REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI IMPERIA
Comune di Vessalico



CENTRALE IDROELETTRICA UBICATA SUL TORRENTE ARROSCIA NEL COMUNE DI VESSALICO (IM)

Richiesta di concessione a derivare corpo idrico superficiale a scopo idroelettrico

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

Relazione tecnica

Gruppo di progettazione

Dott. Ing. Paolo Gossa
Via Torre Allera n. 49
12100 Cuneo (CN)
tel 348 8962431
ing.paolo.gossa@gmail.com

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

Dott. Ing. Luca Macario
Via Combe n. 21
12013 Chiusa di Pesio (CN)
tel 388 9427082
lucamac81@gmail.com

Committente

Enerclean s.r.l.

Sede: Via Papa Giovanni XXIII n°162/2
17031 Albenga (SV)
P.IVA: 01676780099

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
_____	DF	RC	R01

ELABORATO
R.01

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	DICEMBRE_2014	PRIMA EMISSIONE	Dott. Ing. Demaria	Dott. Ing. Gossa	Dott. Ing. Macario
02					

INDICE

1 PREMESSA ***2***

2 MOTIVAZIONI STRATEGICHE E FINALITÀ DELL'OPERA ***4***

2.1 Gli orientamenti della politica energetica della Comunità Europea **4**

2.2 Le linee di indirizzo della politica energetica nazionale **7**

2.3 Il Sistema energetico Ligure **9**

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO ***10***

3.1 Descrizione dello stato di fatto **10**

3.1.1 Le sponde 11

3.1.2 La traversa 13

3.1.3 Le opere esistenti 13

3.2 Descrizione dell'intervento di progetto **14**

3.2.1 Opera di presa 14

3.2.2 Canale di adduzione/ la vasca di dissabiatura 15

3.2.3 Centrale idroelettrica 16

3.2.4 Camera di comando/controllo 17

3.2.5 Scala per la rimonta dell'ittiofauna 18

4 QUADRO ENERGETICO DI PROGETTO ***20***

5 VALUTAZIONE DEI COSTI ***21***

6 DESCRIZIONE DEL CANTIERE ***22***

6.1 Allaccio alla rete ENEL **22**

6.2 Movimenti terra **22**

7 CONCLUSIONI ***23***

1 PREMESSA

La società Enerclean srl, con sede in Via Papa Giovanni XXIII 162/2, 17031 Albenga(SV), ha incaricato il tecnico scrivente Gossa Ing. Paolo, residente a Cuneo Via Meucci n.° 7, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Cuneo con il n° A1964, di predisporre il presente progetto per la realizzazione di una centrale idroelettrica nel Comune di Vessalico(IM), poche centinaia di metri a monte del centro abitato del comune stesso.

Il progetto di cui alle tavole allegate risulta, ai sensi della normativa regionale in materia di programmazione energetica, essere così definito:

Impianto Idroelettrico ad acqua fluente di caratteristiche:

- Bacino idrografico: ***Torrente Arroscia***
- Corso d'acqua: Torrente Arroscia
- Bacino di dominio: ***143,2 km²*** (verificato tramite la misura diretta su carta C.T.R. alla scala 1:10.000)
- Coordinate UTM: ***32T 416.536 m E – 4.877.402 m N***
- Altitudine max : ***2.152 m s.l.m.***
- Altitudine min: ***172,72 m s.l.m.*** *(sfioro traversa)*
- Temperatura dell'acqua: **16°C**
- Portata massima derivata: **4,65 *m³ /s***
- Portata media derivata: ***1,59 m³/s***
- Salto disponibile medio: ***2,72 m***
- Potenza media: $\frac{(1590 \cdot 2{,}72)}{102} = 42{,}40$ ***kW***

Il progetto è principalmente motivato dalla opportunità di utilizzare una traversa esistente, al fine di produrre energia idroelettrica, in conformità con i più recenti indirizzi di politica energetica regionale, nazionale e comunitaria, ed in particolare in relazione agli "*Indirizzi generali in materia di programmazione energetica regionale*".

Le finalità perseguite si possono solo indirettamente considerare come finalità strettamente ambientali, in quanto la politica di riferimento dell'intervento è la politica energetica. A tale riguardo, l'energia prodotta dalla centrale oggetto di studio ed immessa in rete contribuirebbe positivamente ad incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili. Nella predisposizione del progetto sono state osservate alcune specifiche indicazioni tendenti a minimizzare l'impatto ambientale dell'intervento: la portata derivata,

oltreché inserirsi in un razionale utilizzo della risorsa idrica, a salvaguardia dell'ecosistema fluviale. La portata derivata viene, infatti, restituita immediatamente a valle della traversa esistente, non interrompendo il normale deflusso del corso d'acqua.

La realizzazione della centrale in progetto inoltre è mirata al mantenimento e all'utilizzo delle strutture esistenti, servendosene e ripristinandole laddove si presentino in cattivo stato di conservazione. Le opere previste pertanto si inseriscono perfettamente nel contesto attuale rendendo gli interventi di progetto minimi e localizzati in un breve tratto del Torrente a fianco dell'esistente traversa.

Nella presente relazione tecnico-descrittiva, dopo aver presentato il contesto normativo in cui si inserisce l'opera analizzandone le motivazioni strategiche e le finalità, si intende descrivere in maniera accurata le opere in progetto e il contesto in cui esse si vanno a collocare, al fine di valutare l'impatto economico-ambientale della centrale idroelettrica.

2 MOTIVAZIONI STRATEGICHE E FINALITÀ DELL'OPERA

2.1 Gli orientamenti della politica energetica della Comunità Europea

Un primo contributo innovativo alla definizione di strategie di sviluppo "durevole e sostenibile" nel settore energetico viene offerto dal Quinto Programma di Azione Ambientale, documento di carattere politico-programmatico approvato nel febbraio 1993 dal Consiglio e dai rappresentanti dei Governi degli Stati-membri della Comunità Europea[1]. Tale documento, relativo al periodo 1992-2000, sottolinea la necessità di elaborare strategie di sviluppo a lungo termine per assicurare che l'impatto ambientale della produzione e del consumo di energia sia ricondotto nell'ambito della sostenibilità, le cui caratteristiche principali sono:

- la salvaguardia della qualità della vita;
- il mantenimento della fruibilità delle risorse naturali;
- l'eliminazione del danno ambientale durevole;
- il soddisfacimento dei fabbisogni presenti senza pregiudizio per quelli delle generazioni future.

