

<p>Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883</p>		
<p>Titolo del progetto/Projektittel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"</p>		

1. PREMESSA

All'interno dello scenario della ricerca di fonti energetiche alternative, la risorsa idroelettrica rappresenta un caso emblematico, in quanto pur senza ricorrere ad una fonte energetica o ad una tecnologia del tutto nuova, gli impianti idroelettrici (in particolare quelli di modesta potenza, i cosiddetti micro-hydro) possono contribuire allo sviluppo sostenibile del territorio in cui sono inseriti.

Nello specifico, una soluzione innovativa rispetto agli utilizzi tradizionali è costituita dall'installazione di micro-centraline idroelettriche lungo le reti acquedottistiche che si sviluppano coprendo dislivelli di una certa entità, trasformando l'energia potenziale della risorsa idrica in energia elettrica e restituendo in seguito l'acqua alla rete di distribuzione. In tal modo si viene a produrre una cosiddetta "energia pulita", evitando emissioni di sostanze inquinanti nell'ambiente, con rendimenti paragonabili agli impianti tradizionali e con un impatto ambientale minimo.

Nel complesso, si può ragionevolmente affermare che l'idroelettrico di piccola scala, se ben proporzionato e ubicato, risulta economicamente competitivo rispetto alle altre fonti energetiche rinnovabili e sovente anche rispetto alle fonti tradizionali, una volta considerati gli effettivi costi globali unitari.

La valutazione del potenziale idroelettrico di una rete acquedottistica è frutto di un'attenta analisi della morfologia dei luoghi, dello stato esistente delle infrastrutture presenti sul territorio e delle caratteristiche quantitative della risorsa idrica disponibile. Pertanto l'analisi deve essere condotta in due fasi successive: ad un livello di macro-scala devono essere individuate le configurazioni aventi caratteristiche idonee ad un utilizzo vantaggioso in termini di producibilità (quantità e presenza della risorsa idrica, dislivello opera di presa/fondovalle), cui segue una valutazione puntuale di fattibilità tecnico-economica, sulla base delle considerazioni svolte in fase di sopralluogo.

<p>Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883</p>		
<p>Titolo del progetto/Projektittel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"</p>		

Nel presente studio viene fornito un quadro organico sulla fattibilità dell'installazione di centraline idroelettriche lungo gli impianti acquedottistici presenti all'interno del territorio di competenza della Comunità Montana, fornendo una metodologia di analisi valida per valutazioni future.

In particolare, sono state condotte analisi di fattibilità tecnico-economica su 8 impianti ritenuti particolarmente significativi, verificando le informazioni in possesso mediante il confronto con le informazioni reperite presso gli enti comunali in fase di sopralluogo.

2. LA SOLUZIONE IPOTIZZATA

La centrale idroelettrica trasforma l'energia idraulica di un corso d'acqua, in energia elettrica. Per derivazioni lungo corsi d'acqua lo schema funzionale comprende l'opera di sbarramento, che crea un invaso dove viene tenuto un livello pressoché costante dell'acqua. Attraverso condotte forzate, l'acqua viene convogliata nelle turbine che collegate ad un alternatore trasformano in energia elettrica l'energia meccanica (potenziale) ricevuta dalla turbina. Normalmente sono quindi necessarie un certo numero di opere di ingegneria civile per poter realizzare questo tipo di impianti.

Nel caso degli acquedotti potabili è già disponibile un sistema di condotte forzate atte alla distribuzione della risorsa idrica alle utenze. Normalmente in questi casi l'acqua a destinazione potabile arriva all'utenza con una pressione eccessiva e, per essere utilizzata preservando il sistema delle condutture, gran parte della sua energia idraulica deve essere addirittura dissipata mediante delle valvole di riduzione della pressione



Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR)

