16	0	0	0	0
TREBBIA	41	Tr 500 anni	537.51	8.57	537.51	8.57	537.51	8.57	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	40	Tr 50 anni	535.58	7.9	535.58	7.9	535.58	7.9	0	0	0	0
TREBBIA	40	Tr 200 anni	536.46	8.65	536.46	8.65	536.46	8.65	0	0	0	0
TREBBIA	40	Tr 500 anni	536.97	9.08	536.97	9.08	536.97	9.08	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	39	Tr 50 anni	535.3	8.15	535.3	8.15	535.3	8.15	0	0	0	0
TREBBIA	39	Tr 200 anni	536.13	8.94	536.13	8.94	536.13	8.94	0	0	0	0
TREBBIA	39	Tr 500 anni	536.61	9.37	536.61	9.37	536.61	9.37	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	38	Tr 50 anni	535.07	8.33	535.07	8.33	535.07	8.33	0	0	0	0
TREBBIA	38	Tr 200 anni	535.86	9.15	535.86	9.15	535.86	9.15	0	0	0	0
TREBBIA	38	Tr 500 anni	536.31	9.6	536.31	9.6	536.31	9.6	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	37	Tr 50 anni	534.87	8.47	534.87	8.47	534.87	8.47	0	0	0	0
TREBBIA	37	Tr 200 anni	535.62	9.32	535.62	9.32	535.62	9.32	0	0	0	0
TREBBIA	37	Tr 500 anni	536.05	9.78	536.05	9.78	536.05	9.78	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	36	Tr 50 anni	534.7	8.57	534.7	8.57	534.7	8.57	0	0	0	0
TREBBIA	36	Tr 200 anni	535.41	9.44	535.41	9.44	535.41	9.44	0	0	0	0
TREBBIA	36	Tr 500 anni	535.83	9.92	535.83	9.92	535.83	9.92	0	0	0	0
									0	0	0	0

TREBBIA	35	Tr 50 anni	534.54	8.66	534.54	8.66	534.54	8.66	0	0	0	0
TREBBIA	35	Tr 200 anni	535.22	9.55	535.22	9.55	535.22	9.55	0	0	0	0
TREBBIA	35	Tr 500 anni	535.62	10.04	535.62	10.04	535.62	10.04	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	34	Tr 50 anni	534.41	8.7	534.41	8.7	534.41	8.7	0	0	0	0
TREBBIA	34	Tr 200 anni	535.07	9.62	535.07	9.62	535.07	9.62	0	0	0	0
TREBBIA	34	Tr 500 anni	535.45	10.12	535.45	10.12	535.45	10.12	0	0	0	0
									0	0	0	0
TREBBIA	33	Tr 50 anni	534.27	8.75	534.27	8.75	534.27	8.75	0	0	0	0
TREBBIA	33	Tr 200 anni	534.9	9.7	534.9	9.7	534.9	9.7	0	0	0	0
TREBBIA	33	Tr 500 anni	535.27	10.21	535.27	10.21	535.27	10.21	0	0	0	0

Tabella 6 – Risultati simulazione idraulica in stato di fatto, di progetto e di raffronto – TR=50, 200 e 500 anni

5 CONCLUSIONI

In base alle considerazioni sin qui effettuate si può affermare che la realizzazione delle opere idrauliche e della centrale idroelettrica in progetto, e nella fattispecie

- La realizzazione della traversa
- La realizzazione della platea
- La realizzazione dell'opera di presa e della centrale idroelettrica
- L'inserimento del manufatto della scala di risalita per l'ittiofauna

Non comportano l'aggravio del rischio idraulico nei confronti di persone e manufatti, anzi, la diminuzione di velocità generata dalla presenza del nuovo manufatto della traversa, determinerà un aumento del deposito ed una diminuzione della capacità erosiva della corrente, a vantaggio delle fondazioni del ponte esistente.

5.1 Implicazioni e sicurezza delle opere

Visto quanto sopra si attesta che i manufatti per l'impianto in progetto essendo opere necessarie alla derivazione d'acqua finalizzata alla produzione di energia elettrica da fonte idrica non comportano la permanenza o la sosta di persone.

Inoltre essendo opere di derivazione idrica progettate per un funzionamento in presenza di acqua non risentono degli effetti di allagamenti o sommersioni dei manufatti.

I lavori e le opere in progetto non interferiscono con gli interventi di sistemazione del corso d'acqua previsti dal piano e sono assunte le misure e gli accorgimenti a tutela della pubblica incolumità con l'istallazione di dispositivi anticaduta in prossimità della presa d'acqua.

5.2 Modifiche dei tiranti idrici

Si attesta inoltre che le variazioni del tirante idrico di piena generate dalla presenza del manufatto della traversa non ad incrementare il grado di pericolosità, o rischio idraulico, della zona in esame, essendo l'intera zona contenuta all'interno di sponde particolarmente acclivi ed approfondite.

Pertanto anche dal punto di vista planimetrico son si avranno variazioni apprezzabili delle fasce di esondazione definite attraverso il Piano di bacino del Torrente Trebbia.