

REGIONE PIEMONTE  
Provincia di Cuneo  
**COMUNE DI BARBARESCO**

**RICOSTRUZIONE DI SBARRAMENTO FLUVIALE  
ESISTENTE AD USO IRRIGUO CON INNALZAMENTO  
ABBATTIBILE AD USO IDROELETTRICO E  
CENTRALE IN CORPO TRAVERSA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Elaborato n.

**A1-1**

***"Relazione tecnica particolareggiata"***

Ottobre 2014

IL COMMITTENTE:

**Tanaro Power S.p.A.**

Via Vivaro 2  
12051 - Alba (CN)

I TECNICI INCARICATI:

**Dott. Ing. Sergio SORDO**

**Dott. Ing. Piercarlo BOASSO**

**SR STUDIO**

STUDIO DI INGEGNERIA  
Dott. Ing. Sergio Sordo  
C.so Langhe, 10 - 12051 Alba (CN)  
tel: 0173 364823  
e-mail: sordosergio@srstudio.info



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
769 Dott. Ing. Sergio Sordo

**GAPE s.a.s.**

Dott. Ing. Piercarlo Boasso  
Via Accame, 20 - 17027 Pietra Ligure (SV)  
tel: 335 6422389  
e-mail: piercarlo.boasso@alice.it



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
A984 Dott. Ing. Piercarlo Boasso

**SOMMARIO**

<b>1 - PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2 - CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO SOTTESO ALL'OPERA DI PRESA .....</b>	<b>7</b>
<b>3 - DESCRIZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLE OPERE IN PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
LA TRAVERSA.....	12
L'OPERA DI PRESA DEL CANALE IRRIGUO SAN MARZANO .....	15
LA CENTRALE .....	16
LA SCALA PER LA RIMONTA DELLA FAUNA ITTICA .....	20
DISPOSITIVI DI CONTROLLO DELLE PORTATE RILASCIATE .....	23
DISPOSITIVI DI LIMITAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DERIVATA E DI REGOLAZIONE E MISURA DELLE PORTATE DERIVATE PER FINI IRRIGUI.....	23
DISPOSITIVO DI LIMITAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DERIVATA PER FINI IDROELETTRICI .....	23
DISPOSITIVI DI REGOLAZIONE E MISURA DELLE PORTATE DERIVATE PER FINI IDROELETTRICI .....	24
ELETTRODOTTI.....	31
<b>4 - CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE DEL CORSO D'ACQUA (D.P.G.R. N. 8/R DEL 17.07.2007) .....</b>	<b>31</b>
DEROGA AL RILASCIO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE (ART. 3 DPGR N. 8/R DEL 17.07.2007) PER LA DERIVAZIONE AD USO IDROELETTRICO .....	31
CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE PER LA DERIVAZIONE AD USO IRRIGUO .....	32
<b>5 - VALUTAZIONE DELLE PORTATE CARATTERISTICHE DEL REGIME IDROLOGICO DEL CORSO D'ACQUA.....</b>	<b>33</b>
<b>6 - CARATTERISTICHE DELLA DERIVAZIONE AD USO IRRIGUO E DELLA DERIVAZIONE AD USO IDROELETTRICO .....</b>	<b>45</b>
DERIVAZIONE AD USO IRRIGUO DEL CANALE SAN MARZANO .....	45
DERIVAZIONE AD USO IDROELETTRICO .....	46
<b>7 - INTERAZIONE CON L'ASSETTO FLUVIALE E LE OPERE ESISTENTI .....</b>	<b>48</b>
<b>8 - ANALISI SOLUZIONI ALTERNATIVE .....</b>	<b>50</b>

IPOTESI DI RICOSTRUZIONE DELLA TRAVERSA PER IL SOLO USO IRRIGUO, SENZA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO.....	50
IPOTESI DI RICOSTRUZIONE DELLA TRAVERSA CON REALIZZAZIONE DI UN INNALZAMENTO FISSO IN C.A. AD USO IDROELETTRICO .....	51
IPOTESI DI RICOSTRUZIONE DELLA TRAVERSA CON REALIZZAZIONE DI UN INNALZAMENTO ABBATTIBILE AD USO IDROELETTRICO .....	52
<b>9 - DESCRIZIONE DEI RILIEVI TOPOGRAFICI UTILIZZATI .....</b>	<b>53</b>
<b>10 - CALCOLO DELLA POTENZA FISCALE .....</b>	<b>53</b>
<b>11 - STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA NELL'ANNO MEDIO.....</b>	<b>54</b>
<b>12 - DESCRIZIONE DELLE FASI LAVORATIVE IN ALVEO.....</b>	<b>56</b>
ACCESSIBILITÀ DELLE AREE D'INTERVENTO E AREA DI CANTIERE .....	58
<b>13 - MOVIMENTI TERRA E VALUTAZIONE DEGLI SCAVI.....</b>	<b>59</b>
<b>14 - OPERE DI RIPRISTINO AMBIENTALE E VEGETAZIONALE .....</b>	<b>61</b>

## **1 - PREMESSA**

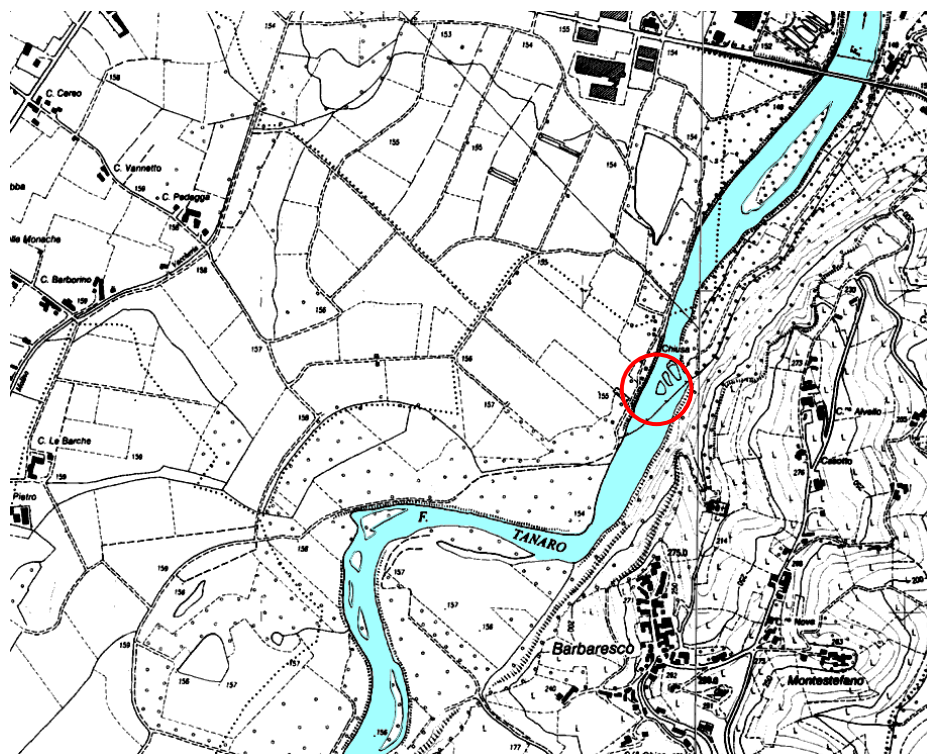
La presente relazione viene redatta dagli scriventi al fine di fornire tutti gli elementi tecnici relativi alla progettazione finalizzata alla ricostruzione di uno sbarramento fluviale esistente ad uso irriguo che, attualmente, si presenta in avanzato stato di dissesto (Fig. 1.3-1.4) a causa del crollo verificatisi nel novembre del 2010. La traversa in oggetto è ubicata sul Fiume Tanaro in comune di Barbaresco, circa 650 m a monte del ponte della SP3 "Castagnito – Neive".

La ricostruzione dello sbarramento si rende necessaria in quanto, a seguito del crollo della traversa, è stata interrotta la derivazione ad uso irriguo del Canale San Marzano di cui è titolare il Consorzio irriguo Capitto; occorre quindi ripristinare le opere di derivazione per garantire la funzionalità della presa attualmente non fruibile.

Oltre che per scopi irrigui, la derivazione è idonea ad essere sfruttata anche per fini idroelettrici, in modo da garantire un uso plurimo della risorsa idrica; a tal proposito si prevede l'installazione di un innalzamento abbattibile al di sopra della traversa fissa e la realizzazione di una centrale idroelettrica in corpo traversa.

La quasi totalità delle opere in progetto è ubicata in comune di Barbaresco, con la sola eccezione dell'edificio costituente la cabina di consegna e di parte del tracciato dell'elettrodotto interrato che sono localizzati in comune di Castagnito.

Il progetto è stato commissionato dalla società Tanaro Power S.p.A., avente sede legale ad Alba, in Via Vivaro n. 2 (P.I. 03436270049).



**Fig. 1.1 Estratto Carta Tecnica Regionale (fogli 193050 e 193060) con individuazione dell'area di intervento (immagine non in scala).**

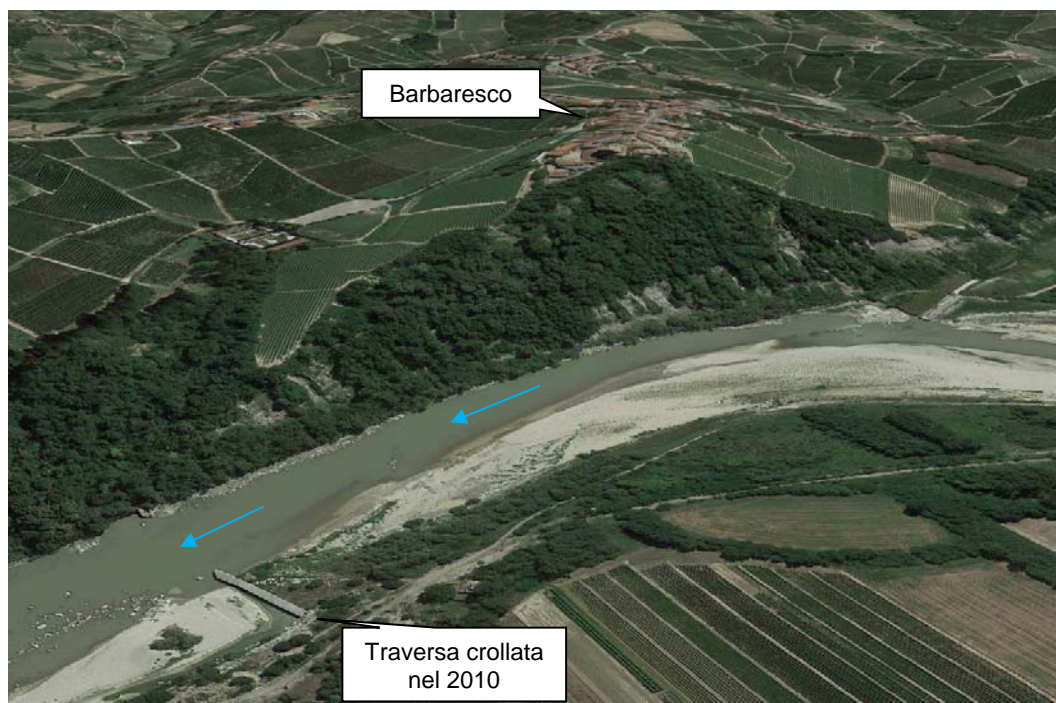


**Fig. 1.2 Individuazione dell'area di intervento su foto aerea. Fonte: Google Earth, 2013 (immagine non in scala).**





**Fig. 1.3** Dettaglio della traversa esistente in evidente stato di dissesto a causa del crollo del novembre 2010. Fonte: Google Earth, 2013 (immagine non in scala).



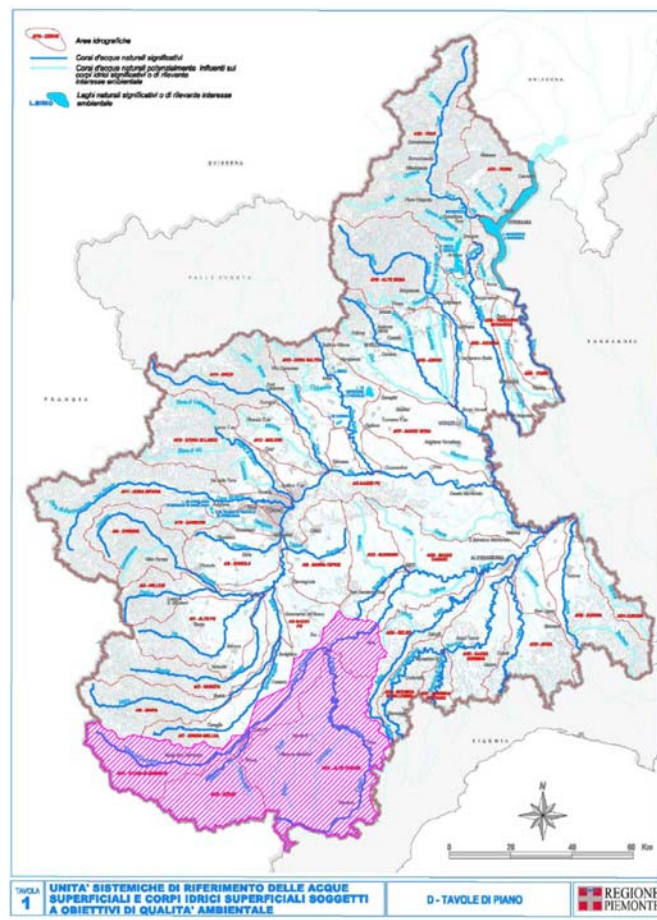
**Fig. 1.4** Immagine tridimensionale della zona di intervento. Fonte: Google Earth, 2013 (immagine non in scala).

## 2 - CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO SOTTESO ALL'OPERA DI PRESA

Le caratteristiche idrologiche del bacino del Fiume Tanaro che vengono adottate nei calcoli delle portate idrologiche sono riferite alla sezione di chiusura posta in corrispondenza della sezione di presa di Barbaresco.

<b>Corpo idrico</b>	<b>Superficie bacino (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Quota media (m s.l.m.)</b>
Tanaro	3520	1034

**Tab. 2.1** Caratteristiche idrologiche del bacino del F. Tanaro chiuso a Barbaresco.



**Fig. 2.1** Localizzazione spaziale del bacino del F. Tanaro chiuso a Barbaresco (supporto cartografico: Tavole di piano del PTA).

### **3 - DESCRIZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLE OPERE IN PROGETTO**

Le caratteristiche della traversa esistente, prima del crollo avvenuto nel novembre 2010 (Fig. 3.1), erano le seguenti:

- corpo in c.a. poggiante su due file di pali;
- larghezza della soglia di sfioro di circa 120 m;
- quota in sommità della traversa (148.40 m s.l.m.);
- derivazione: canale del Consorzio irriguo Capitto (sponda destra).

Nelle condizioni attuali l'opera è, in buona parte, crollata (Fig. 3.2).

L'intervento in progetto prevede la demolizione della porzione rimasta di sbarramento esistente e la ricostruzione della traversa che sarà realizzata in calcestruzzo armato e massi cementati, ed avrà una quota in sommità identica a quella della traversa crollata (pari a 148.40 m s.l.m.).

In sponda destra si procederà al ripristino della derivazione ad uso irriguo del Canale San Marzano (attualmente non fruibile) e alla realizzazione di una scala di rimonta della fauna ittica in modo da garantire la continuità idraulica del F. Tanaro.

Al fine di consentire lo sfruttamento idroelettrico dell'opera si prevede di installare, sopra la traversa fissa in c.a., uno sbarramento mobile, completamente abbattibile, avente un'altezza di 0.80 m (quota in sommità di 149.20 m s.l.m.) e di realizzare una centrale idroelettrica, completamente sommersa, in corpo traversa.

L'intervento in progetto prevede l'utilizzo delle cosiddette "bear-trap dam", ovvero opere di ritenuta mobili a tetto, già utilizzate dai primi del novecento nel Nord America, per mantenere costante il livello idrico a monte dell'opera di presa.