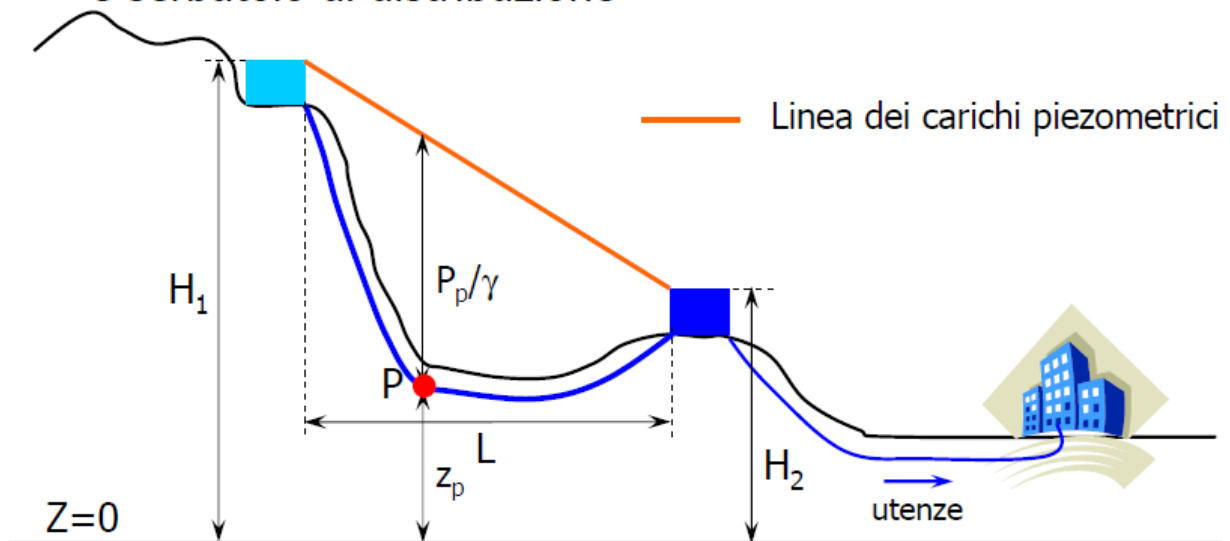
Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013

ID progetto/project n. 4883

Titolo del progetto/Projektittel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"

SOVRAPRESSIONI NELLA CONDOTTA

Caso di acquedotto montano: forte dislivello tra presa e serbatoio di distribuzione



Nel punto P il carico piezometrico h_p è dato da:

$$h_p = z_p + p_p/\gamma \quad \text{con} \quad p_p/\gamma \gg z_p$$



Pressione molto elevata nella condotta



Problemi di resistenza dei materiali e di perdite idriche



Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR)

Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013

ID progetto/project n. 4883

Titolo del progetto/Projektittel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"

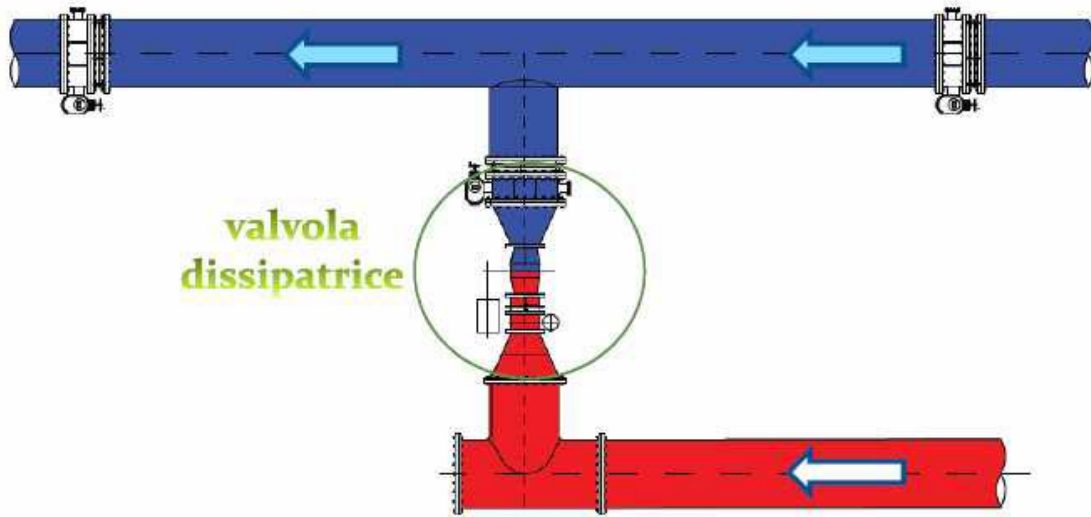


Fig.1 - Valvola riduzione pressione su acquedotto (Fonte: Tamanini)



