

Comune

SONICO

Provincia

BRESCIA



Salvetti\_Graneroli

studio di ingegneria engineers associated

## IMPIANTO IDROELETTRICO REMULO

### Progetto

**CONCESSIONE ALLA SOCIETA' REMULO ENERGIA S.R.L.,  
DI DERIVAZIONE D'ACQUA DAL TORRENTE REMULO IN  
TERRITORIO DEL COMUNE DI SONICO (BS), PER USO  
IDROELETTRICO**

Disciplinare di concessione registrato con n.2310 del 19.07.2013 assentito con  
Provvedimento di concessione della Provincia di Brescia n.2987 del 15.07.2013

### Oggetto

A - RELAZIONI

Relazione tecnica-illustrativa

### Aggiornamenti

Rev.	Data	Descrizione
0	Agosto 2015	Emissione
1	Maggio 2016	Aggiornamento a seguito richiesta integrazioni Provincia

### Progettista

### Committente

**REMULO ENERGIA S.r.l.**

Via Parravicini n.4  
23100 SONDRIO (SO)  
C.F. e P.IVA: 00969900141

Data

Scala

Tavola

Maggio 2016

**A.01**  
rev.1

SONDRIO L. Mallero Cadorna, 49  
T 0342.211625  
F 0342.519070  
E info@studiosalvettingraneroli.com  
P.IVA 00861330140

LANZADA via Palù, 414  
T 0342.556372  
F 0342.556372  
E info@studiosalvettingraneroli.com  
P.IVA 00737360149

## INDICE GENERALE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GENERALE .....</b>	<b>5</b>
2.1 PROSPETTO DATI TECNICI .....	7
<b>3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>9</b>
3.1 AUTOMAZIONE.....	9
3.2 OPERA DI PRESA .....	9
3.2.1 TRAVERSA E GRIGLIA DI PRESA .....	10
3.2.2 VASCHE DI PRESA.....	11
3.2.3 LIMITAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DERIVATA.....	12
3.2.4 LOCALE COMANDI.....	13
3.2.5 SISTEMAZIONI AMBIENTALI .....	14
3.3 SCALA DI RISALITA PER L'ITTIOFAUNA & CANALE PER RILASCIO DMV INTEGRATIVO .....	15
3.3.1 MODALITA' DI RILASCIO DEL DMV .....	15
3.4 CONDOTTA FORZATA .....	17
3.5 CENTRALE DI PRODUZIONE .....	20
3.6 CANALE DI SCARICO.....	22
3.7 ALLACCIAMENTO ALLA RETE ENEL.....	24
<b>4. POTENZE E ANALISI DELLA PRODUCIBILITA' ANNUA</b>	<b>25</b>
4.1 POTENZA DI CONCESSIONE .....	25
4.2 POTENZA INDICATIVA IMMESSA IN RETE DALL'IMPIANTO.....	25
4.3 PRODUCIBILITA' ANNUA .....	26
<b>5. SISTEMI DI MISURA DELLE PORTATE .....</b>	<b>28</b>

5.1	MISURA DELLE PORTATE DERIVATE .....	28
5.2	MISURA E REGOLAZIONE PORTATA DMV .....	29
<b>6.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CANTIERE .....</b>	<b>32</b>
6.1	REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI DERIVAZIONE .....	32
6.2	POSA DELLA CONDOTTA FORZATA .....	32
6.3	REALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO DELLA CENTRALE .....	33
6.4	INTERVENTI DI RIPRISTINO DEI LUOGHI.....	33
<b>7.</b>	<b>DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI SCAVO .....</b>	<b>35</b>
7.1	OPERA DI PRESA .....	35
7.2	CONDOTTA FORZATA .....	35
7.3	CENTRALE DI PRODUZIONE .....	35
7.4	CANALE DI SCARICO.....	35
7.5	TABELLA DI RIEPILOGO VOLUMI DI SCAVO.....	36
<b>8.</b>	<b>PREVENTIVO SOMMARIO DI SPESA .....</b>	<b>37</b>
<b>9.</b>	<b>PROGETTO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO ...</b>	<b>40</b>
•	SOLUZIONE A .....	40
•	SOLUZIONE B .....	40
•	SOLUZIONE C .....	40
<b>10.</b>	<b>CRONOPROGRAMMA.....</b>	<b>41</b>
<b>11.</b>	<b>CALCOLO DEI PROVENTI ANNUI.....</b>	<b>42</b>

# 1. PREMESSA

La società Remulo Energia S.r.l., con sede legale in comune di Sondrio, Via Parravicini n°4 è titolare della concessione di derivazione d'acqua ad uso idroelettrico dal torrente Remulo, nel territorio del comune di Sonico, regolamentata con Disciplinare di Concessione registrato alla Agenzia delle Entrate con n.11321 del 29/05/2014, e assentita con Provvedimento di concessione n.3185 del 26/05/2014 della Provincia di Brescia (Settore Ambiente - Ufficio usi acque - Acque minerali e terminali).

L'allegato progetto, viene presentato ai sensi e per gli effetti dell'art.12 del D.Lgs. 387/2003, "Attuazione della Direttiva 2001/77/UE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e della Legge 01.06.2002 n.120 in vigore dal 16 febbraio 2005 "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici".

Gli interventi in oggetto sono finalizzati alla realizzazione di tutte le opere che costituiscono l'impianto di produzione idroelettrica che utilizza le acque derivate, in sponda sinistra, dal torrente Remulo immediatamente a valle dello scarico della centrale Mini Hydro Power S.r.l. Gruppo errenergia.

Lo scopo dell'opera è quello di produrre energia elettrica da fonte energetica rinnovabile quale quella idraulica, nello spirito delle leggi n° 308 del 29 maggio 1982 e n° 9-10 del 9 gennaio 1991.

I principali obiettivi che il presente progetto si prefigge di raggiungere sono riconducibili alle direttive guida del "Programma Energetico Nazionale" e precisamente:

- *sviluppo delle risorse nazionali;*
- *protezione dell'ambiente e salvaguardia della salute;*
- *diversificazione delle fonti energetiche;*
- *garanzia di competitività del sistema produttivo.*

L'opera in esame ha una grande valenza ambientale in quanto sarà in grado di produrre energia pulita da fonte rinnovabile nello spirito degli obiettivi del protocollo di Kyoto, riguardanti la riduzione delle emissioni responsabili dell'effetto serra. Da recenti studi viene rilevato come il settore energetico improntato sull'utilizzo degli idrocarburi è responsabile del 70 % degli effetti negativi sull'ambiente esterno, nonché causa di evidenti cambiamenti climatici e di gravi inquinamenti che minacciano la salute stessa dell'uomo. Lo sviluppo della società ed il benessere raggiunto oggi sono però strettamente legati alla capacità umane di utilizzare le risorse energetiche presenti sul nostro pianeta; la crescita economica di una nazione ed il livello di benessere raggiunto

dai cittadini sono indissolubilmente legati alla capacità di far fronte alle richieste energetiche del paese stesso. Ad una diminuzione della capacità energetica segue il declino dell'economia e della società stessa. Per tali motivi, il corretto uso dell'energia con lo sfruttamento delle fonti energetiche locali rinnovabili è divenuto il punto focale della politica energetica europea, nazionale e regionale.

## 2. INQUADRAMENTO GENERALE

L'impianto in progetto, denominato "Remulo", sarà realizzato lungo l'asta del torrente Remulo, affluente sinistro del fiume Oglio, nel Comune di Sonico. In particolare, l'opera di presa è prevista in sponda sinistra immediatamente a valle dello scarico della centrale Mini Hydro Power S.r.l. mentre la centrale di produzione è situata nei pressi dell'opera di presa Edison in modo tale da restituire le acque turbinate a monte di tale opera. La condotta forzata si sviluppa, per complessivi 280 m, lungo la strada di accesso alla centrale Mini Hydro Power S.r.l. per poi proseguire costeggiando la Via Panoramica sino alla centrale. Il canale di scarico si sviluppa, per circa 70 m, dalla centrale sino all'opera di presa sul torrente Remulo della società Edison.

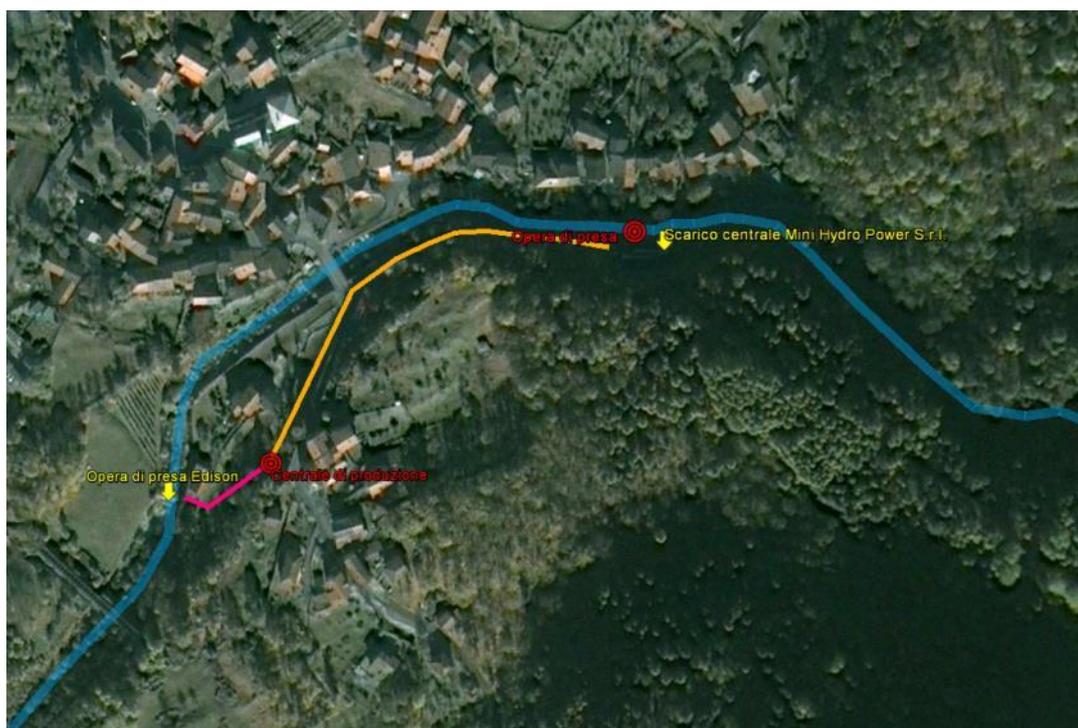


Figura 1: Ortofoto e schema dell'impianto.

Per quanto riguarda l'inquadramento nel sistema WGS84 UTM Zone 32N, si riportano le coordinate inerenti la traversa dell'impianto di Produzione.

Tabella 2: Coordinate WGS84 UTM Zone 32N dell'impianto di produzione.

COORDINATE UTM WGS 84 IMPIANTO			
	Opera di presa	Centrale di produzione	Scarico
X	604.809	604.569	604.527
Y	5.111.652	5.111.508	5.111.498



Figura 2: tratto interessato dallo scarico di restituzione delle acque al torrente Remulo dell'impianto in progetto.



Figura 3: tratto interessato dall'opera di presa delle acque al torrente Remulo dell'impianto in progetto.

