



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA



PROVINCIA DI UDINE  
COMUNE DI CIVIDALE DEL FRIULI

PROGETTO DEFINITIVO  
per la costruzione di una piccola centrale idroelettrica a coclea  
posta sulla sponda sinistra del fiume Natisone nel comune  
di Cividale del Friuli

**PROGETTO DEFINITIVO**  
*PRATICA AUTORIZZAZIONE UNICA*

<p>Titolo dell'elaborato</p> <p><b>RELAZIONE TECNICA</b></p>	<p>Tavola n°</p> <p><b>A</b></p> <p>Data: <b>9 novembre 2016</b></p>
--	--

<p>PROGETTISTI:</p> <p>dott. ing. Paolo Spadetto</p> <p>timbro e firma:</p>	<p>Committente:</p> <p><b>FLUENTE S. R. L.</b> Via L. Moretti, 15 33100 Udine</p>
<p>ASPETTI AMBIENTALI:</p> <p>dott. for. Massimo Cainero</p>	<p>ASPETTI PAESAGGISTICI:</p> <p>dott. arch. Loris Forte</p>
<p>ASPETTI GEOLOGICI:</p> <p>dott. geol. Roberto Ponta</p>	

 <p><b>Studio Causero &amp; Spadetto Associati</b> ingegneria civile idraulica ambientale</p> <p>Via Luigi Moretti, 15 - 33100 Udine - ITALY tel. 0432 512081 e-mail: info@studiocausero.it</p> <p>Studio con gestione del sistema certificato n. IT10/0927.01 ISO 9001 da SGS</p>	<p>CODICE PROGETTO : <b>33-13</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>REV.</th> <th>N.</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	REV.	N.	DATA															
	REV.		N.	DATA																
<p>ELABORATO REDATTO DA :</p>																				
<p>ELABORATO APPROVATO DA : ing. Paolo Spadetto</p>																				

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## Sommario

<b>1 Adeguamento alle prescrizioni e pareri precedentemente ottenuti e principali dati di concessione dell'impianto.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Principali dati di impianto a seguito Nota Prot. N. 0022617/P del 01/09/2016 ed integrazioni Prot. N. 0025090/P del 26/09/2016.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Adeguamento alle prescrizioni di cui allo Screening di VIA, Parere ADBVE del 24/12/2015, visita di istruttoria ETP del 09/02/2016.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1 Adeguamento alle prescrizioni di cui al Decreto di Screening di VIA di data 08.10.2015 .....</b>	<b>7</b>
1.2.2 Adeguamento alle prescrizioni di cui al parere dell'Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione prot.n. n. 3652/B.1.12/2 dd 24.12.2015.....	11
<b>1.2.3 Adeguamento alle prescrizioni di cui al parere dell'ETP nota dd 05.02.2016, allegato B al verbale della visita istruttoria di data 09.02.2016. ....</b>	<b>16</b>
<b>2 Principali variazioni rispetto al progetto preliminare di cui alla richiesta di concessione.....</b>	<b>17</b>
<b>3 Premessa e descrizione fotografica .....</b>	<b>19</b>
<b>4 Motivazioni alla base delle scelte progettuali.....</b>	<b>29</b>
<b>5 Descrizione generale delle opere principali dell'impianto .....</b>	<b>30</b>
<b>1.1 Opera di presa.....</b>	<b>30</b>
<b>1.2 Canale di derivazione .....</b>	<b>31</b>
<b>1.3 Centrale di produzione .....</b>	<b>32</b>
<b>6 Aspetti ambientali dell'area in oggetto .....</b>	<b>34</b>
<b>7 Aree naturali protette .....</b>	<b>35</b>
<b>8 Compatibilità con altre derivazioni .....</b>	<b>35</b>
<b>9 Permeabilità all'ittiofauna .....</b>	<b>35</b>
<b>10 Deflusso minimo vitale .....</b>	<b>36</b>
10.1 Determinazione della portata di DMV .....	36
10.2 Metodiche di rilascio del DMV.....	37
<b>11 Curva di durata delle portate e portata di derivazione .....</b>	<b>37</b>
11.1 Curva di durata delle portate .....	37
11.2 Portata di derivazione .....	39
<b>12 Determinazione del salto utile disponibile .....</b>	<b>40</b>
<b>13 Determinazione della potenza installata dell'impianto.....</b>	<b>41</b>

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

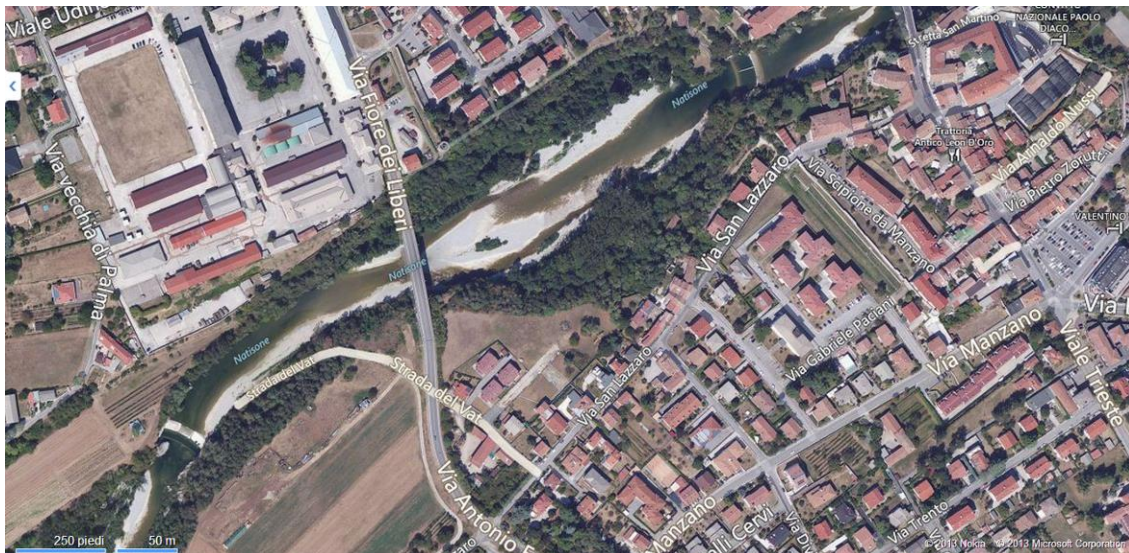
<b>14</b>	<b>Valutazioni sulla produttività dell'impianto.....</b>	<b>42</b>
<b>15</b>	<b>Descrizione tecnica per l'installazione di sensori di livello e misuratori di portata Endress + Hauser in ottemperanza alla normativa vigente Friuli Venezia Giulia .....</b>	<b>44</b>
<b>16</b>	<b>Caratteristiche tecniche della coclea.....</b>	<b>47</b>
<b>17</b>	<b>Producibilità annua.....</b>	<b>49</b>

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## **1 Adeguamento alle prescrizioni e pareri precedentemente ottenuti e principali dati di concessione dell'impianto**

Con il presente progetto si propone la realizzazione di un **impianto idroelettrico** per lo sfruttamento di una risorsa energetica che rientra a pieno titolo tra le **fonti rinnovabili** il cui sviluppo è promosso dalle più recenti normative riguardanti lo sviluppo sostenibile, l'utilizzo di energie alternative e il rispetto per l'ambiente ed indicazioni sia a livello nazionale che in ambito UE.

Si prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente a coclea da posizionarsi lungo il corso del fiume Natisone in comune di Cividale del Friuli (UD) a valle del ponte Nuovo di Via Antonio Foraboschi-Via Fiori dei Liberi, nel punto in cui è presente una potente traversa in c.a.



La presente versione del progetto definitivo recepisce le prescrizioni di cui alla Nota della Direzione Centrale Ambiente ed Energia Prot. N. 0022617/P del 01/09/2016 e precisamente:

- del Servizio Valutazione impatto ambientale espresse con decreto n. 1775 dd 08.10.2015;
- della Autorità di Bacino di VE con nota prot. n. 3652/B.1.12/2 dd 24.12.2015;
- dell'ETP di cui alla nota dd 05.02.2016, allegato B al verbale della visita istruttoria di data 09.02.2016.

Recepisce inoltre,

- il parere dell'ETP 10/10/2016 a mezzo PEC a seguito del campionamento effettuato (Rif. prot. in arrivo n. 4991-UTEK del 28/09/2016)
- le richieste di integrazioni di cui alla nota della Direzione Centrale Ambiente ed Energia Prot. N. 0025090/P del 26/09/2016

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Inoltre:

-le opere di derivazione risultano compatibili con le condizioni idrauliche, idrologiche, geologiche, ambientali e urbanistiche dell'area interessata dalle stesse, con le infrastrutture e le derivazioni d'acqua esistenti, con le opere di difesa e regimazione idraulica esistenti e con gli eventuali interventi di sistemazione idraulica attuati, in esecuzione o in fase progettuale sul corso d'acqua interessato;

- il rilascio del deflusso minimo vitale avviene nel rispetto di quanto previsto delle vigenti norme di salvaguardia del PTA, fatti salvi futuri aggiornamenti;

- vengono adottati ed illustrati accorgimenti statici o meccanici atti a limitare la portata massima derivabile alla misura richiesta: infatti nello specifico, la stessa coclea viene ad essere il limitatore di portata. Il numero massimo di giri che la macchina può effettuare viene determinato sulla portata massima di derivazione. La macchina risulta autoregolante e quindi essa stessa mantiene al massimo il numero di giri impostato. Qualora per qualche problema meccanico il numero di giri della macchina superi il valore prefissato, un sistema idraulico comanda alla paratoia di accesso al canale di alimentazione di chiudersi. In questo modo si ha un accorgimento meccanico che limita la portata massima derivabile alla misura richiesta. La misura della portata in continuo inoltre permette, oltre che la trasmissione all'Ente di controllo, anche l'ulteriore governo della paratoia di chiusura. Qualora la portata derivata superi per qualsiasi motivo quella massima di concessione, il PLC ordina alla paratoia l'immediata chiusura, obbligando il proponente all'adeguamento alle condizioni di concessione dell'impianto. Si ha quindi un doppio sistema di controllo della portata derivata, con doppio sistema di sicurezza.

- Viene prevista l'installazione di idoneo dispositivo per la misurazione delle portate e dei volumi d'acqua derivati e rilasciati; la strumentazione sarà dotata di idoneo supporto informatico per consentire l'accesso in tempo reale dei dati rilevati al Servizio Disciplina servizio Idrico Integrato, Gestione Risorse Idriche della Regione.

Inoltre vengono rispettate le richieste di integrazioni di cui alla nota della Direzione Centrale Ambiente ed Energia Prot. N. 0025090/P del 26/09/2016 e precisamente la richiesta di integrazioni in essa contenuta, pertanto:

A- il salto utile ai fini della concessione viene ad essere rideterminato tenuto conto del dislivello tra la quota della soglia sfiorante della briglia esistente (indicata attualmente in 108,95 m s.l.m.) ed il fondo dello scarico dell'impianto (indicato attualmente in 104,65 m s.l.m.), fatte salve future determinazioni: a tale riguardo si è proceduto a rideterminare la potenza di concessione secondo i punti individuati nella Nota della Direzione Centrale Ambiente ed Energia Prot. N. 0025090/P del 26/09/2016. Pertanto si ha:

Qmedia di concessione = 57 moduli (analogo alla richiesta di concessione di data 05/12/2013)

Salto utile di concessione = 108,95m – 104,65m = 4,30m

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Potenza nominale media di concessione = 240 kW

**Tale variazione di potenza è stata sottoposta al Servizio Valutazioni Ambientali mediante check-list (verifica di assoggettabilità a screening) in data 29/09/2016. Con nota Prot n. 0026790/P di data 12/10/2016 detto Servizio ha ritenuto non necessaria la procedura di “Verifica di assoggettabilità alla VIA” di cui all’art. 20 del d.lgs. 152/06.**

B- Le aree ove si prevede l’insediamento dell’impianto ricadono all’interno delle perimetrazioni di pericolosità del Piano per l’Assetto Idrogeologico. Vengono pertanto rispettate le disposizioni previste dalle norme vigenti. Infatti l’ART. 13 – Disciplina delle aree fluviali delle Norme di Attuazione del vigente PAI Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione prevede che:

*Nelle aree fluviali è consentita, previa acquisizione dell’autorizzazione idraulica della Regione e nel rispetto dei criteri di cui al comma 1:*

*b. la realizzazione, ampliamento o manutenzione delle opere di raccolta, regolazione, trattamento, presa e restituzione dell’acqua;*

Nel caso in oggetto, l’opera si caratterizza per essere un’opera di presa e restituzione dell’acqua, la cui compatibilità con quanto previsto al comma 1 dell’art. 13 è dimostrata nella Relazione Idrologica ed Idraulica allegata al presente progetto. Infatti l’ampia sezione fluviale disponibile, il posizionamento in gola dell’opera e l’estrema limitatezza della stessa determinano il rispetto di quanto richiesto dall’art.13 delle Norme di Attuazione del PAI. Inoltre la continua manutenzione del sito da parte del proponente e la protezione della gaveta attualmente degradata con blocchi in pietra piacentina determina un miglioramento delle condizioni di deflusso attuali.

In prossimità dell’area fluviale dove trova esecuzione la centrale di progetto, lungo il perimetro della forra del fiume, risulta censita dal Piano per l’assetto idrogeologico dell’Isonzo un’area P4 “aree classificate a pericolosità molto elevata”, come anche evidenziato nel Parere del Servizio Geologico Regionale Prot. N. 0012480 del 13/05/2016 dove viene riportato in linea di massima una fattibilità se l’intervento non pregiudica la stabilità del versante in accordo con l’art. 8 delle norme di attuazione del PAI.

Nel caso in oggetto tale fattibilità risulta del tutto possibile in quanto:

- le opere di cui al presente progetto sono classificate di pubblico interesse ai sensi del D.Lgs 387/2003;
- le previsioni progettuali non interessano tale area di cui in ogni caso sarà tenuto conto in fase di cantiere;
- la centrale di produzione e la cabina di trasformazione trovano posizionamento a tergo della potente ala della briglia esistente, in un punto in cui pertanto non possono svilupparsi gli aggrottamenti che danno luogo al pericolo classificato nel tratto:

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

- la sponda fluviale immediatamente a monte del tratto in oggetto non presenta particolari fenomeni di erosione ed anzi risulta avere una pendenza piuttosto dolce, a differenza ad esempio del lato opposto del fiume;
- la cabina di trasformazione viene posta con basamento a quota 118,00m s.l.m., pertanto circa 4m più in alto della massima quota del tirante per tempi di ritorno pari a 200anni (posto a quota 113,93 m s.l.m.m.) in posizione pertanto del tutto non interessabile dalle acque di piena anche per portate estreme;
- la viabilità di accesso al sito ed al piano fluviale risulta esistente, realizzata in fase di costruzione della briglia. Si prevede quindi la manutenzione della stessa ed il diradamento delle piante infestanti che interessano il percorso che porta al disopra dell'ala della briglia in sinistra (esistente anch'esso);
- l'art. 9 delle norme di attuazione del PAI permette al punto g "la realizzazione o ampliamento di infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, diverse da strade o da edifici, riferite a servizi essenziali non diversamente localizzabili o non delocalizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché, se necessario, dotate di sistemi di interruzione del servizio o delle funzioni; nell'ambito di tali interventi sono anche da ricomprendersi eventuali manufatti accessori e di servizio, di modesta dimensione e, comunque, non destinati all'uso residenziale o che consentano il pernottamento;"

Per tutto quanto sopra riportato l'opera risulta compatibile con quanto previsto dal PAI Isonzo per il sito in oggetto.