I principali vantaggi di tale tecnologia sono:

- ottimo inserimento ambientale, grazie alla realizzazione delle ventole in legno e acciaio;
- facilità di gestione;



- “invisibilità” nei confronti delle piene, in quanto in configurazione chiusa “scompaiono” presentando un profilo superiore pressoché orizzontale.



**Fig. 3.1** *Traversa esistente prima del crollo avvenuto nel novembre del 2010.*



**Fig. 3.2** *Traversa esistente dopo il crollo del novembre 2010.*

<b>Opera di sbarramento</b>	traversa fissa sormontata da sbarramento mobile
<b>Portata derivata per uso irriguo</b>	0.70 m <sup>3</sup> /s nel periodo irriguo (consorzio irriguo Capitto; superficie irrigata di 427 ha)
<b>Portata derivata per uso idroelettrico</b>	tra 6.6 m <sup>3</sup> /s e 100 m <sup>3</sup> /s
<b>Quota di prelievo per uso idroelettrico</b>	tra 149.26 e 150.11 m s.l.m. (con sbarramento mobile alzato)
<b>Quota di restituzione in alveo uso idroelettrico</b>	tra 143.14 m s.l.m. e 145.68 m s.l.m.
<b>Tipologia di impianto idroelettrico</b>	centrale in corpo traversa
<b>Salto disponibile</b>	da 4.43 m a 6.12 m (con sbarramento mobile alzato)
<b>Lunghezza del tratto sotteso dall'impianto</b>	0 m

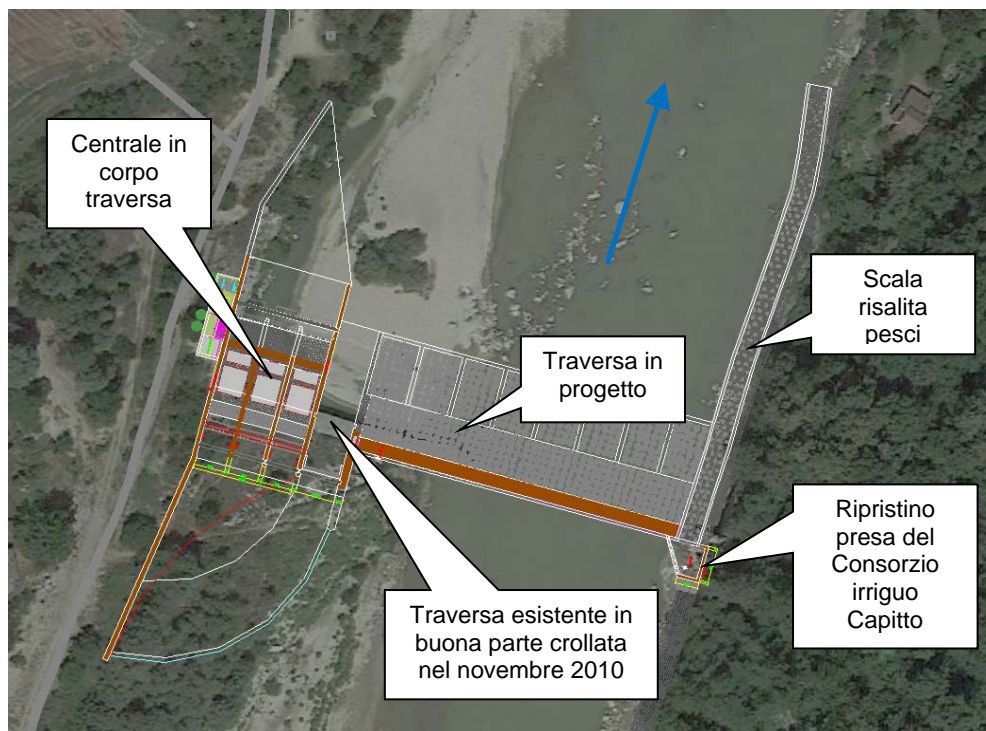
**Tab. 3.1 Dati caratteristici delle opere in progetto**

Dal punto di vista irriguo l'impianto in progetto prevede la derivazione dal Fiume Tanaro di una portata costante di 0.70 m<sup>3</sup>/s nel periodo irriguo (pari alla portata di concessione del Consorzio irriguo Capitto), mentre dal punto di vista idroelettrico le portate derivate sono variabili tra un minimo di 6.6 m<sup>3</sup>/s ed un massimo di 100 m<sup>3</sup>/s (portata in alveo di 300 m<sup>3</sup>/s).

Il prelievo ai fini irrigui è considerato prioritario rispetto a quello ad uso idroelettrico; pertanto, durante il periodo irriguo, sarà sempre garantita la derivazione di una portata pari a 0.70 m<sup>3</sup>/s per alimentare il canale San Marzano, fermo restando l'obbligo del rilascio del Deflusso Minimo Vitale (DMV).

Per portate in arrivo inferiori a  $9.6 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $10.3 \text{ m}^3/\text{s}$  nel periodo irriguo) o superiori a  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  non verrà effettuata alcuna derivazione per fini idroelettrici. Per portate comprese tra  $9.6 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $10.3 \text{ m}^3/\text{s}$  nel periodo irriguo) e  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  l'impianto sarà in funzione con lo sbarramento mobile alzato ed il prelievo avverrà a quota variabile tra 149.26 e 150.11 m s.l.m., con restituzione a livello variabile compreso fra le quote 143.14 m s.l.m. e 145.68 m s.l.m. a seconda della portata naturale fluente. Per portate superiori a  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  lo sbarramento mobile verrà completamente abbattuto in modo da limitare gli effetti di rigurgito. L'impianto idroelettrico, mediamente, sarà operativo per circa 335 giorni l'anno.

L'opera è classificata come impianto idroelettrico ad acqua fluente, in quanto l'acqua verrà prelevata dal Fiume Tanaro mediante un'opera di presa con capacità di accumulo trascurabile ai fini della regolazione. L'impianto sarà realizzato in corpo traversa: il rilascio delle portate derivate per fini idroelettrici avverrà immediatamente a valle della traversa, senza tratto sotteso.



**Fig 3.3 Planimetria di progetto su foto aerea (Fonte: Google Earth, 2013)**

L'impianto è costituito dalle seguenti opere:

- Traversa in c.a. (soglia fissa);
- Sistema di ritenuta a doppia falda mobile;
- Canale dissabbiatore / dispositivo di rilascio di quota del DMV
- Bocca di presa dotata di sgrigliatore meccanico;
- Rifacimento opera di derivazione irrigua in sponda destra ;
- Canale di adduzione;
- Locale macchine;
- Le turbine;
- Locale automazione e consegna;
- Canale di restituzione.

Nel seguito vengono descritti i principali elementi dell'impianto.

### **La traversa**

L'opera in progetto è posta trasversalmente all'alveo del Fiume Tanaro ed è costituita da una platea in cls con soglia superiore posta alla quota di 148.40 m s.l.m., a cui si aggiunge una paratoia a tetto con quota di sfioro pari a 149.20 m s.l.m (altezza di ritenuta di 0.8 m) avente una lunghezza di 84 m.

La struttura della platea è realizzata in c.a. ed è posizionata in testa alla parte fissa della traversa, mentre la parte superiore della traversa è realizzata con una geometria adatta all'installazione delle due ventole costituenti la bear Trap e consente a quest'ultima di avere una geometria variabile.

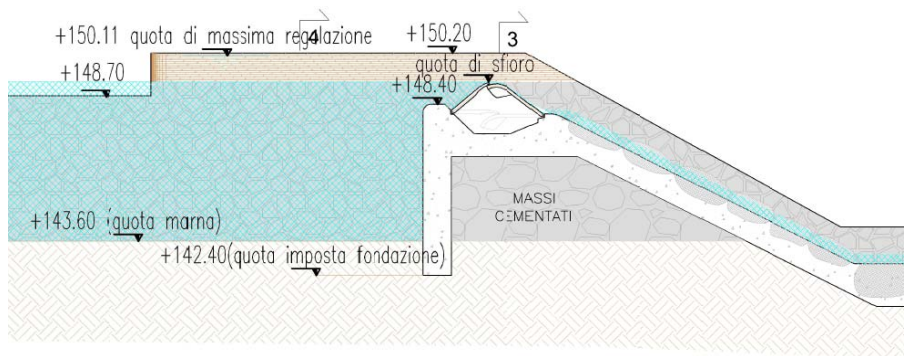
Le pareti laterali di contenimento della traversa a tetto sono realizzate in modo da permettere la movimentazione delle paratoie garantendo la tenuta all'acqua.

Il sistema di ritenuta è costituito da due ventole in grado di scorrere perfettamente l'una sull'altra, azionate da un doppio sistema, sia "naturale" ad acqua che sfrutta le spinte del volume interno d'acqua, sia da un

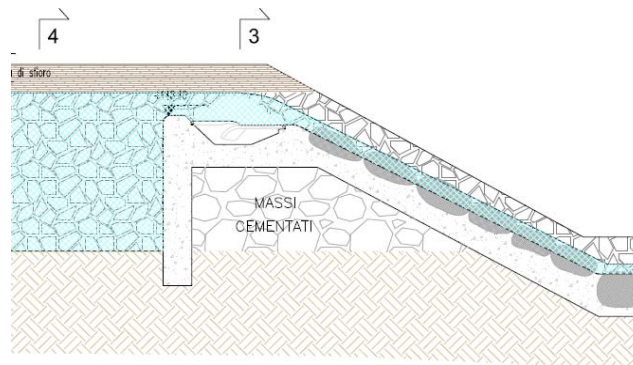


sistema oleodinamico di sicurezza e regolarizzazione, costituito da cilindri posti ad interasse di circa 10 m in grado di sostenere la spinta esercitata dall'acqua sul paramento di monte.

Nelle immagini seguenti è riportato lo schema di funzionamento in condizioni di ventole aperte (Fig. 3.4), corrispondenti al normale esercizio dell'impianto, e in configurazione chiusa (Fig. 3.5), corrispondente al passaggio della piena.



**Fig. 3.4 Configurazione del sistema di ritenuta a doppia falda aperto.**



**Fig. 3.5 Configurazione del sistema di ritenuta a doppia falda chiuso.**

La traversa a tetto quando è alla massima elevazione presenta un profilo di tipo Creager, mentre quando la struttura è completamente chiusa la superficie superiore delle paratoie assume un profilo orizzontale con quota della superficie superiore praticamente coincidente con la soglia della traversa di fondazione in cls pari a 148.40 m s.l.m.



In caso di portate elevate defluenti nel corso d'acqua, le paratoie costituenti lo sbarramento mobile verranno completamente abbattute, in modo da contenere i fenomeni di rigurgito.

Il funzionamento della traversa è automatico. Il sistema è regolato idraulicamente sia con acqua nelle condizioni normali sia oleodinamicamente da cilindri posti ad interasse di circa 10 m.

Per motivi di sicurezza il livello delle due ventole può essere comandato manualmente, a mezzo di apposite valvole, sino all'abbattimento completo. In caso di mancata alimentazione elettrica del sistema di controllo delle ventole a causa di eventuali guasti o interruzioni della fornitura elettrica, il sistema di controllo è dotato di gruppo elettrogeno che garantisce la continuità del funzionamento delle ventole attuando il programma di chiusura delle ventole. La chiusura della paratoia, in condizioni di emergenza avviene mediante la spinta idrostatica dell'acqua esercitata sul paramento di monte. L'abbattimento non può avvenire in modo istantaneo, poiché la discesa (e la conseguente chiusura) è controllata attraverso degli smorzatori idraulici asserviti da valvole meccaniche di flusso tarate che consentono una chiusura lenta.

A conclusione, quale garanzia essenziale di sicurezza e protezione sia della centrale che dell'incolumità di terzi, l'impianto è dotato di molteplici sistemi di chiusura che si attuano in condizioni di emergenza; la chiusura della paratoia mobile può avvenire per mezzo di un motogeneratore (soggetto a continua manutenzione), un sistema ad azionamento manuale (manovre di chiusura) e un sistema idraulico; quest'ultimo grazie alla spinta dell'acqua e alle valvole meccaniche tarate permette quindi l'abbattimento lento della paratoia mobile anche in assenza di corrente elettrica e operatore.

In sponda sinistra la traversa è delimitata da un muro in c.a. di spessore pari a 200 cm, alla cui sinistra si trova il canale sghiaiatore per liberare il fondo dai materiali che la ridotta velocità porta a sedimentare di fronte alla

bocca di presa. In sponda destra l'opera di ritenuta è delimitata dal passaggio di rimonta della fauna ittica.

A valle dello scivolo della traversa esistente si prevede la realizzazione di una vasca di dissipazione della turbolenza, derivante dal passaggio da corrente veloce a corrente lenta mediante il fenomeno definito in idraulica come "salto di Bidone" o "risalto idraulico".

Le opere di presa verranno realizzate in modo da assicurare la presenza di un deflusso idrico continuo all'interno della scala di risalita al fine di consentire la rimonta della fauna ittica.

Si prevede inoltre il rilascio di una portata pari a  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$  al di sopra della traversa in modo da garantire il cosiddetto "velo scenico".

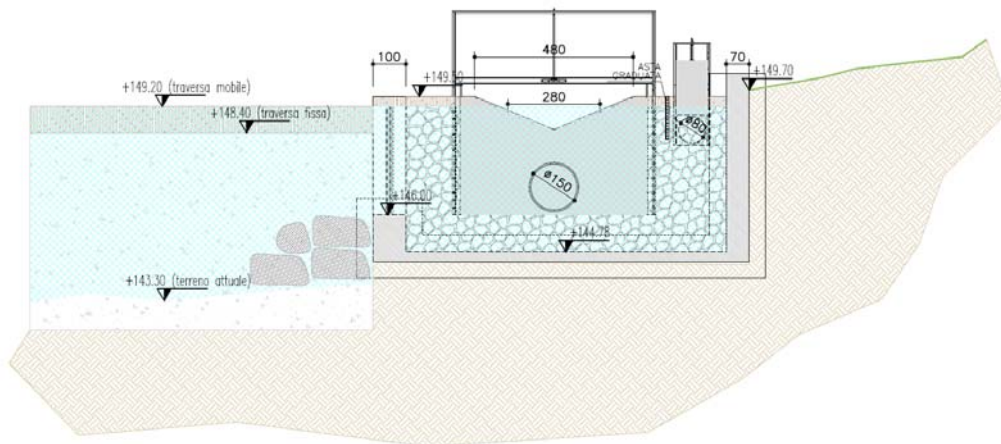
### **L'opera di presa del Canale Irriguo San Marzano**

In sponda destra verrà ripristinata l'opera di presa del canale irriguo San Marzano (attualmente inutilizzabile), in modo da consentire al Consorzio irriguo Capitto la derivazione della portata di concessione pari a  $0.70 \text{ m}^3/\text{s}$  nel periodo irriguo.

Si prevede la riprofilatura della sponda destra nel tratto eroso a ridosso della presa, con la successiva posa di una tubazione avente un diametro di 800 mm; verrà inoltre realizzata una scogliera di protezione. Al di sopra del tubo sarà riprofilato il pendio naturale con terreno di riporto e interventi di ingegneria naturalistica, in maniera da mascherare completamente la condotta.

La presenza dello sbarramento mobile sul coronamento della traversa fissa fa sì che i livelli a monte della paratoia di presa del canale irriguo siano variabili. Si prevede quindi l'installazione di una paratoia automatizzata per poter regolare la portata irrigua derivata. A valle della paratoia, laddove la sezione del canale San Marzano è a cielo aperto, verrà realizzato un misuratore idraulico tramite uno stramazzo Bazin ed un misuratore di livello ad ultrasuoni. La paratoia automatizzata regolerà

automaticamente la sua apertura/chiusura in modo da mantenere costante il livello a monte dello stramazzo alla quota corrispondente alla portata di concessione del Consorzio irriguo San Marzano (pari a  $0.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ). In ogni caso verrà comunque considerato come prioritario il rilascio del DMV.