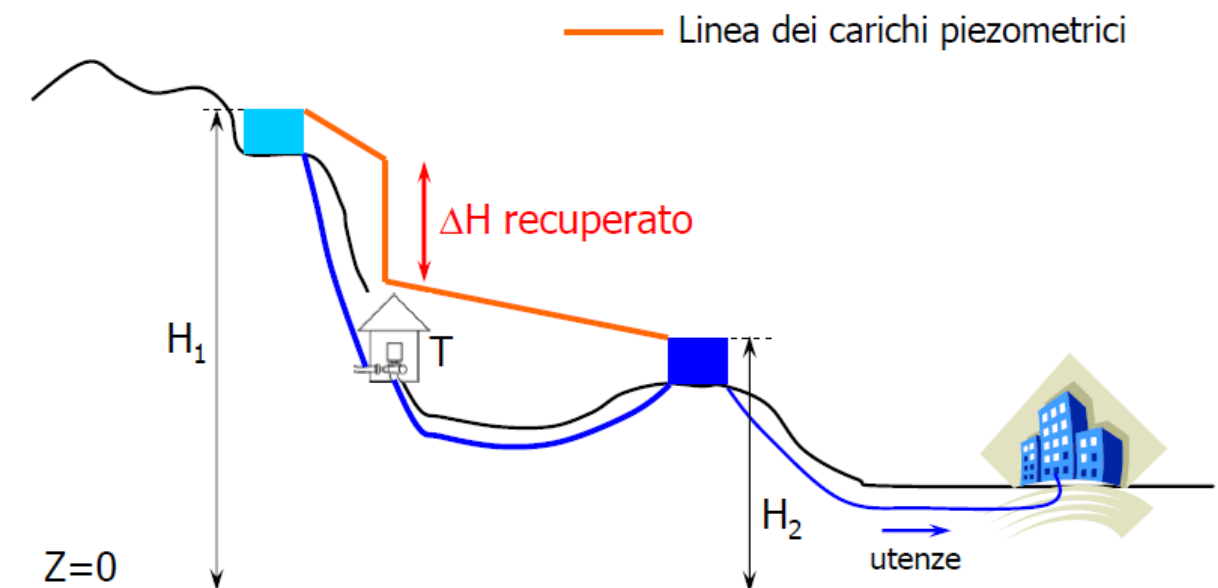
Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR)

Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013

ID progetto/project n. 4883

Titolo del progetto/Projektitel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"

UNA POSSIBILE SOLUZIONE: LA TURBINA



La turbina idraulica T recupera l'energia di pressione da cedere per trasformarla in corrente elettrica

Si ha contemporaneamente:

- RIDUZIONE DEI CARICHI PIEZOMETRICI
- PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA "PULITA"

L'energia residua e quella dissipata, anziché essere sprecate, possono essere trasformate in energia elettrica, inserendo nella condotta una turbina idraulica con generatore elettrico.

		
<p>Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883 Titolo del progetto/Projektittel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"</p>		