C- Si allega infine un'ampia e puntuale descrizione delle limitate variazioni apportate nel progetto Definitivo, rispetto al progetto preliminare con le relative motivazioni. A tal riguardo si veda il successivo cap. 2

### **1.1 Principali dati di impianto a seguito Nota Prot. N. 0022617/P del 01/09/2016 ed integrazioni Prot. N. 0025090/P del 26/09/2016**

Si riassumono quindi di seguito i dati aggiornati dell'impianto in oggetto a seguito della Nota della Direzione Centrale Ambiente ed Energia Prot. N. 0025090/P del 26/09/2016

Essendo la portata di concessione da derivare la seguente:

**Moduli massimi 80 (litri/sec 8000)**

**Moduli minimi 4,0 (litri/sec 400)**

**Moduli medi 57 (litri/sec 5700)**

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Sulla base del **salto idraulico utile di concessione**= 108,95m – 104,65m = **4,30m** la potenza installata dell'impianto risulta essere:

**Potenza nominale media di concessione = 240 kW**

Il **salto reale di produzione  $\Delta h$** , pari al dislivello tra il pelo morto superiore nella vasca di carico (109,00 m slm) e quello inferiore determinato dal pelo libero per la portata media del Natisone (105,68 m slm), risulta essere:

$$\Delta h = 109,00 - 105,68 = 3.32m$$

Sulla base del salto idraulico disponibile, determinato al paragrafo precedente, la potenza installata dell'impianto risulta essere:

Potenza nominale media riferita al salto reale: kW 186

Potenza massima reale dell'impianto (eta =75%): kW 195

**Potenza media reale dell'impianto (eta =75%): kW 139**

## **1.2 Adeguamento alle prescrizioni di cui allo Screening di VIA, Parere ADBVE del 24/12/2015, visita di istruttoria ETP del 09/02/2016**

Nel presente paragrafo vengono riportate l'adeguamento del progetto alle prescrizioni formulate nei seguenti documenti:

- decreto di screening n. 1775/AMB dd 08.10.2015 Servizio Valutazioni Ambientali nel seguito denominato "Prescrizioni screening"
- parere dell'Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione prot.n. n. 3652/B.1.12/2 dd 24.12.2015.
- parere dell'ETP nota dd 05.02.2016, allegato B al verbale della visita istruttoria di data 09.02.2016.

### **1.2.1 Adeguamento alle prescrizioni di cui al Decreto di Screening di VIA di data 08.10.2015**

**A. al fine di verificare la presenza di specie ittiche alloctone invasive presso il sito oggetto di intervento il proponente dovrà effettuare campionamenti ittici qualitativi, da eseguirsi a monte e a valle della briglia, con modalità operative da concordare con l'Ente Tutela Pesca**

In data 28/09/2016 i proponenti, a seguito del Decreto di cui all'oggetto, trasmettevano la relazione a firma del dott. Giorgio De Luise riportante i risultati del campionamento qualitativo eseguito a monte e a valle della briglia esistente posta a valle del ponte nuovo di Cividale del Friuli.

In data 10/10/2016 a mezzo PEC l'Ente di Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia inviava il proprio parere a seguito del campionamento effettuato. In tale parere l'ETP ritiene che non debba essere realizzata la scala di



STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

risalita prevista nel progetto preliminare. Pertanto il presente Progetto Definitivo risulta adeguato a tale parere.

**B. sulla base dei campionamenti di cui alla prescrizione precedente, in accordo con l'Ente Tutela Pesca, dovrà essere stabilito se sia opportuno incrementare la continuità idrobiologica all'altezza della briglia rispetto allo stato di fatto. L'eventuale adeguamento del progetto a seguito dei risultati dei campionamenti ittici dovrà essere elaborato prima della richiesta di Autorizzazione unica. Tale adeguamento dovrà prevedere l'attuazione di misure e dispositivi, compatibili con il buon regime delle acque e concordati con l'Ente Tutela Pesca, atti ad impedire la risalita dei pesci a monte della briglia nelle fasi di esercizio e di manutenzione della turbina**

Come riportato al punto precedente, a seguito del monitoraggio effettuato si è convenuto con l'ETP che non debba essere realizzata la scala di risalita prevista nel progetto preliminare. Resta invece utile e valida la continuità biologica verso valle determinata dall'opera. Al fine di impedire la risalita accidentale dei pesci sono stati previsti i seguenti accorgimenti:

- in fase di esercizio: viene ad essere eliminata la portata di deflusso sia all'interno della rampa di risalita sia al disotto della paratoia sghiaiatrice. Tali quantitativi di portata (pari a 100 l/s ciascuno) vengono ad essere rilasciati al disopra della traversa (assieme alla quota già prevista nel progetto preliminare pari a 400 l/s). Il totale del rilascio al disopra della traversa diviene quindi pari a 600 l/s. La paratoia sghiaiatrice pertanto rimarrà sempre chiusa, salvo occasionali aperture per la pulizia del fondo della vasca di carico. Al fine di impedire la risalita durante tali manovre sono previsti due accorgimenti distinti (ciascuno efficace anche singolarmente). In questo modo si ottiene una sicurezza intrinseca del sistema:
  1. alla bocca di scarico dello sghiaiatore viene ad essere realizzato un salto di fondo dell'altezza di 80cm in modo da rendere fisicamente impossibile la risalita dell'ittiofauna;
  2. in prossimità della paratoia sghiaiatrice poi verrà posizionato un sensore di ghiaia collegato al misuratore di portata mediante PLC. Esso impone l'apertura della paratoia quando il quantitativo dei sedimenti supera una certa quota e, contemporaneamente, risulta presente nell'alveo una portata sufficiente a garantire da un lato l'energia necessaria alla pulizia del sistema e dall'altro il mantenimento della velocità alla bocca di scarico. In questo modo la velocità dell'acqua alla bocca dello sghiaiatore a paratoia completamente innalzata risulta essere pari a 4,0m/s, velocità che rende automaticamente impossibile la risalita all'ittiofauna. I due sistemi (salto di fondo e sghiaio impostato solo al disopra di determinate portate) determinano la sicurezza intrinseca durante il normale esercizio dell'impianto.
- Durante l'esecuzione del cantiere: durante l'attività di esecuzione del cantiere si prevede di operare nel seguente modo:

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

1. si realizza preliminarmente il vano di installazione delle coclee, senza collegarlo a monte all'alveo. In questa fase il deflusso rimane al disopra della traversa nelle medesime condizioni attuali;
2. si pongono in opera sulla parte terminale delle bocche sghiaiatrici esistenti delle griglie a maglia fitta (interasse fra le lame di 1cm) in modo da impedire l'accesso della bocca all'ittiofauna.
3. si effettua la realizzazione del salto di fondo sulle bocche sghiaiatrici, deviando il filone del fiume al disopra della traversa sul lato opposto della briglia;
4. si pone in collegamento il vano di alloggiamento delle coclee con il fiume a monte. Per la pendenza ed il dislivello dello stesso (superiore a 3m) esso non risulta percorribile in risalita in alcun modo;
5. l'acqua di magra viene deviata lungo il vano di alloggiamento delle coclee, permettendo l'intervento di ripristino della gaveta ed il rivestimento con pietra piacentina;
6. sistemata la traversa e poste in opera le paratoie di chiusura degli sghiaiatori si riattiva il deflusso al disopra della traversa, completando il sistema delle coclee e della centrale;
7. completato il tutto si rimuove la griglia di sicurezza a valle degli sghiaiatori, dotati di doppio sistema di sicurezza.

**Pertanto l'attività di esecuzione sopra descritta permette di avere la certezza dell'impedimento alla risalita in ogni momento della costruzione del manufatto.**

- In occasione di manutenzioni straordinarie, necessità di rimozione coclee, ecc. Durante l'esecuzione di tali attività non vi sarà possibilità di pericolo di risalita in quanto la chiusura delle paratoie di monte e di valle dell'impianto determinano l'isolamento dello stesso dal fiume. Le vasche di alloggiamento delle coclee possiedono poi una pendenza ed un dislivello tale tra monte e valle (3,30m con pendenza di 22°) che impediscono la possibilità di risalita anche durante le fasi di rimozione di una o di entrambe le macchine. Dunque non si vengono mai a concretizzare situazioni di possibile connessione tra valle e monte. Particolare attenzione verrà posta poi nel caso di attività di manutenzione alle paratoie sghiaiatrici: qualsiasi attività verrà preliminarmente preceduta dal posizionamento delle griglie a maglia fine anti-risalita sulla bocca di scarico (quelle che verranno anche utilizzate in fase di cantiere), e dalla messa in asciutta del canale di scarico stesso. In questo modo, grazie anche al salto di fondo realizzato allo scopo alla bocca di scarico, si otterrà la totale certezza di impedire la risalita anche accidentale delle specie alloctone.

**C. i lavori che interferiscono con il filone attivo, compresa l'eventuale deviazione dello stesso, devono essere eseguiti tra luglio e marzo inclusi e nell'esecuzione di detti lavori devono essere adottati tutti gli accorgimenti possibili per limitare l'intorbidamento del corpo idrico;**

I lavori che determinano interferenza con il filone attivo avverranno tra luglio e marzo inclusi. Data l'ubicazione dell'impianto (a tergo della possente spalla della briglia esistente) e data la metodica di

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

esecuzione descritta al punto precedente si può asserire che non vi saranno né particolari interferenze né particolari pericoli di intorbidimento del corpo idrico. Le operazioni di scavo per la realizzazione della vasca di calma in pietrame a monte della bocca di presa (unico reale momento dove si potrebbe avere qualche possibilità di intorbidimento) verranno effettuate esclusivamente dopo aver posto in opera una protezione dell'area di scavo (mediante movimentazione in condizioni di asciutta delle ghiaie e realizzazione di un piccolo rilevato temporaneo). I materiali di scavo verranno ad essere immediatamente allontanati dal sito, senza alcuno stoccaggio nell'area.

**D. i materiali di scavo non devono essere dilavati nel corso d'acqua a causa delle precipitazioni o del filone attivo;**

Come detto al punto precedente, i materiali di scavo prodotti per la realizzazione della centrale vengono ad essere allontanati immediatamente dal sito e trasportati ad impianti per il recupero e lo smaltimento. Non verranno in alcun modo dilavati nel corso d'acqua.

**E. al fine di limitare il taglio di vegetazione ad alto fusto presente sulla sponda sinistra la strada di accesso all'impianto dovrà sfruttare il più possibile il tracciato esistente che conduce in alveo, compatibilmente con le esigenze di sicurezza;**

La presente prescrizione nel caso in oggetto risulta di facile rispetto. Infatti si prevede di utilizzare la viabilità esistente che conduce all'alveo e, per l'accesso alla centrale, la viabilità sempre esistente che conduce alla sommità della spalla della briglia (area di accesso al volume interrato dell'impianto). Risulterà esclusivamente necessario procedere al diradamento della vegetazione arbustiva che ha attualmente invaso la viabilità, probabilmente realizzata al tempo della costruzione della briglia (primi anni '90).

**F. si deve evitare di disperdere cemento o altri materiali nell'ambiente;**

L'intervento verrà realizzato attenendosi scrupolosamente alla prescrizione ed evitando totalmente qualsiasi dispersione nell'ambiente, anche accidentale, grazie alla pianificazione attenta delle attività ed ad un controllo in continuo delle attività di cantiere.

**G. in fase di realizzazione, di manutenzione e di esercizio – a salvaguardia della fauna ittica – ai sensi dell'articolo 4 quinquies della LR 19/1971 nel caso di asciutte artificiali, di lavori in alveo (compresa la deviazione del corso d'acqua), di manovre idrauliche che riducano in modo anomalo la portata, il livello o l'estensione dei corpi idrici, il soggetto esecutore deve darne comunicazione scritta a ETP, con anticipo di almeno 5 giorni (fax 0432/482474, e-mail etp@regione.fvg.it, pec: etp@certregione.fvg.it).**

Il soggetto esecutore si atterrà scrupolosamente alla prescrizione ed effettuerà tutte le necessarie comunicazioni all'ETP in congruo anticipo.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## 1.2.2 Adeguamento alle prescrizioni di cui al parere dell'Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione prot.n. n. 3652/B.1.12/2 dd 24.12.2015

- *La portata di DMV, comunque considerata anche in esito all'art. 38 comma 6 delle norme di attuazione del PTA, dovrà soddisfare le seguenti condizioni:*

1. *Sia assicurata la continuità idrobiologica del corso d'acqua in ogni condizione idrologica*

Il progetto prevede che tale continuità sia sempre garantita. La tipologia di impianto non determina sottrazione di risorsa in quanto la presa e la restituzione si concretizzano immediatamente a monte ed a valle dell'esistente briglia.

2. *Sia assicurato il rilascio in alveo attraverso l'esistente gaveta di una portata minima tale da garantire la continuità idraulica nel tratto fluviale tra la gaveta ed il manufatto di restituzione; tale condizione dovrà essere soddisfatta in qualsiasi condizione idrologica e compatibilmente con la portata disponibile a monte; il valore di tale portata dovrà essere individuato in via sperimentale mediante apposito monitoraggio post operam*

Il progetto prevede attualmente il rilascio di almeno 600 l/s al disopra dell'esistente gaveta in qualsiasi condizione idrologica (compatibilmente con la portata disponibile a monte). Secondo quanto richiesto, si procederà ad una determinazione della portata necessaria a garantire la continuità idraulica anche sperimentalmente mediante monitoraggio post-operam. Si evidenzia ad ogni modo come la tipologia dell'impianto è tale da non determinare sottensione di alveo e la decisione dell'ETP di non realizzare la prevista rampa di risalita elimina completamente le possibili problematiche che la prescrizione vuole evitare (assenza di portata tra la gaveta, il punto di restituzione della scala e la restituzione). Infatti per come è conformata la gaveta e la briglia esistente e vista la quota di restituzione dello scarico della coclea (104,65m s.l.m.m., superiore alla quota del piede della briglia esistente, pari a 104,40m s.l.m.m.) si ha sempre presenza di acqua tra il piede della briglia ed il punto di restituzione. Questo unito ai 600 l/s al disopra della gaveta determinano la certezza della continuità idraulica nel brevissimo tratto interessato tra la presa e la restituzione.

3. *La realizzazione della rampa di risalita dei pesci sia subordinata alle valutazioni e verifiche degli Uffici competenti in materia (Ente Tutela Pesca)*

Come già ampiamente detto, come richiesto nell'ambito della procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA del progetto, in data 28/09/2016 i proponenti, a seguito del Decreto di cui all'oggetto, trasmettevano la relazione a firma del dott. Giorgio De Luise riportante i risultati del campionamento qualitativo eseguito a monte e a valle della briglia esistente posta a valle del ponte nuovo di Cividale del Friuli. In data 10/10/2016 a mezzo PEC l'Ente di Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia inviava il proprio parere a seguito del campionamento effettuato (Rif. prot. in arrivo n. 4991-UTEC del 28/09/2016). In tale parere l'ETP ritiene che non debba essere realizzata la scala di risalita prevista nel progetto preliminare. Pertanto il presente Progetto Definitivo risulta adeguato a tale parere.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <b>TECNICA</b>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	<b>PROGETTO</b> <b>DEF - AU</b>	<b>COD.</b> <b>33-13</b>	<b>R</b>	<b>0</b>
--	--------------------------	--	------------------------------------	-----------------------------	----------	----------

- *Il dispositivo di rilascio della portata lungo la rampa di risalita dei pesci, a meno di diversa determinazione da parte del competente Ente Tutela Pesca, sia configurato, nelle sue caratteristiche geometriche ed in particolare altimetriche, in modo tale da assicurare, in qualsiasi condizione idrologica, il prioritario rilascio rispetto al prelievo, evitando che la stessa sia preceduta da una paratoia con funzionamento a battente*

In data 10/10/2016 (Rif. prot. in arrivo n. 4991-UTEC del 28/09/2016) a mezzo PEC l'Ente di Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia ha richiesto che non venga realizzata la scala di risalita prevista nel progetto preliminare. Pertanto la prescrizione non risulta essere vincolante.

- *Entrambi i dispositivi sfioranti (scala di risalita e gaveta della briglia esistente) consentano comunque un eventuale futuro incremento delle relative portate, qualora dettato dalle esigenze di adeguamento alla normativa di settore*

A seguito del parere ETP di data 10/10/2016 tale prescrizione interviene solo sullo sfioro dalla gaveta della briglia esistente. Tale sfioro è regolabile in qualsiasi momento semplicemente agendo sul sensore di livello che determina l'azionamento delle coclee. Pertanto l'eventuale futuro incremento della portata sfiorante è ottenibile in modo estremamente semplice, imponendo un livello di azionamento maggiore rispetto a quello previsto nel presente progetto definitivo (109,00 m s.l.m.).

- *Il dispositivo di rilascio della portata lungo la rampa di risalita dei pesci deve essere provvisto dei necessari strumenti ed accorgimenti atti a garantire la costante e piena funzionalità a meno di diversa determinazione dell'Ente Tutela Pesca; in particolare dovranno essere previsti sistemi di controllo dei fenomeni di deposito del materiale inerte/flottante e dei tiranti idrici in corrispondenza della luce di rilascio del deflusso minimo vitale in grado di comandare la sospensione del prelievo (mediante paratoia di interclusione della derivazione a monte dell'impianto) quando i livelli idrometrici di rilascio siano insufficienti e, più in generale, quando le condizioni di deflusso non siano soddisfatte; tale sospensione dovrà essere mantenuta fino all'integrale ripristino delle condizioni di rilascio*

In data 10/10/2016 (Rif. prot. in arrivo n. 4991-UTEC del 28/09/2016) a mezzo PEC l'Ente di Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia ha richiesto che non venga realizzata la scala di risalita prevista nel progetto preliminare. Pertanto la prescrizione non risulta essere vincolante.