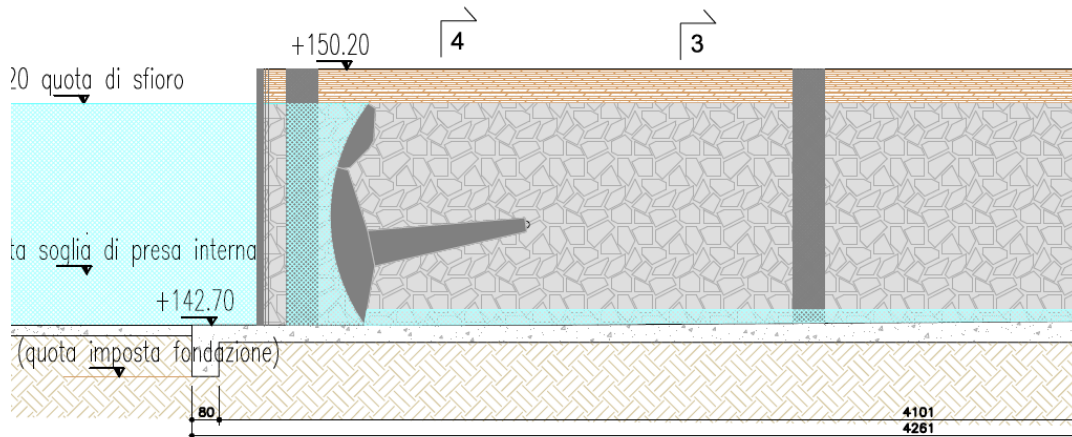
**Fig 3.6 Sezione trasversale dell'opera di presa ad uso irriguo del canale San Marzano.**

### La centrale

La centrale idroelettrica verrà realizzata in corpo traversa e sarà completamente sommersa. Partendo da monte essa sarà costituita da un canale dissabbiatore dotato di paratoia a settore a ventola sovrapposta, da n. 3 canali di carico con paratoie e sgrigliatori, da n. 3 turbine Kaplan ad asse orizzontale differenti tra loro per la capacità di regolare la propria geometria, da n. 3 generatori a magneti permanenti e dal canale di restituzione. Si prevede inoltre l'installazione di un cavo paratronchi galleggiante a monte dei canali di carico per consentire l'intercettazione del materiale flottante di dimensioni significative.

Il canale sghiaiatore, a sezione rettangolare, avrà una larghezza di 10.00 m e una quota del fondo pari a 142.70 m s.l.m.. Il canale sarà governato da una paratoia a settore a doppia regolazione, che permetterà mediante l'opportuna movimentazione della ventola superiore il rilascio di una quota a parte della portata eccedenti le massime derivate. La paratoia a settore sarà incernierata nei muri laterali del canale che presenteranno uno

sperone di 100 cm in destra e 200 cm in sinistra. La sezione della paratoia e del canale sghiaiatore è riportata in Fig. 3.7.



**Fig. 3.7 Sezione del canale dissabbiatore.**

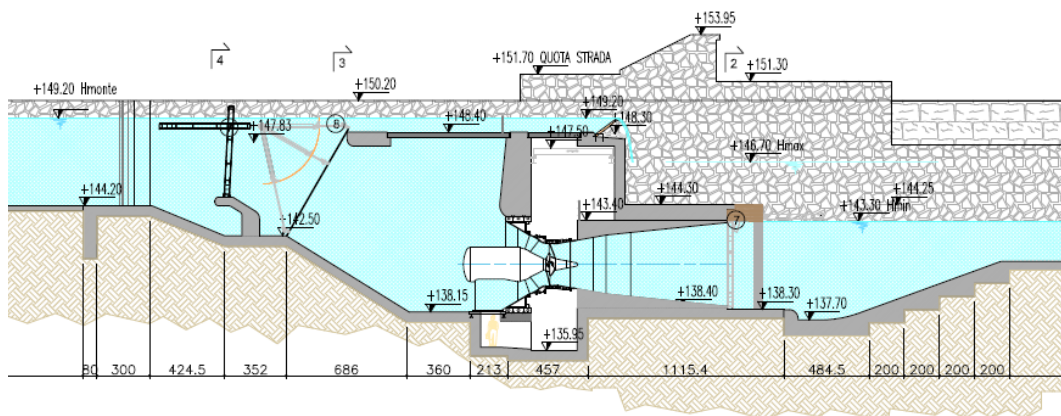
Il sistema di pulizia avverrà mediante uno sgrigliatore oleodinamico a postazione fissa, avente un pettine fisso di particolare profilo adatto per lo scarico del materiale grigliato, completo di settori dentati registrabili, opportunamente sagomati per penetrare nelle luci libere tra le barre di griglia. Il pettine sarà fissato su struttura tubolare e sarà articolato e movimentato mediante cilindri idraulici a doppio effetto per il sollevamento e la discesa del braccio portapettine. L'impianto sarà governato da una centralina oleodinamica azionata da motore elettrico completa di distributore idraulico, elettrovalvole, valvola di sicurezza e tutti i meccanismi di protezione e funzionamento. Il quadro elettrico in esecuzione stagna IP55 conterrà tutti i componenti elettrici di funzionamento e protezione ivi compreso, un contatore per il rilevamento delle effettive ore di lavoro della macchina e le unità a microprocessore per la gestione delle onde di livello differenziale. Sono previsti inoltre contatti cablati in morsettiera disponibili per la segnalazione a distanza di eventuali anomalie. Lo sgrigliatore sarà infine dotato di dispositivo di sicurezza contro il sovraccarico tale che, nel caso in cui il pettine incontri un ostacolo superiore alla taratura, la macchina si arresti senza pericolo e

qualche organo ne soffra; contemporaneamente si attiverà una segnalazione luminosa che indicherà il fuori servizio.

Le turbine saranno costituite da giranti Kaplan con pale in acciaio inossidabile e i distributori delle turbine, a direttrici mobili in ghisa sferoidale, saranno atti al funzionamento in coordinamento con le pale della girante. La turbina, grazie al funzionamento coordinato del movimento del distributore e delle pale della girante, sarà in grado di assumere la configurazione ottimale a fronte delle variazioni di salto e portata. La chiusura di emergenza sarà garantita dalla presenza di un accumulatore olio-azoto installato a bordo della centralina oleodinamica di comando. Si prevede inoltre l'installazione di centraline oleodinamiche atte a fornire l'olio in pressione necessario per la regolazione del distributore della turbina e delle pale dell'elica della turbina.

L'impianto sarà dotato di un'unità di comando e controllo del gruppo costituita da un insieme di apparecchiature tra loro interconnesse in grado di acquisire tutta una serie di parametri di campo che costituiscono i dati di input per la logica di comando. Il sistema sarà quindi in grado di elaborare, in accordo agli algoritmi di gestione, i dati di output da inviare agli organi di comando. Si prevede l'installazione di un sistema basato su un PC montato a fronte quadro, per l'acquisizione, la registrazione e la gestione dei dati caratteristici dell'impianto dal quale sarà possibile effettuare tutti i comandi necessari all'avviamento e alla fermata dei gruppi. Il PC di centrale verrà collegato, mediante un modem, ad una linea telefonica attraverso la quale sarà possibile la trasmissione di dati a remoto.





**Fig 3.8 Particolare della sezione longitudinale della centrale.**

Nel dettaglio i vari componenti dell'impianto sono:

- N. 3 Turbine Kaplan biregolanti ad asse orizzontale con potenza massima all'asse pari a 1311 kW e velocità di rotazione di 167 rpm (portata nominale turbina 33.0 m<sup>3</sup>/s, portata minima turbinabile 6.6 m<sup>3</sup>/s);
- N. 3 Generatori a magneti permanenti integrati nel bulbo da 1500 kW - 690V – velocità nominale di 167 rpm - sovratemperatura cl. B - isolamento cl. F;
- N. 3 Centraline oleodinamiche per la regolazione dei distributori e delle pale dell'elica delle turbine;
- N. 3 Unità di comando e controllo del gruppo dotato di N. 1 sistema di acquisizione e di trasmissione dati a remoto;
- Quadri elettrici di potenza BT ed MT fino al punto di consegna ENEL;
- N. 3 Trasformatori di macchina in resina con potenza nominale di 1600 kVA, tensioni primarie di 0.69 kV, tensione secondaria a vuoto di 20 kV e frequenza di 50 Hz;
- N. 1 Trasformatore ausiliario in resina con potenza nominale di 100 kVA, tensioni primarie di 20 kV, tensione secondaria a vuoto di 0.4 kV e frequenza di 50 Hz.

### La scala per la rimonta della fauna ittica

Scegliere la portata di una scala di risalita rimane il punto più delicato. La risalita dei pesci è legata al regime dei deflussi e dalla velocità massima della corrente superabile dalle diverse specie, velocità che risulta notevolmente influenzata dalla temperatura e dalle dimensioni del pesce (Beach 1984). I valori di velocità massima di corrente superabile risultano:

	$V_{max}$
Salmonidi	2,0 m/s
Ciprinidi	1,5 m/s
Pesci in stadio giovanile	1,0 m/s

**Tab 3.2 Valore di velocità massima della corrente superabile dalle principali specie ittiche.**

La velocità del flusso nel passaggio artificiale deve preferibilmente essere inferiori a 1,2÷1,5 m/s di modo che anche gli esemplari giovani o di minor dimensioni possano liberamente percorrere il corso d'acqua. Il passaggio per pesci deve essere costruito in modo che vi sia un deflusso idrico continuo che indirizzi i pesci verso il suo ingresso non appena questi siano giunti a ridosso della traversa (attrattività).

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è stato progettato nel rispetto del manuale regionale "*Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci*" della Regione Piemonte.

Il deflusso minimo vitale da assumere per il tratto di fiume Tanaro compreso tra la confluenza Stura di Demonte e la confluenza Bobore, secondo quanto prescritto nell'allegato A del Regolamento regionale 17 luglio 2007 n. 8/R, è di 8.5 m<sup>3</sup>/s.

La portata ottimale da far defluire nel passaggio di rimonta della fauna ittica risulta pari alla portata idrica attrattiva  $Q_{PAI}$ , valutabile con le seguenti relazioni:

- $Q_{PAI} = 600 + 0,90 \cdot (DMV - 600)^{0,80}$       se  $DMV > 600$  l/s
- $Q_{PAI} = DMV$       se  $DMV < 600$  l/s

Applicando le relazioni precedentemente riportate si ricava che, nel caso in esame, la  $Q_{PAI}$  risulta essere pari a circa 1800 l/s.

<b>Asta del fiume Tanaro, a valle della confluenza della Stura di Demonte</b>	
8,5 mc/sec	nel tratto compreso tra la confluenza Stura di Demonte e la confluenza Borbore
8,7 mc/sec	nel tratto compreso tra la confluenza Borbore e la confluenza Belbo
9,6 mc/sec	nel tratto compreso tra la confluenza Belbo e la confluenza Bormida
14,6 mc/sec	nel tratto a valle della confluenza Bormida

**Tab 3.3 Valori del DMV per l'asta del fiume Tanaro individuati nell'allegato A del  
Regolamento regionale 17 luglio 2007, n. 8/R**

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna proposto è di tipo naturalistico con massi ammorsati al fondo. La sezione della scala di risalita è trapezia con base minore pari a 2.8 m e base maggiore di 4.8 m; il diametro medio dei massi è pari a 70 cm, mentre il battente idrico nel passaggio è prossimo ai 70 cm. La rampa presenta una lunghezza di circa 124 m e una pendenza media ( $i_f$ ) pari al 5%.

I parametri geometrici progettuali sono stati valutati come riportato in Fig. 3.9.

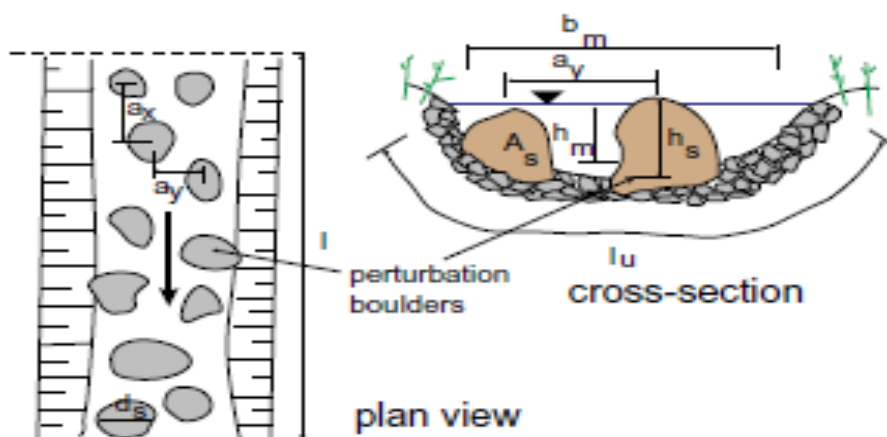
Di seguito si riportano sinteticamente le verifiche del dimensionamento del passaggio adottato

Le distanze medie tra i massi  $a_x$  e  $a_y$  sono state assunte pari 1.2 m.

<b>VERIFICHE GEOMETRICHE</b>		
$\Delta H$	5.90	m
$i_f$	0.050	OK
$a_y-d_s$	0.5	OK
$a_x$	1.2	OK
$a_y$	1.2	OK
$h_m/h_s$	1.00	OK

VERIFICHE		
$V_m$	0.8594	m/s
Q	1.86491	OK
$V_{max}$	1.31994	OK
Fr	0.40809	CORRENTE LENTA
VERIFICA SEZIONI RISTRETTE		
$b_{rist}$	3.4	m
$b_{rist}/b$	1.21429	
$A_{rist}$	1.19	m <sup>2</sup>
$Fr_{ristr}$	0.84575	CORRENTE LENTA

**Tab. 3.4: Verifiche funzionamento passaggio di rimonta ittiofauna**



**Fig. 3.9: Schema progettuale passaggio di rimonta dell'ittiofauna con "perturbation boulders"**

Come emerge dalla tabella le velocità all'interno del passaggio rimangono sempre ridotte, inferiori a 1.5 m/s; ciò consente l'utilizzo della scala di risalita alla maggior parte delle specie migratorie presenti nel Tanaro.

Inoltre a garanzia della continuità della connessione ecologica nel periodo di magra e manutenzione dell'impianto, condizione in cui le ventole sono completamente abbattute, è stato previsto un canale di bypass.

### **Dispositivi di controllo delle portate rilasciate**

Per garantire il controllo delle portate rilasciate verrà installata un'asta idrometrica a monte della traversa ed un misuratore ad ultrasuoni del livello dell'acqua. In fase di collaudo dell'impianto verrà valutata la scala delle portate per la conversione livelli-portate rilasciate, tramite misure locali e dirette di velocità con un mulinello idraulico.

### **Dispositivi di limitazione della portata massima derivata e di regolazione e misura delle portate derivate per fini irrigui**

Come precedentemente illustrato, la presenza dello sbarramento mobile sul coronamento della traversa fissa determina una variabilità nei livelli idrici a monte della paratoia di presa del canale irriguo. All'imbocco del canale si prevede quindi l'installazione una paratoia automatizzata per poter regolare la portata irrigua derivata. A valle della paratoia, laddove la sezione del canale San Marzano è a cielo aperto, verrà realizzato un misuratore idraulico tramite uno stramazzo Bazin ed un misuratore di livello ad ultrasuoni. La paratoia automatizzata regolerà automaticamente la sua apertura/chiusura in modo da mantenere costante il livello a monte dello stramazzo alla quota corrispondente alla portata di concessione del Consorzio irriguo San Marzano (pari a  $0.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Si prevede inoltre l'installazione di un'asta idrometrica in corrispondenza della sezione di presa del canale irriguo

### **Dispositivo di limitazione della portata massima derivata per fini idroelettrici**

Con questa configurazione dell'impianto, la limitazione della portata massima derivata non può essere realizzata mediante dispositivi fissi ed inamovibili (accoppiamento stramazzo trasversale/stramazzo laterale, luci sotto battente, ecc), a meno di non incidere in modo significativo sul salto



motore dell'impianto e quindi anche sulla producibilità dello stesso. Sia nel caso di luci sotto battente che nel caso di accoppiamento stramazzo trasversale/stramazzo laterale, per un loro corretto funzionamento si andrebbe a perdere una porzione di salto utile dello stesso ordine di grandezza del battente della corrente; dato il valore del salto dell'impianto (pari a circa 4.5 metri), perdere anche solo mezzo metro sul dispositivo di limitazione della portata corrisponde a perdere una quota consistente della produzione di energia. Per questo motivo si valuta la possibilità di utilizzare le paratoie di macchina e la regolazione delle pale della girante come dispositivo di limitazione della portata massima. Nel caso in cui il misuratore di portata misuri un valore superiore alla portata massima concessa in automatico verranno parzialmente chiuse le paratoie fino al raggiungimento di una portata inferiore. Le tre turbine verranno comunque dimensionate in modo da poter complessivamente turbinare una portata non superiore a 100 m<sup>3</sup>/s.