I dati principali, relativi all'impianto sono

DATI PRINCIPALI IMPIANTO	
Torrente derivato	Remulo
Superficie bacino imbrifero sotteso	24,10 kmq
Portata media derivata	569,45 l/s
Portata massima derivata	1900,00 l/s
Salto nominale	44,06 m
Lunghezza condotta forzata	273.20 ml
Diametro condotta forzata	1000 mm
Potenza nominale dell'impianto	245,98 kW
DMV	315 l/sec

## 2.1 PROSPETTO DATI TECNICI

Prima di descrivere in maniera dettagliata tutti i vari interventi in progetto è utile evidenziare quali sono le caratteristiche salienti dell'impianto, che può essere così sommariamente delineato:

**Derivazione** delle acque del torrente Remulo con traversa del tipo sub-alveo dotata di caditoia di presa, con ciglio superiore alla quota di 684,60 m.s.l.m., necessaria al convogliamento delle acque nelle vasche di decantazione e carico, posizionate in sponda sinistra del torrente al di sotto del piano stradale della viabilità comunale esistente. I valori di portata massima e media derivabile sono i seguenti:

- portata massima derivabile: 1900,00 l/s;
- portata media derivabile: 569,45 l/s;

**Convogliamento** delle acque derivate con condotta forzata completamente interrata e lunghezza planimetrica pari a circa 273.20 m. L'intero tracciato della condotta si sviluppa in sponda orografica sinistra.

Il salto nominale, valutato come differenza tra la quota delle finestre di sfioro nella vasca di carico (683,50 m.s.l.m.) e i livelli idrici a valle dei meccanismi motori (639,44 m.s.l.m.) risulta pari a:

- salto nominale: 44,06 m;

**Produzione di energia elettrica** pulita da fonte rinnovabile, con una potenza nominale di concessione di 245,98 kW, in un edificio da realizzarsi in località "Rino" alla quota di 646,60 m.s.l.m. (quota piazzale esterno centrale), mediante l'utilizzo di due gruppi turbina/generatore.

- Gruppo 1: turbina Francis ad asse verticale;

- portata massima: 1430 l/s;
- Gruppo 2: turbina Francis ad asse verticale;  
portata massima: 550 l/s;

Ogni turbina è dotata di generatore sincrono e trasformatore.

La produzione annua è stimata in circa 1.743.273 kWh

**Restituzione delle acque** turbinata mediante canale di scarico completamente interrato, realizzato tramite tubazione in acciaio del diametro di 1.5 m .

- Livello idrico a valle delle turbine: 639,44 m.s.l.m.
- Quota finale (fondo) canale di scarico Restituzione: 638,70 m.s.l.m.

## **3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO**

### **3.1 AUTOMAZIONE**

La centrale, al fine di ottenere i miglior rendimenti idraulici in ragione delle portate disponibili, è dotata di due gruppi di generazione di energia, il cui asse rotante è solidalmente collegato alla girante di una turbina idraulica tipo Francis. Il sistema di regolazione di gruppo alternatore-turbina realizza il controllo delle sicurezze, abilitazioni, regolazioni per la messa in marcia, conduzione di esercizio, fermata dell'impianto. Il gruppo è "comandato" da una logica programmabile (meglio nota come PLC) che attinge i dati di impianto da una rete dati. A quest'ultima sono collegati: un PLC di impiego generale che cura le attività di scambio dati sulla rete, il sistema di acquisizione dati di tipo HMI (meglio noto come Sistema di Supervisione), il sistema di controllo presente in opera di presa. Da quest'ultimo PLC, il sistema acquisisce le informazioni relative al livello di acqua in vasca di carico, la portata dell'acqua in condotta per un confronto con lo stesso grandezza rilevata in centrale (sistema di controllo di portata differenziale) ed altri dati di interesse generale che vengono impiegati come grandezze per la regolazione della produzione di energia elettrica dall'alternatore. In funzione del livello in vasca di carico, e riferendosi ai diagrammi funzionali forniti dal costruttore della turbina idraulica, il sistema comanda l'apertura e chiusura degli organi mobili (spine, iniettori, ecc.) che sulla turbina modulano la portata di acqua attraverso quest'ultima e di conseguenza la potenza meccanica trasferibile al generatore. Lo scopo della regolazione "principale" è quello di mantenere il livello di acqua in vasca di carico ad un livello costante indipendentemente dalla portata turbinata e sino alla portata massima derivabile. La consegna di energia elettrica al gestore avviene riferendosi ad un contratto (regolamento di esercizio) che definisce in funzione di determinate fasce orarie il valore del fattore di potenza medio mensile dell'energia consegnata. Il sistema generale di controllo impone delle fasce di regolazione "globale" attingendo a delle tabelle di configurazione predefinite in fase di messa in servizio dell'impianto. Il Sistema di Supervisione acquisisce i dati di produzione, le grandezze analogiche di interesse generale, gli eventi e gli allarmi di sistema generando un database di sistema consultabile localmente sul PC di impianto e/o da remoto attraverso strumenti hardware/software di comune impiego.

In caso di guasto della logica programmabile l'impianto può continuare in servizio vigilato di emergenza.

### **3.2 OPERA DI PRESA**

L'opera di presa è prevista in sponda sinistra immediatamente a valle dello scarico della centrale Mini Hydro Power S.r.l. Il torrente Remulo nel tratto interessato dalla realizzazione dell'opera si presenta con una sistemazione a soglie e parziale rivestimento del fondo con selciato. Le sponde sono in parte in scogliera intasata con calcestruzzo ed in parte realizzate tramite muri in calcestruzzo. La pendenza media del tratto risulta essere del 14%.



Figura 4: tratto del torrente Remulo interessato dalla realizzazione dell'opera di presa.

### 3.2.1 TRAVERSA E GRIGLIA DI PRESA

E' prevista la realizzazione di una traversa sub-alveo, completa di caditoia di presa e soprastante griglia di captazione in acciaio. Le barre della griglia, di sezione rettangolare o con profilo a "T", sono orientate parallelamente al flusso dell'acqua. L'ipotesi di utilizzare griglie ad effetto coanda, che permettono un'efficace rimozione dei solidi fini già in corrispondenza della griglia stessa, purtroppo non risulta essere percorribile a causa delle portate in gioco; infatti le griglie di tipo coanda più performanti consentono di derivare una quantità massima di acqua pari a 130 - 140 l/s per metro di cresta della traversa di presa. Con le portate in gioco, ovvero portata massima di 1.900 l/s si dovrebbero utilizzare griglie esageratamente lunghe, non compatibili con la geometria dell'alveo del torrente Remulo nel tratto di interesse.

La struttura della traversa è in calcestruzzo armato con rivestimento in pietra e verrà

realizzata in sostituzione di una soglia esistente mantenendo pressoché inalterato il profilo di fondo del torrente Remulo.

Nella figura seguente viene riportata la sezione della traversa di presa, per maggiori dettagli si vedano le tavole relative all'opera di presa.

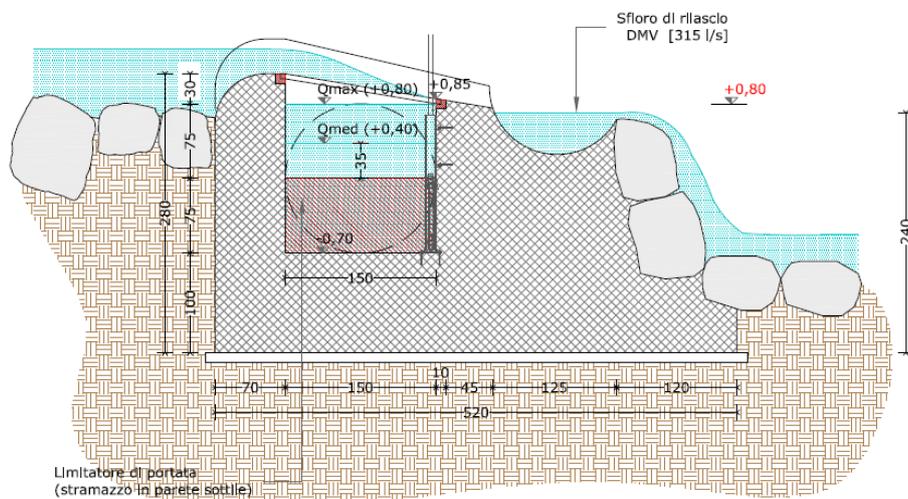


Figura 5: Sezione dell'opera di presa.

### 3.2.2 VASCHE DI PRESA

Le acque captate dalla griglia vengono convogliate nel canale derivatore sottostante che funge anche da vasca sghiaiatrice per effetto della riduzione delle velocità causata dal limitatore di portata, posto nella sezione terminale del canale. Le portate derivate vengono immesse, attraverso un breve raccordo con una tubazione circolare del diametro DN1500, nelle vasche di presa che si sviluppano in sinistra orografica e sono costituite, in successione da:

- vasca dissabbiatrice;
- vasca di carico;

Lo scopo principale della vasca sghiaiatrice è quello di far depositare i solidi più grossolani trasportati dalla corrente e non trattenuti dalla griglia di captazione. Il bacino sghiaiatore è dotato di un'opportuna paratoia di scarico, posizionata in destra idrografica del canale derivatore che consente la rimozione del materiale depositato.

La vasca dissabbiatrice ha invece l'obiettivo di trattenere i solidi a granulometria fine che non possono essere trattenuti dalla vasca sghiaiatrice. Tale vasca, ubicata al di sotto della strada comunale che costeggia in sinistra il torrente Remulo, presenta una larghezza netta di 2,5 metri ed una lunghezza pari a 16,5 m con una pendenza del fondo del 5 %.

La vasca dissabbiatrice è dotata lateralmente di 4 finestre di sfioro che hanno il compito di scaricare in alveo le portate superiori a quella massima di concessione, posizionate

alla quota di 683,55 m.s.l.m. Ogni finestra ha dimensioni nette di 0,95 m x 0,70 m (b x h), ed è protetta da una griglia di sicurezza anti-intrusione.

A tergo del muro divisorio fra vasca dissabbiatrice e vasca di carico è posizionata la paratoia di scarico per lo svuotamento della vasca ed in caso di manutenzione o pulizia. Infine, a valle della vasca dissabbiatrice, ha origine la vasca di carico da cui parte la condotta forzata.

La lunghezza di quest'ultima vasca è di circa 2,50 m ed è anch'essa dotata di una paratoia avente funzione di scarico di fondo.