- *Sia assicurato un efficiente sistema di pulizia e fluitazione dei sedimenti/materiale inerte per garantire la continuità di trasferimento del trasporto solido a valle della briglia, in grado di azionarsi automaticamente quando il relativo misuratore di livello di ghiaia, da prevedere a monte dell'opera di presa, evidenzia condizione di sovralluvionamento*

Gran parte del trasporto solido ordinario transiterà da monte a valle attraverso le coclee, che permettono il transito agevole dei sedimenti fini e di quelli in sospensione nel fluido. Il progetto prevede poi la riattivazione delle bocche di scarico già presenti sul manufatto, governandole mediante due paratoie

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

sghiaiatrici affiancate. Le paratoie sghiaiatrici rimarranno sempre chiuse, salvo occasionali aperture per la pulizia del fondo della vasca di carico qualora si manifesti una condizione di sovralluvionamento a monte dell'opera di presa. Al fine di impedire la risalita della fauna alloctona durante tali manovre sono previsti due accorgimenti distinti (ciascuno efficace anche singolarmente). In questo modo si ottiene una sicurezza intrinseca del sistema:

1. alla bocca di scarico dello sghiaiatore viene ad essere realizzato un salto di fondo dell'altezza di 80cm in modo da rendere fisicamente impossibile la risalita dell'ittiofauna;
2. in prossimità della paratoia sghiaiatrice poi verrà posizionato un sensore di ghiaia collegato al misuratore di portata mediante PLC. Esso impone l'apertura della paratoia quando il quantitativo dei sedimenti supera una certa quota e, contemporaneamente, risulta presente nell'alveo una portata sufficiente a garantire da un lato l'energia necessaria alla pulizia del sistema e dall'altro il mantenimento della velocità alla bocca di scarico. In questo modo la velocità dell'acqua alla bocca dello sghiaiatore a paratoia completamente innalzata risulta essere pari a 4,0m/s, velocità che rende automaticamente impossibile la risalita all'ittiofauna. I due sistemi (salto di fondo e sghiaiatore imposto solo al disopra di determinate portate) determinano la sicurezza intrinseca durante il normale esercizio dell'impianto e permettono di garantire la continuità di trasferimento del trasporto solido a valle della briglia .

- *Siano adottate idonee cautele atte a ridurre il rischio di inghiaimento in corrispondenza dell'imbocco, lato valle, della rampa di risalita dei pesci determinato dall'azionamento delle bocche sghiaiatrici*

In data 10/10/2016 (Rif. prot. in arrivo n. 4991-UTEC del 28/09/2016) a mezzo PEC l'Ente di Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia ha richiesto che non venga realizzata la scala di risalita prevista nel progetto preliminare. Pertanto la prescrizione non risulta essere vincolante.

- *Siano predisposti opportuni accorgimenti tecnici che permettano di salvaguardare l'ittiofauna presente nel corso d'acqua, inibendone l'accesso alle coclee*

Importante caratteristica di miglioramento ambientale prevista dal progetto in oggetto è la permeabilità in discesa, un importante miglioramento che è dato proprio dalla tipologia dell'impianto che, essendo realizzato con vite idraulica, consente la discesa della stessa all'ittiofauna senza che vi si arrechi danno. Diverse sono state le perizie ittico-biologiche svolte per valutare tale compatibilità. Di seguito si riportano le conclusioni della Perizia ittico-biologica per tollerabilità ai pesci della vite idraulica brevettata della RITZ-ATRO Pumpwerksbau GmbH: "Nel suo complesso, la vite idraulica mostra un'elevata tollerabilità ai pesci ed è adatta alla discesa dei pesci. Semmai, sulla base delle attuali conoscenze, i pesci subiscono pochissimi danni e in misura molto limitata, come al massimo perdite di scaglie ed ematomi. L'anguilla, il pesce che, con una lunghezza compresa tra 36 e 58 cm, in base alle indagini è emerso come il più problematico per quasi tutte le centrali idroelettriche, non ha evidenziato alcuna ferita così come altre specie ittiche come la trota comune, il persico, il gobione, lo scazzone, il temolo e il leucisco." Ad ogni modo, è possibile porre in atto l'inibizione

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

all'accesso alle coclee facilmente, mediante diversi strumenti disponibili e del tutto compatibili ambientalmente (griglie a maglia fine, sistemi di allontanamento elettrici, ecc.). Si procederà prima della messa in esercizio dell'impianto ad un confronto con l'ETP al fine di individuare se porre in atto tali sistemi e quale eventualmente prediligere nel caso in oggetto.

*Necessità che il disciplinare tecnico a corredo dell'atto di concessione:*

- 1. Preveda la possibilità di modificare il regime dei rilasci del DMV, qualora dettato dalle esigenze di adeguamento alla normativa di settore, senza che ciò possa costituire indennizzo per mancata produzione*

Il proponente si dichiara disponibile ad accettare tale previsione

- 2. Sia integrato da una apposita relazione tecnica illustrante l'assetto gestionale di ciascuna paratoia, ed in particolare la correlazione con il funzionamento delle coclee in ogni condizione idrologica (compresa la condizione di piena)*

A seguito del parere ETP di data 10/10/2016 a mezzo PEC sulla non opportunità della realizzazione della rampa di risalita, l'assetto gestionale delle paratoie dell'impianto di progetto diviene estremamente semplice. Infatti le uniche paratoie presenti risultano essere le due paratoie poste all'opera di presa (una per ciascuna coclea prevista), le due paratoie sghiaiatrici (una per ciascuna bocca di scarico esistente), le due paratoie di sicurezza di valle (una per ciascuna coclea).

Il funzionamento delle paratoie e delle coclee nelle varie condizioni idrologiche risultano altrettanto semplici e possono essere così riassunte:

- le paratoie di sghiaimento risulteranno sempre chiuse, ad eccezione delle occasionali manovre di sghiaimento, che verranno ad essere effettuate con condizione di portata in alveo sufficiente a permettere una adeguata pulizia ed il contemporaneo mantenimento di una velocità minima superiore ai 2,0m/s nella bocca di sghiaimento (in modo da impedire la risalita all'ittiofauna);
- le paratoie di macchina di monte risulteranno sempre aperte, tranne che in condizioni di portata tale da rendere possibile il danneggiamento delle macchine (situazioni di piena). In prima approssimazione si può stimare che tale situazione si manifesti a partire dai 2,0m al disopra del tirante ordinario a monte della traversa (posto a 109,00m s.l.m.). Pertanto le paratoie di macchina attueranno la chiusura precauzionale dell'impianto con un tirante di monte pari a 111,00 m s.l.m.; tale livello verrà ad ogni modo ad essere tarato in sito durante il primo anno di attività dell'impianto. In concomitanza della chiusura delle paratoie di monte, si avrà anche la chiusura delle paratoie di valle, isolando di fatto l'impianto dal fiume e ripristinando le condizioni idrauliche dello stato di fatto;
- le coclee risulteranno ferme per portate in alveo inferiori a 600 l/s. In tale caso tutta la portata disponibile verrà ad essere inviata al disopra della traversa esistente.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Per portate superiori a 600 l/s le coclee potranno attivarsi, sempre però a condizione che a monte del salto esistente venga garantita nel Natisone la quota di pelo libero pari a 109,00m s.l.m., atta a far defluire al disopra della traversa i 600 l/s previsti quali portata di rispetto.

Per portate nel Natisone tali da determinare un livello a monte del salto pari a 111,00 m s.l.m. o superiore si avrà la messa in sicurezza dell'impianto (chiusura paratoie di monte e di valle e blocco delle coclee)

3. *Stabilisca le modalità di installazione e le relative operazioni di taratura sia degli strumenti di misura delle portate derivate nonché delle luci di rilascio del DMV (nella duplice componente della portata di alimentazione della rampa di risalita dei pesci e della portata sfiorata direttamente in alveo dalla gaveta), resi attivi nel momento in cui verrà costituita la derivazione d'acqua e previsti dall'art. 95, comma 2, del D.Lgs. 152/2006*

Il proponente si dichiara disponibile ad accettare tale previsione. Visto il parere ETP di data 10/10/2016 a mezzo PEC sulla non opportunità della realizzazione della rampa di risalita, sarà possibile tarare il rilascio del DMV (o più propriamente della portata di rispetto a fini paesaggistici) esclusivamente come portata sfiorata al disopra della gaveta.

*Con riguardo agli aspetti di carattere idraulico si segnala che:*

1. *Atteso che il manufatto insiste nell'area fluviale nel quale si manifestano le piene del corso d'acqua, vanno osservati i principi generali relativi alle corrispondenti norme di attuazione*

Le aree ove si prevede l'insediamento dell'impianto ricadono all'interno delle perimetrazioni di pericolosità del Piano per l'assetto idrogeologico. Vengono pertanto rispettate le disposizioni previste dalle norme vigenti. Infatti l'ART. 13 – Disciplina delle aree fluviali delle Norme di Attuazione del vigente PAI Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione prevede che:

Nelle aree fluviali è consentita, previa acquisizione dell'autorizzazione idraulica della Regione e nel rispetto dei criteri di cui al comma 1:

- b. la realizzazione, ampliamento o manutenzione delle opere di raccolta, regolazione, trattamento, presa e restituzione dell'acqua;

Nel caso in oggetto, l'opera si caratterizza per essere un'opera di presa e restituzione dell'acqua, la cui compatibilità con quanto previsto al comma 1 dell'art. 13 è dimostrata nella Relazione Idrologica ed Idraulica allegata al presente progetto. Infatti l'ampia sezione fluviale disponibile, il posizionamento dell'opera a tergo della potente ala della briglia esistente in un punto non esondabile dalla piena bicentenaria, la realizzazione ipogea del tutto influente al transito delle portate di piena, determinano il rispetto di quanto richiesto dall'art.13 delle Norme di Attuazione del PAI. Inoltre la continua manutenzione del sito da parte del proponente e l'intervento di sistemazione della gaveta ammalorata della briglia determina un miglioramento delle condizioni di deflusso attuali.



STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

2. *L'area di accesso al locale macchine va adeguatamente presidiata in modo da evitare il rischio di invasione dalle acque al verificarsi di eventi alluvionali di carattere eccezionale, predisponendo in tal senso tutte le opere di carattere strutturale nonché prevedendo idonee vie di fuga*

Il presente progetto definitivo risulta conforme a quanto richiesto rispetto al presidio dell'accesso al locale macchine. Infatti tale accesso viene previsto posto a quota 116,00m s.l.m.m. con un franco superiore al metro (pari a due metri) rispetto al massimo livello di piena per Tr= 200 anni al disopra della briglia (113,93m s.l.m.m.). Esso sarà inoltre protetto con delle paratoie di chiusura metalliche. Dato che il progetto prevede il totale controllo da remoto dell'impianto, il locale macchine risulterà pressochè sempre privo di personale al suo interno. Ad ogni modo si prevede un doppio ordine di presidi di sicurezza dall'allagamento sia da monte che da valle. Inoltre l'accesso in posizione ben al disopra del massimo tirante idraulico per piene estreme ne garantisce l'uscita in totale sicurezza. Anche la viabilità di accesso all'ingresso risulta posta a quote comprese tra i 117,00m s.l.m. ed i 119m s.l.m., molto al disopra della massima quota raggiungibile dalle acque. Non vi sono pertanto problematiche relative alla sicurezza della via di fuga dall'impianto.

### **1.2.3 Adeguamento alle prescrizioni di cui al parere dell'ETP nota dd 05.02.2016, allegato B al verbale della visita istruttoria di data 09.02.2016.**

- *Sia installato un sistema che blocca automaticamente la derivazione, nel caso in cui la portata destinata ad alimentare l'eventuale passaggio per i pesci sia inferiore a quella minima stabilita dal decreto/disciplinare di derivazione d'acqua o dal progetto*

Visto il parere ETP di data 10/10/2016 a mezzo PEC sulla non opportunità della realizzazione della rampa di risalita, sarà possibile tarare il rilascio del DMV (o più propriamente della portata di rispetto a fini paesaggistici) esclusivamente come portata sfiorata al disopra della gaveta. La derivazione si bloccherà automaticamente qualora la portata di rispetto diminuisca al disotto dei 600 l/s previsti.

- *Sia garantito un deflusso superficiale tra la base della traversa e la restituzione (scarico dell'impianto) eventualmente tramite adeguato rilascio dalla traversa stessa*

Il progetto prevede il rilascio di 600 l/s dalla traversa, portata assolutamente in grado di mantenere la continuità idraulica tra il piede della traversa e la restituzione.

Inoltre per come è conformata la gaveta e la briglia esistente e vista la quota di restituzione dello scarico della coclea (104,65m s.l.m.m., superiore alla quota del piede della briglia esistente, pari a 104,40m s.l.m.m.) si ha sempre presenza di acqua tra il piede della briglia ed il punto di restituzione. Questo unito ai 600 l/s al disopra della gaveta determinano la certezza della continuità idraulica nel brevissimo tratto interessato tra la presa e la restituzione.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## **2 Principali variazioni rispetto al progetto preliminare di cui alla richiesta di concessione**

Il presente progetto costituisce la naturale evoluzione del progetto Preliminare a livello di Definitivo depositato in data 05/12/2013 alla direzione Centrale Ambiente ed Energia, Servizio Idrico Integrato.

Le principali variazioni apportate nella presente versione del progetto risultano le seguenti:

1. Inserimento di una soglia al fondo a valle dello scarico della centrale, posta a quota 104,65m s.l.m.m. al fine di permettere il recepimento della prescrizione relativa al ricalcolo del salto utile al fine della concessione di cui alla nota prot. N. 0025090/P dd 26/09/2016 del Servizio idrico integrato.
2. Eliminazione della rampa di risalita, secondo quanto prescritto dall'ETP nel parere di data 10/10/2016 (Rif. prot. in arrivo n. 4991-UTEK del 28/09/2016) a mezzo PEC.
3. A seguito del parere dell'ETP di cui al punto precedente si è provveduto a ricalibrare la portata di rilascio prevista nel progetto preliminare (100 l/s alla rampa di risalita, 100 l/s al disotto della paratoia sghiaiatrice, 400 l/s al disopra della traversa con fini anche ornamentali), facendo defluire il totale della portata di rispetto, pari a 600 l/s al disopra della traversa. La paratoia sghiaiatrice verrà mantenuta chiusa e verrà utilizzata solo saltuariamente al fine dell'allontanamento dei materiali solidi in condizioni di portata sufficienti a garantire una velocità di deflusso dalle bocche sghiaiatrici superiore almeno a 2,0m/s.
4. Realizzazione di una serie di accorgimenti atti ad impedire la risalita anche accidentale delle specie ittiche alloctone infestanti (savetta); posizionamento dei salti di fondo da 80cm alle bocche di scarico degli sghiaiatori esistenti
5. Innalzamento della quota della gaveta a 108,95m s.l.m. rispetto agli iniziali 108,65m s.l.m. (riportati anche nella domanda di concessione data 05/12/2013) al fine di permettere il collocamento del rivestimento in pietra piacentina della gaveta stessa e taratura della stessa al fine del rilascio della portata di rispetto pari a 600 l/s.
6. Calibratura ottimale delle bocche di presa e dell'impianto di produzione, con riduzione delle dimensioni del bacino di calma previsto nel progetto preliminare. Si prevede quindi una doppia bocca di presa di dimensioni totali di 8,50m rispetto ai 10,00m previsti in progetto preliminare ed una posizione meno aggettante della stessa rispetto all'alveo fluviale. Tali riduzioni dimensionali permettono comunque un ottimale funzionamento dell'impianto e migliorano ulteriormente l'inserimento paesaggistico.
7. Posizionamento della soglia di fondo richiesta con le richieste di integrazioni di cui alla nota della Direzione Centrale Ambiente ed Energia Prot. N. 0025090/P del 26/09/2016 a valle dello scarico, posta a quota 104,65m, in base alla quale determinare il salto utile ai fini della concessione dell'impianto.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

8. Posizionamento ottimizzato delle paratoie di valle, a protezione dell'impianto durante gli eventi di piena, che ora sono state ubicate leggermente più a valle (sempre all'interno del previsto canale ipogeo di restituzione) di come previsto in sede di progetto preliminare, in modo da evitare inghiainamenti del canale di scarico.
9. Ottimizzazione dell'ingresso alla centrale, con posizionamento dell'accesso a quota 106,00m s.l.m. quota non raggiungibile dalle acque di piena, con un franco superiore al metro (pari a due metri). Previsione della chiusura dell'accesso stesso mediante copertura metallica apribile, al fine di ridurre ulteriormente le dimensioni delle opere di nuova esecuzione.
10. Individuazione completa della viabilità esistente di accesso all'area sia della centrale sia dell'alveo fluviale
11. Recepimento delle varie prescrizioni ottenute nei precedenti pareri e nulla osta, che comportano piccoli accorgimenti non modificanti le caratteristiche dell'impianto

Non vi sono altre modifiche di rilievo tra quanto progettato in sede di Progetto Preliminare e quanto riportato nel presente Progetto Definitivo.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

### 3 Premessa e descrizione fotografica

Con il presente progetto si propone la realizzazione di un **impianto idroelettrico** per lo sfruttamento di una risorsa energetica che rientra a pieno titolo tra le **fonti rinnovabili** il cui sviluppo è promosso dalle più recenti normative riguardanti lo sviluppo sostenibile, l'utilizzo di energie alternative e il rispetto per l'ambiente ed indicazioni sia a livello nazionale che in ambito UE.