### **Dispositivi di regolazione e misura delle portate derivate per fini idroelettrici**

La regolazione delle portate derivate avverrà in maniera automatica al variare della portata naturale considerando prioritario il rilascio del DMV.

Allo scopo di misurare la portata derivata è prevista l'installazione di misuratori a corde foniche da installarsi immediatamente a valle del diffusore della turbina.

Per mezzo di sensori di livello e di velocità, si calcola la portata  $Q$  utilizzando la formula

$$Q=A \times V.$$

- per  $A$  *si intende l'area bagnata del canale che viene calcolata automaticamente dallo strumento*
- per  $V$  *si intende la velocità media dei filetti idraulici della sezione, anch'essa determinata dal sensore ad effetto Doppler inserito nella sonda.*

La velocità può essere determinata anche quando sia negativa, in modo tale da poter individuare eventuali rigurgiti.

Sulla sponda sinistra, in prossimità della centrale, verrà installato un display con l'indicazione della portata istantanea derivata.

Si riporta la documentazione tecnica dei misuratori a corde foniche della Terri Ferraris & C. che si prevede di installare.

# MPCF

## Misura di portata a corde foniche in condotte, canali aperti e fiumi



05/2010



  
**Terry Ferraris & C.**  
Misure per l'automazione

Il continuo sviluppo del prodotto può comportare la variazione dei dati esposti.

**La misura di portata  
a corde foniche**

**MPCF Corde foniche: teoria e utilizzi**



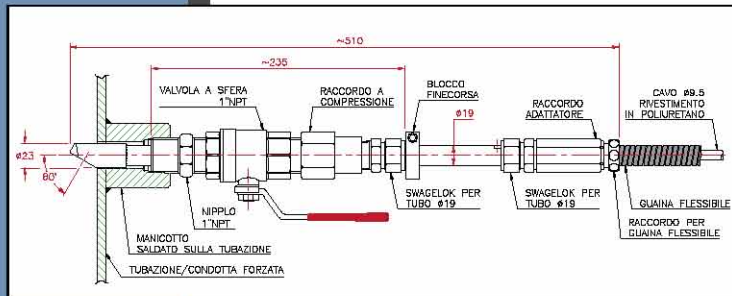
La misura di portata nei fiumi o nei canali diventa problematica quando non si possono impiegare sistemi idraulici tipo Venturi o sbarramenti. In questi casi normalmente la misura della portata si ottiene calcolando la quantità d'acqua che transita in una sezione del fiume o del canale nell'unità di tempo; cioè, in altre parole, l'area bagnata per la velocità media. L'area si può calcolare in modo preciso su una sezione del canale o del fiume con un profilo noto utilizzando un misuratore di livello che può essere immerso o non a contatto con il liquido da misurare. Il calcolo preciso della velocità media risulta invece più problematico, perché la velocità dell'acqua varia da punto a punto e anche la direzione dello spostamento è soggetta a variazioni notevoli in funzione delle condizioni di esercizio. Il sistema a corde foniche per la misura della portata della Terry Ferraris si basa su rilevazioni di velocità del flusso dell'acqua utilizzando sensori a ultrasuoni che lavorano a profondità diverse e con sensori di livello multipli, che, dove necessario, possono essere sia a contatto che non a contatto con il liquido da misurare. Un'unità di calcolo gestisce il flusso di dati, li converte in portata, e registra le misure su un data logger a intervalli di tempo programmabili, ritrasmettendoli via modem o ponte radio. Il sistema funziona su canali con larghezza da 0,5 a 200 metri e profondità compresa tra 0,1 e 20m. Può essere impiegato anche in condotte di grandi dimensioni, piene o parzialmente piene, con qualsiasi tipo di liquido che non abbia troppe particelle in sospensione. Le misure ottenute hanno una precisione compresa tra il 2 e il 5% (in funzione delle condizioni del punto di misura e del numero di corde foniche utilizzate). Il sistema è certificato Atex e può essere utilizzato, in ambienti con temperature comprese tra -20 e 40°C, anche in zone con pericolo di esplosione.



**Campi di impiego**

L'utilizzo del sistema a corde foniche risulta particolarmente vantaggioso per gestire le risorse idriche, l'acquedottistica, la previsione dei flussi, la gestione e controllo dei prelievi, i prelievi per l'orticoltura, il controllo dei deflussi, il controllo delle alluvioni, il controllo degli scarichi, la misura nei canali d'irrigazione, gli impianti di trattamento acque, le centrali idroelettriche, la misura di portata differenziale nelle condotte forzate e la portata negli oleodotti. Utilizzando quattro apparecchi è possibile gestire la portata differenziale derivante da tre canali che possono essere sia immissari o emissari in tutte le combinazioni possibili. I sistemi di misura di portata della Terry Ferraris sono conformi alle norme ISO6416 (equivalente a BS3680 pt 3E) per i canali e alle norme IEC 41/CEI EN60041:1977-II per le tubazioni.

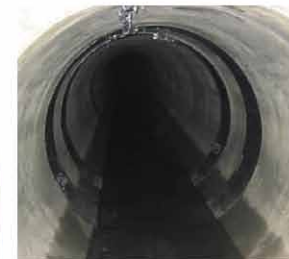
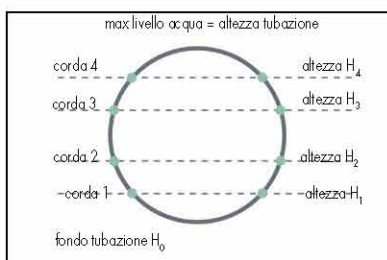
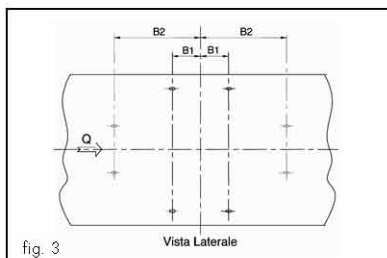
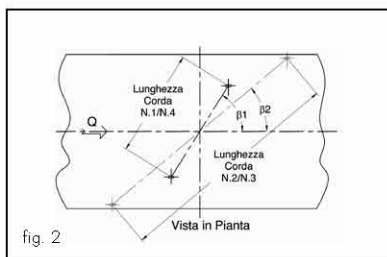
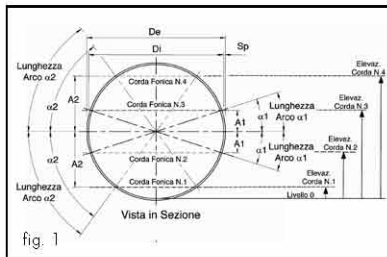
**La protezione delle condotte forzate**



La precisione delle misure di portata a corde foniche consente di individuare anche piccole differenze nella velocità dell'acqua all'ingresso e alla fine della condotta forzata. Se si verifica una differenza nella misura significa che c'è una perdita che deve essere individuata ed eliminata. Una piccola perdita può mettere a rischio la condotta, provocare nel tempo movimenti franosi del terreno e/o alterare l'assetto della condotta con il rischio di rotture della condotta stessa. Il sistema è sicuro e affidabile e consente di effettuare le ispezioni o di intervenire prima che si verificano danni importanti. Per la misura di velocità/portata nelle condotte forzate si utilizzano trasduttori a inserzione che possono essere ispezionati senza sospendere il flusso dell'acqua. La precisione della misura dipende dal numero di corde foniche impiegate.



## Installazione in condotta forzata



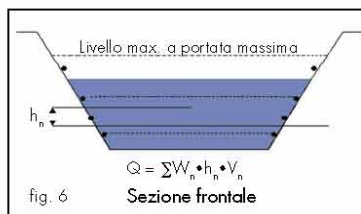
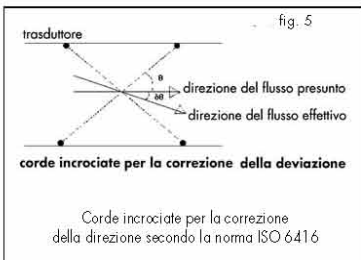
Per ottenere dati precisi è necessario che i trasduttori siano inseriti in modo che i segnali attraversino la condotta passando dal centro e ogni trasduttore sia a valle del suo corrispondente, secondo gli schemi delle figure 1, 2 e 3 conformi alla norme IEC 41/CEI EN60041:1977-II. La precisione della misura dipende dal numero di corde installate. Le migliori prestazioni si hanno con solidi sospesi fino a 2000ppm con basso contenuto di flora, di bolle d'aria e di limitate variazioni di salinità. Utilizzando quattro apparecchi è possibile gestire la portata differenziale derivante da tre condotte che possono essere sia immissari o emissari in tutte le combinazioni possibili.







## Installazioni



**Terry Ferraris & C.**  
Misure per l'automazione

CSQ - IQNet - ATEX notified  
9160.TERR IT - 17598 Cesi03 Abbr 119 Q

Viale Ortles, 10 - 20139 Milano - Tel. 02/5391005 - Fax 02/5692864  
www.terryferraris.it - www.netaqua.it - E-mail: info@terryferraris.it



## **Elettrodotti**

Il progetto comprende la realizzazione di un elettrodotto interrato nella strada interpoderale a fondo asfaltato esistente per il collegamento tra la centrale e la cabina elettrica che sarà ubicata nella zona industriale di Castagnito, in località Baraccone. L'elettrodotto interrato avrà una lunghezza complessiva di poco inferiore ai 1200 m; il suo tracciato ricadrà in parte in comune di Barbaresco (per circa 250 m) ed in parte in comune di Castagnito (per circa 950 m).

## **4 - CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE DEL CORSO D'ACQUA (D.P.G.R. n. 8/R del 17.07.2007)**

### **Deroga al rilascio del deflusso minimo vitale (art. 3 DPGR n. 8/R del 17.07.2007) per la derivazione ad uso idroelettrico**

In base art. 3 comma 4 del Regolamento regionale 17 luglio 2007, n. 8/R "ambito di applicazione", il prelievo ad uso idroelettrico in oggetto non è soggetto al rilascio del DMV in quanto, essendo la turbina collocata in corpo traversa, il rilascio avverrà immediatamente a valle della traversa senza tratto sotteso; la continuità idraulica sarà assicurata dalla scala di risalita della fauna ittica in cui verrà rilasciata la  $Q_{PAI}$  precedentemente calcolata (pari a circa  $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Tale valore è stato individuato come ottimale al fine di garantire le migliori condizioni per il transito dei pesci; portate maggiori implicano, infatti, la realizzazione di una scala di dimensioni decisamente maggiori a quella progettata per mantenere i parametri fondamentali idonei al transito e al temporaneo stazionamento della fauna ittica (dissipazione energetica per unità di volume, rapporto fra le dimensioni dei bacini, ecc.). Si prevede inoltre lo sfioro di una portata di  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$  al di sopra della traversa per consentire la realizzazione del cosiddetto "velo scenico".

La portata complessivamente rilasciata sarà pertanto pari a 3.0 m<sup>3</sup>/s (3.7 m<sup>3</sup>/s nel periodo irriguo).

### **Calcolo del deflusso minimo vitale per la derivazione ad uso irriguo**

#### DMV di base

Il Regolamento regionale 17 luglio 2007, n. 8/R impone, per il tratto del F. Tanaro compreso tra la confluenza del Fiume Stura di Demonte e la confluenza con il Torrente Bobore, un valore di DMV di base pari a 8.5 m<sup>3</sup>/s (Allegato A).

In accordo con quanto previsto dal Regolamento 17 luglio 2007 n. 8/R verrà quindi rilasciata una portata minima a valle della traversa pari a 8.5 m<sup>3</sup>/s nell'alveo del Fiume Tanaro. Di questa portata 1,8 m<sup>3</sup>/s verranno impiegati per l'alimentazione della scala di rimonta della fauna ittica, 1.2 m<sup>3</sup>/s saranno utilizzati per consentire la realizzazione del "velo scenico", mentre la restante quota del DMV potrà essere rilasciata attraverso le turbine della centrale in progetto, realizzata in corpo traversa. Quando l'impianto idroelettrico non è in funzione per portate disponibili troppo basse l'aliquota del DMV eccedente quella rilasciata nella scala di risalita sarà rilasciata tramite una bocca tarata la cui apertura avviene in automatico all'arresto dell'impianto.

#### DMV modulato

Siccome l'entità del prelievo irriguo (700 l/s) è esigua se confrontata con le portate normalmente defluenti nel Fiume Tanaro non si prevede una modulazione del DMV rilasciato.

#### Calcoli idraulici della bocca tarata.

La bocca tarata viene dimensionata in modo che quando il livello dell'acqua a monte della traversa è tale da consentire un prelievo irriguo

attraverso di essa venga rilasciata una portata pari ad almeno il DMV di base. La quota di fondo del tubo irriguo è pari 148.09 m s.l.m.

La bocca tarata è larga 1.67 m, alta 1 m e la quota del punto più basso è pari a 144 m s.l.m

Viene realizzata una luce sottobattente nella paratoia dello scarico di fondo dalla quale si rilascia la quota di deflusso minimo vitale che non attraversa scala di rimonta per l'ittiofauna ( $Q = 0,555 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Per il dimensionamento viene utilizzata la formula:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_c \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot \left( h_2^{3/2} - h_1^{3/2} \right)$$

dove:

$C_c = 0.61$	coefficiente di contrazione;
$b = 1.67 \text{ m}$	larghezza della luce;
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	accelerazione di gravità;
$h_2 = 4.09 \text{ m}$	carico idraulico inferiore;
$h_1 = 3.09 \text{ m}$	carico idraulico superiore.

A tali dimensioni della bocca tarata corrisponde una portata rilasciata pari a 8542 l/s.

## **5 - VALUTAZIONE DELLE PORTATE CARATTERISTICHE DEL REGIME IDROLOGICO DEL CORSO D'ACQUA**

La determinazione delle portate caratteristiche di un corso d'acqua per valutare l'attitudine all'utilizzazione dell'acqua viene di norma eseguita con riferimento alla curva di durata delle portate che indica sull'asse delle ascisse il numero di giorni nell'anno per cui la portata del corso d'acqua è uguale o maggiore del valore corrispondente alle ordinate e dalla quale è

possibile ricavare le portate caratteristiche del regime idrologico del corso d'acqua.

Potendo disporre dei valori giornalieri di portata, misurati per un periodo abbastanza lungo nella sezione in cui si intende fare la derivazione si può costruire la curva di durata delle portate riscontrate nella sezione.

Tale curva, secondo la convenzione del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, riporta sull'asse delle ordinate le portate ed sull'asse delle ascisse le durate in giorni. L'asse delle ascisse va da 0 a 365, in quanto il periodo preso come di riferimento è il singolo anno.

Il poter disporre di un numero significativo di dati permette di fare riferimento alla frequenza degli eventi passati come se coincidesse le probabilità di eventi futuri.