Facendo seguito al Quinto Programma, la Commissione europea il 24 gennaio 2001 ha adottato una proposta contenente una nuova ambiziosa strategia ambientale che definisce le aree prioritarie di intervento per il periodo 2001-2010. Il Sesto Programma "*Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta*" ruota attorno a quattro aspetti fondamentali: cambiamento climatico, ambiente e salute, natura e biodiversità, gestione delle risorse naturali e sottolinea l'importanza di nuove forme di partecipazione di cittadini e imprese.

Con particolare riguardo al cambiamento climatico, l'obiettivo di riduzione delle emissioni dell'8% entro il 2008-2012 ai sensi del Protocollo di Kyoto costituisce l'asse portante del nuovo programma.

Il Trattato sulla Carta dell'energia e l'allegato Protocollo sull'efficienza energetica firmati a Lisbona il 17 dicembre 1994 e ratificati dall'Italia con la Legge 10 novembre 1997, n. 415, affiancano all'obiettivo primario di favorire gli scambi Est-Ovest e gli investimenti nel settore dell'energia, quello dello sviluppo sostenibile e della tutela dell'ambiente, impegnando le Parti a tenere in particolare considerazione *"il miglioramento dell'efficienza energetica, lo sviluppo e l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, la promozione dell'impiego di combustibili puliti e il ricorso a tecnologie e ad altri mezzi che riducano l'inquinamento".*

Nel 1995 la Commissione europea predispone un Libro Bianco intitolato *"Una politica energetica per l'Unione Europea"*, in cui, nell'ambito dell'individuazione di tre macro-obiettivi quali una migliore

[1] Informazioni tratte dal Piano Energetico della Regione Piemonte.

competitività, la sicurezza dell'approvvigionamento e la protezione dell'ambiente, vengono suggeriti riferimenti e indicazioni per un quadro comune di politica energetica sostenibile.

In particolare, grande enfasi viene attribuita al principio dei vantaggi competitivi che possono derivare per le attività economiche e produttive dall'adozione di tecnologie energetiche efficienti, nonché ad una nuova strategia che muove dalla necessità di stimolare un rinnovato ruolo delle Regioni e delle Autorità locali nel settore energetico.

Una strategia, quest'ultima, dettata dalla consapevolezza della maggiore efficacia di un approccio locale nell'attuazione di politiche per l'efficienza energetica e lo sviluppo delle fonti rinnovabili e nella applicazione di strumenti fortemente correlati alla specificità locale.

Due anni più tardi, nel 1997, a seguito di un ampio dibattito sulle potenzialità di sviluppo delle fonti rinnovabili e sul loro ruolo nel raggiungimento degli obiettivi strategici di protezione ambientale e di diversificazione delle fonti di approvvigionamento, incentrato su uno specifico Libro Verde, la Commissione europea propone un secondo Libro Bianco, questa volta dal titolo *"Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili"*, quale piano d'azione frutto di una strategia concertata.

Nel dicembre 1997 ha luogo a Kyoto, sotto l'egida dell'ONU, la terza Conferenza delle Parti alla Convenzione sui cambiamenti climatici. Un'assise internazionale convocata con il difficile compito di negoziare un accordo vincolante che stabilisca quantificati impegni di riduzione delle emissioni clima alteranti da mettersi in atto da parte dei Paesi industrializzati.

Dopo undici giorni di negoziato in cui emerge il ruolo trainante svolto dall'Unione Europea, i rappresentanti dei 170 Paesi partecipanti alla Conferenza adottano, il 10 dicembre, un Protocollo di attuazione nel quale sono definiti gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra, rispetto ai livelli del 1990, da conseguirsi entro il 2008-2010.

In particolare, trentotto Paesi, tra cui l'Italia, dovranno procedere ad una riduzione delle emissioni in misura maggiore. Segnatamente per gli Stati-membri dell'Unione Europea viene stabilita una percentuale di riduzione pari all'8% entro il periodo preso in considerazione.

Inoltre, il Protocollo orienta l'azione dei singoli Paesi, individuando misure e specifici settori d'intervento in cui primariamente procedere ai fini del conseguimento degli obiettivi posti, e in particolare:

- promozione dell'efficienza energetica in tutti i settori;
- sviluppo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e delle tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni;
- protezione ed estensione delle foreste per l'assorbimento del carbonio;
- promozione dell'agricoltura sostenibile;
- limitazione e riduzione delle emissioni di metano dalle discariche di rifiuti e dagli altri settori energetici;

- misure fiscali appropriate per disincentivare le emissioni di gas serra.

Più recentemente, il 29 novembre 2000, la Commissione europea ha adottato il Libro Verde *"Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico"* che ha messo in evidenza le debolezze strutturali dell'approvvigionamento di energia dell'Unione europea e le sue fragilità geopolitiche, economiche e sociali alla luce soprattutto degli impegni europei nel quadro del Protocollo di Kyoto.

In questo Libro, la Commissione ha evidenziato che l'Unione europea è fortemente dipendente dall'approvvigionamento energetico esterno e le sue importazioni coprono oggi il 50% della domanda. Persistendo l'attuale tendenza, questa percentuale è destinata ad aumentare entro il 2030 fino al 70%.

In questa direzione, la Direttiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla *"promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"* partendo dalla considerazione che il potenziale di sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili è attualmente sottoutilizzato nella Comunità, riconosce la necessità di promuovere in via prioritaria le energie rinnovabili poiché queste, nel contribuire alla protezione dell'ambiente, allo sviluppo sostenibile e alla sicurezza degli approvvigionamenti, permettono di conseguire più rapidamente gli obiettivi di Kyoto.

La direttiva, prendendo le mosse dall'obiettivo indicativo del 12% quale contributo delle rinnovabili al complessivo consumo interno lordo di energia, da conseguire entro l'anno 2010, contenuto nel Libro Bianco sulle fonti energetiche rinnovabili, stabilisce che entro la stessa data sia raggiunta la quota indicativa del 22,1%, quale percentuale di elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili sul consumo totale di elettricità della Comunità.