Si prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente a coclea da posizionarsi lungo il corso del fiume Natisone in comune di Cividale del Friuli (UD) a valle del Ponte Nuovo (distante 240 m) nel punto in cui è presente una potente traversa in c.a. realizzata nei primi anni '90.

La tipologia di impianto ed il posizionamento prescelto determinano l'assenza di qualsiasi interferenza paesaggistica con l'ambiente e di impatti negativi sul fiume, anzi, conferiscono un deciso miglioramento ambientale per quanto concerne la continuità biologica del fiume stesso grazie ad una serie interventi migliorativi e di accorgimenti tecnici. Il primo di questi è la tipologia di impianto; infatti la coclea per il suo modo di funzionare, con una rotazione relativamente lenta lungo il suo asse, è **attraversabile dai pesci esclusivamente in direzione discendente**, come numerosi studi hanno effettivamente dimostrato. Per garantire la connessione biologica tra le acque a monte della traversa ed il fiume a valle della stessa, era a suo tempo (progetto preliminare) stata prevista la realizzazione di una rampa di rimonta che avrebbe dovuto permettere la risalita dell'ittiofauna lungo il fiume, con pavimentazione in pietrame. A seguito di confronto con l'ETP Regionale si è valutato di **non eseguire allo stato attuale l'opera al fine di impedire la risalita del fiume alla savetta**, specie alloctona infestante (vedi parere ETP del 10/10/2016 prot. Arrivo n. 4991-UTEC del 29/09/2016).

**Nella presente configurazione l'opera permette quindi la discesa della fauna ittica, superando l'attuale interruzione determinata dalla briglia e rappresenta un presidio per il controllo delle popolazioni ittiche locali.**

La proposta progettuale mira infatti ad integrarsi al meglio con l'esistente ed ad innalzare il livello di qualità ambientale dell'area, rendendo nel contempo possibile la produzione di energia da fonte rinnovabile.

La ricerca del massimo rispetto dell'ambiente che il presente progetto ha voluto porre a base di tutte le scelte progettuali è testimoniata dalle ulteriori attività che vengono previste a completamento del progetto: infatti si provvederà, a completamento della realizzazione del progetto, ad un **monitoraggio del fiume**, sia come livello che qualità dell'acqua. Verrà elaborato un **sistema di controllo acque in continuo** che trasmetterà, in remoto, i dati rilevati su un centro di controllo connesso alla rete internet munito di password. Nel centro di controllo si potranno **monitorare in continuo: la portata in ingresso, la portata turbinata, la portata rilasciata lungo la rampa di risalita dei pesci, i dati di monitoraggio dell'acqua.**

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Le strutture esterne che verranno ad essere realizzate (estremamente limitate, praticamente le sole paratoie di accesso e la cabina di trasformazione enel) saranno costruite con materiali locali con la **massima cura per l'integrazione nel paesaggio circostante.**

Si vuole qui immediatamente rimarcare come la tipologia del manufatto di produzione non determina alcuna modifica o sottrazione di acque dal fiume e pertanto non vi sono problematiche legate al Deflusso Minimo Vitale. Al contrario, tra le opere previste vi è la rinaturalizzazione di un tratto di fiume che attualmente presenta una estesa briglia e conseguente salto di fondo che impedisce il passaggio di pesci lungo l'asta fluviale.

Il progetto prevede l'installazione di due coclee affiancate da 4,0mc/s ciascuna. La massima portata utilizzata dall'impianto di progetto è pari a **8,00 mc/s**. La centrale progettata, pressoché completamente interrata dietro il potente muro d'ala della briglia esistente, permette di ridurre al minimo anche qualsiasi problematica legata al rumore (comunque assai limitato) delle macchine. Inoltre l'area di ubicazione risulta ampiamente distante dalle abitazioni.

La logica imposta dal progetto prevede una gerarchia di rilascio dell'acqua a favore in primis delle caratteristiche ambientali del sito, successivamente alla produzione di energia idroelettrica. In questo modo prima che vi sia portata disponibile per l'impianto viene ad essere garantita la portata minima al disopra dell'esistente traversa che permette la derivazione dell'acqua all'impianto, posta pari a **600 l/s minimi a fini paesaggistici.**

**Pertanto, qualora la portata del Natisone sia tale da alimentare solo la portata minima di "mascheramento" (600 l/s), non si ha portata disponibile per l'impianto di progetto, a tutto vantaggio del rispetto dell'ambiente e delle caratteristiche ambientali del sito.** Va anche detto che il bacino afferente alla sezione idraulica in oggetto è tale da garantire che tale condizione si può al massimo verificare per pochi giorni l'anno. Questa precauzione va a garantire l'assetto ambientale esistente anche a scapito della produttività.

Ovviamente, qualora la portata del Natisone superi gli 8,60mc/s (cosa che avviene in buona parte dell'anno) si ha lo sfioro della parte eccedente al disopra della esistente traversa della portata in eccesso.

Infine nell'ambito del presente progetto si prevede di porre in opera alcuni interventi di sistemazione che permettono di migliorare dal punto di vista paesaggistico l'attuale manufatto-traversa: quest'ultima, infatti, presenta evidenti erosioni superficiali che espongono le armature metalliche, determinando da un lato una evoluzione sempre più rapida del degrado della struttura, dall'altro il pericolo che parti metalliche si distaccino ed interessino l'alveo fluviale. Dall'analisi delle tavole progettuali dell'epoca, che gli scriventi hanno provveduto a rintracciare, risultava come già ai tempi del progetto dello sbarramento fosse stato previsto il rivestimento in pietra piacentina della parte centrale del salto idraulico, più soggetta a fenomeni di erosione (gaveta). Tale rivestimento non è stato poi realizzato probabilmente a causa di assenza di fondi e si è pertanto provveduto a realizzare un'opera monolitica esclusivamente in c.a.

Pertanto, sulla base delle evidenze di cui sopra ed in un'ottica di ottimizzazione del rapporto opera di produzione-opere esistenti, si prevede di realizzare il rivestimento a suo tempo previsto in modo da ottimizzare la durabilità e la resistenza all'abrasione della gaveta. Il rivestimento verrà realizzato in blocchi di pietra piacentina. Questo intervento migliorativo conferirà indubbiamente anche un maggior valore paesaggistico dell'area.



**Figura 1: evidenti erosioni con esposizione delle armature metalliche della traversa esistente (anno 2013).**

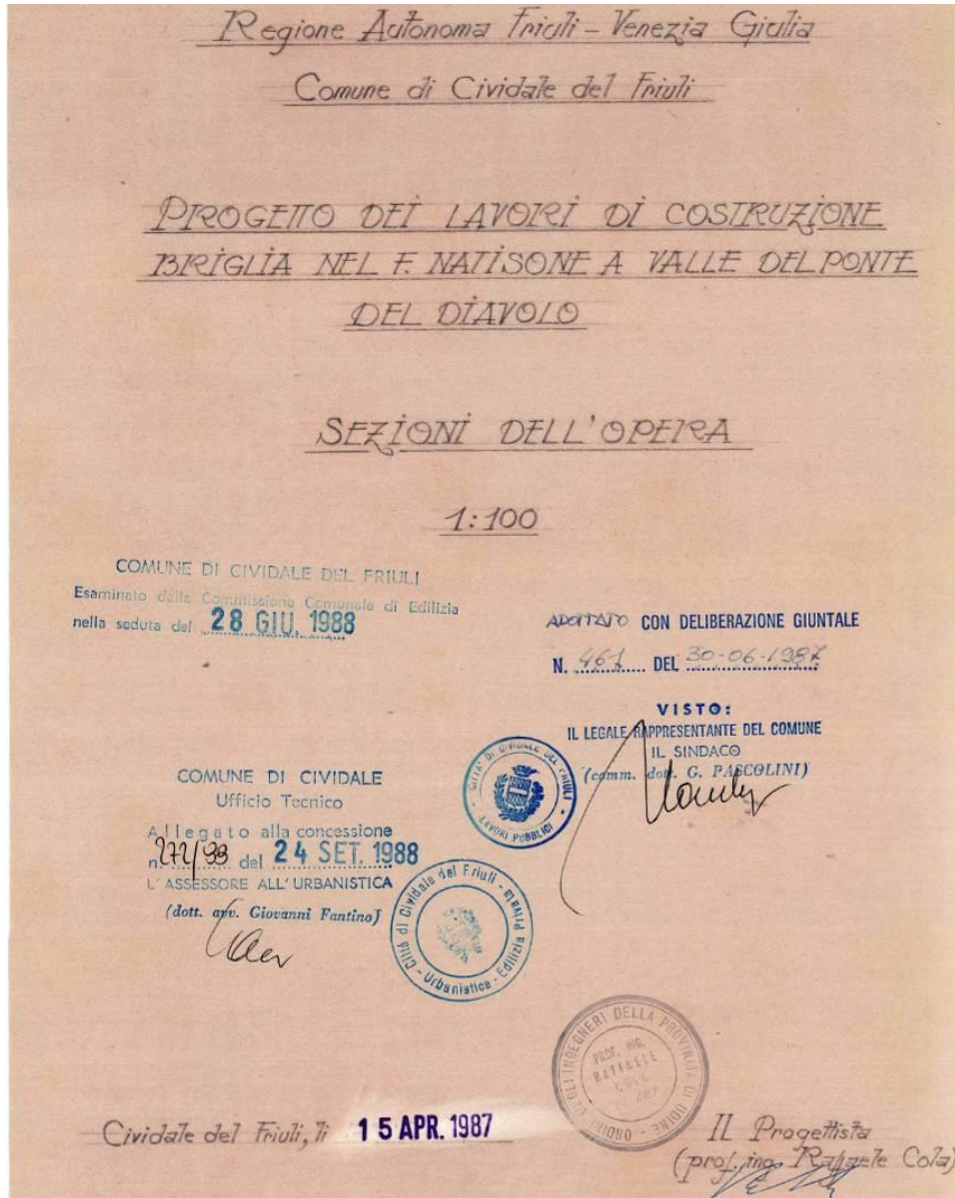


**Figura 2 – la situazione nello stesso punto nel 2016. L'erosione della gaveta sta avanzando con incremento dell'esposizione delle armature e parziale distruzione delle stesse. Risulta necessario un intervento manutentivo.**





STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" - CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---



**Figura 5: intestazione del progetto originario della traversa datato 15 aprile 1987 e firmato dal prof. ing. Raffaele Cola.**





**Figura 6:** le bocche con funzione sghiaiatrice esistenti sulla traversa. Nel progetto si prevede la loro pulizia e il ripristino della funzione originaria. Verrà posto in opera un accorgimento (salto di fondo da 80cm di altezza alla bocca sghiaiatrice) in modo da garantire al meglio l'impedimento alle specie alloctone di risalire anche accidentalmente l'opera. L'impossibilità di risalita durante le manovre di pulizia (unico momento in cui le paratoie sghiaiatrici verranno aperte) verrà ad essere garantito anche grazie alla velocità di scarico delle acque (superiore ai 4m/s)



**Figura 7:** In sinistra l'area a tergo del potente muro d'ala dove verrà realizzata l'opera in progetto, completamente interrata ed invisibile. In destra, una vista verso valle dal piano al disopra del muro d'ala.



**Figura 8 – Nell’immagine di destra: la briglia in oggetto vista dalla sponda in sinistra orografica. Immagine di sinistra: la briglia vista da valle con in evidenza la muratura a tergo della quale viene ad essere realizzata l’opera di progetto, completamente interrata ed invisibile.**

La tecnologia di intervento sopra descritta presenta dunque notevoli vantaggi, brevemente riassunti qui di seguito:

1. L’opera in progetto non determina alcuna sottrazione di portata all’alveo del fiume, consentendo il passaggio del DMV in forma concentrata all’interno della vite idraulica, migliorando l’attuale deflusso di magra e la permeabilità della traversa esistente all’ittiofauna.
2. Si ripristina la continuità ambientale tra monte e valle dell’esistente briglia, permettendo il passaggio dei pesci e degli altri “abitanti” del fiume in discesa.
3. Si concentrano le portate di magra in un punto (coclea idraulica) in luogo dell’attuale “spandimento” lungo la traversa esistente. In questo modo si ha un tirante più adatto al passaggio della fauna ittica rispetto agli attuali pochi centimetri di “film” idraulico del tutto inadatti al transito dell’ittiofauna.
4. Si permette un continuo monitoraggio dello stato di fatto dei luoghi, grazie ai sistemi di controllo previsti all’impianto, a tutta garanzia delle opere esistenti e della qualità delle acque del fiume.
5. Si pongono in atto alcuni interventi migliorativi di sistemazione (rivestimento della traversa in blocchi di pietra piacentina) che aumentano il valore paesaggistico dei luoghi.

6. Risulta in questo modo possibile la produzione di energia rinnovabile con soli impatti positivi per l'ambiente ed il territorio, con totale persecuzione degli obiettivi di **sviluppo sostenibile**.

L'analisi delle portate di interesse per le sezioni in oggetto si è potuta avvalere dei numerosi dati di misura di livello e di portata effettuati dal Servizio Idrografico Regionale all'altezza del salto esistente posto a valle del ponte del Diavolo, circa 500m a monte del salto in oggetto. I dati di rilevazione giornaliera dell'idrometro si estendono su un periodo che va dal 1929 ad oggi, con effettuazione anche di misure di portata.

**Tabella 1 - Misure di portata effettuate alla sezione a valle del Ponte del Diavolo (500m a monte della sezione di progetto) nel corso degli ultimi anni (dati cortesemente forniti dal Servizio Idrografico Regionale)**

Data Misura	Altezza Idrometrica [cm]	Portata [mc/s]	Area Sezione [mq]
28/02/2008	11	2.03	6.40
09/07/2008	22	8.38	14.31
18/05/2009	13	2.12	3.89
13/07/2009	22	7.16	10.48
11/08/2009	10	1.45	2.49
15/09/2009	64	46.90	53.50
23/10/2009	38	21.20	18.10
12/11/2009	25	10.70	16.00
25/02/2010	32	13.90	21.70
17/06/2010	22	7.00	28.80
29/07/2010	7	0.64	1.86
13/03/2012	6	0.51	9.36
18/04/2012	23	8.10	37.00

Tale disponibilità di dati ha consentito di costruire la curva delle portate della sezione di riferimento e di poter effettuare analisi idrauliche ottimali.

Il progetto dunque prevede di posizionare un impianto di produzione di energia elettrica mediante doppia vite idraulica (o coclea) in sinistra alveo del Natisone, all'altezza della briglia esistente posta a valle del Ponte Nuovo in Comune di Cividale del Friuli.





**Figura 9: Ortofoto con localizzazione dell'impianto di progetto**

Il nuovo impianto verrà protetto da una griglia a maglia ampia lungo il lato verso il Natisone, in modo da evitare che materiali grossolani quali rami o tronchi vadano ad intasare la coclea durante gli eventi di piena del fiume.