Tale assunzione trova fondamento nella legge empirica del caso che afferma che in una serie di prove ripetute, la probabilità che un evento si manifesti con una frequenza alla sua probabilità teorica tende ad uno (cioè alla certezza) con l'aumentare indefinito del numero di prove.

Si tratta di "una probabilità nella probabilità": non si può escludere che un ciclo di prove possa presentare scarti comunque elevati fra la frequenza di un evento e la sua probabilità teorica; si afferma soltanto che, se le prove sono numerose, gli scarti elevati sono poco probabili.

In sostanza l'attendibilità di una curva di frequenza è definita in termini probabilistici, ma il fatto che, per una serie storica abbastanza prolungata, è estremamente improbabile che la frequenza abbia valori sensibilmente diversi dalla probabilità permette di essere fiduciosi sulle previsioni effettuate.

Dalla curva di durata delle portate è possibile ricavare i valori di portata caratteristici del regime idrologico del corso d'acqua.

Essi sono:

- **Portata ( $Q_{10}$ )** = portata superata mediamente 10 giorni in un anno

- **Portata ( $Q_{91}$ ) o di piena ordinaria:** portata superata mediamente 25 giorni su 100 in un anno (ascissa  $\frac{1}{4}$  365)
- **Portata ( $Q_{182}$ ) o semipermanente:** portata eguagliata o superata mediamente per metà anno
- **Portata di magra ordinaria ( $Q_{274}$ ):** portata superata mediamente 75 giorni su 100 in un anno (ascissa  $\frac{3}{4}$  365)
- **Portata  $Q_{355}$  =** portata superata mediamente 355 giorni in un anno

Quanto affermato fino ad ora si applica quando si dispone di un numero di dati di portata rappresentativo del regime idrologico misurato nella sezione in cui si intende effettuare la derivazione.

Nel caso specifico si hanno a disposizione i dati di portata media giornaliera rilevati alla stazione idrometrica di Alba, ubicata circa 6 km a monte del sito in esame, e relativi al periodo di osservazione che va dal 1995 al 2013. Tali dati sono disponibili sul sito internet di Arpa Piemonte nella sezione "*Banca dati idrologica*".

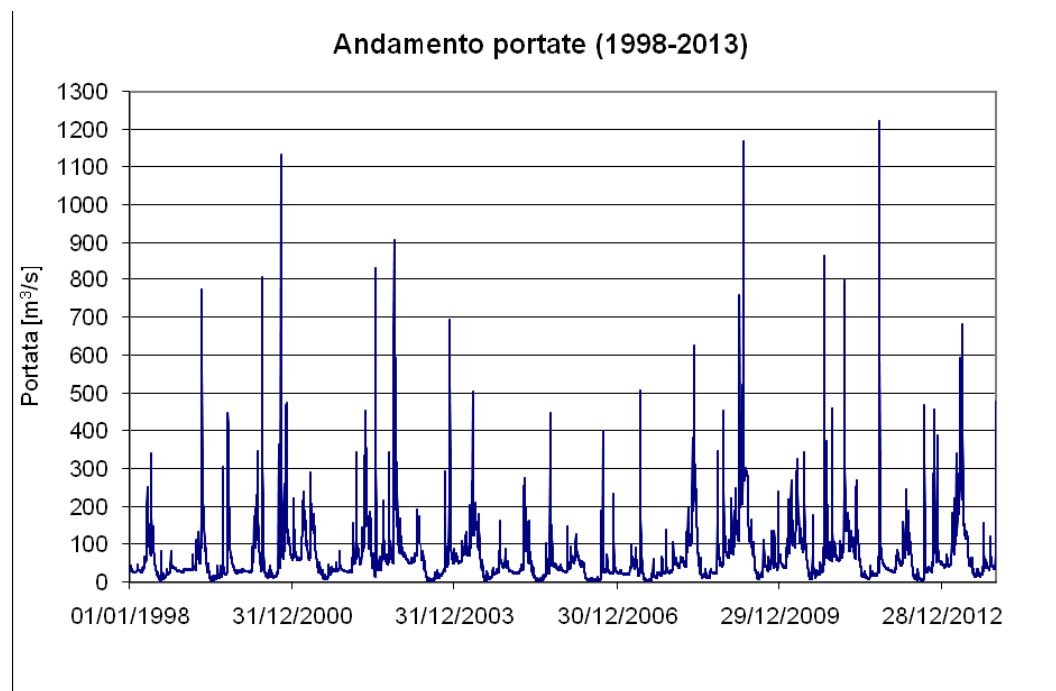
Nel tratto compreso tra la stazione di misura di Alba e la traversa in progetto si immettono nel Fiume Tanaro il Torrente Cherasca, il Seno d'Elvio e alcuni piccoli rii minori in destra; in sponda sinistra non sono invece presenti immissari. Considerando che l'apporto reale dei torrenti sopraccitati è estremamente contenuto (tranne durante gli eventi di piena), la portata alla sezione di presa di Barbaresco può essere ragionevolmente determinata a partire dalle portate misurate ad Alba, senza aggiungere i contributi del bacino residuo.

I valori di portata media giornaliera utilizzati per la costruzione della curva di durata delle portate sono relativi all'arco temporale 1998÷2013 in quanto negli anni 1995, 1996 e 1997 sono numerosi i dati mancanti nelle registrazioni; è bene pertanto non considerare tali anni nella costruzione della curva di durata.



In Fig. 5.1 si riporta l'andamento delle portate medie giornaliere del F. Tanaro registrate dalla stazione idrometrica di Alba, relative all'arco temporale 1998÷2013.

In Tab. 5.1 e in Fig. 5.2 sono riportate le portate medie mensili naturali del F. Tanaro, sempre con riferimento all'arco temporale 1998÷2013.

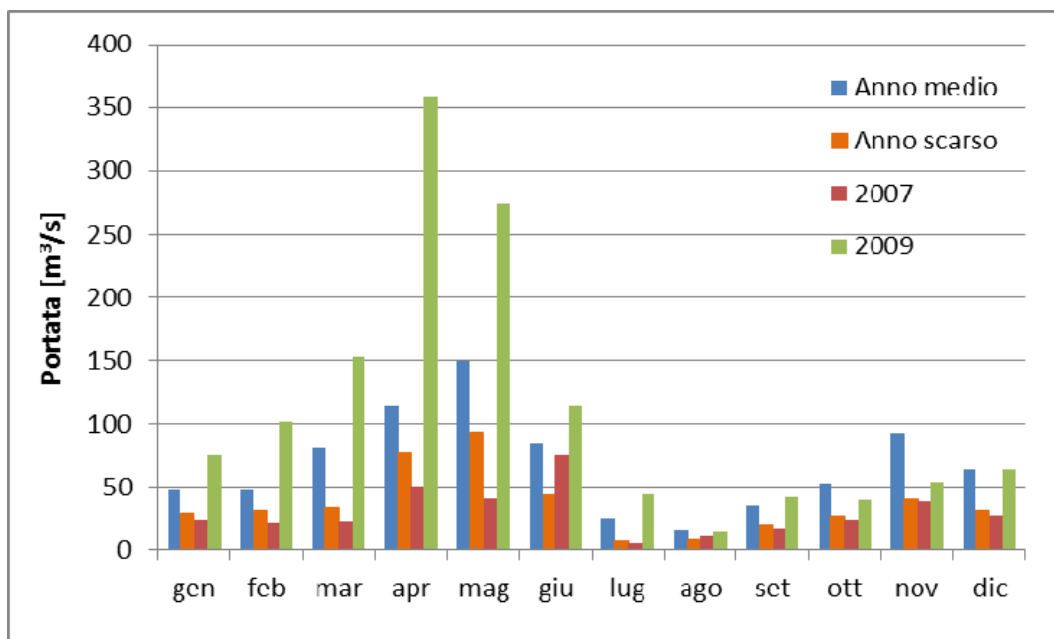


**Fig 5.1 Andamento delle portate medie giornaliere del Fiume Tanaro nel periodo 1998÷2013 (Fonte: Banca dati idrologica Arpa Piemonte).**

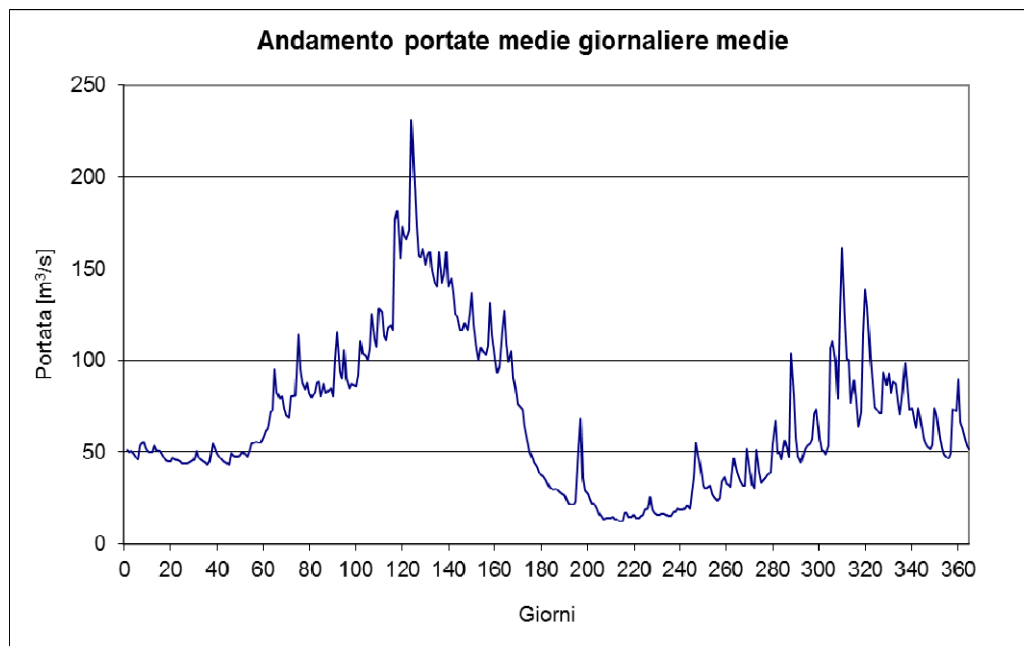
Nel periodo di osservazione (1998÷2013) l'anno idrologicamente più povero è il 2007 (portata media di 30.04 m<sup>3</sup>/s), mentre quello più abbondante è il 2009 (portata media di 111.09 m<sup>3</sup>/s). La portata media annua relativa all'anno medio è pari a 67.70 m<sup>3</sup>/s.

anno	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Media annua
1998	34.77	29.55	30.03	59.89	126.91	81.33	15.37	18.46	22.68	45.66	32.03	28.05	<b>43.73</b>
1999	32.57	31.88	45.46	79.72	182.91	30.39	9.13	14.18	46.41	91.98	78.66	29.75	<b>56.09</b>
2000	28.13	30.83	27.23	89.36	132.55	131.59	18.42	19.04	29.51	166.21	187.77	89.58	<b>79.19</b>
2001	92.59	60.23	149.51	80.32	166.52	59.14	24.83	11.56	29.17	32.97	39.47	29.86	<b>64.68</b>
2002	28.21	55.52	90.01	82.26	191.96	90.76	103.32	49.51	88.53	92.29	231.85	127.86	<b>102.67</b>
2003	80.65	56.65	55.73	91.68	101.93	43.34	7.33	8.83	16.99	23.9	79.45	128.4	<b>57.91</b>
2004	63.27	61.95	90.88	103.96	187.23	98.67	24.63	14.35	20.58	30.41	58.45	47.78	<b>66.85</b>
2005	28.83	24.29	29.9	106.97	85.35	25.37	6.2	7.95	33.15	96.28	40.82	35.93	<b>43.42</b>
2006	33.19	52.31	65.24	66.9	40.24	8.41	5.73	6.68	54.92	36.48	26.12	44.32	<b>36.71</b>
2007	24.50	21.63	22.78	51.09	40.45	75.07	5.54	12.13	17.04	24.51	38.28	27.43	<b>30.04</b>
2008	50.62	45.22	55.34	95.13	192.66	192.57	30.48	16.86	20.06	25.66	41.91	107.56	<b>72.84</b>
2009	75.36	101.44	152.81	357.63	273.45	113.95	44.00	15.04	41.84	39.76	54.13	63.71	<b>111.09</b>
2010	50.84	56.73	134.82	138.39	160.94	123.20	34.99	31.45	22.25	38.39	195.92	96.91	<b>90.40</b>
2011	70.86	69.96	174.65	129.55	90.93	126.20	23.69	13.18	21.44	23.25	189.47	40.11	<b>81.11</b>
2012	31.57	33.80	57.66	75.94	116.95	44.16	11.69	6.87	72.47	34.46	136.81	64.70	<b>57.26</b>
2013	44.15	49.59	109.52	214.53	292.16	108.69	45.13	20.72	21.16	49.18	48.32	68.42	<b>89.30</b>
<b>medio</b>	<b>48.13</b>	<b>48.85</b>	<b>80.72</b>	<b>113.96</b>	<b>148.95</b>	<b>84.55</b>	<b>25.65</b>	<b>16.68</b>	<b>34.89</b>	<b>53.21</b>	<b>92.47</b>	<b>64.40</b>	<b>67.70</b>
<b>scarso</b>	<b>29.38</b>	<b>31.04</b>	<b>33.12</b>	<b>76.69</b>	<b>93.13</b>	<b>43.50</b>	<b>7.69</b>	<b>9.38</b>	<b>20.70</b>	<b>26.61</b>	<b>39.74</b>	<b>31.07</b>	<b>36.84</b>

**Tab. 5.1 Portate medie mensili del Fiume Tanaro nel periodo 1998÷2013 relative alla stazione idrometrica di Alba.**



**Fig 5.2 Andamento delle portate medie mensili del Fiume Tanaro nel periodo 1998÷2013 relative alla stazione di misura di Alba.**



**Fig. 5.3 Andamento delle portate giornaliere medie sul periodo di osservazione (1998-2013).**

La Tab. 5.1 e la Fig. 5.2 evidenziano che la portata media mensile, relativa all'anno medio, varia sensibilmente passando da un minimo di 16.68 m<sup>3</sup>/s nel mese di agosto ad un massimo di 148.95 m<sup>3</sup>/s nel mese di maggio.

Confrontando i valori di portata media mensile relativi ad anni differenti si evidenzia come anche essi siano fortemente variabili; conseguentemente le portate dell'anno scarso, definito come quello caratterizzato da portate medie con frequenza di superamento dell'80%, si scostano in maniera sensibile da quelle dell'anno medio. Infatti, la portata media annuale dell'anno scarso vale 36.84 m<sup>3</sup>/s, mentre quella dell'anno medio è di 67.70 m<sup>3</sup>/s.

Analizzando la Fig. 5.2 e la Fig. 5.3, ed in particolare i valori di portata media mensile dell'anno medio, è possibile definire il regime idrologico del F. Tanaro nella zona di interesse; esso è di tipo niveo-pluviale alpino, con un periodo di piena principale che va da marzo a giugno (con picco nel mese di maggio) ed uno secondario con colmo a novembre; i periodi di magra sono due: quello estivo che va da luglio a settembre (minimo

assoluto nel mese di agosto), mentre quello invernale interessa i mesi di gennaio e febbraio.

Le curve di durata delle portate sono state ricavate ordinando i dati a disposizione in ordine decrescente e, successivamente, riportandoli in un grafico nel quale si riporta sull'asse delle ascisse il numero di volte per le quali la portata indicata in ordinata viene superata nel periodo di osservazione, normalizzando a 365 il valore massimo sull'asse delle ascisse.

Dalla serie storica dei valori giornalieri di portata è possibile anche ricavare la portata media del corso d'acqua come semplice media aritmetica dei singoli valori misurati.