2.2 Le linee di indirizzo della politica energetica nazionale

La Conferenza Nazionale per l'Energia e l'Ambiente tenutasi a Roma nel novembre 1998 rappresenta il segnale di un nuovo modo di fare politica energetica, basato sulla concertazione, sul decentramento, sull'utilizzo dei meccanismi di mercato e sull'integrazione della stessa politica con quelle riguardanti il territorio.

Nel documento conclusivo della Conferenza, accanto alla stipulazione del Patto per l'energia e l'ambiente, sono indicate altre iniziative prioritarie in campo energetico:

- il riassetto del settore elettrico
- la delibera CIPE sul Protocollo di Kyoto
- l'introduzione della carbon-tax
- l'attuazione della Bassanini
- legge 10/91

Il Governo, nel documento citato, ha delineato un programma di azioni che prevede, tra l'altro, il raddoppio della quota di fonti energetiche rinnovabili entro la data del 2010 quale obiettivo da raggiungere in un costante dialogo con le Regioni.

Emerge dunque chiaramente la necessità di dialogare e confrontarsi con le Regioni, riconoscendo alle stesse un ruolo di programmazione troppo spesso trascurato a favore dell'attribuzione di compiti meramente operativi.

Il generale processo di riforma amministrativa, intrapreso in questi ultimi anni con le cosiddette leggi Bassanini (leggi 59/97, 127/97, 191/98 e decreto legislativo 112/98, modificato dal D. Lgs. 443/99), delinea un nuovo sistema di governo dell'energia, ridisegnando ruoli, competenze e procedure. Si tratta di un processo di regionalizzazione che rovescia il criterio di distribuzione delle funzioni, riconoscendo al sistema decentrato e integrato di regioni ed enti locali un ruolo programmatorio sul territorio che ha come punto di riferimento gli indirizzi fissati dall'Amministrazione centrale.

Specificamente, il decentramento alle regioni di compiti di pianificazione, indirizzo e controllo nel settore energetico, in parte già avviato con l'emanazione della legge 10/91 ed, in particolare, con leggi successive, con la legge 59/97 e il D.Lgs. 112/98, consente alle medesime di meglio strutturare le funzioni in materia energetica, fermo restando il rispetto delle competenze riservate allo Stato dall'art.29 dello stesso D.Lgs 112/98 e il conferimento di funzioni agli enti locali come previsto dall'art.31 dello stesso decreto.

Allo Stato sono riservati la definizione degli indirizzi di politica energetica nazionali, il coordinamento della programmazione energetica regionale, l'unificazione tecnica delle condotte delle varie amministrazioni, l'assolvimento di funzioni di rilevanza nazionale (quali la ricerca scientifica, la costruzione delle centrali elettriche oltre i 300 MW, l'attuazione del programma di metanizzazione del

Mezzogiorno, la vigilanza sull'ENEA); agli enti locali sono attribuite le funzioni in materia di controllo sul risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia , nonchè le altre funzioni previste dalla legislazione regionale, oltrechè la redazione e l'adozione dei programmi di intervento per la promozione delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico, l'autorizzazione all'installazione e all'esercizio degli impianti di produzione di energia, il controllo sul rendimento energetico degli impianti termici. In sintesi alle Regioni è riconosciuta quale potestà generale, quella di redigere ed approvare i piani energetici regionali, nonchè funzioni di amministrazione diretta in tema di certificazione energetica degli edifici e di contributi per i progetti di uso razionale dell'energia.

Il Parlamento, in data 26 marzo 2002, in occasione della discussione del D.L.7 febbraio 2002, n. 7 *(c.d. "Sblocca Centrali")* ha approvato l'ordine del giorno 9/2523/3 con cui ha impegnato il Governo alla presentazione di un disegno di legge di complessivo riordino e riforma del settore energetico.

Tra gli aspetti salienti del disegno di legge emerge la previsione di norme volte alla promozione dell'incremento della quota obbligatoria dell'energia elettrica da fonti rinnovabili e all'utilizzo razionale dell'energia.

Per quanto riguarda la risorsa idroelettrica, che ha rappresentato in passato uno dei significativi fattori di sviluppo economico del Paese, essa è ancora, a tutt'oggi, la fonte energetica nazionale di maggior rilievo; tale risorsa contribuisce, infatti, alla copertura del fabbisogno elettrico nazionale per circa il 17%, a fronte di una produzione netta pari a 46.769 GWh nel 1998, di cui il 75% da impianti ENEL e il rimanente 25% da impianti di soggetti privati e aziende municipalizzate.

Malgrado le potenzialità di sfruttamento della risorsa idrica a fini di produzione elettrica, come di seguito meglio specificato, siano ormai prossime all'esaurimento, il carattere strategico di tale forma di produzione, e pertanto il ruolo da essa svolto nel quadro del soddisfacimento del fabbisogno elettrico nazionale, continuano ad essere rilevanti. In particolare, nel nuovo scenario venutosi a determinare con la creazione del mercato unico europeo dell'energia elettrica, gli impianti idroelettrici continuano a ricoprire una funzione insostituibile nel breve periodo, consentendo un'efficace e rapida rimodulazione della produzione, un'ottimizzazione della stessa in funzione dei diagrammi di carico della rete elettrica, nonché il soddisfacimento delle punte di richiesta.

Tutto ciò, grazie alle peculiarità degli impianti contraddistinti dalla rapidità di presa di carico, dalla possibilità di funzionare per brevi periodi (e più volte) nell'arco della stessa giornata, nonché dalla capacità di regolazione della tensione, della frequenza e delle potenze attive e reattive. Inoltre, la completa indipendenza del funzionamento di tali impianti da interventi esterni li rende insostituibili per quanto attiene alla "riaccensione della rete" nei casi di blackout. Al di là di tali caratteristiche della produzione, che potremmo definire "dinamiche", altro fondamentale requisito della fonte idroelettrica è rappresentato dal suo squisito carattere di rinnovabilità che, unitamente alla sua estraneità a qualsiasi emissione in atmosfera, fa della risorsa un elemento d'importanza strategica nel bilancio energetico del Paese.