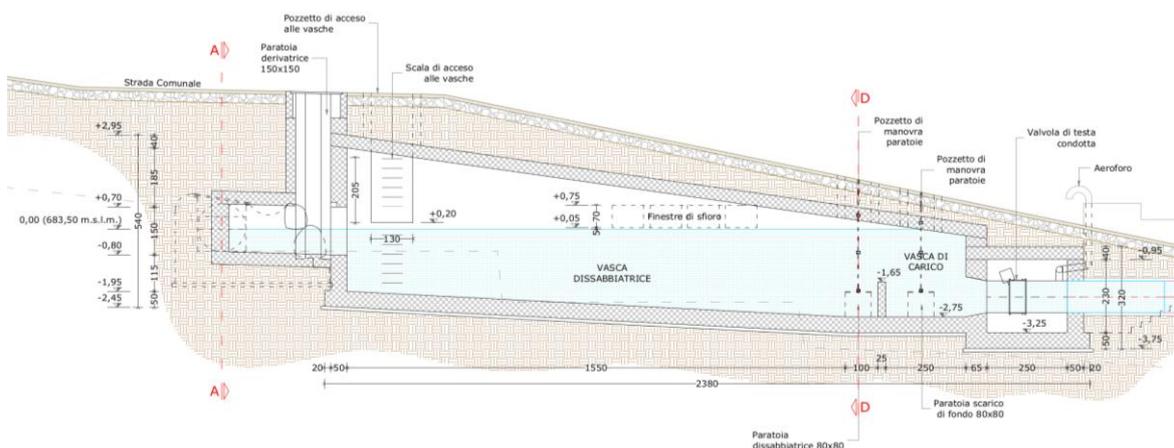
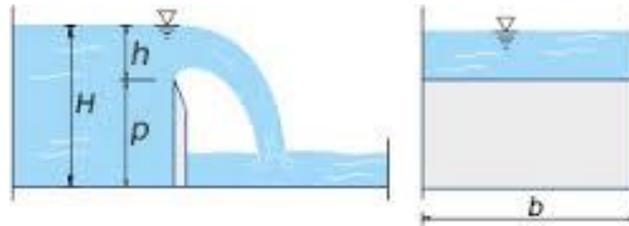


Figura 6: Sezione longitudinale della vasca dissabbiatrice e della vasca di carico.

### 3.2.3 LIMITAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DERIVATA

Per quanto riguarda la limitazione della portata massima derivata dell'impianto, all'interno dell'opera di presa, nella sezione terminale del canale derivatore, è previsto l'inserimento di un elemento fisso in acciaio. Tale elemento funge da stramazzo in parete sottile stabilendo un legame univoco fra battente idraulico sopra di esso e portata transitante; in particolare il ciglio superiore dell'elemento in acciaio dovrà essere posizionato ad una quota tale da provocare, al passaggio di una portata superiore a quella massima di 1.900 l/s, un rigurgito tale da attivare lo sfioro attraverso la griglia di derivazione dell'opera di presa.

L'equazione che governa il comportamento dello stramazzo in parete sottile, secondo lo schema riportato di seguito, è data da:



$$Q = \mu b \sqrt{2g} h^{3/2}$$

$$\mu = \left(0.405 + \frac{0.003}{h}\right) \left(1 + 0.55 \frac{h^2}{H^2}\right)$$

dove:  $Q_{max}$  = portata massima derivabile = 1,90 m<sup>3</sup>/s;

$\mu$  = coefficiente d'efflusso

P altezza del petto dello stramazzo;

L = larghezza dello stramazzo = 1,50 m;

g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s<sup>2</sup>;

h = lama d'acqua sopra lo stramazzo.

Si hanno tutti gli elementi per valutare l'altezza del petto P da dare alla lama per ottenere lo stramazzo dell'acqua al passaggio di portate superiori a quella massima stabilita dal disciplinare di concessione. In particolare tale valore del petto P risulta essere di 0.75 m.

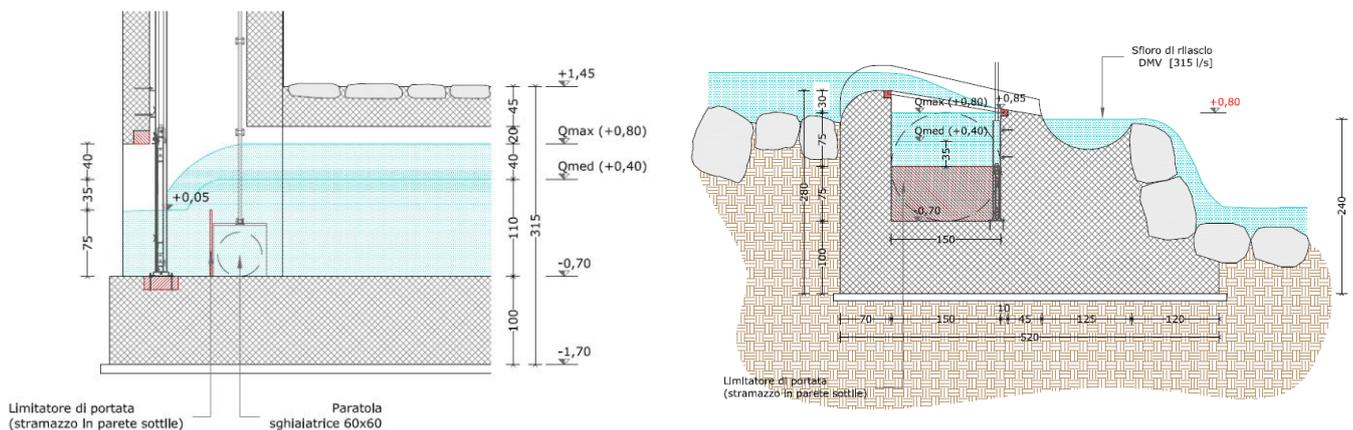


Figura 7: Particolari limitatore di portata tramite stramazzo in parete sottile.

### 3.2.4 LOCALE COMANDI

A valle della vasca di carico, ad di sopra del primissimo tratto di condotta forzata è prevista la realizzazione del locale comandi. Tale locale, completamente interrato, ha un'area pari a 4 m x 5.5 m, un'altezza di 2,30 m, e conterrà tutti gli strumenti necessari al controllo e alla regolazione delle opere elettromeccaniche presenti in presa, come ad

esempio la centralina oleodinamica per il controllo delle paratoie. Al locale comandi si accede attraverso una scala posta in fianco alla viabilità comunale esistente.

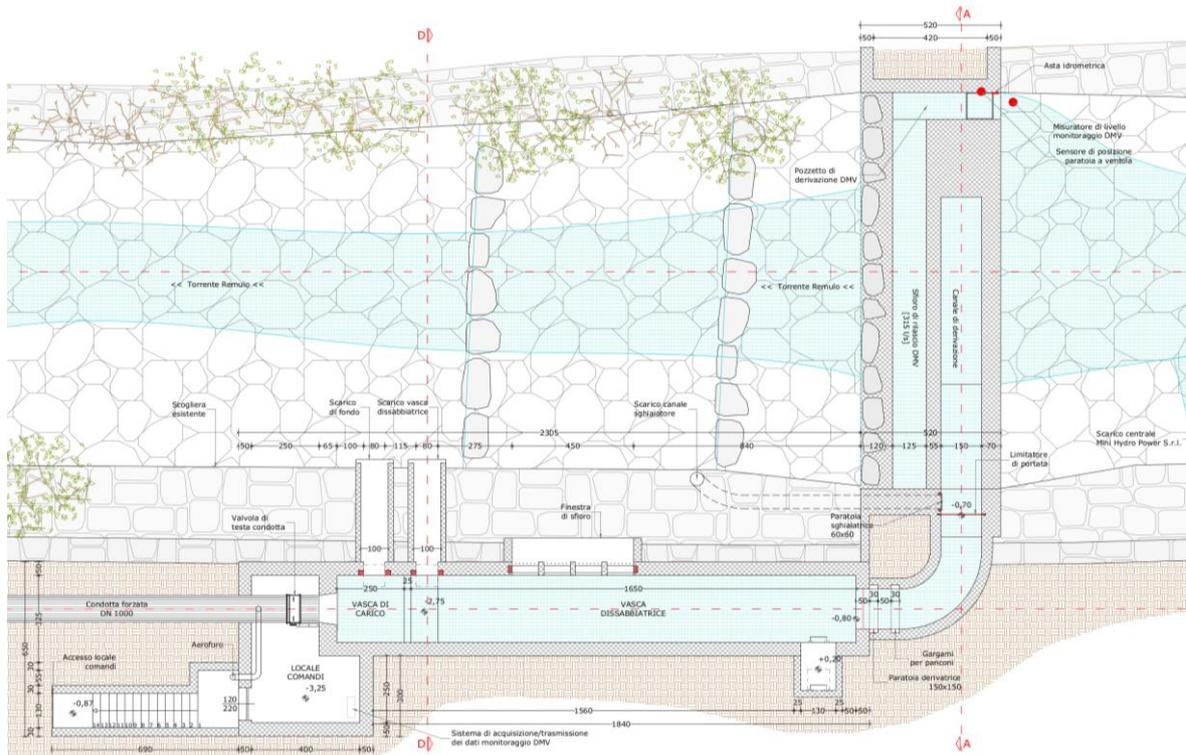


Figura 8: Pianta vasca dissabbiatrice, vasca di carico e locale comandi con relativo accesso.

### 3.2.5 SISTEMAZIONI AMBIENTALI

Per quanto riguarda le sistemazioni ambientali si precisa che le opere in progetto verranno per buona parte realizzate in interrato, prevedendo il rivestimento in pietra di tutte le parti a vista. In particolare nella parte lato torrente delle vasche dissabbiatrice e di carico è previsto il mantenimento della scogliera esistente. La scogliera coprirà completamente i manufatti, lasciando libere solo le aperture per le finestre di sfioro e per i canali di scarico. Per quanto riguarda la copertura delle vasche, questa verrà realizzata mediante posa di terreno vegetale, il tutto come meglio evidenziato nella figura seguente.

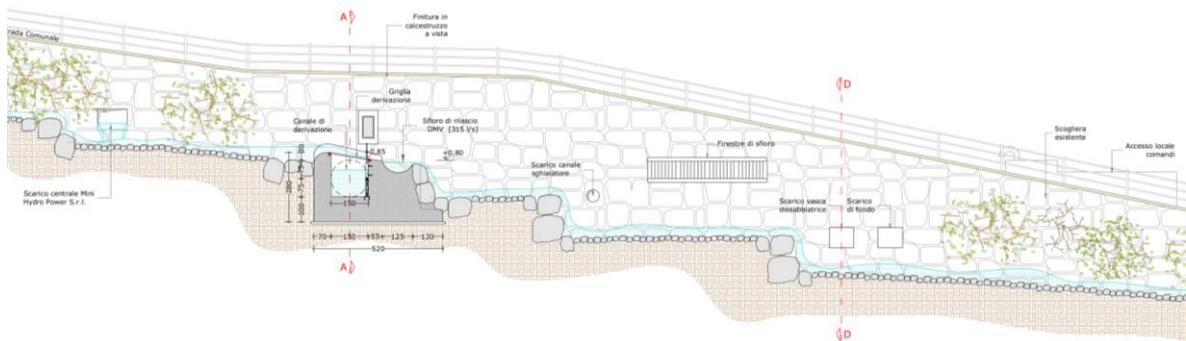


Figura 9: Prospetto dell'opera di presa (sponda sx).

Così come indicato nella relazione specialistica idrologica-idraulica in sponda destra è previsto l'innalzamento dell'esistente scogliera di circa 0.80 m per uno sviluppo a partire dalla traversa di presa verso monte di circa 10 m. Tale innalzamento verrà realizzato tramite scogliera e riporto di materiale a tergo.

### 3.3 SCALA DI RISALITA PER L'ITTIOFAUNA & CANALE PER RILASCIO DMV INTEGRATIVO

Secondo quanto riportato nel disciplinare di concessione il Concessionario è tenuto a rilasciare dall'opera di presa il deflusso minimo vitale pari almeno al 20% della portata naturale fluente e quantificato per una portata media di l/s 315,00. Il medesimo disciplinare specifica la non necessarietà di realizzare una scala di rimonta dei pesci nel tratto fluviale oggetto di intervento, specificando che qualora in futuro vengano migliorate le condizioni ambientali del torrente Remulo mediante la realizzazione di interventi che comportino la mitigazione delle briglie e dei salti esistenti, restituendo al corso d'acqua un profilo longitudinale naturale e percorribile dall'ittiofauna, la costruzione del passaggio per pesci tornerebbe ad essere prioritaria.