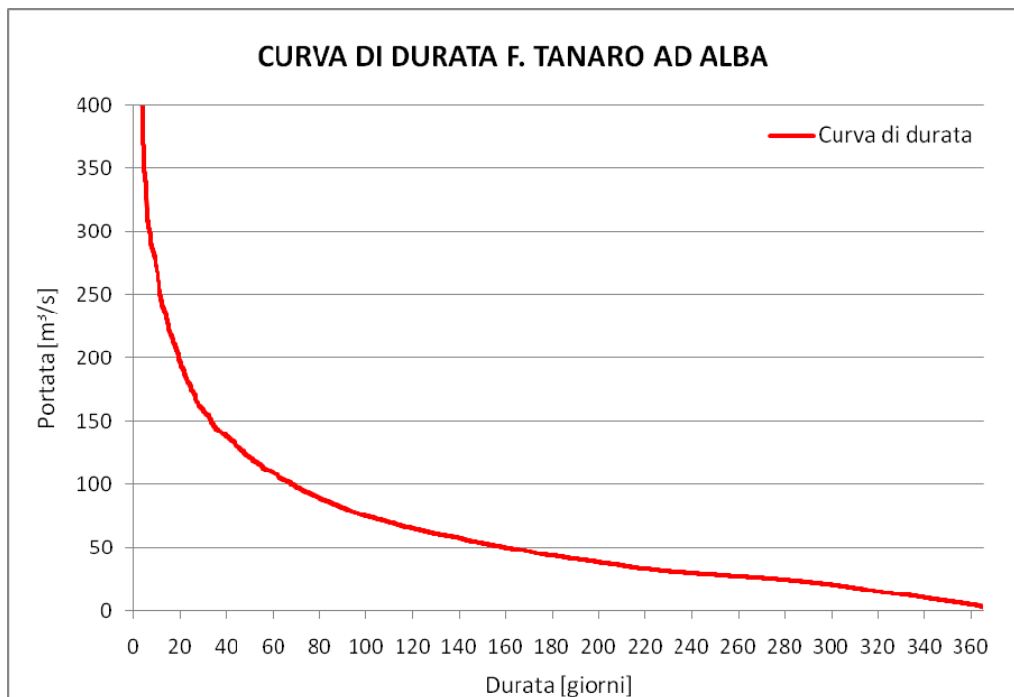
I risultati ottenuti sono sintetizzati nella seguente tabella.

<b>Valore caratteristico</b>	<b>Q Tanaro ad Alba [m<sup>3</sup>/s]</b>
Q <sub>10</sub>	272.00
Q <sub>91</sub>	80.80
Q <sub>182</sub>	43.10
Q <sub>274</sub>	25.50
Q <sub>355</sub>	6.34
<b>Media Anno</b>	<b>67.91</b>

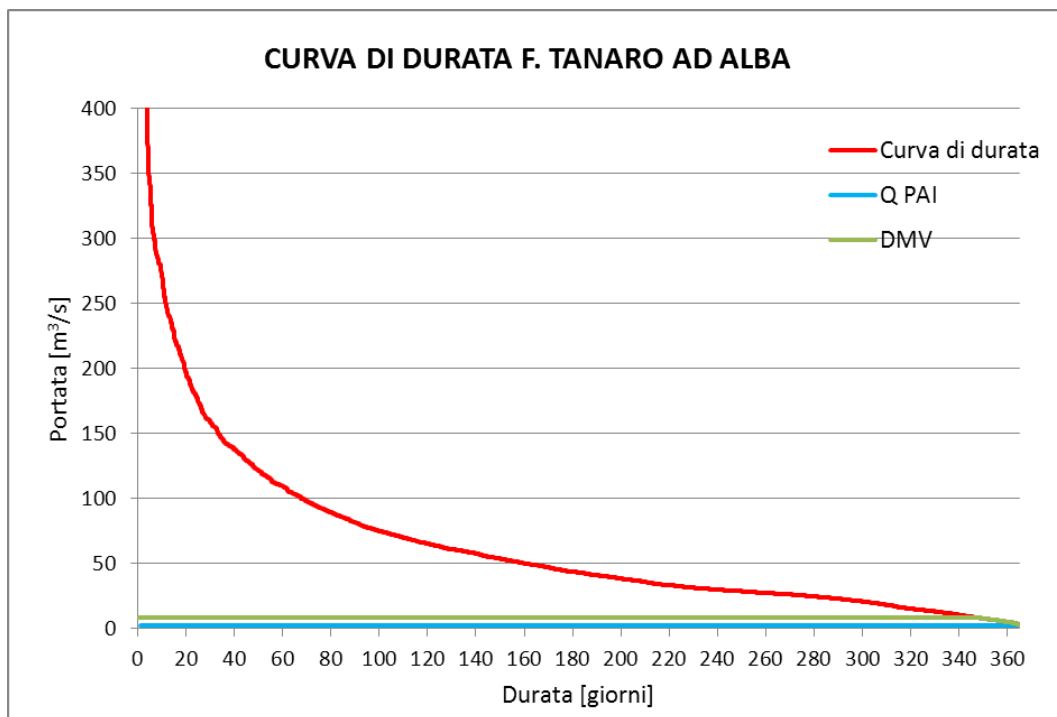
**Tab 5.2 Portate caratteristiche del Fiume Tanaro riferite all'anno idrologico medio senza derivazione.**

In Fig. 5.4 si riporta la curva di durata delle portate costruita a partire dai dati registrati dalla stazione idrometrica di Alba, mentre in Fig. 5.5 si riportano sia la curva di durata delle portate che il DMV relativo alla derivazione ad uso irriguo. Tale DMV, come precedentemente illustrato, verrà rilasciato in parte in corrispondenza della scala di risalita della fauna ittica ( $Q_{PAI}$  pari a 1.8 m<sup>3</sup>/s), in parte al di sopra della traversa in modo da realizzare il "velo scenico" (1.2 m<sup>3</sup>/s), mentre la quota parte restante verrà

rilasciata attraverso le turbine realizzate in corpo traversa. Quando l'impianto idroelettrico non è in funzione (cioè per portate disponibili troppo basse) l'aliquota del DMV eccedente quella rilasciata nella scala di risalita sarà rilasciata tramite una bocca tarata la cui apertura avviene in automatico all'arresto dell'impianto.



**Fig 5.4** *Curva di durata delle portate del Fiume Tanaro riferita all'anno idrologico medio senza derivazione*



**Fig 5.5** Curva di durata delle portate del Fiume Tanaro e DMV per la derivazione ad uso irriguo. La derivazione ad uso idroelettrico, ai sensi dell'art. 3 del D.P.G.R. n. 8/R del 2007, non è soggetta al rilascio del DMV in quanto la turbina, è collocata in corpo traversa; la continuità idraulica è assicurata dal rilascio della  $Q_{PAI}$  nella scala di risalita della fauna ittica e dalla portata rilasciata al di sopra della traversa che costituisce il "velo scenico".

Per quanto concerne la derivazione ad uso idroelettrico, a partire dalla curva di durata delle portate si possono ricavare, in funzione della portata di dimensionamento dell'impianto, altre due curve caratteristiche del regime idrologico del corso d'acqua e della derivazione: la *curva di utilizzazione del corso d'acqua* e la *curva di utilizzazione dell'impianto*.

La *curva di utilizzazione del corso d'acqua* è una funzione della portata derivabile e rappresenta il rapporto tra il volume derivato ed il volume disponibile del corso d'acqua (Fig. 5.7).

La *curva di utilizzazione dell'impianto* è sempre una funzione della portata derivabile e rappresenta il rapporto tra il volume derivato e quello che si deriverebbe se la portata derivabile si mantenesse costante tutto l'anno (Fig. 5.7).



Si riporta inoltre un grafico con la curva dell'energia annua prodotta in funzione della portata di dimensionamento dell'impianto (Fig. 5.6), tenendo in considerazione i rendimenti stimati dell'intero impianto alle varie percentuali di funzionamento ed il salto disponibile. Il calcolo è stato condotto facendo variare la portata di dimensionamento dell'impianto tra 25 e 300 m<sup>3</sup>/s, utilizzando un intervallo di discretizzazione di 25 m<sup>3</sup>/s.

I rendimenti delle turbine e dei generatori sono indicati in Tab. 5.3.

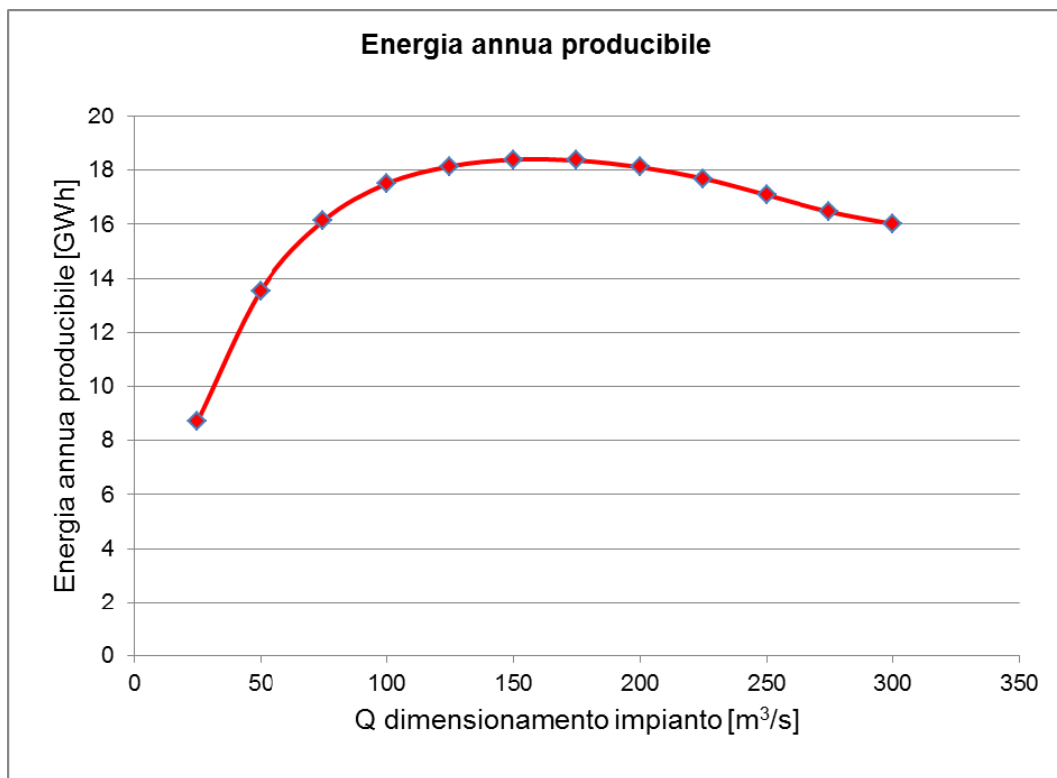
Il salto geodetico sfruttato dall'impianto è variabile al variare della portata naturale in quanto i livelli di monte e di valle crescono al crescere della portata defluente, ma in maniera diversa, con quello di valle che cresce più di quello di monte. Pertanto, il salto geodetico disponibile diminuisce al crescere della portata, come indicato in Tab. 5.4.

<b>Percentuale di utilizzo</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>20%</b>
rendimento turbina	89.2	91.1	91.0	88.0	66.1
rendimento generatore	95.6	96.1	96.3	95.9	92.1

**Tab 5.3 Rendimenti turbine e generatori**

<b>Portata naturale</b> <b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>Salto</b> <b>[m]</b>
9.6	6.12
10.3	6.10
15	6.05
20	5.98
30	5.82
40	5.67
50	5.53
60	5.39
80	5.16
100	4.95
120	4.91
140	4.86
160	4.8
180	4.75
200	4.68
220	4.63
240	4.58
260	4.52
280	4.48
300	4.43

**Tab 5.4 Salto disponibile per la derivazione ad uso idroelettrico**



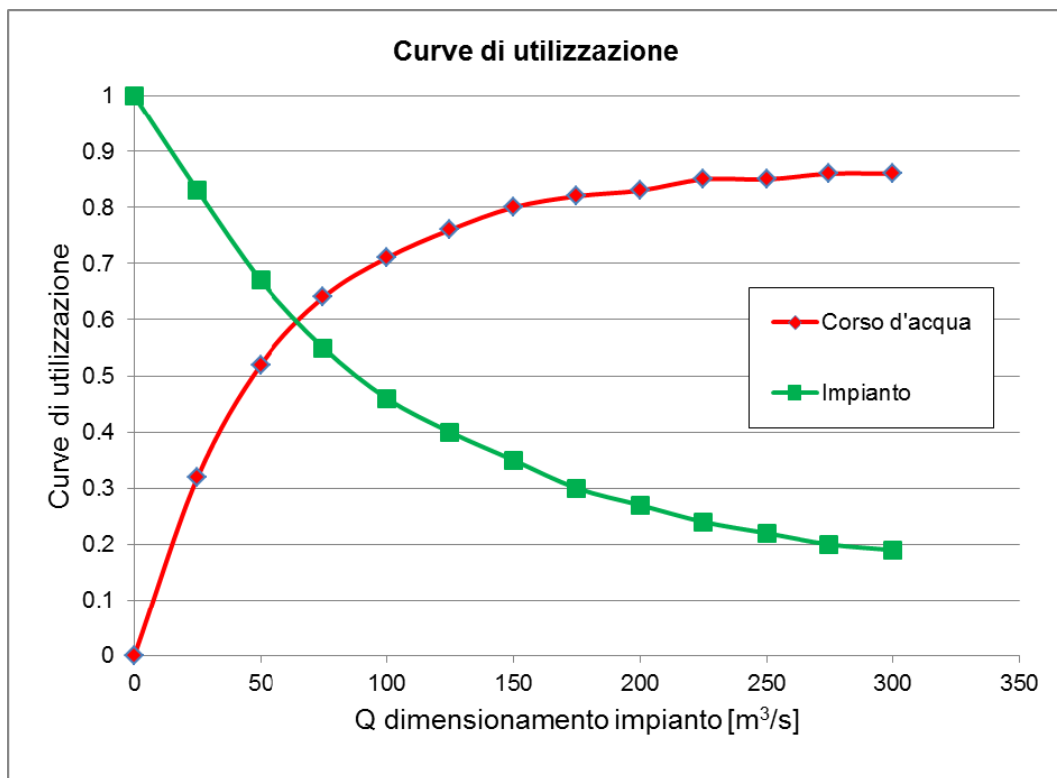
**Fig 5.6 Energia annua producibile**

L'energia annua massima viene prodotta con una portata di dimensionamento dell'impianto pari a 150 m<sup>3</sup>/s (18.39 GWh).

Si nota però che con una portata di dimensionamento dell'impianto di 100 m<sup>3</sup>/s (quindi pari al 66% della portata di massima produzione), si ha una produzione annua inferiore solo del 5%, a fronte di costi di realizzazione e manutenzione e di ingombri decisamente più contenuti.

Si adotta pertanto come  $Q_{max}$  di dimensionamento dell'impianto idroelettrico  $Q=100$  m<sup>3</sup>/s.

Alla portata massima di dimensionamento pari a 100 m<sup>3</sup>/s corrisponde un coefficiente di utilizzo dell'impianto pari a 0.46 e un coefficiente di utilizzo del corso d'acqua pari a 0.71 (Fig 5.7).