2.3 Il Sistema energetico Ligure

Le linee guida della politica energetica della Regione Liguria sono contenute all'interno del Piano Energetico Ambientale della Regione Liguria, all'interno del quale viene descritta la situazione attuale e vengono delineati le strategie future e gli obiettivi da raggiungere. Il quadro attuale evidenzia un'offerta complessiva di energia primaria nel territorio ligure di circa 6000 ktep, a fronte di consumi pari a 3443 ktep, con un'esportazione in altre regioni di circa il 43% dell'energia prodotta. Dietro questo quadro apparentemente positivo si nasconde però il problema dell'inquinamento, la produzione di energia, infatti, "è responsabile della più ampia percentuale di emissioni di gas serra sul territorio regionale, pari al 58%". È stato quindi stabilito che il futuro assetto energetico della regione non possa prescindere da alcuni principi base:

- rispetto dell'ambiente;
- razionalizzazione delle attività più energivore;
- produzione di sistemi produttivi ambientalmente qualificati;
- innovazione nella produzione di energia.

Alla luce di tali elementi, che costituiscono gli assi portanti delle strategie della regione in campo energetico, la Regione Liguria intende raggiungere il riassetto energetico promuovendo **la progressiva costituzione di un sistema di produzione diffuso sul territorio e caratterizzato dalla presenza di impianti produttivi di piccola-media taglia ad alta efficienza e contenuto impatto ambientale**. Gli obiettivi che infatti la Regione intende perseguire nella sua politica energetica sono:

- aumento dell'efficienza energetica;
- stabilizzazioni delle emissioni climalteranti ai livelli dell'anno 1990;
- raggiungimento del 7% del fabbisogno energetico da fonti rinnovabili, a fronte di una produzione da fonte rinnovabile attuale pari a solo l'1,5% dell'intero quantitativo di energia consumata.

La Regione intende raggiungere tale obiettivo attraverso l'impiego delle risorse energetiche rinnovabili. Alla luce di questo "è intenzione della Regione Liguria operare per la massima snellezza e semplificazione delle procedure necessarie per l'insediamento di impianti che utilizzino energie rinnovabili." "Per quanto attiene al comparto dell'idroelettrico la Regione Liguria, pur presentando caratteristiche geo-morfologiche particolari, presenta un potenziale idroelettrico di rilievo. Il quadro della produzione idroelettrica in Liguria nel 1998 rivela la presenza sul territorio regionale di 35 impianti per una potenza installata complessiva teorica pari a 4600 GWh e una produzione reale pari a 250 GWh nell'annualità di riferimento. Sulla base della conoscenza dell'attuale situazione la Regione ha delineato la realizzazione di nuovi impianti sostenibili dal punto di vista economico e ambientale quale una delle linee di indirizzo su cui orientare e sviluppare le future azioni specifiche di intervento.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Al fine di descrivere le principali caratteristiche dell'impianto idroelettrico in progetto e gli interventi necessari per la sua realizzazione, nel presente paragrafo, si provvede ad analizzare le principali caratteristiche idrauliche del tratto di corso d'acqua interessato, prestando particolare attenzione alle opere presenti. Il tratto oggetto di indagine si colloca poco a monte dell'abitato di Vessalico (circa 200 m).

3.1 Descrizione dello stato di fatto

Dal punto di vista morfologico il tratto in esame risulta in una zona piuttosto "incassata" della valle. L'accesso alla zona è agevole. Spostandosi da valle verso monte, una volta attraversato l'abitato di Vessalico si svolta lungo la strada sterrata, in sponda sinistra del Torrente Arroscia. Proseguendo per circa 200 verso monte, lungo la strada sterrata, si può raggiungere agevolmente il sito ove è in progetto la costruzione dell'impianto; l'accesso avviene comodamente mediante autovettura.



Figura 1. Vista della traversa dall'arrivo della strada privata.

Come si evince dalla figura riportata la traversa è costruita in c.a. con uno spessore di circa 4 metri. A monte la sezione d'alveo si presenta più ampia, mentre nel tratto di valle il torrente si fa più inciso, stretto tra due sponde rocciose, che incanalano il corso d'acqua entro un alveo a sezione trapezia quasi regolare.

3.1.1 Le sponde

A monte della traversa le pendenze delle sponde sono piuttosto elevate; esse vanno da circa 30% a circa 70%; in particolare in sponda sinistra si registra una pendenza più elevata (massima di 71%) ed in sponda destra si hanno pendenze dell'ordine del 35%.

A monte della traversa, in sponda sinistra non sono presenti insediamenti abitativi, mentre in sponda destra sono presenti alcune abitazioni con ingresso dalla strada statale 453, queste sono però poste ad una quota molto superiore rispetto alla quota di sfioro della traversa (7-8metri di dislivello).

Analizzando nel dettaglio il tratto a valle della traversa si denota che la sponda sinistra, presenta un andamento regolare con ammassi rocciosi e pendenza media del 16%.

La parete destra è invece caratterizzata da pendenze molto superiori; in alcuni tratti si possono riscontrare quasi pareti verticali in roccia.



Figura 2. Sponda sinistra idrografica (verso valle)



Figura 3. Sponda destra idrografica (verso valle)



Figura 4. Sponda destra e sinistra idrografica (verso monte)

La suddetta zona centrale è caratterizzata da un "allargamento" in prossimità della traversa; zona ottimale per inserire tecnicamente ed ambientalmente il manufatto.

3.1.2 La traversa

La traversa esistente è costituita da una soglia in c.a. di larghezza di circa 4 m e lunghezza di quasi 45 m che si ancora tra le sponde in roccia naturale.



Figura 5. Traversa, vista da sponda sinistra.

Dal sopraluogo effettuato la soglia si presenta in buono stato di conservazione, non si riscontrano, infatti, cedimenti strutturali o segni di degrado dovuti all'erosione della corrente nel tempo. Non risultano pertanto necessari interventi di ripristino. Come si evince dalle figure riportate qui a seguito entrambe le spalle della traversa sono incastrate nella roccia che determina il tracciato planimetrico del Torrente Arroscia.

3.1.3 Le opere esistenti

Non si segnalano manufatti rilevanti in prossimità della traversa di derivazione, l'unico manufatto in alveo, posto a circa 200m a valle, è il ponte nel centro abitato di Vessalico.

3.2 Descrizione dell'intervento di progetto

L'impianto idroelettrico in progetto intende inserirsi nel contesto paesaggistico e di opere descritto nel paragrafo precedente minimizzando gli interventi, l'impatto visivo e le conseguenze dello stesso sul deflusso naturale del corso d'acqua. Particolare attenzione in fase di progettazione è stata, pertanto, posta nella scelta dell'ubicazione e del tipo di centrale e la collocazione più idonea per la scala di rimonta per l'ittiofauna.