A valle della griglia, a monte delle coclee di produzione, vengono poste in opera due paratoie per la chiusura del manufatto in occasione degli eventi di piena (allorquando il livello del Natisone supera una certa quota), delle manutenzioni e delle pulizie periodiche. Queste paratoie hanno anche una ulteriore funzione di sicurezza. Le coclee infatti sono dotate di un sistema con inverter che, grazie ad un sensore di livello elettronico posto nella vasca di imbocco, regola la velocità di rotazione della macchina facendo sì che il livello a monte della vite idraulica rimanga sempre costante. Qualora per qualsiasi problema (black out, rottura, ecc.) il sensore smetta di funzionare la paratoia in oggetto attua la chiusura dell'imbocco della macchina, garantendo il tirante nel bacino di calma di monte e, di conseguenza, la portata al disopra della traversa. Il manufatto di imbocco viene ad essere coperto da un muretto rivestito in bolognini analoghi agli esistenti, in cui scorrono le paratoie di chiusura della bocca di presa, in modo da mascherarne sempre la presenza (intervento a fine paesaggistico) e da un piccolo camminamento in orsogrill (90cm di larghezza) per permettere l'attività di manutenzione. Tale camminamento sarà dotato di una linea vita per le attività di manutenzione; si evidenzia comunque che il dislivello tra il camminamento ed il pelo libero sottostante non sarà superiore ad un metro. Allo sbocco della macchina è previsto il posizionamento di una ulteriore paratoia

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

al fine di consentire la protezione dagli eventi di piena e le attività di manutenzione. Le paratoie, di imbocco e di valle, hanno come detto l'importante funzione di isolare la centrale di produzione durante gli eventi di piena di notevole intensità. Infatti un sensore di livello posto sul salto esistente ne comanderà la chiusura al superamento di un tirante prestabilito (in prima approssimazione pari a 2,0m al disopra del tirante ordinario), tale da determinare qualche possibile problematica all'impianto. Al fine della massima sicurezza si prevede di posizionare degli ulteriori panconi di emergenza a monte delle coclee che, qualora le paratoie di chiusura degli imbocchi non funzionassero per un qualsiasi motivo, attuano la chiusura di emergenza di monte proteggendo ulteriormente le coclee. Inoltre un ulteriore sistema di protezione della centrale verrà posto in opera sull'asse di rotazione della coclea, con ulteriore chiusura di sicurezza. Un siffatto sistema, unito alla posizione protetta dell'impianto, ne garantisce la sicurezza in qualsiasi condizione del Natisone, anche per piene con tempi di ritorno superiori ai 200 anni.

La progettazione si è basata su un rilievo effettuato appositamente, pertanto le quote e le dimensioni rilevate in oggetto risultano di elevata precisione. Tale rilievo è allegato al presente progetto.

Nel corso della presente progettazione sono state svolte accurate analisi sulla morfologia dei siti e sulle caratteristiche naturalistiche ed ambientali dell'area in oggetto. Sulla base di queste analisi è stato individuato lo schema di impianto proposto, che risulta avere un impatto positivo sulla qualità ambientale in quanto va ad eliminare l'interruzione per la fauna ittica esistente dovuta alla briglia. La tipologia di impianto (a coclea con rotazione regolata) consente il passaggio della fauna acquatica da monte e valle agilmente, come ampiamente dimostrato dalle sperimentazioni svolte anche dalle stesse ditte produttrici i macchinari.

Data la presenza a valle dell'opera della specie ittica infestante alloctona della savetta, come segnalato dall'Ente di Tutela Pesca del FVG e verificato a seguito di campionamento in sito appositamente realizzato, si è deciso, in accordo con detto Ente di tutela, di non procedere alla realizzazione della rampa di risalita. L'impianto ad ogni modo è stato studiato in modo di consentirne l'installazione e pertanto risulta del tutto in grado di permetterne la realizzazione in un secondo momento, quando detto Ente lo riterrà opportuno.

Inoltre la scelta dei materiali, delle finiture e delle dimensioni delle strutture è assolutamente compatibile con l'ambiente.

Lo schema adottato per l'impianto risulta quindi essere quello ad acqua fluente che non comporta alcuna regolazione dei deflussi naturali e richiede opere di derivazione con dimensioni ed impatto ambientale molto contenuti.



**Figura 10: Traversa esistente con in primo piano l'ala della briglia dove si prevede la realizzazione dell'impianto di progetto.**

#### **4 Motivazioni alla base delle scelte progettuali**

Le scelte progettuali relative alla tipologia di impianto di produzione, estremamente compatto ed eco-compatibile, sono il risultato di una profonda **analisi costi-benefici** che ha interessato più soluzioni progettuali che avevano lo scopo di individuare un impianto idroelettrico in grado di sfruttare le risorse esistenti mantenendo **massimo il rispetto dell'ambiente** nel quale esso si va ad inserire ricercando, possibilmente, un miglioramento della condizione attuale.

Queste valutazioni sono state compiute durante le prime fasi di progettazione dell'impianto: dopo una prima verifica sulla fattibilità dell'impianto è stata accuratamente analizzata la topografia dell'area e delle infrastrutture esistenti, nonché la geologia dei luoghi, al fine di individuare le aree più idonee per la realizzazione dei manufatti.

Per quanto riguarda la tipologia dell'impianto è stato adottato lo **schema ad acqua fluente** che non comporta alcuna regolazione dei deflussi naturali e richiede opere di derivazione con dimensioni ed impatto ambientale molto contenuti.



STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## 5 Descrizione generale delle opere principali dell'impianto

### 1.1 Opera di presa

La captazione delle acque da convogliare alle due viti idrauliche avviene a fianco della traversa esistente in sponda sinistra. Rispetto a quanto previsto in sede di progetto preliminare si è proceduto ad una riprogettazione dell'opera di presa, riducendone le dimensioni a tutto vantaggio della compatibilità paesaggistica ed ambientale dell'impianto.

Sostanzialmente si prevede di realizzare una presa formata da due bocche (una per ciascuna coclea) con larghezza di 4,10m ciascuna (totale di 8,50m) protette da una griglia avente maglia grossolana e del tutto permeabile all'ittiofauna (infatti le coclee permettono il passaggio dei pesci verso valle senza danneggiarli come illustrato nelle documentazioni di ricerca fornita dalla RITZ-ATRO). Immediatamente a valle della griglia vengono posizionate due paratoie metalliche che consentono la chiusura dell'apertura di presa al fine della manutenzione dell'impianto e durante gli eventi di piena.

Superata la bocca di presa l'acqua viene convogliata alle due viti idrauliche. A monte del sistema di derivazione, lungo il margine sinistro della traversa esistente, viene realizzato un piccolo abbassamento del fondo alveo che consentirà la raccolta delle ghiaie senza necessità di realizzare un manufatto sghiaiatore.

Le ghiaie verranno allontanate periodicamente, mediante le paratoie sghiaiatrici, in modo di consentire una auto-pulizia del sistema dell'opera di presa. A tal fine si utilizzeranno le esistenti bocche di scarico già presenti sul manufatto della briglia esistente, senza modifica alcuna rispetto allo stato attuale del sito. Su dette bocche si porranno in atto delle modifiche atte ad impedire la risalita dell'ittiofauna (salto di fondo).

Al disopra della bocca di presa verrà realizzata una piccola passerella in acciaio al fine dell'accesso periodico per la manutenzione.

Il tirante nel canale di carico viene ad essere mantenuto costante dal sistema stesso delle viti idrauliche. Infatti la velocità di rotazione delle viti è regolata da un sensore in modo da mantenere sempre fisso il tirante di monte. Pertanto la quota dell'acqua rimane sempre pari a **109,00 m s.l.m.m.** ( 108,95m s.l.m.m. più 5cm circa necessari a far sfiorare i 600 l/s al disopra della traversa esistente prima dell'entrata in funzionamento delle macchine). Tale quota viene mantenuta fissa dal sistema di inverter fino a quando, per portate superiori a 8,60mc/s, non si ha lo sfioro dalla briglia esistente anche della portata in eccedenza. Qualora accada che la portata proveniente dal Natisone si riduca oltre i 600 l/s (al disopra della traversa esistente a fini paesaggistici), la coclea risulterà completamente ferma e pertanto tutta la portata disponibile verrà sfiorata al disopra della traversa. A garanzia del funzionamento del sistema è previsto il governo della paratoia di sicurezza, posta a monte delle due viti idrauliche. Qualora per un qualsiasi motivo si dovesse manifestare un problema od un mancato funzionamento del sistema di misura del tirante di monte che governa la velocità di rotazione della coclea stessa tale paratoia si abbassa automaticamente, isolando il sistema di produzione con conseguente salvaguardia della portata di sfioro minima.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Inoltre a monte della paratoia di sghiaimento che verrà posta sulla traversa verrà posizionato un sensore di ghiaia che impone l'apertura della paratoia quando il quantitativo dei sedimenti supera una certa quota ed è contemporaneamente presente un adeguato livello a monte (necessario per la pulizia del sistema), mantenendo il corretto funzionamento dell'impianto ed, in questo modo, assicurando l'equilibrio del trasporto solido verso valle dell'opera anche al difuori degli eventi di piena, attualmente del tutto impedito dalla briglia trasversale al fiume.

Riassumendo, lo schema di funzionamento della suddivisione delle portate nel bacino di raccolta in condizioni ordinarie è il seguente:

1. se la portata in ingresso è inferiore o pari a 600 l/s (fatto poco frequente data la dimensione del bacino idrografico): tutta la portata disponibile viene sfiorata al disopra della traversa esistente a fini paesaggistici;
2. se la portata supera i 600 l/s ed è inferiore alla somma della stessa e della portata massima di utilizzo (600 l/s + 8,0mc/s = 8,60mc/s): la portata del Natisone viene suddivisa nel seguente modo: 600 l/s al disopra della traversa esistente con fini di compatibilità paesaggistica, la rimanenza verso l'impianto di produzione a coclea;
3. se la portata supera gli 8,60 mc/s si ha lo sfioro dell'eccedenza lungo la traversa esistente, in modo analogo all'attuale.

Qualora per qualche motivo si verificasse una diminuzione della portata di rispetto a fini paesaggistici, un sistema automatico determina il blocco delle turbine.

## 1.2 Bocca di captazione

Le acque captate in corrispondenza dell'opera di presa sono avviate direttamente alla centrale di produzione da realizzarsi in corrispondenza della stessa, **senza alcuna sottensione di alveo**. Pertanto **non vi è alcun canale di derivazione e non vi è sottrazione di portata dal fiume**. L'impianto utilizza il DMV concentrandolo nella coclea, pertanto migliorando l'attuale situazione del Deflusso Minimo Vitale. Si definirà nel seguito "canale di captazione" il manufatto dove avviene il posizionamento delle coclee. Si ribadisce che in realtà non si ha alcuna derivazione dal fiume intesa come sottrazione di portata dall'alveo, ma esclusivamente una concentrazione del DMV e delle portate di magra, con conseguente valenza positiva dal punto di vista della compatibilità ambientale.

Nel "canale di captazione" trova alloggiamento la coclea di produzione con una lunghezza del sistema pari a circa 11 m, analoga alla estensione planimetrica della traversa. Va ricordato che per la tipologia di centrale proposta, per le sue dimensioni e soprattutto per il fatto di essere permeabile al passaggio della fauna ittica, il manufatto di alloggiamento delle coclee rappresenta una componente a valore ambientale positivo in quanto consente esso stesso di realizzare una connessione biologica tra le acque a monte della traversa ed il fiume a



STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

valle della stessa, connessione attualmente completamente assente. **Un ulteriore valore aggiunto, questa volta dal punto di vista paesaggistico, è l'invisibilità dell'opera.** Infatti, verrà realizzata completamente interrata e resa accessibile solamente da una rampa di scale anch'esse al di sotto dell'attuale piano in scarpata. La superficie del vano scala verrà interamente coperta (in corrispondenza del piano di campagna) e l'accesso alla centrale sarà regolato mediante una botola calpestable in acciaio Corten a doppio battente.

Più in dettaglio l'opera si localizza nella parte retrostante l'alta ala della briglia sinistra, verso la scarpata spondale che, come è tipico della morfologia del fiume Natisone, si trova incassata e ben al di sotto di quota rispetto al piano campagna circostante. L'opera, quindi, anche considerando l'esecuzione dell'opera di presa (ora riprogettata per renderla ulteriormente ridotta rispetto a quanto previsto nel progetto preliminare), non comporta alcun impatto paesaggistico negativo ma anzi, grazie al rivestimento della gaveta in blocchi di pietra piacentina, presenta un miglioramento della qualità complessiva paesaggistica, integrandosi perfettamente con l'ambiente.

Fuori terra pertanto non verrà creato alcun manufatto. Tutte le opere compreso sia l'imbocco dell'opera di presa sia la reimmissione a valle della traversa sono interrate e la morfologia complessiva della scarpata spondale al termine dei lavori rimarrà inalterata. Anche la cabina di trasformazione e di consegna all'ENEL dell'energia prodotta viene ad essere realizzata interrata nella scarpata, in posizione protetta, irraggiungibile dalle acque, e completamente mascherata a fini paesaggistici (rimarranno visibili solo le porte di accesso ai locali e la facciata, che verrà mitigata con piantumazioni rampicanti ed essenze arboree).

Superata la coclea il canale di scarico interrato si apre, al piede dell'esistente briglia, nel fiume. Esso rimane pressochè invisibile in quanto completamente interrato.

### 1.3 Centrale di produzione

Il fabbricato sotterraneo che ospiterà l'installazione della centrale (generatore ed impianti), di dimensioni contenute, pari in pianta a 9.80 m x 7.80 m, sarà realizzato nell'area posta sulla sponda sinistra del fiume Natisone, oltre l'ala e il muro esistente della traversa. La posizione interrata e il ripristino allo stato di fatto una volta terminata l'opera, non comporterà alcun impatto paesaggistico, come rilevabile nella foto simulazione di seguito riportata. Le parti visibili saranno solamente alcune griglie di protezione per permettere la manutenzione delle coclee e degli impianti ed una passerella metallica con linea vita anti caduta all'imbocco. La morfologia spondale attuale verrà mantenuta.

Trovandosi all'interno dell'area golenale nella progettazione dell'opera si è tenuto conto delle massime altezze dei tiranti di piena per  $Tr=100$ anni e  $Tr=200$ anni. Il piano di imposta delle attrezzature è stato realizzato ad una quota non raggiungibile dalle acque in condizioni ordinarie. Ad ogni modo la cabina di produzione viene ad essere realizzata "a tenuta" mediante guarnizioni di sicurezza lungo le aperture e lungo l'asta della coclea in modo da eliminare ulteriormente il pericolo di allagamento. Data la larghezza delle

golene nel punto in oggetto il manufatto risulta del tutto compatibile idraulicamente e paesaggisticamente con l'area, come evidente nella foto simulazione sotto riportata.



**Figura 11: stato di fatto ripreso da valle**



**Figura 12 – fotosimulazione della centrale idroelettrica.**

Terminata la fase di cantiere e ripristinate le aree e le morfologie dei luoghi, si provvederà a piantumare alcune essenze arbustive autoctone al fine di mantenere elevate le caratteristiche ambientali ed ecologiche dell'area in forra.

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## 6 Aspetti ambientali dell'area in oggetto

Il fiume Natisone è per ampiezza, caratteristiche geomorfologiche, collocazione e fauna ittica uno dei più interessanti corsi d'acqua del Friuli Venezia Giulia, principale tributario del fiume Torre e sub-affluente dell'Isonzo. E' caratterizzato da un bacino totale di 322 kmq, nasce a 415 metri sul livello del mare e deriva dalla confluenza del Rio Bianco e del Rio Nero che scendono dalle falde del Monte Maggiore e dal Gabrovig. Indi il corso d'acqua a regime torrentizio scorre in direzione sud-est in una valle ristretta fino a quota 325. Il suo percorso accidentato e tortuoso attraversa valli profondamente incise e terreni prevalentemente marnosi, a tratti calcarei. Avvolge l'abitato di Longo, si allarga per poi restringersi al livello del Monte Mia e del Monte Matajur. A valle di Robig il fiume punta verso sud, descrive un'ampia curva intorno alle pendici del monte Mia, poi entra in territorio sloveno dove scorre con frequenti cambiamenti di direzione fino alla Sella di Caporetto ove, piegando a sud, rientra in territorio italiano raggiungendo l'abitato di Stupizza e puntando a sud sino a quota 190 metri s.l.m. dove termina l'alto corso. Con una modesta portata supera l'abitato di Pulfero, quindi si allarga nella vasta zona arenacea che gravita su San Pietro al Natisone giungendo al Ponte di San Quirino a valle del quale riceve, in riva sinistra, l'apporto di alcuni affluenti come l'Alberone, l'Erbezzo e il Cosizza, poi raggiunge Cividale, dove termina il corso medio del fiume. A sud di Cividale inizia il corso più caratteristico e selvaggio del fiume che entra nella caratteristica forra, poi la sponda si abbassa fino a Manzano, ai ponti della linea ferroviaria Udine-Trieste e alla SS 56. Raggiunto Trivignano scompare completamente nella falda alluvionale e dopo un percorso di circa 32 Km avviene la confluenza con il Torre, una confluenza virtuale, in realtà.

Per quanto attiene la fauna ittica il corso del fiume, nell'area in esame si conta la presenza di specie come il barbo (*Barbus plebejus*), il cavedano (*Leuciscus souffia*), l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*), i gobidi (*Padogobius martensii*) e il naso, o savetta (*Chondrostoma nasus nasus*) specie alloctona di recente immissione.