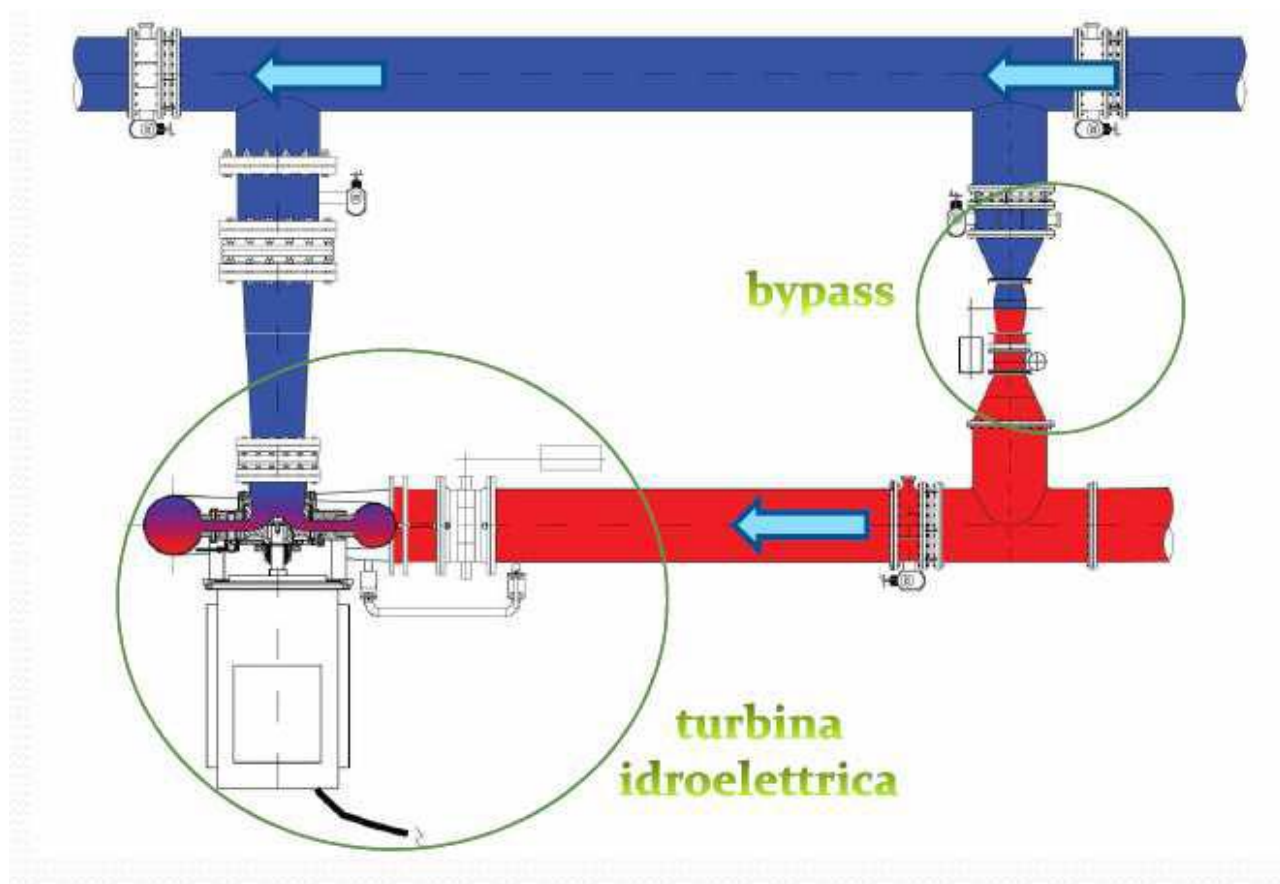


Fig. 2 - Schema di applicazione di turbina su acquedotto (Fonte: Tamanini)

Una realizzazione di questo tipo offre quindi il vantaggio che l'impianto a divenire è parzialmente già costruito: l'opera di presa, la condotta ecc. solitamente sono già stati realizzati permettendo così un notevole risparmio di costi e d'impatto ambientale.

Un impianto idroelettrico posto su un acquedotto potabile ha bisogno di alcuni accorgimenti rispetto ad un impianto normale ad acqua fluente in quanto deve permettere l'utilizzo dell'acqua a scopo potabile in tutte le circostanze.