La tipologia di centrale, infatti, è ad acqua fluente senza canale di derivazione, con presa e restituzione poste immediatamente a monte e a valle della traversa esistente, in modo tale da non alterare in alcun modo il regime idraulico del torrente Arroscia.

L'impianto utilizza un'opera di presa, collocata a monte della traversa esistente, caratterizzata da una quota sul coronamento di circa 172,72 m s.l.m. La centrale di produzione è posizionata in sponda sinistra idrografica, in aderenza alla traversa esistente, ed in posizione molto prossima al corso d'acqua. La restituzione delle acque utilizzate avviene per mezzo di un cono diffusore interrato posto al di sotto del locale di produzione.

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

- l'opera di presa;
- il canale di adduzione/dissabbiatore;
- la centrale idroelettrica (sala macchine e canale di scarico);
- la camera di comando/controllo;
- scala per la rimonta dell'ittiofauna.

3.2.1 Opera di presa

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

Il progetto della presa, basato su considerazioni geologiche, idrauliche, strutturali ed economiche richiede un'attenzione particolare per evitare problemi di manutenzione e d'esercizio, cui non è facile porre rimedio e che bisogna poi portarsi appresso per tutta la vita dell'impianto.

L'opera di presa risulta costituita da:

- ✓ bocche di presa per la derivazione dell'acqua;
- ✓ opere complementari alla presa.

Nel caso in esame l'opera di presa è costituita da un'unica apertura, apertura inclinata di circa 90° rispetto la soglia ed avente una lunghezza complessiva di 12m ed una profondità di circa 0,5 m sotto il

pelo acqua. Tale presa alimenta un canale di adduzione, realizzato a fianco della spalla sinistra su cui è ancorata la traversa.

Sul fronte della suddetta presa, al fine di minimizzare l'ingresso del materiale grossolano trasportato dall'acqua in arrivo, vengono collocate una serie di barre verticali ancorate al muretto di fondo che definisce l'imbocco della bocca di presa con passo 1,50 m.

L'acqua derivata, una volta transitata sulla bocca di presa, è destinata al canale dissabbiatore, il quale presenta un fondo inclinato al fine di consentire l'accumulo del materiale sedimentato al fondo del canale.

3.2.2 Canale di adduzione/ la vasca di dissabiatura

Il canale di adduzione comprende tutta la serie di opere aventi il preciso scopo di convogliare l'acqua derivata dall'opera di presa alla centrale idroelettrica con la minor perdita di carico possibile, compatibilmente con quelli che sono i vincoli ambientali, urbanistici, economici. In questo impianto il canale di adduzione ha anche la funzione di vasca di dissabbiatura.

Le perdite di carico lungo tutto il tracciato del canale si possono suddividere in localizzate, in corrispondenza dell'imbocco, dello sbocco, di curve a gomito, etc., e distribuite, che si sviluppano lungo tutta l'estensione del tratto considerato.

Le formule utilizzate per il calcolo di suddette perdite sono le seguenti:

perdite localizzate $J = k \frac{v^2}{2g}$ m.

perdite distribuite $J = \frac{v^2}{c^2 R^{43}}$ m.

dove:

k è un coefficiente variabile in funzione del tipo di perdita localizzata;

v è la velocità della corrente;

c è il coefficiente d'attrito di Gaukler-Strickler;

R è il raggio idraulico della sezione considerata.

Nell'intervento in progetto, per minimizzare l'impatto ambientale dell'opera, si è scelto di contenere il più possibile le dimensioni di tale canale. Il canale presenta una larghezza (esterna) di 5,00m ed una lunghezza massima di circa 15 metri.

Il termine del canale di adduzione è presidiato da una paratoia d'impianto che consente di arrestare la portata affluente alla turbina; a valle di tale paratoia è stato collocato uno sgrigliatore, con il compito di fermare il materiale in sospensione.

3.2.3 Centrale idroelettrica

La centrale, costituita da sala macchine e canale di restituzione, sarà realizzata in sponda sinistra del Torrente Arroscia, a valle dell'attuale traversa, mentre le apparecchiature di controllo e manovra verranno collocate a parte, a monte dell'esistente strada sterrata che si diparte dalla zona centrale e giunge ai pianori posizionati al di sopra della zona interessata dalla centrale. Il locale controllo macchine e cabina di trasformazione saranno posizionati in posizione rialzata e distaccata rispetto il torrente, in modo da evitare problemi e guasti nel caso in cui, nei fenomeni di piena, il livello si alzi al di sopra della sala macchine, che in casi eccezionali potrà essere sommersa senza danni.

La sala macchine, in cui trova alloggiamento la turbina (una con portata massima turbinata 4,65m^3/s), è a pianta rettangolare di dimensioni interne 4,00 x 5,50 m. A monte della camera di carico viene posizionato lo sgrigliatore, posto per ostacolare l'eventuale inserimento di materiale fine.

La perdita di carico attraverso la griglia è calcolata con la formula di Kirschmer, che è valida solo nel caso che la corrente sia perpendicolare alla griglia.

Le perdite sono:

$$\Delta h = k_2\left(\frac{s}{b}\right)^{43}\frac{v^2}{2g}sen\alpha$$

dove:

Δ h = perdita di carico in griglia misurata in metri di colonna d'acqua.

S = spazio tra le barre;

b = larghezza delle barre

v = velocità di ingresso, cioè a monte della griglia;

k_2 = coefficiente di forma delle barre, 1.79 per sezioni circolari.

Per una portata media di 1,59 m^3/s si ottiene quindi una perdita di carico nel caso di griglia libera di circa 0,020 m. Le perdite a griglia sporca sono di difficile valutazione; esistono dei coefficienti correttivi della perdita di carico che variano da 1,2 per griglie con apparecchi di pulizia automatici a 2-4 per griglie pulite a mano, si assume un fattore 2 di amplificazione del carico che porta il valore a griglia sporca, a circa 0,034 m. L'impianto non è presidiato, quindi sarà installato uno sgrigliatore automatico. Esso può essere progettato in modo da intervenire ad intervalli di tempo prestabiliti o quando si verifica a cavallo della griglia una perdita di carico superiore ad una soglia definita. In questo secondo caso un sensore misura la perdita attraverso la griglia; causato da un accumulo di materiale contro la griglia, interviene lo sgrigliatore automatico. La camera di scarico posta al di sotto del piano di appoggio delle turbine, presenta un abbassamento in corrispondenza della girante della turbina, necessario a creare un cuscino d'acqua per smorzare l'energia cinetica residua della vena liquida.