#### 3.3.1 MODALITA' DI RILASCIO DEL DMV

Il rilascio del DMV avverrà tramite uno stramazzo, adeguatamente inserito nella traversa di presa, lungo tutto il paramento di valle della stessa; tale soluzione è stata adottata al fine ridurre al minimo il tratto di torrente in secca e al contempo garantire un migliore inserimento ambientale, determinato dalla presenza di una vena d'acqua continua lungo tutto lo sviluppo della traversa.

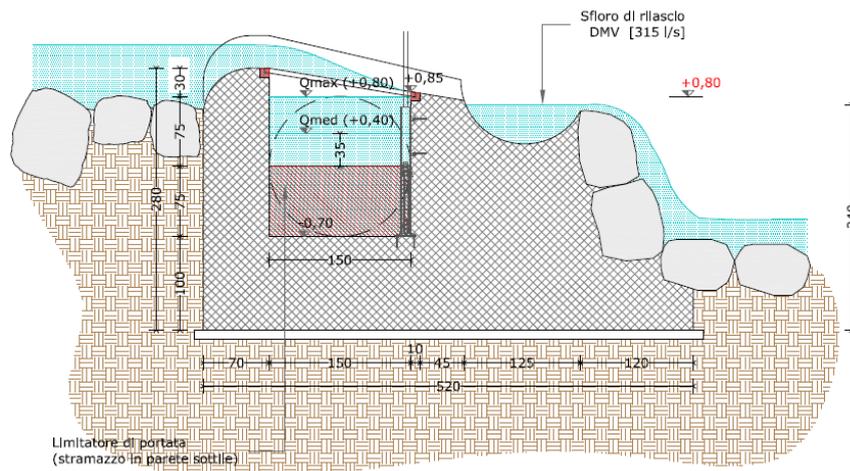


Figura 10: Sezione dell'opera di presa con inserito lo sfioro di rilascio del DMV.

Tale sfioro è alimentato tramite un pozzetto che preleva la quantità necessaria a garantire le portate del DMV da uno sfioro posto in sponda destra della larghezza di 1 m.

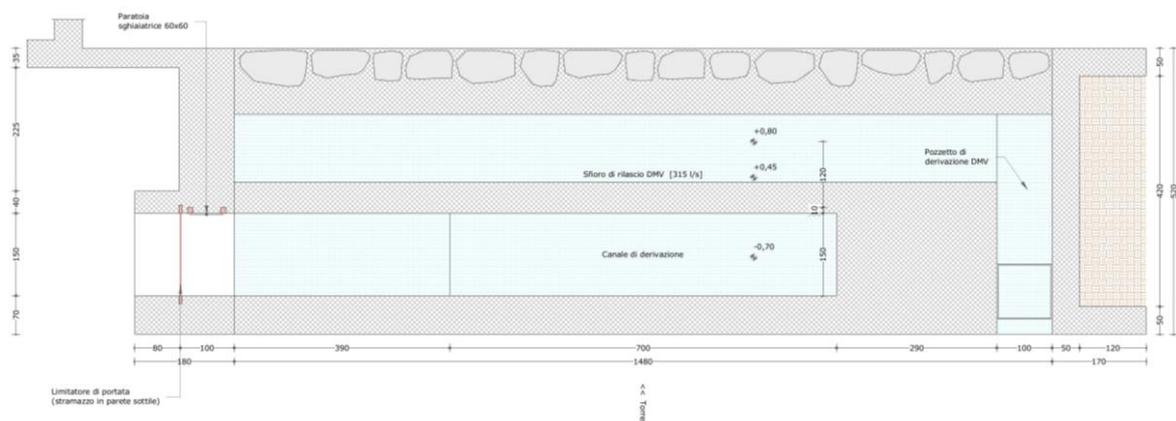


Figura 11: Pianta della struttura dello sfioro di rilascio del DMV.

Tale sfioro è presidiato da una paratoia a ventola che consente la regolazione delle portate ed il mantenimento di un adeguato livello per il corretto funzionamento del sistema.

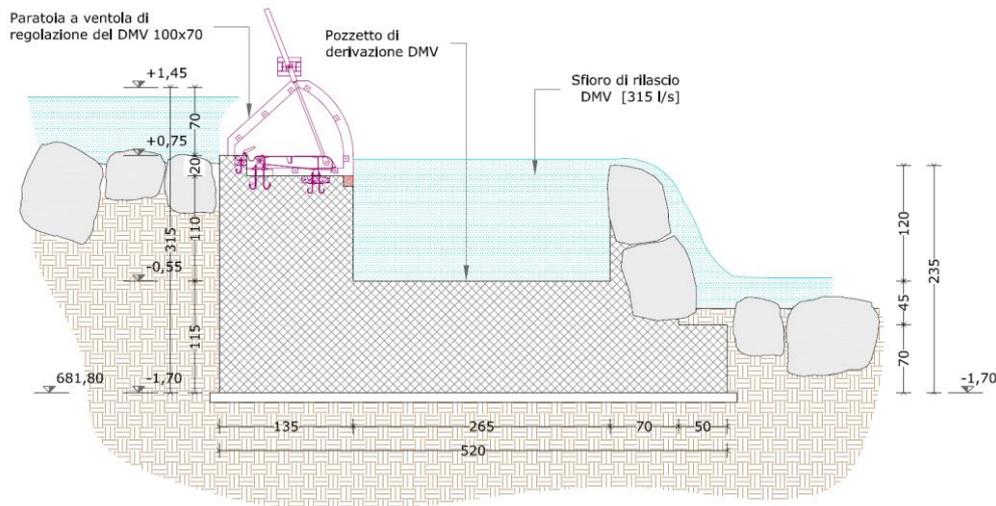


Figura 12: Particolare del manufatto di presa, regolazione e rilascio del DMV.

Per valutare il battente al di sopra di tale sfioro da garantire in qualsiasi condizione, si è utilizzata la legge di efflusso delle bocche a stramazzo; in particolare si ottiene:

$$h = \left( \frac{Q}{\mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

dove:  $Q$  = portata transitante nel canale di rilascio del DMV = 315,00 l/s;

$\mu$  = coefficiente d'efflusso = 0,4;

$L$  = larghezza del canale = 1,00 m.

Si ottiene perciò un battente di 0,32 m.

### 3.4 CONDOTTA FORZATA

Dalla vasca di carico ha inizio la condotta forzata in pressione, che si sviluppa per una lunghezza totale di circa 273.20 m, completamente in sinistra orografica. La quota dell'asse della condotta in corrispondenza dell'imbocco è di 681,38 m.s.l.m., mentre la quota dell'asse in corrispondenza dell'arrivo in centrale è di 641,74 m.s.l.m.

La condotta avrà un diametro di 1000 mm e risulterà completamente interrata lungo tutto il suo sviluppo.

Nel primo tratto, dalla sezione 1 fino alla sezione 13 circa, per una lunghezza di 180 m, la condotta si sviluppa al di sotto del piano stradale della viabilità comunale. Il ricoprimento minimo è pari a 80 - 100 cm, mentre la larghezza minima sul fondo dello scavo è 1,2 m.

La condotta verrà posata su un letto di sabbia o materiale di scavo vagliato e il riempimento successivo avverrà attraverso materiale scelto di risulta completando la

posa con il ripristino del manto stradale, come meglio evidenziato nella sezione tipo. A fianco della condotta è prevista la posa di un tubo passacavi in pvc che fungerà da protezione per i cavi della linea dati fra presa e centrale.



Figura 13: Tratto di posa della condotta forzata al di sotto del piano stradale della viabilità comunale esistente.

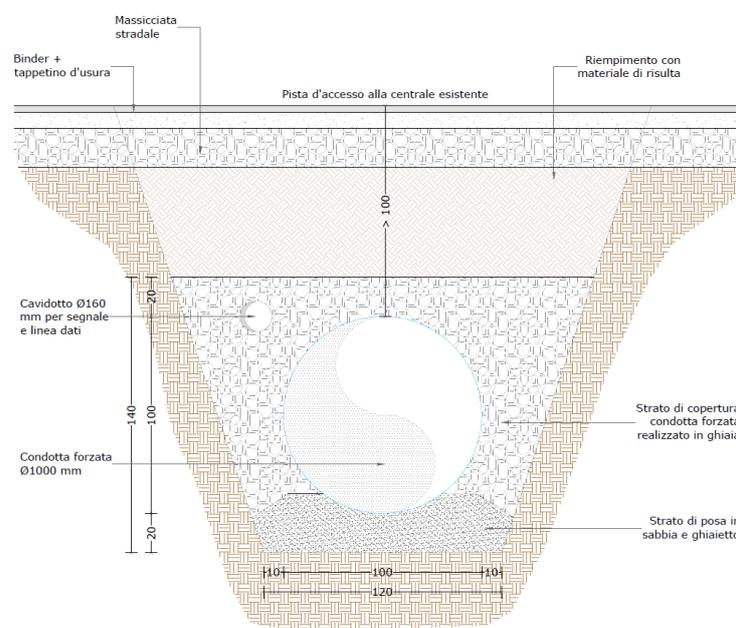


Figura 14: Sezione tipo per posa in corrispondenza della viabilità esistente.



### 3.5 CENTRALE DI PRODUZIONE

La centrale di produzione è prevista in sponda sinistra del fiume Oglio, sul territorio comunale di Sonico alla quota di circa 646,60 m.s.l.m.

L'edificio risulta essere per gran parte interrato ed ospiterà due gruppi elettromeccanici di tipo Francis ad asse verticale.

I due gruppi saranno caratterizzati da portate nominali differenti, rispettivamente di 1,30 mc/s e di 0,50 mc/s, in modo da turbinare con rendimenti accettabili anche le portate ridotte caratteristiche della curva di durata del bacino in analisi.

Tale scelta, è dovuta anche all'esperienza maturata in altri impianti recentemente realizzati, dove la forte contrazione invernale delle portate, rende di fatto insignificante la produzione energetica dei gruppi di maggiori dimensioni in ragione dei bassi rendimenti idraulici degli stessi alle basse portate.