L'ambiente fluviale rappresenta un luogo ideale per gli uccelli che vi trovano riparo e cibo in abbondanza e che percorrono questo "corridoio" nel corso delle loro migrazioni. Vi si trovano quindi, in tali occasioni, numerosi uccelli di passo come anatre, cicogne ed aironi.

Le formazioni vegetali presenti lungo l'alveo e le sponde del Natisone sono caratterizzate dalla presenza di specie ad elevato dinamismo. Le formazioni arbustive sono identificabili con il salice (*Salix purpurea*), il sambuco (*Sambucus nigra*), il biancospino (*Crataegus monogyna*) e l'alloctona amorfa (*Amorpha fruticosa*). Le formazioni arboree che dominano gli argini sono caratterizzate dalla presenza del pioppo nero (*Populus nigra*) e del salice (*Salix alba*), ma anche dell'olmo (*Ulmus minor*), la robinia (*Robinia pseudoacacia*), dell'ontano (*Alnus glutinosa*) e l'acero campestre (*Acer campestre*).

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## 7 Aree naturali protette

L'opera in progetto non ricade in aree naturali tutelate quali SIC, ZPS, Parchi naturali regionali, Riserve naturali, Aree di reperimento e Biotopi.

## 8 Compatibilità con altre derivazioni

Il progetto in oggetto prevede l'esecuzione di un'opera di presa lungo una traversa esistente ed il rilascio immediatamente a valle, con la realizzazione della centrale di produzione interrata a lato del muro-ala della traversa stessa. L'utilizzo della vite idraulica quale macchina di produzione permette di non avere alcun tipo di derivazione dal fiume, in quanto il posizionamento della stessa e la tecnologia di funzionamento permettono il transito del DMV e della ittiofauna attraverso la coclea (in sola discesa). Data la tipologia dell'opera non vi possono essere problematiche connesse ad altre derivazioni. Inoltre l'opera è progettata in modo che qualora la portata nel Natisone risulti inferiore o pari a 600 l/s (portata di mascheramento prevista al disopra della traversa per massima compatibilità paesaggistica) tutta la portata disponibile viene a scorrere lungo la traversa esistente, senza alcun deflusso nella vite idraulica.

## 9 Permeabilità all'ittiofauna

Un elemento estremamente importante per la funzionalità degli ecosistemi fluviali è rappresentato dalla continuità longitudinale degli ambienti acquatici. Tale continuità risulta particolarmente rilevante nel caso in cui siano presenti nei corsi d'acqua pesci con comportamento migratorio, che si spostano lungo l'asta fluviale in fase riproduttiva e trofica. Nel fiume Natisone sono presenti specie ittiche che hanno tali caratteristiche. Tali migrazioni possono essere impedito dalla presenza di ostacoli insuperabili, naturali od artificiali, quali la traversa esistente. Infatti, la diffusa presenza di opere trasversali ha frammentato il corso d'acqua, rendendo spesso impossibili le migrazioni dei riproduttori verso i siti riproduttivi migliori.

Con il progetto preliminare, nella realizzazione delle opere di presa ed accessorie era stata pertanto a suo tempo prevista la costruzione di un passaggio per pesci idoneo a consentire agli individui adulti la risalita del salto.

A seguito dello screening di VIA (Decreto n° 1775/AMB del 08/10/2015) e dell'esecuzione dei richiesti campionamenti ittici quantitativi a monte ed a valle del sito in oggetto e successivo confronto con l'ETP Regionale, è stato valutato di non eseguire allo stato attuale l'opera al fine di impedire la risalita del fiume alla savetta, specie alloctona infestante (vedi parere ETP del 10/10/2016 a mezzo PEC - prot. Arrivo n. 4991-UTEC del 29/09/2016).

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Per quanto concerne invece la permeabilità in discesa, un importante miglioramento è dato dalla tipologia dell'impianto che, essendo realizzato con vite idraulica, consente la discesa della stessa all'ittiofauna.

Di seguito si riportano infine le conclusioni della Perizia ittico-biologica per tollerabilità ai pesci della vite idraulica brevettata Della RITZ-ATRO Pumpwerksbau GmbH: *“Nel suo complesso, la vite idraulica mostra un'elevata tollerabilità ai pesci ed è adatta alla discesa dei pesci. Semmai, sulla base delle attuali conoscenze, i pesci subiscono pochissimi danni e in misura molto limitata, come perdite di scaglie ed ematomi. L'anguilla, il pesce che, con una lunghezza compresa tra 36 e 58 cm, in base alle indagini è emerso come il più problematico per quasi tutte le centrali idroelettriche, non ha evidenziato alcuna ferita così come altre specie ittiche come la trota comune, il persico, il gobione, lo scazzone, il temolo e il leucisco.”*

## 10 Deflusso minimo vitale

La tipologia dell'impianto, con presa e restituzione pressoché nel medesimo punto e dotato di permeabilità alla fauna ittica non determina la necessità di prevedere particolari dispositivi per il rilascio di Deflusso Minimo Vitale **in quanto non vi è sottrazione di portata dall'alveo**. Non si hanno pertanto effetti di diminuzione di portata disponibile lungo nessun tratto del fiume Natisone. Infatti la coclea è tale da consentire non solo il passaggio dell'acqua del DMV ma anche il transito dell'ittiofauna attraverso la stessa in movimento. Inoltre la posizione dell'impianto prevista (lungo l'esistente possente traversa) **consente di non dare luogo ad alcun “tratto sotteso” dall'impianto in quanto non vi è alcun tratto di fiume in cui viene ad essere allontanata la portata dal fiume anche in condizioni di forte magra**. Si riporta ad ogni modo il calcolo del DMV.

### 10.1 Determinazione della portata di DMV

Nel seguito quindi si farà riferimento sia a quanto previsto dalla LR 27.11.2001 n.28 (DMV pari a un contributo unitario di 4 litri al secondo per chilometro quadrato di bacino sotteso) sia a quanto previsto dal Piano di tutela delle Acque del Friuli Venezia Giulia, adottato con Deliberazione della Giunta regionale n. 2000 del 15 novembre 2012.

L'area del bacino del fiume Natisone, sotteso dalla traversa sulla quale viene ad essere impostata la coclea di produzione risulta essere pari a 294 kmq.

Pertanto:

#### 1. Applicando la LR 27.11.2001 n.28 si ha:

$$Q_{DMV} = 4 \text{ l/s kmq} \times 294 \text{ kmq} = 1176 \text{ l/s} = \mathbf{1,2 \text{ mc/s}}$$

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## 2. Applicando la formula dell'art. 38 dell'all.4 del PTA della regione FVG si ha:

$$Q_{DMV} = K \cdot T \cdot P \cdot M \cdot Q_{MEDIA}$$

$T = 1$  (prelievo per più di 90 giorni l'anno)

$P = 1$  (in quanto non vi è tratto sotteso dalla derivazione).

$K = 0,3$  (fondovalle)

$M = 1$

La portata media annua alla sezione interessata dall'opera di captazione è:

$$Q_{MEDIA} = (q \cdot A) + q_p$$

dove  $A = 294 \text{ kmq}$  (area del bacino sotteso dalla presa)

$$q_p = 0 \text{ l/s (sorgenti puntuali)}$$

Avendo il bacino imbrifero in oggetto ampiezza tale da ricadere in diverse aree della mappatura di cui all'allegato 5.3 del PTA, per il calcolo del parametro  $q$  risulta necessario applicare una media:

$$q = ((17,6 \text{ kmq} \times 35 \text{ l/s kmq}) + (91,6 \text{ kmq} \times 50 \text{ l/s kmq}) + 184,8 \text{ kmq} \times 60 \text{ l/s kmq}) / 294 \text{ kmq} =$$

$$= 55,4 \text{ l/s kmq}$$

da cui

$$Q_{MEDIA} = 16287,6 \text{ l/s} = 16,3 \text{ mc/s}$$

Ed infine

$$Q_{DMV} = 4890 \text{ l/s} = \mathbf{4,89 \text{ mc/s}}$$

### 10.2 Metodiche di rilascio del DMV

Per la tipologia dell'opera di produzione, trasparente per quanto concerne il Deflusso Minimo Vitale, si prevede il rilascio dello stesso suddiviso in due distinte parti: una parte al disopra del salto esistente ai fini paesaggistici (600 l/s) ed il restante attraverso la vite di Archimede.

## 11 Curva di durata delle portate e portata di derivazione

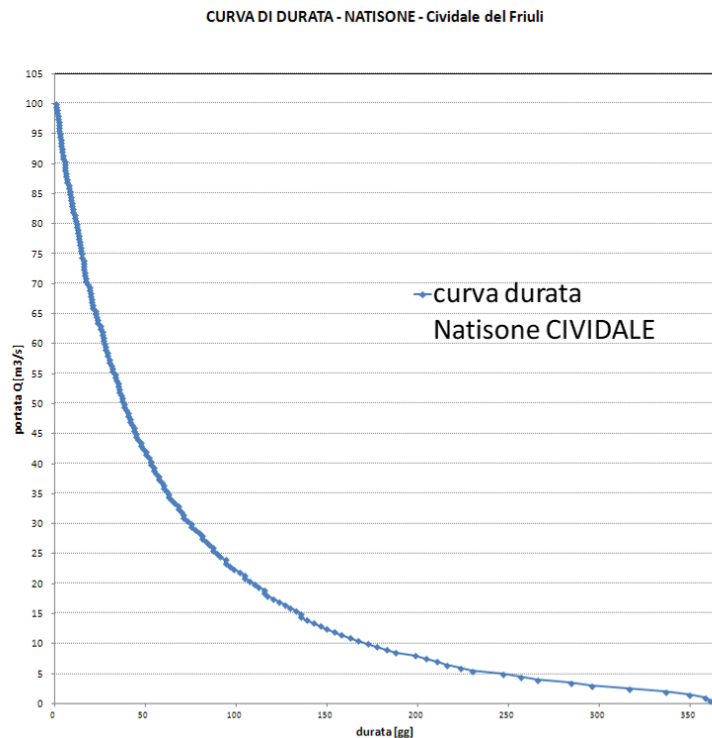
### 11.1 Curva di durata delle portate

Per lo studio di una derivazione ad uso idroelettrico è necessario definire la curva di durata delle portate defluenti in corrispondenza della sezione di captazione, perché sulla base di essa si stabiliscono le caratteristiche delle turbine da installare e si effettuano le stime di produttività.

Per durata di una generica portata si deve intendere la somma delle frequenze corrispondenti a portate superiori o uguali al valore considerato.

Come meglio specificato nella Relazione Idrologica ed Idraulica allegata, sulla base delle numerose misurazioni di portata e di tirante effettuate in sito dal Servizio Idrografico Regionale, è stato possibile definire la curva di portata della sezione idrografica posta al disotto del ponte del Diavolo. Questa curva risulta essere del tutto analoga a quella del sito in oggetto, essendo quest'ultimo posto circa 500m a valle della sopracitata sezione di misura.

Di seguito si riporta la curva di durata delle portate alla sezione di derivazione costruita sulla base delle portate giornaliere misurate alla sezione del ponte del Diavolo nel periodo tra il 1929 ed il 2010.



**Figura 13 – Curva di durata del Natisone alla sezione di interesse, Cividale al disotto del Ponte del Diavolo**

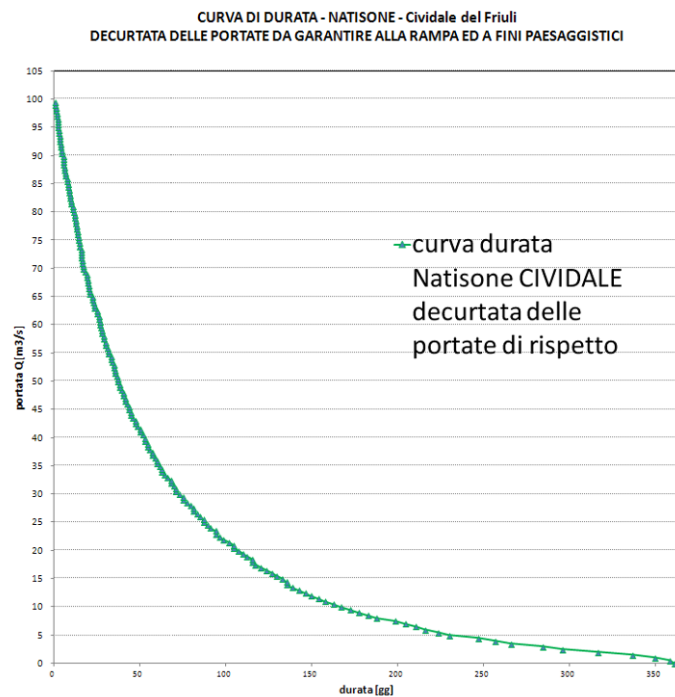
La portata media  $Q_M$  del Natisone alla sezione di derivazione risulta quindi pari a:

$$Q_M = 18 \text{ mc/s}$$

Data la limitata distanza, non si hanno importanti variazioni di portata tra l'ubicazione della sezione di determinazione della portata (Ponte del Diavolo a Cividale) e quella di esecuzione dell'opera (briglia esistente). Infatti le sezioni in oggetto sono poste nella parte terminale del bacino imbrifero, distano 500m e non vi sono corsi d'acqua affluenti degni di nota tra le due. Pertanto la portata sopra determinata è assolutamente caratteristica della sezione di progetto.

## 11.2 Portata di derivazione

Nota la curva di durata in giorni della portata e nota la portata da assicurare ai fini paesaggistici al disopra della traversa esistente (600 l/s), risulta facilmente determinabile la portata disponibile per la derivazione. Decurtato il totale di 600 l/s dalla curva di durata della portata, si ottiene la curva della portata disponibile alla presa. Si è pervenuti alla curva di durata della portata derivabile alla sezione di presa di seguito riportata.



**Figura 14 – Curva di durata del Natisone alla sezione di presa, Cividale salto a valle del Ponte Nuovo, decurtata della portata di rispetto a fini paesaggistici sulla traversa esistente (600 l/s)**

Sulla base della tipologia di turbine scelte per la produzione risulta poi sfruttabile solo una quota della portata derivabile nei periodi di massima portata. Nel caso in oggetto si prevede l'adozione di due coclee idrauliche da 3200mm di diametro. L'impianto risulta in grado di sfruttare una portata massima di 4.0 mc/s + 4.0 mc/s = 8.0 mc/s.

Si ottiene pertanto che, considerata la portata di rispetto al disopra della traversa esistente (600 l/s), la portata media disponibile annua alla presa risulta essere di

$$Q_{\text{disp}} = 17,5 \text{ mc/s,}$$

mentre la portata media derivabile, inferiore alla precedente a causa della scelta della tipologia di turbina è pari a

$$Q_{\text{der media}} = 5,7 \text{ mc/s}$$



STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Le turbine di progetto possono funzionare fino ad una portata pari al 5% di quella massima di progetto di ciascuna, ma il rendimento diventa accettabile (dell'ordine del 30%) per portate superiori, pari al 10% di quella massima. Si ha pertanto che la portata minima derivabile risulta pari a

$$Q_{\text{der min}} = 0,4 \text{ mc/s}$$

La portata massima derivabile è, come detto

$$Q_{\text{der max}} = 8,00 \text{ mc/s}$$

## 12 Determinazione del salto utile disponibile

Il salto utile disponibile per la produzione idroelettrica di cui al presente progetto è determinato dalla differenza di quota tra il pelo libero nella vasca di monte e quello di valle della coclea.

Al fine di pervenire al corretto rivestimento in bolognini in pietra della gaveta della briglia esistente, secondo quanto previsto anche dal progetto del prof. ing. Raffaele Cola datato 15 aprile 1987 e stante il grado di attuale erosione della gaveta in cls esistente, che evidenzia la messa in luce dei ferri di armatura, risulta necessario procedere ad un innalzamento della quota della sommità della gaveta, in modo da riuscire a proteggere le strutture esistenti, permettendo il corretto ancoraggio del rivestimento.