3.2.4 Camera di comando/controllo

La camera di manovra, che contiene gli organi di automazione, regolazione, di registrazione della misura di portata troverà ubicazione lungo la stradina sterrata che diparte dalla zona centrale e che porta ai pianori posizionati a maggior elevazione. Il posizionamento preciso è visibile dalle tavole grafiche allegate. La camera di manovra è a pianta rettangolare (dimensioni esterna 9,4 x 3,6 m ed altezza pari a 2,5 m), le pareti sono in calcestruzzo armato. Nella stessa camera si trova un quadro elettrico di controllo, comando e regolazione delle macchine presenti nella centrale.

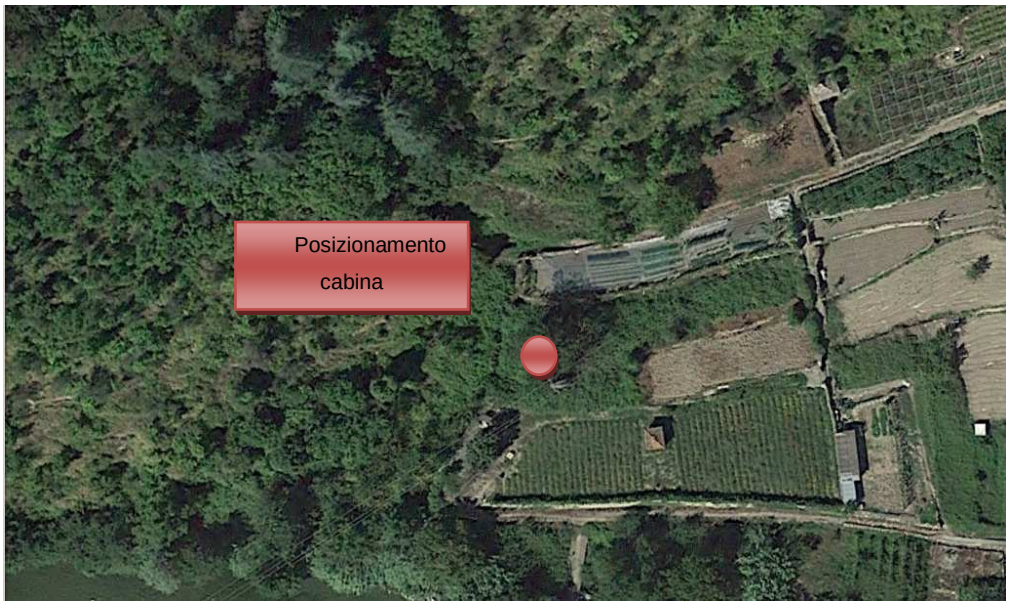


Figura 6. Zona cabina

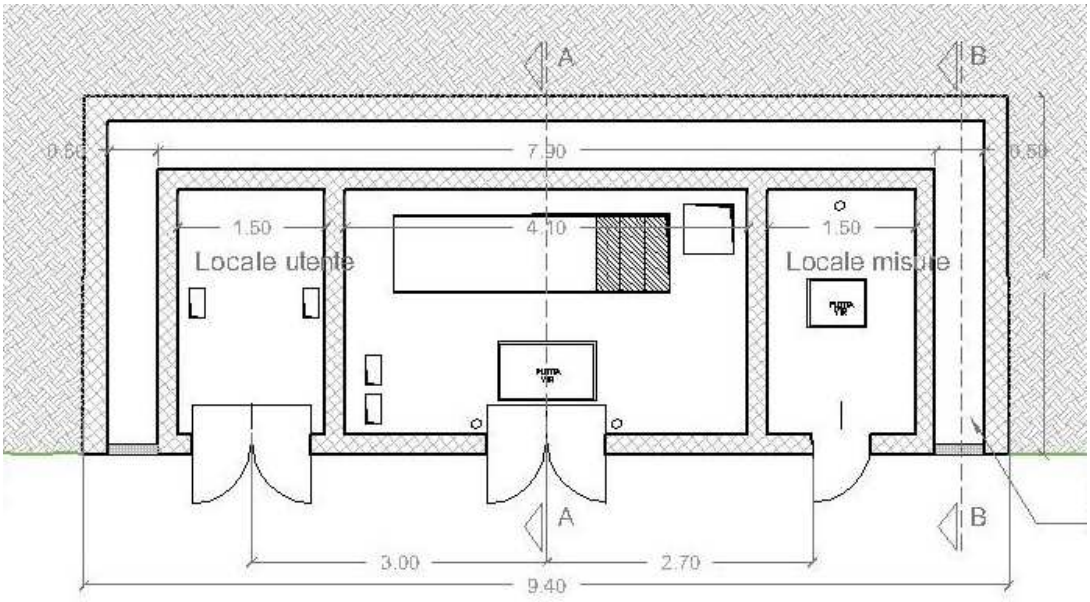


Figura 7. Locale di comando e controllo

3.2.5 Scala per la rimonta dell'ittiofauna

Lateralmente alla centrale in prossimità della sponda sinistra idrografica ed in aderenza alla traversa è prevista la realizzazione del passaggio per l'ittiofauna. Il progetto della presente struttura di risalita per l'ittiofauna risulta necessaria al fine di permettere all'ittiofauna e alle specie acquatiche abitanti il Torrente Arroscia di superare l'ostacolo creato dalla briglia esistente.

Dato il particolare contesto ambientale in cui si colloca l'intervento, si è scelta una soluzione progettuale che ben si inserisca in tale paesaggio, pertanto piuttosto che un passaggio per pesci "tecnico" si è preferito pensare un passaggio di concezione "naturalistica".