- Gruppo 1: turbina Francis ad asse verticale;  
portata massima: 1.430 l/s;  
generatore: sincrono;
- Gruppo 2: turbina Francis ad asse verticale;  
portata massima: 550 l/s;  
generatore: sincrono;

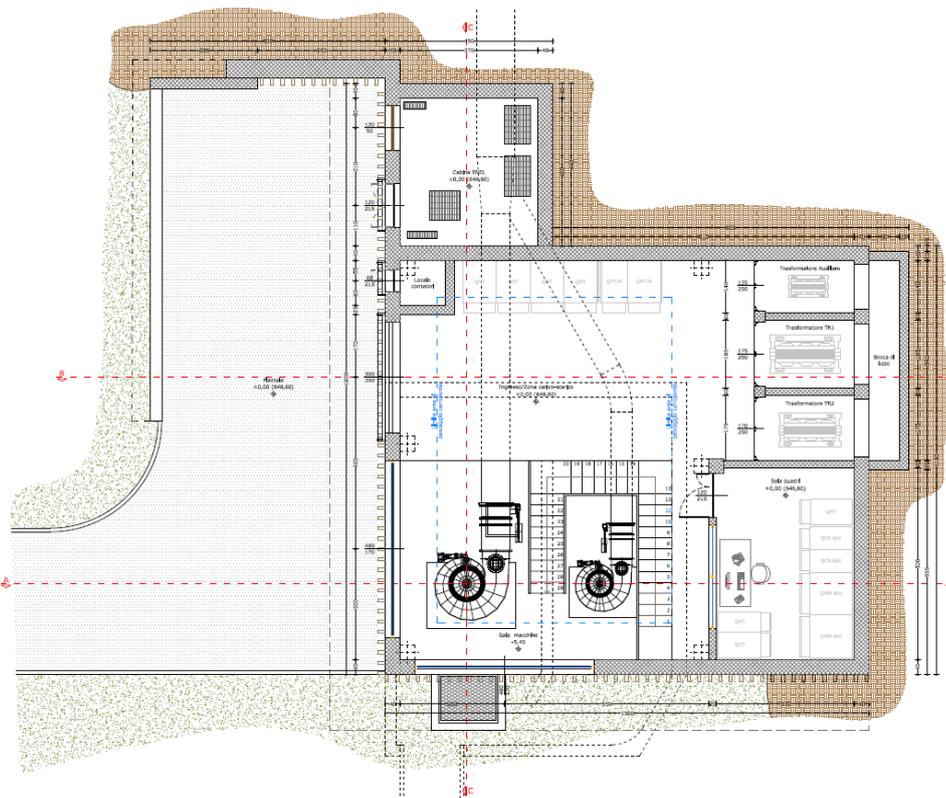


Figura 17: Planimetria della centrale di produzione.

La centrale è equipaggiata per un funzionamento del tutto automatizzato, senza la necessità di personale a presidio a tempo pieno. Sia le manovre di avvio che quelle di arresto potranno essere eseguite in automatico tramite la gestione a distanza. L'esercizio sarà controllato da un sistema di sicurezza atto ad evitare possibili malfunzionamenti in qualsiasi parte dell'impianto.

Il fabbricato, a pianta rettangolare, avrà un sedime fuori terra di circa 155 m<sup>2</sup> e avrà le pareti esterne in calcestruzzo con un rivestimento a liste in legno, con soletta di copertura che verrà ricoperta da uno strato di terreno vegetale e opportunamente rinverdita.

Oltre alla sala macchine, il fabbricato permetterà di ospitare il locale quadri, il locale ENEL, i locali trasformatori e il locale misure, nonché una zona destinata agli scomparti M.T.

La struttura portante dell'edificio sarà realizzata con muri in calcestruzzo armato e solai in c.a. I pavimenti della sala macchine, sala quadri, locali Enel e vani accessori saranno rivestiti in grès antiusura.

La sala macchine, al fine di ottimizzare gli spazi, risulta essere ribassata rispetto ai restanti locali, e raggiungibile mediante una scala in carpenteria metallica.

Le pareti dei locali trasformatori, completamente interrati, saranno in cemento armato e comunicheranno con l'esterno attraverso una bocca di lupo dotata di griglie in carpenteria metallica.

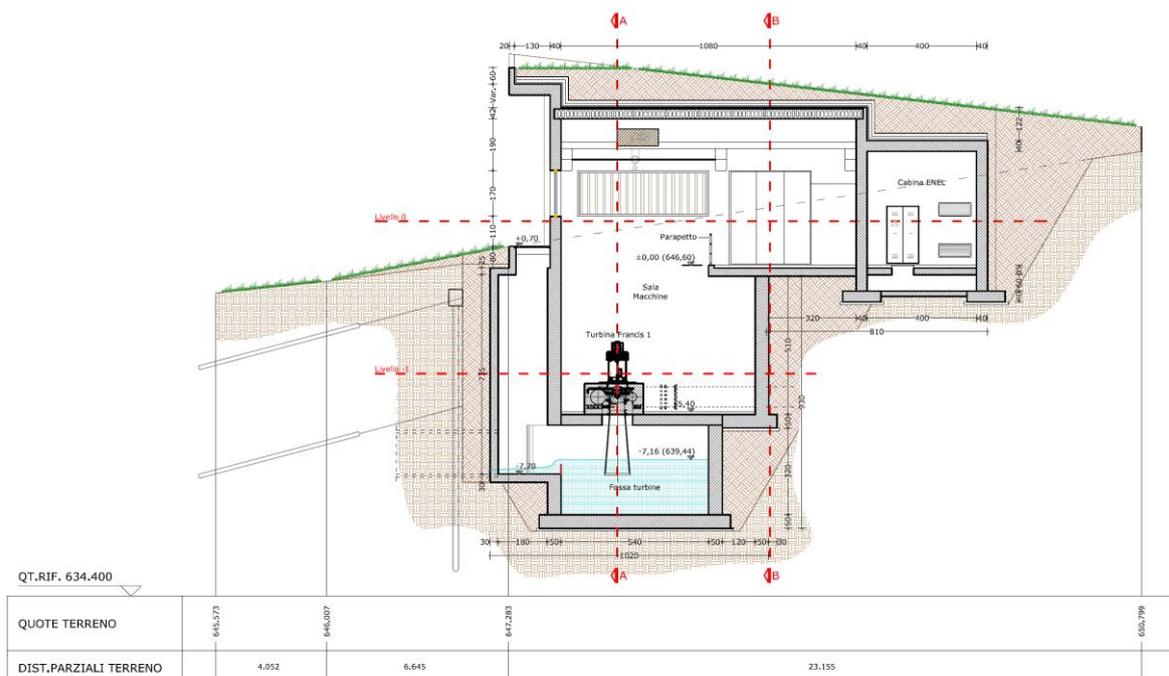


Figura 18: Sezione C-C della centrale di produzione.

Le quattro vetrature della sala macchine, di dimensioni pari a 4,80 m x 1,70 m, saranno fisse, con doppio vetro insonorizzato.

Le porte ed il portone per l'ingresso dei mezzi nel locale di scarico (dimensioni 3,00 m x 3,50 m) saranno rivestiti anch'essi in liste in legno.

All'interno dell'edificio è prevista l'installazione di un carroponete con portata adeguata per movimentare le opere elettromeccaniche presenti.

E' prevista la posa di baie di scarico e carico amovibili in carpenteria metallica, per facilitare il posizionamento delle opere elettromeccaniche a servizio della centrale.

Tutte le strutture in cemento armato poste a contatto del terreno saranno protette con idonea impermeabilizzazione eseguita con membrana a base bituminosa applicata e saldata a fuoco.

A fine lavori la centrale risulterà in gran parte interrata e la zona limitrofa sarà interessata da una attenta sistemazione ambientale.



Figura 19: Rendering della centrale di produzione.

### 3.6 CANALE DI SCARICO

Le acque turbinate confluiscono in un unico canale di restituzione realizzato con una tubazione in acciaio del diametro DN1500, completamente interrato e con quota di restituzione in alveo pari a 638,70 m.s.l.m. con recapito immediatamente a monte

dell'opera di presa Edison esistente sul torrente Remulo. Immediatamente a monte dell'immissione nel torrente Remulo il canale di scarico è dotato di un pozzetto a sifone al fine di limitarne la rumorosità e di una paratoia di chiusura che consente di isolare l'impianto in caso di eventi di piena.

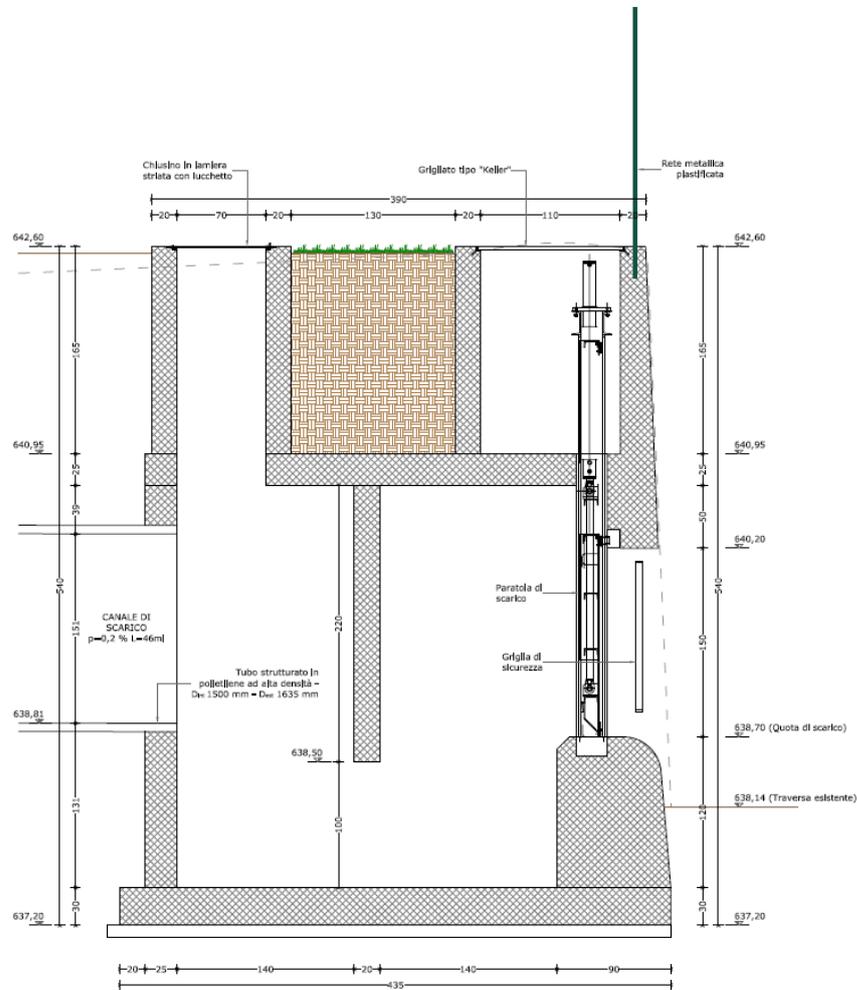


Figura 20: Particolare pozzetto terminale del canale di scarico.



Figura 21: tratto interessato dallo scarico di restituzione delle acque al torrente Remulo dell'impianto in progetto.

### **3.7 ALLACCIAMENTO ALLA RETE ENEL**

Per quanto riguarda l'allacciamento ENEL si rimanda alla documentazione predisposta dallo stesso ente allegata al progetto, oltre alla documentazione prevista al punto F degli elaborati di progetto.

## 4. POTENZE E ANALISI DELLA PRODUCIBILITA' ANNUA

Entrando nel dettaglio delle caratteristiche energetiche dell'impianto è possibile definire la potenza di concessione, la potenza indicativa immessa in rete e la producibilità annua.

### 4.1 POTENZA DI CONCESSIONE

La quota delle finestre di sfioro nella vasca di carico risulta pari a 683,50 m.s.l.m., mentre il pelo libero medio a valle dei meccanismi motori è di 639,44 m.s.l.m.; il salto nominale risulta quindi essere di 44,06 m.