**Fig 5.7 Curve di utilizzazione del corso d'acqua e dell'impianto**

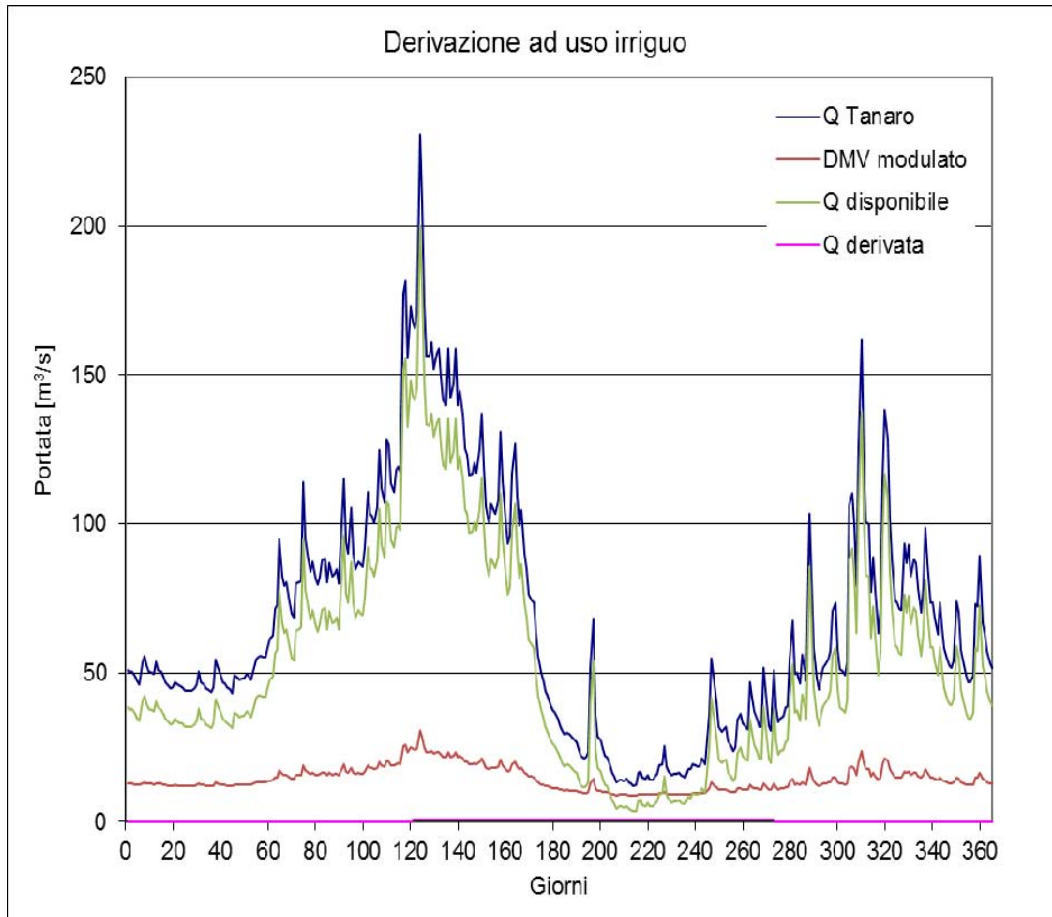
## 6 - CARATTERISTICHE DELLA DERIVAZIONE AD USO IRRIGUO E DELLA DERIVAZIONE AD USO IDROELETTRICO

### Derivazione ad uso irriguo del canale San Marzano

Le principali caratteristiche della derivazione ad uso irriguo sono le seguenti:

- la derivazione viene effettuata nel solo periodo irriguo;
- la portata massima derivata è limitata alla portata massima di concessione pari a 0.70 m<sup>3</sup>/s;
- non viene effettuata alcuna derivazione in presenza di una portata in arrivo inferiore a 9.2 m<sup>3</sup>/s, in modo da consentire il rilascio in alveo del DMV. L'aliquota del DMV eccedente quella rilasciata nella scala di risalita sarà rilasciata tramite una bocca tarata la cui apertura avviene in automatico all'arresto dell'impianto.

In Fig. 6.1 si riporta l'andamento delle portate medie giornaliere del Fiume Tanaro, del DMV modulato precedentemente calcolato, delle portate disponibili e delle portate effettivamente derivate nel periodo irriguo.



**Fig 6.1 Andamento delle portate del F. Tanaro, del DMV modulato, delle portate disponibili e delle portate derivate per uso irriguo.**

### Derivazione ad uso idroelettrico

Noto il dimensionamento dell'impianto è possibile ricavare le portate effettivamente utilizzate dall'impianto idroelettrico in progetto che si discostano dalle portate derivabili per alcuni motivi:

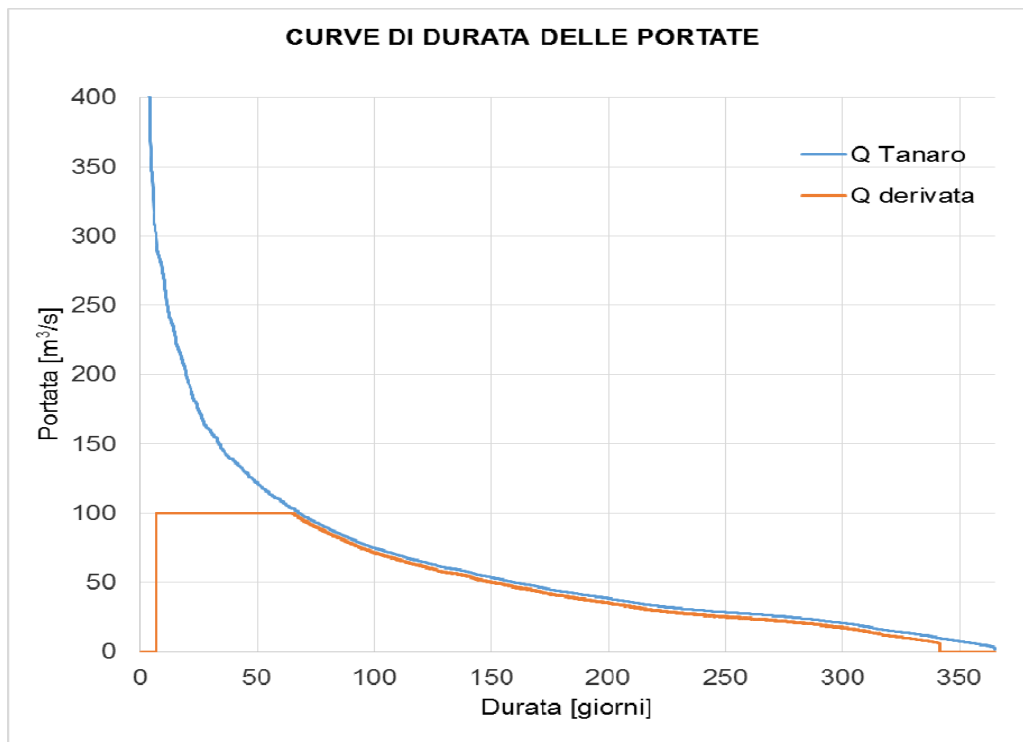
- nel periodo irriguo non viene effettuata alcuna derivazione in presenza di una portata in arrivo inferiore alla somma di: a) minima

portata turbinabile ( $6.6 \text{ m}^3/\text{s}$  al di sotto della quale il rendimento della turbina è troppo basso), b)  $Q_{PAI}$  ( $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$  rilasciata nella scala di risalita), c) portata rilasciata per realizzare il “velo scenico” sulla traversa ( $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e d) portata derivata per alimentare il canale irriguo San Marzano ( $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ );

- nel periodo non irriguo non viene effettuata alcuna derivazione in presenza di una portata in arrivo inferiore alla somma di: a) minima portata turbinabile ( $6.6 \text{ m}^3/\text{s}$  al di sotto della quale il rendimento della turbina è troppo basso), b)  $Q_{PAI}$  ( $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$  rilasciata nella scala di risalita), c) portata rilasciata per realizzare il “velo scenico” sulla traversa ( $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ );
- la portata massima derivata è limitata alla portata massima di dimensionamento dell'impianto ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$ );
- non viene effettuata alcuna derivazione in presenza di una portata naturale superiore a  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Per portate maggiori di  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  si abbattano le paratoie costituenti lo sbarramento mobile ripristinando la configurazione ante crollo del 2010; in questo modo è possibile contenere i fenomeni di rigurgito.

Il Fiume Tanaro presenta condizioni di deflusso per cui l'impianto è in funzione circa 335 giorni l'anno (Fig. 6.2).





**Fig 6.2** Curve di durata della portata naturale del F. Tanaro e della portata derivata.

## 7 - INTERAZIONE CON L'ASSETTO FLUVIALE E LE OPERE ESISTENTI

Nel periodo irriguo, quando le portate in alveo sono inferiori a  $9.2 \text{ m}^3/\text{s}$  non viene effettuata alcuna derivazione né per fini irrigui, né per fini idroelettrici, mentre per portate in arrivo comprese tra  $9.2 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $10.3 \text{ m}^3/\text{s}$  si procede alla derivazione della sola portata irrigua del canale San Marzano (pari a  $0.70 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Quando le portate in alveo sono comprese tra  $10.3 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  si procede anche alla derivazione ad uso idroelettrico con portate turbinate variabili tra  $6.6$  e  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Nel periodo non irriguo la derivazione ad uso idroelettrico viene effettuata quando le portate in alveo sono comprese tra  $9.6 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ , con portate turbinate variabili tra  $6.6$  e  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In tali condizioni la presenza della traversa fissa sormontata dallo sbarramento mobile determina il massimo rigurgito verso monte, per una

estensione pari a circa 3050 m. Tale rigurgito si spinge al massimo fino a 1850 m a valle della confluenza con il torrente Cherasca. I livelli di rigurgito corrispondenti al range di operatività dell'impianto idroelettrico, sono sempre ampiamente contenuti all'interno dell'alveo inciso del Fiume Tanaro.

Quando in alveo la portata è superiore a 300 m<sup>3</sup>/s la derivazione ad uso idroelettrico viene interrotta e le paratoie costituenti lo sbarramento mobile vengono abbattute; in questo modo è possibile ridurre l'estensione verso monte del rigurgito.

Le infrastrutture presenti nell'area di intervento, con le quali il progetto è potenzialmente interferente, sono la SP3 "Castagnito-Neive" e la pista ciclabile che si snoda lungo il Fiume Tanaro.

Non è prevista la costruzione di nuove piste d'accesso, in quanto le opere da realizzare nell'ambito dell'impianto in progetto sono situate in terreni raggiungibili mediante la viabilità esistente.

Gli impatti negativi sulle infrastrutture saranno concentrati soprattutto in fase di cantiere, mentre quelli favorevoli inizieranno ad impianto realizzato. Per quanto concerne gli aspetti positivi conseguenti alla ricostruzione dello sbarramento occorre sicuramente ricordare l'effetto di stabilizzazione del fondo alveo; infatti, a seguito del crollo della traversa verificatosi nel novembre del 2010 si è assistito ad un progressivo abbassamento delle quote di fondo alveo nella zona a monte dello sbarramento. Tale effetto è piuttosto evidente: sono infatti frequenti i problemi di sottoescavazione per le opere di difesa spondale presenti sul Fiume Tanaro nella zona compresa tra Alba e Barbaresco. La ricostruzione della traversa permetterà di ripristinare gradualmente il profilo di fondo alveo esistente prima del crollo del 2010, consentendo quindi la stabilizzazione delle opere di difesa ubicate nel tratto a monte dello sbarramento.

## **8 - ANALISI SOLUZIONI ALTERNATIVE**

Le caratteristiche specifiche del Fiume Tanaro, la cui asta ha una pendenza media compresa tra l'1‰ e il 2‰, presenta la possibilità di realizzare un impianto idroelettrico soltanto in rari punti in cui, per puntuali situazioni geo-morfologiche, il corso d'acqua ha naturali dislivelli concentrati o in corrispondenza di manufatti, solitamente soglie di protezione e consolidamento delle fondazioni dei pilastri in alveo dei ponti, che in modo artificiale creano dei salti idraulici.

Nel caso specifico, dato che la ricostruzione della traversa di Barbaresco crollata nel novembre del 2010 si rende necessaria per consentire il ripristino della derivazione del canale irriguo San Marzano (attualmente interrotta in quanto la presa non è fruibile) e dato che, in tale sezione è presente un dislivello concentrato significativo, è opportuno prevedere lo sfruttamento dello sbarramento in progetto anche per la produzione di energia idroelettrica, garantendo così un uso plurimo della risorsa idrica.

Nell'ambito del presente progetto di rifacimento dello sbarramento fluviale esistente sono state analizzate le diverse ipotesi alternative di seguito riportate:

- Ipotesi di ricostruzione della traversa per il solo uso irriguo, senza realizzazione di un impianto idroelettrico;
- Ipotesi di ricostruzione della traversa con realizzazione di innalzamento fisso in c.a. ad uso irriguo+idroelettrico;
- Ipotesi di ricostruzione della traversa con realizzazione di un innalzamento abbattibile ad uso irriguo+idroelettrico;

### **Ipotesi di ricostruzione della traversa per il solo uso irriguo, senza realizzazione di un impianto idroelettrico**

L'interesse pubblico alla realizzazione di impianti idroelettrici, è dichiarato in modo implicito dalle vigenti normative comunitarie, nazionali e regionali

in materia di produzione di energia rinnovabile, con particolare riferimento ai noti obiettivi del protocollo di Kyoto e al risparmio di emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Fermo restando il doveroso rispetto di tutte le componenti ambientali nell'inserimento di nuove opere sul territorio la cui compatibilità deve essere accertata caso per caso, in linea di principio, la non realizzazione di un progetto per la produzione di energia da fonti rinnovabili equivale ad una mancata attenuazione del problema ambientale globale legato all'eccessiva produzione di CO<sub>2</sub>.

Dal momento che uno dei principali problemi legati alla realizzazione di impianti idroelettrici, e cioè la questione economica legata all'investimento iniziale, può essere risolta dal proponente e che l'ipotesi di non realizzazione dell'opera non porterebbe alcun vantaggio economico né all'Amministrazione del Comune interessato, né all'Ente concessionario, l'unica reale motivazione per la non realizzazione dell'opera sarebbe l'inadeguatezza ambientale dell'opera stessa. Anticipando le conclusioni del presente studio, si ritiene che la realizzazione di un impianto di derivazione idroelettrica con centrale in corpo traversa sia compatibile con l'ambiente; in tal caso la non realizzazione del progetto recherebbe pochi vantaggi al territorio, lasciando improduttiva una risorsa naturale utile per la collettività.

### **Ipotesi di ricostruzione della traversa con realizzazione di un innalzamento fisso in c.a. ad uso idroelettrico**

Per ottenere un adeguato livello di producibilità della centrale e conseguentemente rendere economico l'impianto idroelettrico in progetto, è necessario che la traversa di derivazione abbia una quota in sommità pari a 149.2 m s.l.m. In questo modo è possibile incrementare il battente idraulico rispetto allo stato attuale al fine di creare un salto idraulico tale da garantire un'adeguata efficienza produttiva delle turbine.

L'ipotesi di ricostruire la traversa fissa in c.a. prevedendo una quota in sommità pari a 149.2 m s.l.m. (contro i 148.4 m s.l.m. dello sbarramento

crollato nel 2010) genera una situazione sostenibile dal punto di vista ambientale e idraulico in condizioni di magra e di morbida, ma non in condizioni di piena. In quest'ultimo caso, infatti, la presenza della traversa fissa con una quota in sommità di 149.2 m s.l.m. incrementa il rischio idraulico a causa dell'effetto di rigurgito da essa generato.

L'ipotesi di ricostruzione della traversa con realizzazione di un innalzamento fisso in calcestruzzo per fini idroelettrici non può quindi essere presa in considerazione.

### **Ipotesi di ricostruzione della traversa con realizzazione di un innalzamento abbattibile ad uso idroelettrico**

Tenuto conto delle considerazioni tecniche sopra esposte e avvalorate dallo studio idrologico e idraulico allegato al progetto, la scelta progettuale è caduta sulla ricostruzione della traversa esistente e sull'installazione al di sopra di essa di uno sbarramento di tipo mobile costituito da paratoie completamente abbattibili.

Le scelte progettuali hanno riguardato i seguenti temi:

- Scelta della posizione dell'impianto di produzione;
- Scelta della tipologia di impianto.

Per quanto concerne il posizionamento dell'impianto di produzione, come precedentemente illustrato, la centrale verrà realizzata in corpo traversa e sarà completamente sommersa.

La scelta tipologica è ricaduta su un impianto ad acqua fluente. La soluzione progettuale proposta ha cercato di soddisfare tutte le esigenze prefissate ed in primis la minimizzazione dell'impatto ambientale e paesaggistico dell'opera e la possibilità di realizzare le opere in corrispondenza di luoghi facilmente accessibili, la cui messa in sicurezza sotto l'aspetto idrogeologico non presenta particolari difficoltà.