Scopo della scelta è ripristinare la continuità longitudinale del torrente, interrotta dalla briglia preesistente, con un'opera che riproponga, per quanto possibile, le caratteristiche dello stesso. Il modello in questione ha l'obiettivo primario di proporre un disegno che imiti la varietà strutturale delle rapide del fiume, restituendo la continuità tra monte e valle nella maniera più naturale possibile. La tipologia progettuale rientra nel gruppo delle Fish Ramp (passaggio a bacini successivi), sotto-tipologia "Rough-channel pool pass", di cui si riporta una figura esemplificativa.

Tale soluzione ricostituisce il tipico andamento geomorfologico riffle and pool, garantisce un adeguato tirante idrico e sviluppa una serie di microhabitat favorevoli alla fauna ittica che ha la possibilità di scegliere tane, vene d'acqua, cambiamenti di velocità, flussi favorevoli alla risalita.

Il corpo dell'opera sarà costituito a bacini successivi, completamente ricavato all'interno delle strutture rocciose che dipartono dalla traversa. I bacini saranno intervallati trasversalmente da soglie di pietrame. Si prevede di rivestire, esternamente la struttura, con materiale lapideo tale che possa rendere al minimo l'impatto sull'ambiente. Nel tratto finale un muro di partizione in pietrame servirà a contenere la portata defluente lungo la scala. A fianco della scala per la rimonta dell'ittiofauna si andrà a posizionare la rampa di risalita per le anguille, specie presente nell'alveo del torrente Arroscia.

La tipologia scelta per la costruzione della scala per anguille consiste in una rampa parallela alla scala per l'ittiofauna, essa avrà sezione rettangolare di circa 50 x 30 cm, l'interno della scala sarà rivestita in alluminio con degli elementi cilindrici a occupare trasversalmente la sezione e disposti in maniera da creare di percorsi ai quali possano aderire le "cieche". La portata defluente all'interno della rampa sarà tale da creare un tappeto con velocità ridotte, considerando un battente di 2 cm d'acqua.



Figura 8. Esempio di passaggio per pesci a bacini successivi sul Torrente Lima in località Cutigliano.

Il passaggio per pesci è quindi finalizzato alla mitigazione degli impatti ambientali, nel momento in cui lo stato naturale di un ecosistema fluviale viene alterato da manufatti che ne comportino una modifica dello stato originario. Tali dispositivi andrebbero previsti sin dalla fase di progettazione dei manufatti idraulici che determinano un ostacolo alla libera circolazione dell'ittiofauna, ma sicuramente il suo impiego è di notevole valenza ed importanza anche su manufatti esistenti, venendo così a costituire un rilevante intervento finalizzato alla riqualificazione degli ambienti fluviali e riparali.

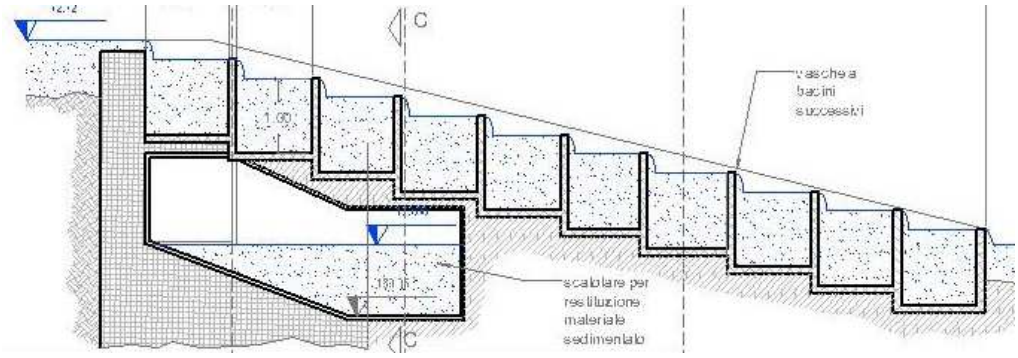


Figura 9. Sezione su scala di rimonta dei pesci a bacini successivi – schematizzazione delle vasche.

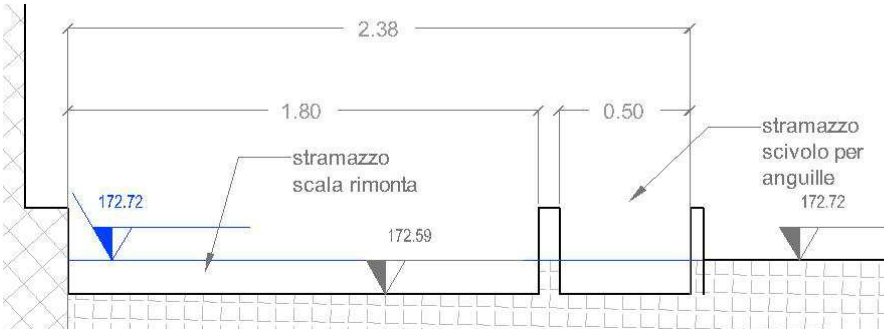


Figura 10. Fregi in traversa per consentire il deflusso della portata di alimentazione della scala di rimonta per l'ittiofauna e dello scivolo per le anguille.

4 QUADRO ENERGETICO DI PROGETTO

In questo capitolo si è provveduto alla stima dell'energia prodotta nell'arco di un anno calcolata sulla base di una disponibilità idrica corrispondente alla portata media turbinata. Il ricavo annuo pari a circa 65.420€, calcolato sotto tale ipotesi si basa su un prezzo dell'energia di circa 0,219 €/kWh relativo alla cessione all'ENEL per i primi 20 anni. Tali valori vanno presi come riferimento di calcolo, ma non assoluti, essendo in questi anni in atto il riassetto nazionale in campo energetico, non è possibile pertanto stabilire ad oggi quale sia il reale prezzo di mercato dell'energia ceduta ed immessa o acquistata dalla rete, e pertanto si ritiene corretto informare che i ricavi indicati sono a titolo puramente indicativo. Dai calcoli idraulici si stima una portata annua massima derivata di 4,65 m^3/s e media di 1,59 m^3/s ed un salto medio di circa 2,72 per una potenza legale media di circa 42,4kW, tenendo conto dei rendimenti del sistema si stima una potenza massima effettiva di circa 99,72 kW, una potenza media effettiva di circa 34,10 kW a cui corrisponde una produzione energetica effettiva di circa **298.724 kWh** medi annui. Si presume il funzionamento dell'impianto per un periodo minimo di trenta anni. Di seguito sono riassunti i principali parametri relativi alla configurazione prospettata.