La potenza di concessione sarà quindi pari a:

$$P = \frac{Q_{util} \cdot h_{nom}}{102} = \frac{569.45 \text{ l/s} \cdot 44.06 \text{ m}}{102} = 245.98 \text{ kW}$$

dove:  $Q_{util}$  = portata media derivabile = 569,45 l/s

### 4.2 POTENZA INDICATIVA IMMESA IN RETE DALL'IMPIANTO

Per il calcolo della potenza indicativa immessa in rete dall'impianto è necessario innanzitutto calcolare le perdite di carico in condotta al passaggio della portata massima. Per valutare la cadente  $J$  si utilizza la formula di Chezy, considerando un tubo di dimensioni 1,0 m:

$$J = \frac{Q_{max}^2}{A^2 \cdot K_s^2 \cdot R^{4/3}} = 0,00515$$

dove:  $Q_{max}$  = portata massima turbinabile = 1.900 l/s;

$A$  = area della condotta forzata = 0,785 m<sup>2</sup>;

$K_s$  = coefficiente di Strickler della condotta = 85 m<sup>1/3</sup>/s;

$R$  = raggio idraulico = 0,25 m

Le perdite di carico distribuite sono:

$$Y = J \cdot L = 1,52 \text{ m}$$

con  $L$  = lunghezza della condotta forzata = 294,30 m.

La potenza risulterà quindi pari a :

$$P = \frac{Q_{max} \cdot (h - Y) \cdot \eta}{102} = 713kW$$

dove:  $\eta$  = rendimento globale (turbina, generatore, trasformatore ecc.) = 0,90<sup>1</sup>;

$Y$  = perdite di carico in condotta = 1,52 m;

$h$  = salto nominale 44,06 m.

<sup>1</sup> Tale valore di rendimento è ipotizzato in quanto il valore esatto verrà determinato solamente a seguito della scelta dei vari componenti (turbina, generatore, trasformatore ecc.).

### 4.3 PRODUCIBILITA' ANNUA

Per il calcolo della producibilità occorre valutare le perdite di carico in condotta al passaggio delle differenti portate derivate. La valutazione viene condotta in relazione alla curva di durata netta individuata nella relazione specialistica idrologica idraulica considerando di turbinare, con un rendimento accettabile, portate prossime a 100 l/sec. Per la determinazione della producibilità dalla curva di durata viene utilizzata la seguente formula.

$$E_i = \frac{t_i \cdot g \cdot \rho \cdot \Delta h_i \cdot Q_i \cdot \eta_i}{1000}$$

dove:  $E_i$  = Produzione ennesima

$g$  = accelerazione di gravità

$\rho$  = densità dell'acqua

$\Delta h_i$  = salto netto ennesimo

$Q_i$  = Portata ennesima

$\eta_i$  = rendimento globale ennesimo

Il salto netto viene determinato valutando le perdite di carico distribuite utilizzando la formula di Chezy per il calcolo della cadente  $J$ . Le perdite di carico distribuite valgono quindi:

$$Y = J \cdot L$$

con:

L = lunghezza della condotta forzata di diametro D

La producibilità annua viene quindi stimata in:

$$E_i = \frac{t_i \cdot g \cdot \rho \cdot \Delta h_i \cdot Q_i \cdot \eta_i}{1000} = 1.743.000 \text{ kWh}$$

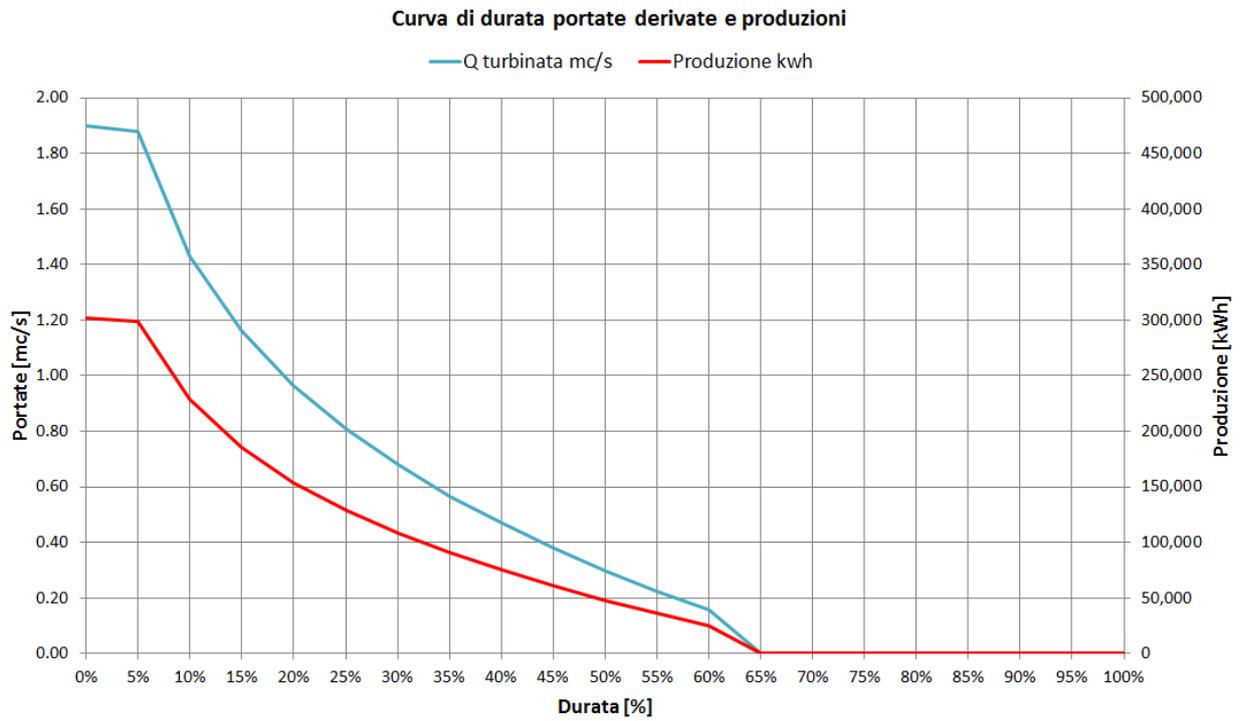


Figura 22: Curva di durata delle portate derivate e produzioni.

## 5. SISTEMI DI MISURA DELLE PORTATE

Così come indicato nel disciplinare di concessione, dovranno essere installati a cura del Proponente gli strumenti per il controllo delle portate lasciate defluire a valle delle opere di presa con registrazione delle portate derivate e del valore del DMV rilasciato.

### 5.1 MISURA DELLE PORTATE DERIVATE

Lungo la condotta forzata è prevista l'installazione di idonei strumenti misuratori delle portate derivate. In particolare verrà utilizzato un sistema digitale munito di sonde ad ultrasuoni che, oltre ad avere la funzione di rilevamento delle portate istantanee, assolvono anche una funzione di monitoraggio e di sicurezza; infatti, collegate ad un sistema PLC permettono la regolazione della valvola di testa condotta.

Tale valvola, qualora i misuratori di portata installati a monte ed a valle della condotta rilevassero valori differenti di portata od una sovra velocità all'interno del canale della stessa, si chiuderebbero immediatamente interrompendo il flusso d'acqua nella condotta stessa.

Il sistema di misura di portata ad ultrasuoni è interamente digitale e viene impiegato nella misura dei valori di velocità, portata istantanea e portata integrata di fluidi nei canali e tubazioni.

Il sistema di misura è costituito da:

- sonde ad ultrasuoni;
- convertitore di misura;
- sensorbus;
- elettronica di misura intelligente.

Le sonde funzionano alternativamente come emettitore e come ricevitore di un impulso ad ultrasuoni mentre l'oscillatore piezoceramico della sonda, eccitato da un impulso di tensione generato dal convertitore di misura, emette un impulso ad ultrasuoni che propagandosi nel fluido viene ricevuto dalla sonda opposta e nuovamente convertito in un segnale elettrico.

Il convertitore calcola la velocità del fluido dalla misura della differenza del tempo di

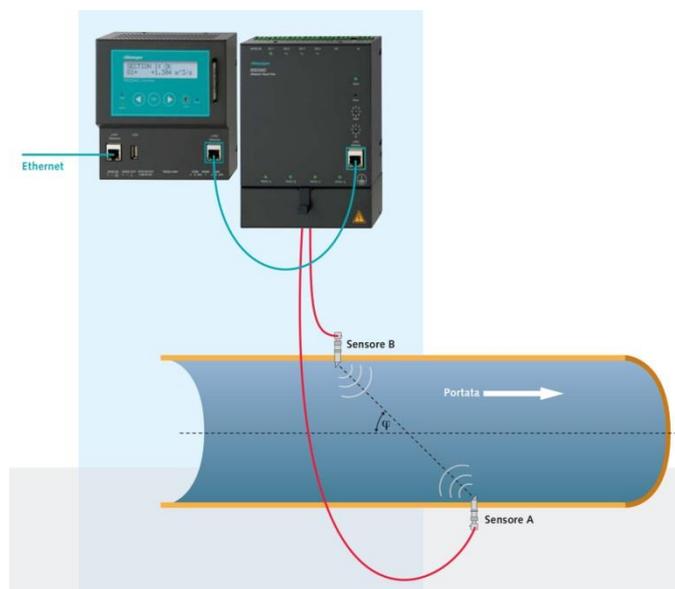


Figura 23: Schema misuratore di portata.

transito dell'impulso ad ultrasuoni che alternativamente viene trasmesso fra le sonde in direzione favorevole o contraria alla direzione del fluido.

Le coppie di trasduttori saranno montate all'interno della condotta forzata, due coppie verranno posizionate in prossimità della vasca di carico (minimo 10 diametri dall'imbocco) e due coppie verranno posizionate in prossimità dell'edificio centrale.

Avendo installato i misuratori di velocità su due sezioni distinte (monte e valle) è possibile verificare eventuali anomalie all'interno della condotta, come rotture che causano forti variazioni di velocità; in queste situazioni il sistema di controllo provvederà alla chiusura tempestiva della paratoia di testa condotta.

Le caratteristiche tecniche che dovranno avere i trasduttori sono:

- montaggio trasduttori: esterno al tubo (clap on) o a inserzione;
- alimentazione: 190 - 250 Vca, 12 - 24 Vcc;
- campo di temperatura trasduttori: -40 - 150 °C;
- campo di temperatura elettronica: -20 - 60 ° C;
- uscita: 4 - 20 mA
- protezione: custodia IP65, trasduttori IP68

L'elettronica di elaborazione misura sarà costituita essenzialmente da una custodia metallica da parete con protezione IP 65, completa di portella frontale e piastra interna per montaggio apparecchiature.

I parametri visualizzabili saranno:

- portata;
- volumi;
- velocità;
- diagnostica di sistema;
- tempi di transito del segnale a ultrasuoni;
- velocità del suono nel fluido;
- parametri geometrici del sistema di misura.

## **5.2 MISURA E REGOLAZIONE PORTATA DMV**

Per poter misurare la portata di DMV e regolare la paratoia a ventola posizionata sullo sfioro di derivazione dello stesso, il misuratore di livello da installare nel bacino a monte della traversa di presa è del tipo a pressione o ad ultrasuoni.

Il principio di funzionamento della prima tipologia tiene conto che il liquido esercita una pressione sul sensore che è proporzionale all'altezza assunta dal liquido stesso, oltre

che alla densità e all'accelerazione di gravità.