Le simulazioni idraulico-numeriche effettuate evidenziano come la ricostruzione dello sbarramento con la realizzazione di un innalzamento abbattibile ad uso idroelettrico e di una centrale in corpo traversa non modifichi in modo apprezzabile l'area di esondazione del Fiume Tanaro; ciò è imputabile sia all'ampia zona di espansione presente in sponda sinistra, sia alle ridotte dimensioni dei manufatti emergenti rispetto al piano di campagna. L'unico elemento fuori terra è, infatti, rappresentato dall'accesso al locale di automazione.

## **9 - DESCRIZIONE DEI RILIEVI TOPOGRAFICI UTILIZZATI**

Si è utilizzato un rilievo di dettaglio dell'alveo, delle sponde e delle golene del tratto in cui verrà eseguito l'impianto. Inoltre, è stato utilizzato il DTM ICE, disponibile sul sito internet della Regione Piemonte, che è stato realizzato nel 2012 con volo laser scanner LIDAR. Tale DTM presenta una risoluzione di 5 m e una precisione sulle quote di  $\pm 30$  cm.

## **10 - CALCOLO DELLA POTENZA FISCALE**

La potenza fiscale è data dalla formula:

$$P = 9.81 Q_{med} H_{nom}$$

*Dove:*

- $P$  = potenza fiscale in kW
- $Q_{med}$  = portata media annua derivata in  $m^3/s$
- $H_{nom}$  = salto idraulico nominale disponibile in m

La portata mediamente derivata nel corso dell'anno è pari a  $46.41 m^3/s$

Il salto da considerarsi per la determinazione della potenza nominale, data la variabilità del salto geodetico reale al variare della portata del Fiume Tanaro, è stato calcolato nel modo seguente:

- si determina una “potenza nominale” con la relazione seguente

$$P_{nom} = 9.81 \cdot \frac{1}{T} \int Q \cdot H dt$$

$$T = 24 \cdot 365$$

valutata sulla produzione teorica dell'impianto considerando un rendimento unitario, e ricavando il dato di potenza nominale dividendo la produzione per le ore dell'anno;

- nota la potenza nominale si ricava il salto nominale con l'espressione

- $$H_{nom} = \frac{P_{nom}}{Q_{med} \cdot 9.81}$$

Il valore della “produzione nominale” calcolato sulla base delle portate derivate medie giornaliere vale 20.42 GWh, pertanto il salto nominale vale 5.12 m.

La potenza fiscale risulta quindi essere:

$$P = 9.81 Q_{med} H_{nom} = 9.81 \times 46.41 \times 5.12 = 2331 \text{ kW}$$

## 11 - STIMA DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA NELL'ANNO MEDIO

La stima della produzione di energia nell'anno medio viene effettuata considerando:

- la curva di durata delle portate utilizzabili;
- il salto idraulico disponibile;
- le perdite di carico nella condotta;



- i rendimenti delle turbine e dei generatori elettrici in funzione delle portate derivate.

Il salto disponibile è variabile con il variare della portata in arrivo. Alla portata minima di funzionamento, 9.6 m<sup>3</sup>/s in arrivo (6.6 m<sup>3</sup>/s turbinati), il salto disponibile è pari a 6.12 m., mentre alla portata massima di funzionamento pari a 300 m<sup>3</sup>/s (100 m<sup>3</sup>/s turbinati) il salto residuo disponibile è pari a 4.43 m. Per portate in arrivo maggiori lo sbarramento mobile viene abbattuto.

La potenza effettiva  $W_e$  disponibile in relazione ad una portata derivabile  $Q_d$  e ad un salto idraulico netto  $H_m$  (depurato delle perdite di carico) risulta dalla formula:

$$W_e = 9.81 \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \gamma \cdot Q_d \cdot H_m$$

dove  $\eta_t, \eta_g$  rappresentano rispettivamente il rendimento delle turbine ed il rendimento dei generatori. Il rendimento dei generatori e delle turbine è variabile in funzione della portata derivata (Tab. 13.1).

<b>Percentuale di utilizzo</b>	<b>100%</b>	<b>80%</b>	<b>60%</b>	<b>40%</b>	<b>20%</b>
rendimento turbina biregolante	89.2	91.1	91.0	88.0	66.1
rendimento generatore	95.6	96.1	96.3	95.9	92.1

**Tab 11.1 rendimenti turbine**

L'energia producibile dall'impianto idroelettrico in esame nell'anno medio si ottiene dalla sommatoria delle potenze medie giornaliere, ottenibili tramite le portate della curva di durata delle portate derivabili, moltiplicate per 24 ore.

Considerando la curva di durata delle portate derivabili e le caratteristiche dell'impianto sopra descritte si ottiene una produzione di energia nell'anno medio pari a 17.58 GWh.

## **12 - DESCRIZIONE DELLE FASI LAVORATIVE IN ALVEO**

L'esecuzione dei lavori in alveo avverrà per fasi costruttive.

Si evidenzia innanzitutto che verrà scelto per le lavorazioni in alveo un periodo dell'anno idrologico particolarmente favorevole in cui i deflussi sono ridotti, ovvero d'estate o d'inverno. Sarà comunque garantita sempre la funzionalità di almeno il 40% della sezione idraulica originaria al fine di non perturbare in maniera particolarmente significativa i deflussi e la fauna ittica.

Le lavorazioni a contatto con l'acqua in alveo o lungo le sponde del F. Tanaro che comportano la movimentazione di materiali inerti e la circolazione dei mezzi di cantiere in alveo, determinano inevitabilmente fenomeni di intorbidimento delle acque e deposito di materiale sul fondo. Tali effetti si ripercuotono a valle, per un tratto di ampiezza variabile, in relazione alle caratteristiche del corso d'acqua ed alla granulometria del materiale movimentato; ciò determina un impatto sulla fauna ittica e sulla comunità macrobentonica. Nelle fasi di progettazione e di realizzazione dell'intervento, verrà posta particolare attenzione al rispetto del periodo di riproduzione della fauna ittica, evitando lavori o interventi negli ambienti acquatici in particolare nelle fasi di deposizione e incubazione. Al fine di ridurre al minimo gli impatti ambientali sugli habitat e sulla fauna acquatica, durante l'esecuzione degli interventi in alveo, verrà garantito il deflusso delle acque del fiume attraverso la realizzazione di idonee opere provvisorie (es. ture, savanelle). In ogni caso l'organizzazione del cantiere sarà effettuata in modo tale da ridurre allo stretto indispensabile la tempistica delle operazioni in alveo e le deviazioni del corso d'acqua.

### **1<sup>a</sup> Fase**

La successione delle fasi costruttive è la seguente:

- 1) Realizzazione di una savanella verso destra oltre la mezzeria del fiume per deviare inizialmente la corrente idraulica verso la sponda destra in modo da poter realizzare la parte sinistra dei lavori della traversa;
- 2) Realizzazione dei taglioni di monte e di valle e dei setti di rinforzo della traversa mediante scavo con benna mordente, sistemazione dell'armatura metallica e getto del calcestruzzo con tubo canale;
- 3) Realizzazione della platea di fondazione in c.a. collegata a telaio con i taglioni di monte e di valle.

Contestualmente verrà realizzato il canale di carico e l'edificio della centrale, seguendo la seguente successione delle fasi costruttive:

- 1) Realizzazione dei diaframmi mediante scavo con benna mordente, sistemazione dell'armatura metallica e getto del calcestruzzo con tubo canale;
- 2) Scavo all'interno dei diaframmi;
- 3) Realizzazione del fondo mediante sistemazione dell'armatura metallica e getto del calcestruzzo;
- 4) Raccordo del canale di scarico con l'aveo con massi di montagna.

## **2<sup>a</sup> Fase**

In questa fase verrà realizzato il restante 50% della platea con la seguente successione delle fasi costruttive:

- 1) Realizzazione di una savanella in sponda sinistra per deviare la corrente idraulica verso la sponda sinistra (attraverso il canale della centrale precedentemente realizzato) per ultimare la restante parte dei lavori della traversa;
- 2) Realizzazione dei taglioni di monte e di valle e dei setti di rinforzo della traversa mediante scavo con benna mordente, sistemazione dell'armatura metallica e getto del calcestruzzo con tubo canale;

- 3) Realizzazione della platea di fondazione in c.a. collegata a telaio con i taglioni di monte e di valle;
- 4) Ultimata la realizzazione della traversa in c.a. e massi cementati si procederà all'installazione dello sbarramento mobile completamente abbattibile costituito da paratoie.

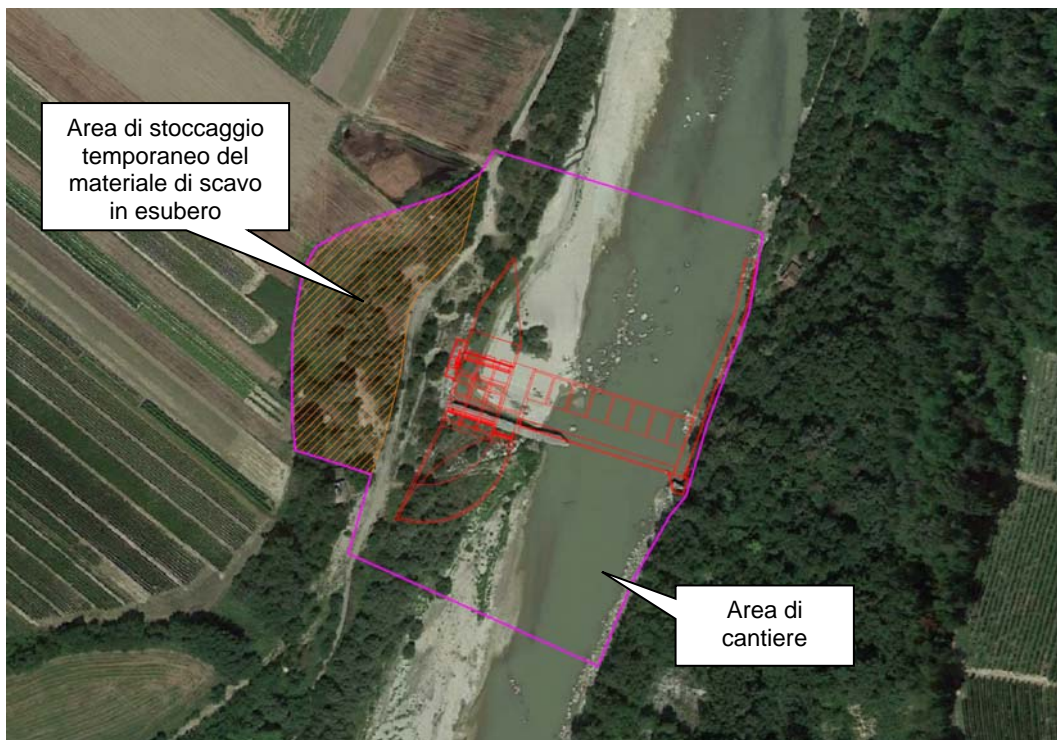
### **Accessibilità delle aree d'intervento e area di cantiere**

È previsto l'accesso dalla sponda sinistra del Fiume Tanaro utilizzando la viabilità esistente (Fig. 12.1); non è prevista pertanto la costruzione di nuove piste d'accesso. L'accesso alla sponda destra non è necessario per la realizzazione dell'opera in quanto in fase di cantiere tale sponda sarà raggiunta con un guado in alveo.



**Fig. 12.1** Individuazione (in arancio) del percorso di accesso all'area di intervento che prevede l'utilizzo della viabilità esistente, senza la realizzazione di nuove piste di accesso.

L'area di cantiere, indicata in Fig. 12.2 in magenta, avrà un'estensione di circa 44500 m<sup>2</sup>. All'interno del cantiere è stata individuata un'area di circa 8000 m<sup>2</sup> (Fig. 12.2 in arancione) che sarà destinata allo stoccaggio temporaneo del materiale di scavo in esubero.



**Fig. 12.1** Individuazione (in magenta) dell'area di cantiere e (in arancione) della zona destinata allo stoccaggio temporaneo del materiale di scavo in esubero.

### 13 - MOVIMENTI TERRA E VALUTAZIONE DEGLI SCAVI

La realizzazione dell'impianto idroelettrico in progetto prevede movimenti terra per un volume complessivo di scavo pari a 50570 m<sup>3</sup> così suddiviso:

- 18830 m<sup>3</sup> appartenenti al complesso ghiaioso-sabbioso;
- 31740 m<sup>3</sup> appartenenti al complesso marnoso.

Una parte del volume di scavo appartenente al complesso ghiaioso-sabbioso (pari a 6574 m<sup>3</sup>) sarà utilizzata, una volta ultimate le principali opere in progetto, per i rinterri.



Si prevede inoltre il riempimento della lunata esistente in sponda sinistra (Fig. 13.1) con il materiale di scavo; il volume di materiale necessario è pari a  $12950 \text{ m}^3$ . Per l'esecuzione di tale operazione verrà utilizzato sia il materiale di scavo appartenente al complesso ghiaioso sabbioso ancora disponibile (pari a  $18830 \text{ m}^3 - 6574 \text{ m}^3 = 12256 \text{ m}^3$ ), sia una parte del materiale di scavo appartenente al complesso marnoso ( $12950 \text{ m}^3 - 12256 \text{ m}^3 = 694 \text{ m}^3$ ).

Conseguentemente quindi il volume di materiale in esubero, appartenente al solo complesso marnoso, sarà pari a  $31740 \text{ m}^3 - 694 \text{ m}^3 = 31046 \text{ m}^3$ .



**Fig. 13.1 Individuazione (in ciano) della lunata esistente in sponda sinistra di cui si prevede il riempimento con il materiale di scavo.**

Per quanto concerne le fasi lavorative, le frazioni del volume di scavo destinate al riempimento della lunata in sponda sinistra appartenenti sia al complesso ghiaioso-sabbioso ( $12256 \text{ m}^3$ ) che a quello marnoso ( $694 \text{ m}^3$ ) verranno immediatamente utilizzate per tale scopo. I restanti volumi di scavo saranno temporaneamente stoccati all'interno dell'area di cantiere in una zona appositamente dedicata (Fig. 12.1), mantenendo separata la

ghiaia dalla marna. La porzione residua di materiale appartenente al complesso ghiaioso sabbioso (pari a 6574 m<sup>3</sup>) verrà utilizzata, una volta ultimate le principali opere in progetto, per i rinterri, mentre il volume in esubero appartenente al complesso marnoso verrà allontanato appena possibile.

#### **14 - OPERE DI RIPRISTINO AMBIENTALE E VEGETAZIONALE**

Le opere di ripristino ambientale e vegetazionale, in linea di massima, prevederanno: il recupero della terra vegetale esistente, l'inerbimento, l'impianto di vegetazione arborea e arbustiva.

Prima della realizzazione degli scavi si procederà al recupero della parte superficiale del suolo in modo da accantonare la maggiore quantità possibile di componenti organiche del terreno, separandole da quelle minerali. La porzione organica del terreno sarà ammassata nelle vicinanze degli scavi e riutilizzata la formazione del letto di semina.

Le superfici scoticate saranno oggetto di un intervento di inerbimento che sarà effettuato in prevalenza con la tecnica della semina a spaglio e localmente con idrosemina, al fine di garantire una celere ricostruzione del manto erboso. L'obiettivo principale dell'intervento di ripristino è l'immediata creazione di una copertura vegetale con caratteristiche simili alla fitocenosi presente in zona.

La realizzazione della copertura vegetale forestale delle sponde sarà realizzata utilizzando le specie autoctone presenti in sito, con particolare riferimento all'impianto diffuso di talee di salice. Si ritiene che l'infissione di talee di salice sia la migliore azione di ricostruzione della copertura vegetale che permette un risultato rapido sia in termini di consolidamento delle sponde, sia in termini naturalistici e di formazione di una quinta verde di mascheramento delle opere in progetto.