Tabella 1: Portate turbinabili, potenze e produzioni stimate.

Giorni	***Q traversa***	***DMV***	***Q disp***	***Q der***	***Potenza***	***Energia***
[gg]	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	kW	KWh
10	15.150	0.180	14.970	4.650	***99.72***	***23933***
30	11.782	0.180	11.602	4.650	***99.72***	***47866***
60	6.653	0.180	6.473	4.650	***99.72***	***71799***
91	2.828	0.180	2.648	2.648	***56.78***	***58219***
135	1.386	0.180	1.206	1.206	***25.87***	***43638***
182	1.261	0.180	1.081	1.081	***23.19***	***27668***
274	0.568	0.180	0.388	0.000	***0.00***	***25602***
335	0.250	0.180	0.070	0.000	***0.00***	***0***
			Media	***1.59***	***34.10***	
			Totale			***298724***

Q max derivabile		4.65	*m³/s*
Q min derivabile		0.93	*m³/s*
Salto medio		2.72	*m*
Rendimento	turbina	0.9	
	generatore	0.95	
	trasformatore	0.94	
	generale	**0.80**	
Giorni fermo macchina	10	giorni/anno	
Giorni attività macchina	355	giorni/anno	

5 VALUTAZIONE DEI COSTI

In seguito si è andati a determinare una stima dei costi per la realizzazione dell'impianto.

I costi che si dovranno sostenere per la messa in funzione della centrale idroelettrica possono essere suddivisi nelle seguenti voci:

- macchina idrauliche (turbine);
- impianti elettrici;
- impianti elettromeccanici (sgrigliatore, paratoie ecc...);
- opere civili (locale centrale).

Le suddette voci vengono espresse con le seguenti spese:

Tabella 2 : Stima dei costi di realizzazione dell'impianto.

SINTESI DEI COSTI IMPIANTO DI DERIVAZIONE IDROELETTRICA Comune di Vessalico (IM)	
LAVORI	***€***
MACCHINE IDRAULICHE (turbina)	150'000.00
IMPIANTI ELETTRICI	45'000.00
IMPIANTI ELETTROMECCANICI (sgrigliatore, paratoie, ecc..)	25'000.00
OPERE CIVILI (locale centrale)	70'000.00
IMPORTO LAVORI	*290'000.00*
	€
TOTALE	***290'000.00***

Al termine dell'attività produttiva, stimata in un arco di tempo pari a 30 anni, è ipotizzabile che si proceda alla demolizione della centrale e alla risistemazione dei luoghi interessati dall'intervento.

Si precisa che al temine dell'attività si procederà alla demolizione della struttura, alla movimentazione degli inerti e alla loro localizzazione nella discarica più vicina al sito. In seguito si effettueranno degli interventi di ingegneria naturalistica, come piantumazione di specie autoctone, riprofilatura della scarpata ecc... per la "riqualificazione" del sito.

Si stima una spesa di circa 13'000.00 € per compiere queste procedure.

Si precisa che la committenza si renderà disponibile alle richieste da parte dell'ente Regionale, Provinciale e Comunale per la gestione del sito e della sua riqualificazione.

6 DESCRIZIONE DEL CANTIERE

I lavori eseguiti sono prevalentemente di disgaggio della sponda sinistra, di taglio di rocce per l'inserimento delle opere e la sistemazione ed il ripristino a verde delle aree scavate. Le opere edili sono limitate all'opera di presa ed al fabbricato centrale. Vengono inoltre eseguiti i lavori di pulizia e sistemazione delle strade di accesso alla centrale, alla presa ed al locale comando/automazione, vengono altresì eseguite le opere di recinzione per la messa in sicurezza del cantiere e dell'impianto stesso. Il cantiere sarà organizzato in un cantiere fisso localizzato in sponda sinistra, in corrispondenza dell'area principale di intervento. La morfologia del territorio e la viabilità presente rendono l'ingresso al cantiere molto agevole, facilmente accessibile dalla strada esistente.

6.1 Allaccio alla rete ENEL

Il punto di allaccio alla rete elettrica probabilmente risulterà posto nelle immediate vicinanze del locale di controllo ed automazione; è infatti presente una linea MT a pochi metri dal locale in progetto.

Il punto di connessione preciso verrà identificato in modo dettagliato all'atto della richiesta preventivo per la connessione ad ENEL.

6.2 Movimenti terra

Come si evince dalle descrizioni del progetto nei paragrafi precedenti i movimenti terra risultano essere estremamente ridotti. La movimentazione di materiale si rende necessaria, infatti, unicamente per la realizzazione dell'opera di presa, mentre la costruzione della centrale comporta principalmente la demolizione della roccia e dei massi.

Suddividendo le lavorazioni di movimento terra in tre macro-aree si possono conteggiare i seguenti volumi:

- 95m^3 presa e canale di adduzione
- 63m^3 fregio in traversa
- 123m^3 demolizione roccia per realizzazione di locale macchina

Complessivamente andranno rimossi 281 m^3 di materiale per la realizzazione dell'impianto.

7 CONCLUSIONI

La realizzazione delle opere in progetto è motivato da finalità che si possono solo indirettamente considerare come strettamente ambientali, in quanto la politica di riferimento dell'intervento, come già precisato, è la politica dell'energia pulita.

A tale riguardo, l'energia prodotta dalla centralina in progetto di studio ed immessa in rete contribuirebbe positivamente ad incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili. La realizzazione della centrale è, quindi, sicuramente in linea con le aspettative della programmazione pubblica Provinciale e Regionale in materia di energia.

La quantità di acqua derivata, tra l'altro, come descritto nel dettaglio nella *relazione idrologica* risulta perfettamente compatibile con il regime ideologico e idraulico del torrente stesso.

Per ultimo, ma non per questo di minore importanza, vi sono gli aspetti economici, con il contributo di energia da fonte rinnovabile al sistema energetico della provincia di Imperia.

L'esiguità delle opere edili e il loro buon inserimento ambientale nel contesto esistente, fanno inoltre sì che l'impianto in questione abbia un impatto ambientale pressoché nullo.

A tal riguardo si sottolinea inoltre l'estrema attenzione che è stata posta in fase di progettazione alla conservazione e al ripristino delle opere esistenti.