Il sensore di livello idrometrico è in grado di rilevare la differenza fra la pressione atmosferica e la pressione idrostatica esercitata dalla colonna del liquido misurato. La sottrazione dei due valori di pressione consentono di ottenere la misura idrometrica al di sopra del sensore.

Oltre ad un'ottima affidabilità a lungo termine, il sensore non richiede particolari manutenzioni. Lo strumento di misura è dotato di una scheda elettronica di interfaccia per il collegamento ad una centralina di misura.

Di seguito viene riportata la scheda tecnica di un sensore di livello idrometrico piezometrico già utilizzato su altri impianti idroelettrici.

Tipo di sensore:	trasduttore di pressione immergibile per misura di livelli, piezoresistivo;
Principio di funzionamento:	chip a semiconduttore con misura della differenza della pressione atmosferica e della pressione della colonna di liquido, compensato alla temperatura;
Materiale di realizzazione:	acciaio inox AISI 316, membrana di separazione e corpo in titanio, classe di protezione IP68;
Cavo di collegamento:	in poliuretano PUR, schermato immergibile, con tubicino di compensazione della pressione atmosferica ed anima di rinforzo in kevlar;
Ingombri massimi:	φ corpo 25 mm, lunghezza 100 mm;
Peso:	300 gr. (senza cavo);
Campo di misura:	0 – 5 m;
Risoluzione:	0,1 cm;
Precisione:	± 0,1 cm;
Sensibilità:	1 min.;
Protezioni:	contro inversione di polarità e scariche atmosferiche;
Limiti ambientali:	-20 – 70 °C, compensato in temperatura -2 – 30 °C;
Installazione:	posizionamento per immersione nel liquido, entro tubo di calata fissato a parete;
Tarature periodiche:	non necessarie, all'occorrenza possibile agendo sulla scheda elettronica;
Modalità di manutenzione:	rimozione e pulizia del sensore se immerso da fango e/o impurità che possono influire sulla corretta misura della pressione del liquido.

La seconda tipologia di sensore, che potrà essere valutata in fase di realizzazione dell'impianto, è quella di utilizzare per la misura dei livelli idrici un misuratore di livello a ultrasuoni. Una peculiarità di questo sistema di misura è quella di non avere sensori a contatto con il flusso idrico, ciò comporta minor pericolo di danneggiamento o intasamento dovuto al materiale solido trasportato dalla corrente.

Il principio di funzionamento di tale strumento è basato sui tempi di risposta dell'eco riflesso. Nella prima fase un trasduttore piezoelettrico emette una quantità determinata di onde sonore che si propagano verso la superficie del livello da misurare, nella seconda metà lo stesso strumento ne riceve l'eco calcolando il tempo intercorso tra emissione e

ricezione dell'ultimo segnale emesso e riconosciuto. Il dispositivo traduce il tempo percorso dall'onda sonora in distanza, poiché la velocità di propagazione del suono nel mezzo, in questo caso aria, è nota (circa 300 m/s). Il segnale prodotto in mA è direttamente proporzionale alla distanza tra il sensore e il pelo dell'acqua.

Avendo questo sensore un'uscita di tipo elettrico è facilmente leggibile attraverso un qualsiasi sistema di acquisizione dati.

Caratteristiche tecniche del trasmettitore:

Tipologia:	trasmettitore di livello a sonda ultrasonora compensata in temperatura;
Campo di misura:	da 0 - 0,2 m a 0 - 5 m;
Segnale in uscita:	4 - 20 mA;
Programmabilità in sito del range di misura e del valore di corrente in uscita;	
Precisione:	$\pm 0,5\%$ del valore letto;
Grado di protezione:	IP68;
Alimentazione:	220 V a.c. o 24 V d.c.

Gli strumenti di misura saranno inoltre dotati di un uscita in grado di monitorare il corretto funzionamento dello strumento stesso.



Figura 24: Misuratore di livello ad ultrasuoni montato su apposito supporto.

## **6. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CANTIERE**

La realizzazione dell'impianto idroelettrico non comporta la predisposizione di significative opere provvisorie di cantiere; infatti la zona di realizzazione dell'impianto risulta facilmente accessibile.

Non sono previsti baraccamenti per il soggiorno di operai (e quindi opere di approvvigionamento idrico o di pozzi perdenti di scarico).

Le opere costituenti l'impianto, sono ubicate in zone antropizzate caratterizzate da una buona accessibilità per piccoli mezzi meccanici.

Per il transito tra l'edificio centrale e l'opera di presa verranno utilizzate le strade esistenti.

La realizzazione dell'impianto sarà effettuata con intervento su più fronti, allo scopo di limitare l'impatto sia sull'ambiente naturale che sulla fauna esistente, ed in particolare per limitare il disagio temporale dei lavori.

### **6.1 REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI DERIVAZIONE**

L'opera di presa è ubicata in sinistra orografica del torrente Remulo; per realizzare le vasche di derivazione è prevista la realizzazione di uno scavo che interessa il sedime della strada comunale esistente mantenendo però la scogliera di sponda in massi esistente. Verrà garantito l'accesso alla centrale esistente Mini Hydro Power S.r.l. predisponendo opportune sistemazioni temporanee dell'area interessata dagli scavi.

Per il trasporto del calcestruzzo e di tutti i materiali necessari alla realizzazione dell'opera di presa verrà utilizzata la viabilità esistente. Appena a valle della traversa si provvederà alla realizzazione di una pista temporanea di accesso alle aree di cantiere.

Non è prevista l'installazione di particolari attrezzature di cantiere, che si limiteranno ad una piccola baracca per la custodia degli attrezzi di lavoro.

Durante la costruzione della traversa di presa si procederà alla realizzazione di canali/savanelle per il deflusso temporaneo. A termine dei lavori l'opera sarà accessibile attraverso la viabilità comunale esistente che verrà ripristinata.

### **6.2 POSA DELLA CONDOTTA FORZATA**

Lo sviluppo complessivo della condotta forzata è pari a circa 273,20 metri. Per il trasporto delle tubazioni sul luogo di posa si utilizzeranno idonei autocarri; la posa vera e propria è prevista con l'utilizzo di uno scavatore di medie dimensioni e avverrà per conchi: lo scavo del tratto successivo comincerà solamente ad avvenuto ritombamento

del tratto precedente.

Particolare attenzione verrà posta alla risistemazione e al ripristino della viabilità della zona interessata dai lavori.

### **6.3 REALIZZAZIONE DELL'EDIFICIO DELLA CENTRALE**

La realizzazione della centrale prevede lo scavo in terreno costituito prevalentemente da materiale morenico ed alluvionale. Il materiale di risulta verrà riutilizzato per la sistemazione del piazzale antistante la centrale e per il rimodellamento delle scarpate.

Come già accennato per il trasporto di tutti i materiali necessari alla realizzazione dell'edificio e delle varie attrezzature elettromeccaniche potrà essere utilizzata la viabilità esistente, senza la necessità di creare nuove piste di accesso.

Non è quindi prevista l'installazione di particolari attrezzature di cantiere, che si limiteranno ad una piccola baracca semovibile per la custodia degli attrezzi di lavoro.

### **6.4 INTERVENTI DI RIPRISTINO DEI LUOGHI**

Nella fase di realizzazione dell'impianto, che rappresenta il momento di maggiore impatto sul territorio, verranno adottate tutte le precauzioni necessarie per ridurre al minimo gli impatti ambientali; in particolare, durante la fase dei getti in calcestruzzo, dovranno essere adottate tutte le misure per evitare qualsiasi inquinamento delle acque, sia superficiali che sotterranee.

I rumori dei mezzi d'opera saranno contenuti il più possibile adottando le opportune tecniche di pertinenza.

Per l'esecuzione degli scavi e dei reinterri necessari alla posa della condotta forzata interrata, saranno impiegati escavatori di modeste dimensioni.

Al termine dei lavori dovranno essere rimossi tutti i rifiuti, che saranno smaltiti in pubbliche discariche autorizzate secondo le vigenti disposizioni di legge in materia.

Saranno inoltre eliminate anche tutte le modeste opere provvisorie di cantiere e gli ambienti verranno ripristinati con ricostruzione della coltre vegetale, ove presente.

Inoltre la Società committente provvederà anche alle necessarie misure di mitigazione, per minimizzare i singoli impatti dei manufatti, provvedendo alla risistemazione del territorio e dell'ambiente circostante, servendosi delle migliori tecnologie disponibili.

Con l'esecuzione dei lavori saranno pure attuati i necessari interventi, mediante tecniche di ingegneria naturalistica, non solo per ottenere la migliore mitigazione ambientale di

tutte le opere, ma anche per ottenere un rapido recupero ambientale con l'inerbimento forzato e la piantumazione di essenze locali di adeguate dimensioni.

Per l'esecuzione di tutte le "*Opere di Ingegneria Naturalistica*" inerenti la realizzazione delle opere di sistemazione degli alvei in corrispondenza della derivazione e di ubicazione della centralina, nonché delle scarpate in genere, si farà riferimento alle indicazioni contenute nel "*Quaderno Opere Tipo di Ingegneria Naturalistica*", adottato con DGR n°6/48740 del 29 febbraio 2000.

## **7. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI SCAVO**

Il presente capitolo intende rappresentare quelli che sono i volumi di scavo previsti per la realizzazione delle opere in progetto.

Vengono analizzati i differenti aspetti relativamente ai cantieri principali previsti per la realizzazione dell'impianto: opera di presa, condotta forzata, edificio centrale e canale di restituzione.

Per quanto riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo viene ripotato di seguito un prospetto con indicati i volumi di scavo in gioco e le relative sistemazioni.

### **7.1 OPERA DI PRESA**

Per quanto riguarda la realizzazione dell'opera di presa e delle vasche dissabiatrici e di carico si prevede la movimentazione di 1.300 mc di cui 300 mc verranno riutilizzati per rinterri e ricoprimenti. I restanti 1.000 mc verranno allontanati dal cantiere verso altri siti di riutilizzo.

### **7.2 CONDOTTA FORZATA**

Per quanto riguarda la condotta forzata il materiale di scavo (1.250 mc) verrà selezionato e a seconda della pezzatura, reimpiegato nel rinterro della stessa con un disavanzo pari al volume della condotta. Il volume di materiale in eccesso da smaltire è determinato considerando l'ingombro effettive della tubazione, che presenta un diametro pari a 1000 mm e una lunghezza di 273,2 ml. Si ottiene un volume di circa 215 mc.

### **7.3 CENTRALE DI PRODUZIONE**

Per quanto riguarda la realizzazione dell'edificio centrale, comprese le relative opere accessorie, è prevista la movimentazione di circa 2.350 mc di materiali costituiti prevalentemente da depositi alluvionali che verranno, in parte (700 mc), riutilizzati in loco per le diverse sistemazioni previste come riempimenti e rinterri vari.

### **7.4 CANALE DI SCARICO**

Per la realizzazione del canale di restituzione saranno movimentati 850 mc, di cui 750 mc riutilizzati.

L'eccesso di 100 mc verrà allontanato dal cantiere verso altri siti di riutilizzo.