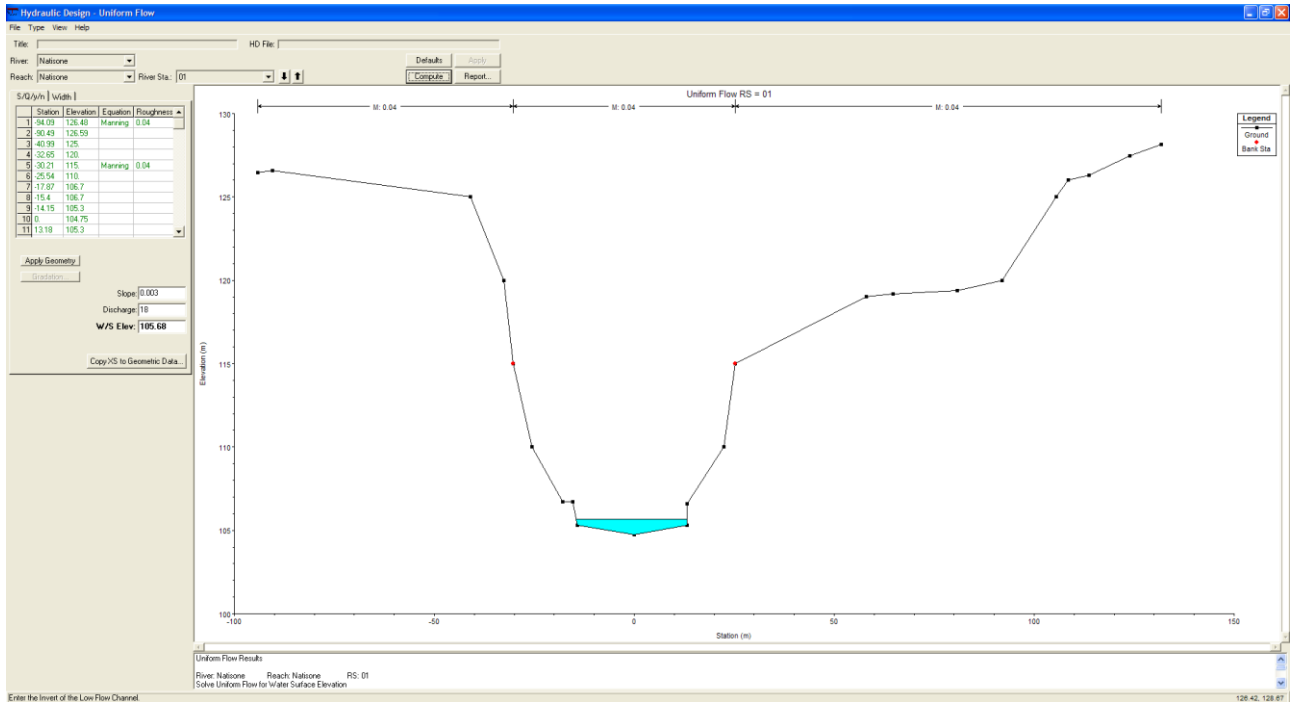
Dunque si prevede di portare la quota finita della gaveta rivestita a 108,95m s.l.m. rispetto agli esistenti 108,65m s.l.m.

Il tirante di monte risulta quindi pari a 109,00m s.l.m. al fine di permettere il deflusso dei 600l/s di mascheramento al disopra della traversa esistente (come dimostrato nella Relazione Idraulica tale portata transita al disopra della traversa con un tirante di 5cm).

Pertanto, mentre il tirante di monte è fisso, pari a 109,00 m s.l.m. nella vasca di carico, essendo lo stesso regolato dalla rotazione della vite idraulica in modo da mantenerlo sempre il più alto possibile, il tirante di valle nel fiume Natisone stesso dipende dalla portata naturale che fluisce nel sistema idrico.

Nel caso in oggetto si assume pertanto quale tirante di valle quello determinato nella sezione del Natisone nel punto di immissione del canale di restituzione. Solo in occasione di eventi di piena particolarmente intensi il tirante presente nel fiume determina una riduzione del salto utile disponibile.

Il tirante di valle viene determinato applicando alla sezione di valle la portata media annuale del Natisone precedentemente determinata, pari a 18 mc/s.



La portata media di 18mc/s defluisce quindi con un pelo libero posto a quota 105,68 m s.l.m.

Il **salto reale di produzione**  $\Delta h$ , pari al dislivello tra il pelo morto superiore nella vasca di carico (109,00 m slm) e quello inferiore determinato dal pelo libero per la portata media del Natisone (105,68 m slm), risulta essere:

$$\Delta h = 109,00 - 105,68 = \mathbf{3.32m}$$

## 13 Determinazione della potenza installata dell'impianto

Essendo la portata di concessione da derivare la seguente:

**Moduli massimi 80 (litri/sec 8000)**

**Moduli minimi 4,0 (litri/sec 400)**

**Moduli medi 57 (litri/sec 5700)**

Sulla base del **salto idraulico utile di concessione**= 108,95m – 104,65m = **4,30m** la potenza installata dell'impianto risulta essere:

**Potenza nominale media di concessione = 240 kW**

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

Sulla base del salto idraulico disponibile, determinato al paragrafo precedente ( $\Delta h = 3.32\text{m}$ ), la potenza installata dell'impianto risulta essere:

**Potenza nominale media riferita al salto reale: kW 186**

Potenza massima reale dell'impianto ( $\eta = 75\%$ ): kW 195

**Potenza media reale dell'impianto ( $\eta = 75\%$ ): kW 139**

---

## 14 Valutazioni sulla produttività dell'impianto

---

Definita la curva di durata delle portate derivabili si effettua la scelta del tipo di macchina da adottare ed il valore della portata massima e della minima utilizzabile.

La potenza nominale dell'impianto è di seguito determinata:

**Potenza nom. media riferita al salto reale** =  $Q_{\text{media}} \times h \times 9,81 = 5.7 \text{ mc/s} \times 3,32 \text{ m} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = \mathbf{186 \text{ kW}}$

Tenuto conto dei valori del salto e delle portate derivabili si prevede l'adozione di due coclee dimensionate per una portata massima ciascuna di 4,00 mc/s.

Il calcolo della potenza fornita dall'impianto, nelle diverse condizioni di funzionamento, si basa sulla seguente relazione:

$$P \text{ (kW)} = Q * g * h_N * \mu$$

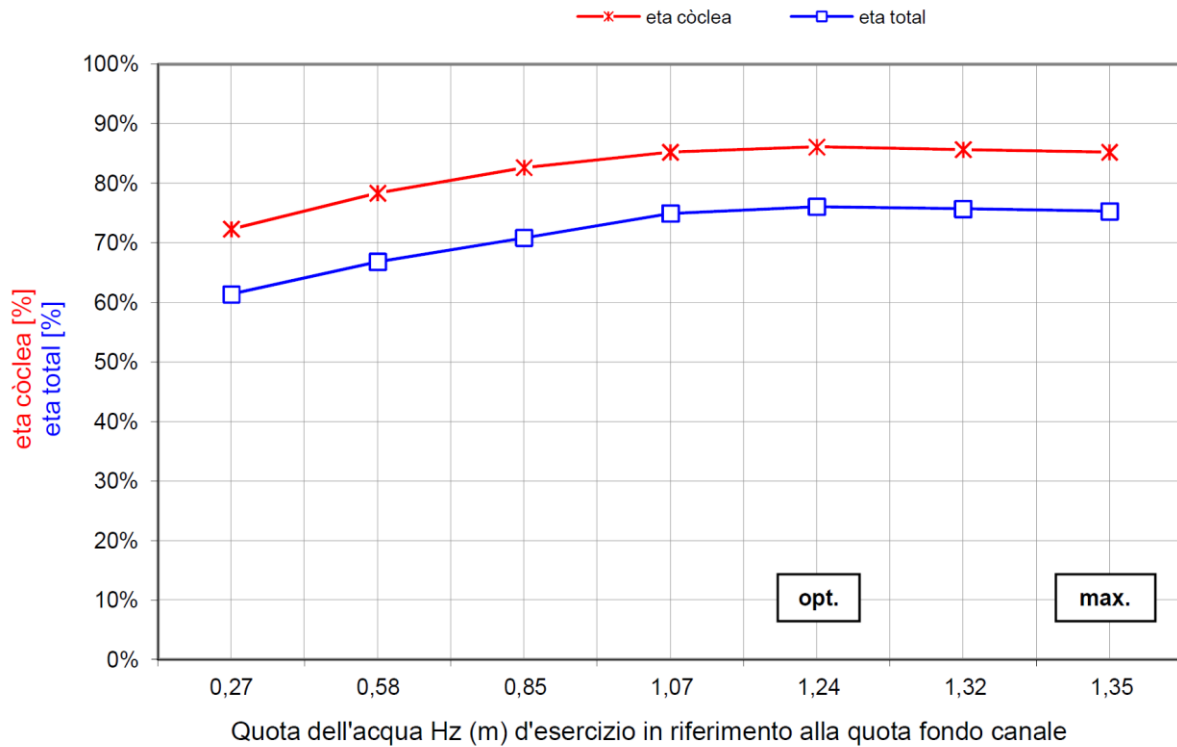
Q = portata (l/s)

g = acc. di gravità

$h_N$  = salto netto (m)

$\mu$  = rendimento globale macchine (idrauliche ed elettriche)

Il salto netto è stato determinato alle pagine precedenti. Per quanto concerne il rendimento globale delle macchine, esso è variabile in funzione della portata defluente. Per le apparecchiature elettriche (generatore e trasformatore) non si hanno differenze rilevanti in funzione del carico.



**Figura 15**

Come si nota il rendimento globale del sistema coclea – generatore elettrico è molto stabile e varia dal 75% con massima portata fino al 60% con il 20% di portata rispetto alla massima. Con il 10% di portata si ha un rendimento del 30%.

La stima del rendimento della singola turbina (coclea) in oggetto in relazione alla portata Q è riportata nella tabella seguente.

Portata %	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Rendimento %
<b>100%</b>	<b>4.00</b>	<b>75</b>
<b>90%</b>	<b>3.60</b>	<b>75</b>
<b>80%</b>	<b>3.20</b>	<b>75</b>
<b>70%</b>	<b>2.80</b>	<b>70</b>
<b>60%</b>	<b>2.40</b>	<b>70</b>
<b>50%</b>	<b>2.00</b>	<b>70</b>
<b>40%</b>	<b>1.60</b>	<b>65</b>
<b>30%</b>	<b>1.20</b>	<b>65</b>
<b>20%</b>	<b>0.80</b>	<b>60</b>
<b>10%</b>	<b>0.40</b>	<b>30</b>

I calcoli sulla produttività media dell'impianto sono riportati nelle tabulazioni allegate. Le analisi effettuate dimostrano l'assoluta sostenibilità del progetto.

Risultano i seguenti valori:

produzione media annua: 1.179.800 kWh = 1.179,8 MWh

Lo sfruttamento della risorsa rinnovabili comporta un risparmio annuale di 262 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) – (1 TEP = 4500 kWh)

## 15 Descrizione tecnica per l'installazione di sensori di livello e misuratori di portata Endress + Hauser in ottemperanza alla normativa vigente Friuli Venezia Giulia

Collocazione dei misuratori/sensori (scritte in rosso):

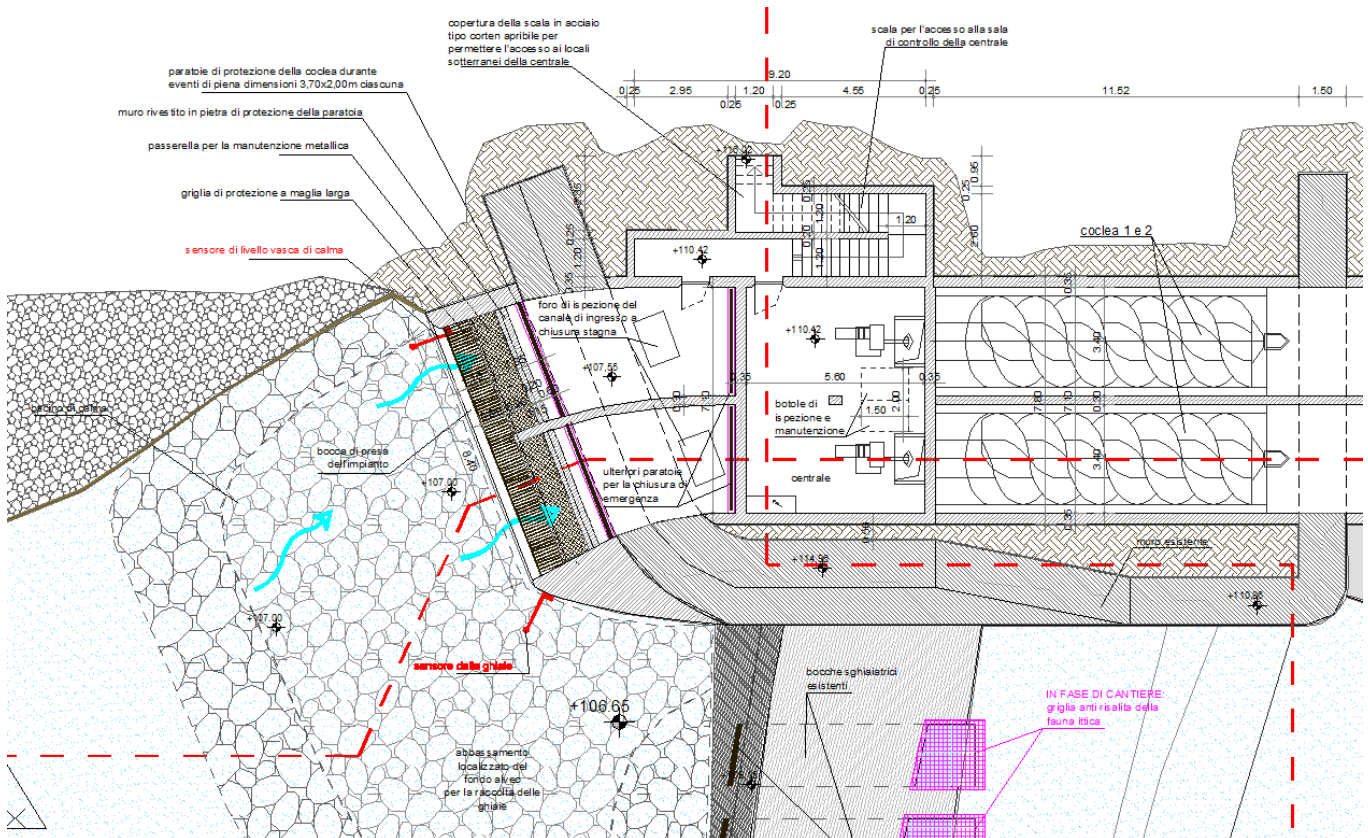


Figura 16: collocazione dei misuratori/sensori (scritte in rosso)

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" - CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