## 7.5 TABELLA DI RIEPILOGO VOLUMI DI SCAVO

OPERE	VOLUME DI SCAVO [mc]	RINTERRI E RIUTILIZZI [mc]	RIMANENZA [mc]
Opera di presa e vasche dissabbiatrice e di carico	1.300 mc	300 mc	1.000 mc
Condotta forzata	1.250 mc	1.000 mc	250 mc
Edificio centrale	2.350 mc	700 mc	1.650 mc
Canale di scarico	850 mc	750 mc	100 mc
<b>TOTALE</b>	<b>5.750 mc</b>	<b>2.750 mc</b>	<b>3.000 mc</b>

In merito alla redazione del Piano Scavi, così come previsto dal Decreto del 10 agosto 2012 n. 161 si precisa che quest'ultimo sarà redatto, prima dell'inizio lavori, come da termini di legge. In questa fase risulta inattuabile la sua redazione in quanto non sono ancora state individuate le ditte esecutrici dei lavori e soprattutto non si ha la disponibilità delle aree oggetto dell'intervento.

## 8. PREVENTIVO SOMMARIO DI SPESA

Il costo complessivo delle opere costituenti l'impianto idroelettrico in oggetto, può essere così sommariamente riassunto:

### LAVORI EDILI:

#### OPERA DI PRESA

*Realizzazione sul torrente Remulo dei manufatti relativi alle traverse di presa, canale derivatore, vasca di decantazione, vasca di carico. Compreso l'onere del trasporto degli inerti, cemento, calcestruzzo, ferro, pezzi speciali. Compresi tutti gli oneri per interventi vari di ripristino ambientale*

€ 250.000,00

#### CONDOTTA FORZATA

*Eseguita con 273.2 ml di tubazioni del diametro nominale 1000 mm realizzata in acciaio*

*Comprese:*

- opere di scavo eseguite con escavatore, rinterrati e ripristini ambientali con semine e piantumazioni arboree.*
- opere di ripristino del manto stradale esistente*
- opere in calcestruzzo quali setti di sostegno condotta, blocchi di ancoraggio e pozzetti per la misurazione della portata.*
- Fornitura e posa pezzi speciali, quali: curve, tronchetti e misuratori di portata*

€ 225.000,00

#### EDIFICIO CENTRALE

*Realizzato con struttura in cemento armato, l'edificio sarà parzialmente interrato.*

*Comprese: la realizzazione di finitura con intonaco, i rivestimenti sulle pareti a vista dell'edificio seminterrato. I serramenti in profilato di PVC, il portone di ingresso, le pavimentazioni in grès, le impermeabilizzazioni delle murature, la copertura, la realizzazione del canale di scarico nonché le varie sistemazioni ambientali con semine e piantumazioni.*

€ 450.000,00

#### ONERI DELLA SICUREZZA

*Realizzazione di opere provvisoriale e di messa in sicurezza delle aree interessate dall'intervento, cartellonistica, recinzioni*

€ 20.000,00

#### **LINEA ELETTRICA**

*Realizzazione rete di connessione impianto alla linea elettrica nazionale*

€ 27.000,00

#### **IMPORTO DI APPALTO DEI LAVORI EDILI**

**€ 972.000,00**

#### **FORNITURA OPERE ELETTROMECCANICHE:**

##### **APPARECCHIATURE OPERE ELETTROMECCANICHE**

*fornitura e posa di due turbine Francis*

*Gruppo 1: turbina Francis ad asse verticale;*

*portata massima: 1.430 l/s;*

*Gruppo 2: turbina Francis ad asse verticale;*

*portata massima: 550 l/s;*

*- n°2 generatori del tipo Sincrono ad asse verticale*

*- n°2 trasformatori di primaria marca, quadri elettrici, sistema integrato di regolazione, ecc.*

*- fornitura e posa in opera di paratoie dell'opera di presa e di scarico*

*- Fornitura ed installazione delle apparecchiature elettroniche per il funzionamento in automatico dello impianto, che sarà governato sia in centrale che a distanza (tramite linea telefonica) da PC con programma che impartirà i seguenti comandi: partenza macchina, fermo macchina in caso di pericolo o di anomalie di funzionamento, chiusura afflusso acqua in condotta dalla vasca di carico, ottimizzazione rendita turbina, riconoscimento parallelo Enel, regolazione dell'energia reattiva secondo normativa Cip/Enel, blocco totale di funzionamento dell'impianto in caso di guasto elettronico del programma.*

*Compresi oneri per posa e fornitura cavo ottico dalla centrale all'opera di presa e linea telefonica dedicata*

€ 800.000,00

#### **IMPORTO TOTALE FORNITURE ELETTROMECCANICHE**

**€ 800.000,00**

**RIEPILOGO:****IMPORTO DI APPALTO DEI LAVORI EDILI**

€ 972.000,00

**IMPORTO TOTALE FORNITURE ELETTROMECCANICHE**

€ 800.000,00

**SPESE GENERALI**

*Tecniche di progettazione, direzione lavori, perizie geologiche, indagini geologiche e geotecniche, progettazioni varie per esecuzione linea elettrica dedicata, studi paesaggistico-ambientali SIC, assistenza tecnica alle istruttorie per il rilascio concessione di derivazione, pratiche per svincolo idrogeologico, collaudi, ecc*

€ 80.000,00

**ACQUISIZIONE AREE E ONERI**

*Per acquisizione delle aree e costituzione delle servitù di attraversamento, spese tecniche e notarili, trascrizioni ipotecarie, accatastamenti, frazionamenti, ecc.*

€ 100.000,00

**TOTALE COSTO INVESTIMENTO****€ 1.952.000,00**

## 9. PROGETTO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

Nel D.g.r. 18 aprile 2012 – n. IX/3298 “Linee guida regionali per l’autorizzazione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili (FER) mediante recepimento della normativa nazionale in materia”, approvato dalla Giunta Regionale, e pubblicato sul Bollettino ufficiale della Regione Lombardia n. 17, Serie Ordinaria del 27 Aprile 2012, fra i contenuti minimi dell’istanza per l’Autorizzazione Unica viene indicata anche la descrizione delle modalità di dismissione dell’impianto e di smaltimento del materiale utilizzato.

### • SOLUZIONE A

La prima soluzione prevede la cessione dell’edificio, compreso di opere elettromeccaniche e previo accordo con gli enti competenti (*Provincia di Brescia e/o Comune di Sonico*), a scopo didattico per attività di tipo informativo sulla produzione di energia da fonte rinnovabile quale quella idroelettrica.

### • SOLUZIONE B

Qualora la Pubblica Amministrazione non ritenesse idonea questa soluzione, si provvederà allo smantellamento di tutte le opere elettromeccaniche presenti nella struttura, come turbina, generatore, trasformatore, quadri elettrici di controllo, paratoie e tutte le opere di carpenteria metallica.

In corrispondenza della bocca di derivazione e dell’uscita del canale di scarico verranno realizzati dei muri in cls riempiti a tergo mediante terreno di riporto, in modo da ostruire completamente il canale di derivazione ed il canale di scarico, e lasciare solamente il volume dell’edificio centrale, che verrà ceduto come deposito alle amministrazioni competenti.

Le soluzioni progettuali proposte sono riportate nella tavola grafica G.01 “Dismissione dell’impianto – Elaborato grafico”.

### • SOLUZIONE C

Tale soluzione prevede la rimozione di tutte le opere presenti e il conseguente ripristino naturale dei luoghi così come allo stato attuale.

Per quanto riguarda l’opera di presa è prevista la completa demolizione della vasche e di tutte le parti posizionate al di sotto della strada comunale. In merito alla traversa di

presa è prevista, oltre alla rimozione della parti in carpenteria (griglia di derivazione, paratoia DMV ecc.), la demolizione della parte superiore ed il riempimento del canale derivatore al fine di ripristinare la soglia in alveo in massi e cls.

La condotta forzata verrà completamente rimossa e lo scavo verrà riempito con materiale di risulta e con materiale recuperato in cave di prestito. Una volta ritombato lo scavo verrà ripristinato il manto stradale oppure nel tratto finale posato terreno vegetale. Si evidenzia come la condotta forzata risulterà completamente interrata e quindi non visibile ad occhio nudo. Un intervento per la sua rimozione richiederebbe scavi e rinterri abbastanza rilevanti, andando ad intervenire su un'area ormai completamente ripristinata.

Per quanto riguarda la centrale di produzione è prevista la completa demolizione del fabbricato con l'allontanamento del materiale di risulta. Lo scavo verrà riempito con materiale recuperato in cava di prestito e a completamento dei lavori verrà posato del terreno vegetale ed eseguita una semina a spaglio dell'area.

Le soluzioni progettuali proposte sono riportate nelle tavole grafiche G.02 e G.03.

## 10. CRONOPROGRAMMA

Il completamento dell'impianto è previsto in 6 mesi; l'intera opera, come già evidenziato nei capitoli precedenti, è suddivisa in 4 cantieri principali e ben distinti che possono essere riassunti come segue:

- opera di presa e opere accessorie;
- centrale di produzione, opere accessorie e canale di restituzione;
- condotta forzata;
- linea elettrica;

Per consentire il termine entro la data prevista è necessario che i vari cantieri si sovrappongano da un punto di vista temporale, così come indicato nel cronoprogramma riportato in seguito.

CANTIERE	MESI					
	1	2	3	4	5	6
OPERA DI PRESA E OPERE ACCESSORIE						
CONDOTTA FORZATA						

EDIFICIO CENTRALE						
LINEA ELETTRICA						

Sono previsti 2 mesi per la posa della condotta, 3 per la realizzazione della presa, 6 per la costruzione delle centrale e 1 per il completamento della linea elettrica.

## 11. CALCOLO DEI PROVENTI ANNUI

Attualmente non esiste un sistema incentivante relativamente agli impianti non entrati a registro e pertanto il calcolo dei proventi annui è stato effettuato utilizzando le tariffe attuali senza la certezza che vengano riconfermate.

Qui di seguito vengono ipotizzati i proventi annui medi derivanti dalla vendita dell'energia prodotta.

Secondo quanto riportato all'Art. 7 del D.M. del 6 luglio 2012, *"fatto salvo quanto previsto all'articolo 30, per i nuovi impianti che entrano in esercizio nell'anno 2013, il valore delle tariffe incentivanti è individuato, per ciascuna fonte, tipologia di impianto e classe di potenza, dall'Allegato 1. Per i medesimi impianti che entrano in esercizio negli anni successivi, il valore delle tariffe incentivanti base indicate nella Tabella 1.1 dell'Allegato 1 è decurtato del 2% all'anno, con arrotondamento commerciale alla terza cifra decimale"*.

Il GSE ha poi reso noto che le tariffe incentivanti base, indicate per ciascuna fonte, tipologia di impianto e classe di potenza nella Tabella 1.1 dell'Allegato 1 del D.M. 6 luglio 2012, non subiranno la decurtazione del 2% di cui all'art. 7, comma 1, del Decreto, per gli anni 2014-2015 e 2016.

Detto ciò il valore della tariffa incentivante ipotizzato per l'impianto oggetto della presente relazione ( $20 < P \leq 500$ ) è pari a **219 €/MWh**.

Ipotizzata la tariffa incentivante è ora possibile calcolare i proventi medi annui derivanti dalla vendita dell'energia prodotta, per la durata della vita utile dell'impianto fissata nel D.M. del 6 luglio 2012 in 20 anni.

$$Proventi\ annui = T_{in_{ipotizzata}} \cdot Pr = 219\ \text{€/MWh} \cdot 1.743\ \text{MWh} = 381.717\ \text{€}$$