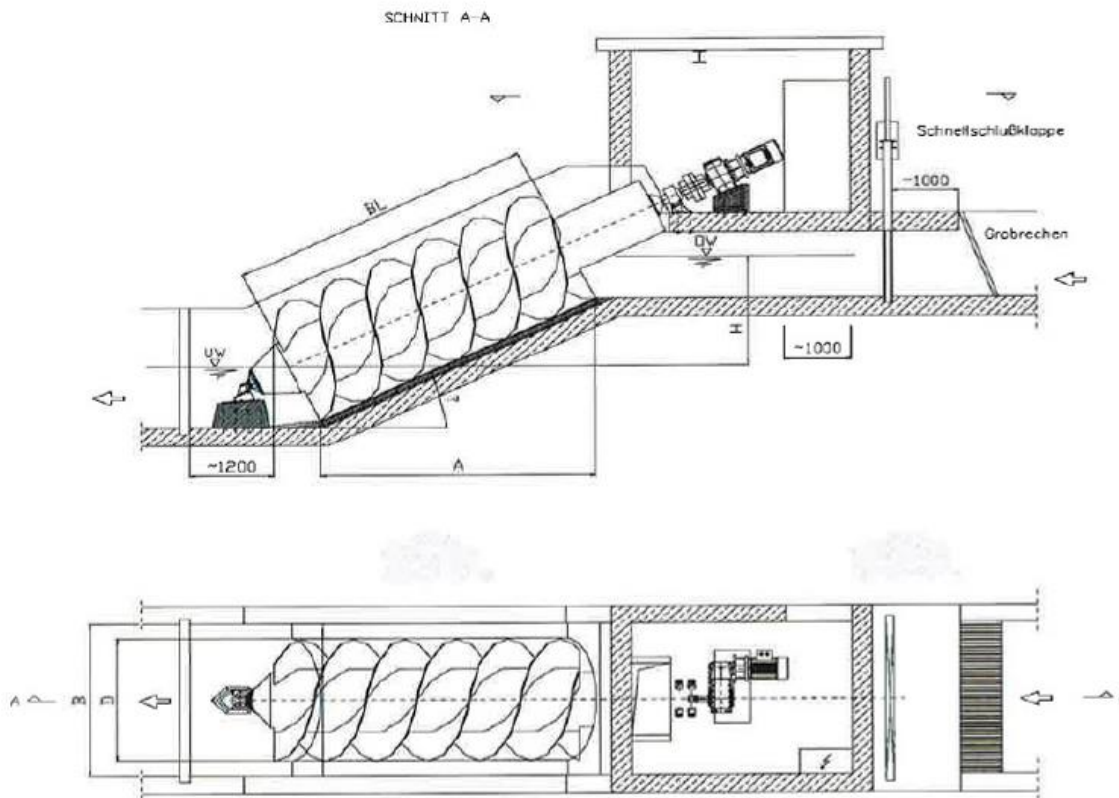
Pos.	Qta	UM	Materiale Testo br.mat	P	Pos.	Qta	UM	Materiale Testo br.mat
			<b>MISURATORE DI PORTATA</b>				A	Opzioni aggiuntive: versione base
0010	1	PZ	ZIPFIT-1082/0 ZIPFIT-B1B <b>Misuratore portata Area Velocity Fisso</b> Per installazione fissa con display LCD, datalogger. Uscita analogica: 1x 4-20mA configurabile 2 uscite digitali Protezione: IP66 Sensore di velocita' standard incluso per velocita' media, +/-0.1..+/-5m/s Protezione IP68. Cavo di comunicazione con PC e software di comunicazione, inclusi.		0030	1	PZ	FMU90-R12CA232AA1A <b>Prosonic S FMU90</b> Sistema di misura di livello-/portata. Uscita continua + switch. Applicazione: sensori Ex/non Ex: FDU9x, FDU80/80F/81/81F/82; non Ex: FDU83/84/85/86. Con lo strumento viene fornito gratuitamente il software FieldCare Device Setup. 32 punti di linearizzazione. :: Riconoscimento sensore FDU9x :: Setup guidato
		B	Alimentazione: rete 230Vca con alimentatore montaggio a retro quadro con uscita 24Vdc - 800 mA				R	Approvazione: area sicura
		1	Lingua display e software: Italiano				1	Applicazione: livello + controllo pompa, alternata
		B	Lunghezza cavo: 50,00 m per sensore di velocità				2	Custodia, materiale: montaggio su guida DIN PB7 IP20
			<b>MISURA DI LIVELLO A 2 CANALI</b>				C	Configurazione: retroilluminato indicatore + tastierino
0020	2	PZ	FDU91-RG1AA <b>Prosonic S FDU91</b> Misura di livello, ad ultrasuoni, senza contatto. Per FMU90/FMU95. Cavo sensore fino a 300m. Materiale sensore: PVDF. Max -40...80°C/176°F. Max 4bar/60psi abs. Distanza di blocco: 30cm. Campo di misura massimo: Liquidi: 10m, Solidi: 5m. Effetto autopulente della membrana. :: Riconoscimento sensore :: saldato ermeticamente, IP68 NEMA6P :: senza guarnizione				A	Alimentazione: 90-253VAC
		R	Approvazione: area sicura				2	Ingresso del livello: 2x sensore FDU9x/8x
		G	Attacco al processo: filetto ISO228 G1, PVDF				3	Uscita switch: 3x relè, SPDT
		1	Lunghezza cavo: 5m				2	Uscita: 2x 0/4-20mA HART
		A	Riscaldamento: senza				A	Ingresso aggiuntivo: senza
							A	Funzione acquisizione dati: versione base
							1	Lingua: de, en, nl, fr, es, it, pt
							A	Opzioni aggiuntive: versione base

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natison FORUM JULII" - CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	---	-----------------------------	----------------------	---	---

Pos.	Qta	UM	Materiale Testo br.mat	Pr	Pos.	Qta	UM	Materiale Testo br.mat
			<b>SDOPPIATORE SEGNALE 4/20mA</b>					<b>INTERVENTO TECNICO DI START-UP</b>
0040	1	PZ	RMA42-1077/0 RMA42-AAB <b>Trasm. di processo + Control Unit RMA42</b> Trasmettitore universale. montaggio su barra DIN 1/2 canale, ingresso universale. LC display, 7 segmenti 5 cifre. Dot-Matrix-Area configurazione variabile + identificazione bargraph/unità/canale. Linearizzazione, limite funzione, min-/max-value data, allarme logging. 3 tasti operatività, 4 LED di stato. Possibilità di alimentare il loop :: Multi voltage unità di alimentazione		0060	1	PZ	XD21BL-ABA11D <b>Messa in servizio (prestazione a tempo)</b> Configurazione ed ottimizzazione dei parametri di funzionamento eseguita da personale specializzato E+ H. Il servizio include: controllo visivo della installazione e cablaggio del dispositivo, configurazione, istruzioni al personale in impianto e rapporto di servizio. Il tecnico sarà dotato dei necessari tool di configurazione. Prodotti chimici/reagenti per analisi sono esclusi e da fornire separatamente. Da eseguire preventivamente a cura del Cliente: installazione meccanica, elettrica. La strumentazione deve essere accessibile Deve essere emesso permesso di lavoro. Il prezzo include spese di viaggio e tempo di lavoro in campo. A cura del cliente: installazione meccanica e cablaggio elettrico. Se non diversamente specificato la prestazione sarà eseguita nel normale orario di lavoro (Lunedì-Venerdì) Il tempo eccedente la durata stabilita e viaggi aggiuntivi saranno addebitati separatamente alle tariffe vigenti. E' necessario richiedere la prestazione con 15gg lav. di preavviso.
		AA	Approvazione: area sicura				A	Preparazione: Incluso nel prezzo base
		B	Ingresso; uscita: 2x universale; 2x analogico				B	Lavoro std (prezzo x blocco di tempo): 1 x 8h
			<b>ACQUISITORE DATI</b>				A	Supplementi: non selezionato
0050	1	PZ	RSG40-B111B1A5A2A1 <b>Memograph M RSG40</b> Registratore videografico a colori. 6 ingressi digitali. 6 relè. Menù testuali semplici e chiari + jog shuttle di navigazione + 4 pulsanti di selezione. Frontale IP65, NEMA 4. Pacchetto software di configurazione via PC Readwin 2000. :: 4 porte USB + cavo. :: Integrazione/Totalizzazione, analisi del segnale. :: 100 soglie configurabili. :: alimentazione 24 V supplementare. :: display 7". :: memoria interna 256 MB. :: amministrazione utenti secondo FDA21CFR11.				1	Estensione della garanzia: non selezionato
		B	Segnale di ingresso: 4x universale U,I,TC,RTD, ingresso impulso/frequenza 10kHz				1	Documentazione supplementare: non selezionato
		1	Ingresso digitale; uscita: 6x digitale, 25Hz; 6x relè (1 x SPDT + 5 x SPST)				D	Spese di viaggio/trasferta: 1 x viaggio, fino a
		1	Alimentazione: 100-230VAC (+/-10%)					

Pos.	Qta	UM	Materiale Testo br.mat
		1	Comunicazione: Non previsto
		B	Interfaccia: Ethernet, RS232/485, 1x USB per conn. periferica (frontale), 1 x USB Host dati (frontale), 2x USB Host dati (posteriore)
		1	Opzioni aggiuntive: non richiesto
		A	Memoria estraibile: senza SD card
		5	Custodia: custodia da campo, IP65, NEMA 4x
		A	Lingua di servizio: Middle-/West Europe (de, en, fr, es, it, nl)
		2	Software: matematico
		A	Versione: standard
		1	Approvazione: area sicura

## 16 Caratteristiche tecniche della coclea



Livello massimo a monte	OW	[m]	3,00
Livello d'acqua di uscita a valle	UW	[m]	0,00
Dislivello	H	[m]	3,00
Angolo di installazione	$\beta$	[°]	26
Lunghezza d'esercizio	BL	[m]	6,78
Diametro della coclea	D	[m]	3,2
Lunghezza	A	[m]	6,10
Larghezza canale	B	[m]	3,7



STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

## FORNITURE

### 2. Gruppo turbogeneratore a vite idrodinamica

- a) Vite perpetue a forza idraulica obliqua **ANDRITZ-ATRO Tipo W 1132/3 nr. 3 principi** composta da:
- Vite perpetua a forza idraulica in carpenteria d'acciaio S235JR con scompartimenti costruiti su un rotore circolare a spirale con pale a scorrimento a basso attrito.
  - Trasmissione superiore con cuscinetto per carico radiale ed assiale a lunga durata
  - Supporto inferiore impermeabile a bronzina completo di pompa automatica per alimentazione grasso biodegradabile e centralina elettronica di controllo lubrificazione.
  - Protezione per la corrosione con verniciatura epossidica multistrato per ambienti marini resistente ad urto ed abrasione **340μ** di spessore
  - Peso della vite idrodinamica con supporti ca. **Kg 13.300,-**
- b) Moltiplicatore ad ingranaggi ad assi paralleli a bagno d'olio ad alta efficienza progettato e dimensionato per durata a vita, costruttore Siemens-Flender.
- Mod. H3SH12
  - **Fattore di servizio 1,9**
  - Giunto elastico tra còclea e moltiplicatore costruttore Siemens-Flender
  - Mod. A 710, Fattore di servizio 1,5
  - Giunto elastico tra il moltiplicatore e il generatore costruttore Siemens-Flender
  - Base e copertura di protezione completa
- c) Generatore **sincrono a magneti permanenti** fabbricante Siemens completo di convertitori di frequenza dedicati Siemens Synamics, sistema di raffreddamento forzato, sensori di temperatura per rotore e cuscinetti, cuscinetti rinforzati per carico radiale e assiale, freno a dissipazione elettrica.
- Mod. Siemens
  - **Potenza 110,0 kW**
  - Velocità nominale 1750 min-1
  - Tensione 400 V
  - Grado di protezione IP55
  - Freno a dissipazione elettrica (brevetto Andritz-Atro)
- d) Freno a disco circolare ad azionamento oleodinamico ad intervento di emergenza, fabbricante Rietschoeten. In situazioni di caduta tensione della rete pubblica, il freno provvederà ad un arresto di emergenza in completa assenza di energia elettrica evitando sollecitazioni e danni a supporti e cuscinetti dovuti ad eccessiva velocità di rotazione (velocità di fuga) della vite idrodinamica.
- e) Paratia di macchina a chiusura rapida composta da:
- Paratia zincata in carpenteria d'acciaio S235JR zavorrata installata su scanalatura di scorrimento montata su ruote in tecnopolimero
  - Guarnizioni in gomma a tenuta idraulica su tre lati
  - Cilindro idraulico completo di contatti di fine corsa chiusura/apertura
  - Aggregato idraulico compatto completo di motore elettrico 0,75kW
  - Elettrovalvole per azionamento **Classe H** servizio continuativo costruttore **Bosch Rexroth**
  - Impianto idraulico completo ed installato incluso primo riempimento con olio idraulico biodegradabile
- f) Griglia di sbarramento e protezione (paratronchi) in carpenteria d'acciaio zincato S235JR
- dimensioni e diametro in relazione all'impianto
  - Inclinazione 60°
  - Apertura della maglia > 250 mm, saldate su 5 punti
  - Tutte le parti in acciaio sono ulteriormente zincate

STUDIO CAUSERO & SPADETTO ASSOCIATI Via Luigi Moretti 15, UDINE	Relazione <i>TECNICA</i>	Centralina idroelettrica "Natisone FORUM JULII" – CIVIDALE DEL F.	PROGETTO <b>DEF - AU</b>	COD. <b>33-13</b>	R	0
--	--------------------------	--	-----------------------------	----------------------	---	---

3. Quadri elettrici di bassa tensione e relativi componenti completi di convertitori di frequenza Siemens Synamics per il controllo di Nr. 1 generatore a magneti permanenti (PMG) (110 kW). Il sistema permette la regolazione del livello di monte in maniera istantanea e continuativa indipendentemente dal variare della portata d'acqua nel canale di adduzione.  
La fornitura è completa di:
  - Pulpito di comando con pannello touch screen Siemens montato su cassetta completamente in acciaio inox.
  - Dispositivo per controllo remoto WEB Server GPRS con uscite video per eventuale installazione di telecamere di supervisione.
  - Sensore di livello ad ultrasuoni costruttore Endress+Hauser
  - Protezioni Enel secondo la vigente normativa.
  - **Componentistica ed apparecchiature principali ed ausiliare di marca Siemens**
  - Nr. 1 Contatori fiscale elettromeccanico completo di certificati di taratura (Agenzia delle Dogane).
  - Messa in servizio, viaggio vitto e alloggio per i tecnici programmatori
  
4. Trasformatore trifase di isolamento 400/400 isolato in olio potenza 160kVA a ridotti consumi, rapporto tensione a vuoto 0,4kV/400 V tipo SEA TTO-2, adatto per alimentazione convertitori a 6 impulsi, completo di schermo elettrostatico tra primario e secondario, armadio di protezione solidale autoportante IP21 per uso interno.
  
5. Cablaggi e collegamenti per tutti gli apparati interni di centrale comprese paratoie idrauliche di regolazione e derivazione, paratia di macchina, cavi speciali schermati per convertitori, sensori di livello esterni ad esclusione degli oneri di allacciamento e connessione alla rete soggetti a preventivazione dell'ente gestore di rete.

---

## 17 Producibilità annua

---

Si riporta nell'allegato che segue il calcolo della producibilità annua dell'impianto, sulla base dei dati di portata disponibili e del tipo di macchina utilizzato.

**PRODUTTIVITA' CENTRALINA IDROELETTRICA SUL FIUME NATISONE - CIVIDALE**

DOPPIA

Coclea da **4,00** mc/s

Portata media fiume Qm **18,00** mc/s  
 Portata di mascheram Qrisp **0,60** mc/s  
 Portata media derivabile Qd **5,70** mc/s

percentuale produzione Q [mc/s]  
 min **0,10** **0,40**  
 max **1,00** **4,00** **8,00**

PORTATE DISPONIBILI				
durata gg	Qtot [mc/s]	Qder [mc/s]	Qutile [mc/s]	Qril [mc/s]
176,67	>9.50	> 9.00	8,000	> 1.50
182,04	9,00	8,40	8,000	1,000
187,41	8,50	7,90	7,900	0,600
198,31	8,00	7,40	7,400	0,600
203,79	7,50	6,90	6,900	0,600
210,25	7,00	6,40	6,400	0,600
215,40	6,50	5,90	5,900	0,600
223,16	6,00	5,40	5,400	0,600
229,72	5,50	4,90	4,900	0,600
246,64	5,00	4,40	4,400	0,600
256,13	4,50	3,90	3,900	0,600
265,36	4,00	3,40	3,400	0,600
283,91	3,50	2,90	2,900	0,600
295,62	3,00	2,40	2,400	0,600
316,18	2,50	1,90	1,900	0,600
336,09	2,00	1,40	1,400	0,600
349,38	1,50	0,90	0,900	0,600
358,11	1,00	0,40	0,400	1,000
360,71	0,50	0,00	0,000	0,500
365,00	0,00	0,00	0,000	0,000

RENDIMENTO MACCHINA E PARTI ELETTRICHE		
Portata %	Portata (m3/s)	Rendimento %
100%	8,0	75
90%	7,2	75
80%	6,4	75
70%	5,6	70
60%	4,8	70
50%	4,0	70
40%	3,2	65
30%	2,4	65
20%	1,6	60
10%	0,8	30

PRODUTTIVITA'						
durata gg	portata [mc/s]	Doppia Coclea [mc/s]	rendimento colcea	salto netto [m]	Potenza totale [kW]	Energia totale [kWh]
176,67	8,000	8,000	0,750	3,30	194,24	823580
5,37	8,000	8,000	0,750	3,30	194,24	25034
5,37	7,900	7,900	0,750	3,30	191,81	24721
10,90	7,400	7,400	0,750	3,30	179,67	47014
5,48	6,900	6,900	0,750	3,30	167,53	22028
6,45	6,400	6,400	0,750	3,30	155,39	24073
5,15	5,900	5,900	0,750	3,30	143,25	17716
7,76	5,400	5,400	0,700	3,30	122,37	22781
6,56	4,900	4,900	0,700	3,30	111,04	17491
16,92	4,400	4,400	0,700	3,30	99,71	40499
9,49	3,900	3,900	0,700	3,30	88,38	20134
9,22	3,400	3,400	0,700	3,30	77,05	17051
18,55	2,900	2,900	0,650	3,30	61,02	27169
11,72	2,400	2,400	0,650	3,30	50,50	14201
20,56	1,900	1,900	0,650	3,30	39,98	19726
19,91	1,400	1,400	0,600	3,30	27,19	12992
13,29	0,900	0,900	0,300	3,30	8,74	2788
8,73	0,400	0,400	0,300	3,30	3,88	814
2,60	0,000	0,000	0,300	3,30	0,00	
4,29	0,000	0,000	0,300	3,30	0,00	
365				<b>TOTALI ANNUI</b>	117,36	1179811
					€ 0,210	€ 247.760,25

ricavi [€/kWh] **0**      Rendimento economico annuo