<p>Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883</p>		
<p>Titolo del progetto/Projektitel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"</p>		

1. In questi casi l'impianto è dotato di un by-pass che consente l'erogazione dell'acqua anche quando l'afflusso alla turbina viene interrotto per manutenzione o riparazione della stessa. Nello stesso circuito di by-pass viene inserito un dissipatore di energia per consentire l'afflusso sotto pressione senza svuotare completamente la condotta.
2. Le turbine per applicazioni su acquedotto sono realizzate in acciaio inox e qualificate e certificate per usi potabili senza alcun rischio di contaminare l'acqua.
3. La durata di impianti di questo tipo raggiunge anche i 50 -60 anni. La meccanica delle turbine impiegate è infatti oramai consolidata da decenni e l'intero impianto, semplice nella sua costituzione richiede solo modeste manutenzioni programmate. Inoltre, l'uso di acque pulite che non richiedono sistemi di filtraggio, fa sì che la meccanica della turbina sia preservata da usure.
4. Gli investimenti risultano contenuti rispetto ai sistemi ordinari poiché buona parte delle opere impiantistiche sono già realizzate e disponibili. Pertanto i tempi di rientro del capitale investito sono piuttosto bassi (anche 5 - 6 anni a seconda della tipologia di impianto).

3. DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA ADOTTATA

Le attività in cui è stato articolato lo studio rispecchiano il graduale passaggio da un'analisi su macro-scala ad una valutazione via via più puntuale su piccola scala, secondo il seguente prospetto:

FASE 1 Esame banche dati disponibili

FASE 2 Individuazione degli impianti potenzialmente utilizzabili (valutazione puntuale) su base cartografica CTP alla scala 1:25.000 in base alla portata e al salto disponibili

FASE 3 Verifica di fattibilità tecnico-economica sulla base di valutazioni puntuali condotte mediante sopralluogo



Le fonti di dati cui si è fatto riferimento sono costituite dalle planimetrie delle reti acquedottistiche consegnateci sia in forma cartacea che informatica dai gestori HydroGea S.p.A. e Sistema Ambiente S.r.l. Sono stati individuati a livello di macro-scala 8 impianti potenzialmente vantaggiosi in termini di portata e salto disponibili e su di essi sono state condotte analisi di fattibilità tecnico-economica.

L'individuazione dei potenziali impianti è stata condotta su base topografica CTR alla scala 1:25.000, su cui sono stati sovrapposti i tematismi utili relativi alla rete acquedottistica.

L'analisi è stata focalizzata quindi sulle sorgenti caratterizzate da portate superiori a 10 l/s, in quanto per portate inferiori non sarebbero comunque garantite potenze nominali superiori a 10 kW. La razionalizzazione del numero di sorgenti censite ha consentito di restringere il campo di studio a 3 affioramenti, cui sono stati associati dei valori di salto disponibile in relazione alla morfologia del territorio e alla configurazione della rete acquedottistica esistente.

L'individuazione degli impianti di approvvigionamento idrico idonei all'utilizzo per scopi idroelettrici rappresenta il risultato di un'attenta analisi di tutti i fattori che ne determinano la fattibilità, sia dal punto di vista tecnico-realizzativo sia sotto l'aspetto economico.

In particolare, la valutazione delle potenzialità di un salto idraulico a scopo idroelettrico non può prescindere dall'esame delle caratteristiche tipologiche delle condotte di adduzione (presenza o meno di camere di rottura, materiali, diametri, vetustà ecc..) che possono condizionare significativamente la fattibilità economica dell'utilizzo idroelettrico per l'elevato costo dell'investimento da sostenere per il loro adeguamento e/o sostituzione.

È stata condotta un'analisi a grande scala sulla potenzialità di utilizzazione idroelettrica degli impianti, adottando come discriminanti due parametri di semplice determinazione:

potenza nominale	$P_n = \gamma Q H$
producibilità	$E = 9,81 \eta Q H T$

<p>Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883</p>		
<p>Titolo del progetto/Projektitel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"</p>		

Per valutare la potenza nominale è necessario conoscere la portata media derivabile “Q” espressa in l/s, e il salto disponibile lordo “H” espresso come dislivello in m tra la quota di monte di inizio condotta in pressione e quella di valle all’imbocco della turbina.

Per la determinazione del salto utile netto occorre prendere in considerazione le perdite di carico distribuite Δy della condotta (e qualora possibile di quelle concentrate):

$$\Delta y = \beta Q^2 D_i^{-5} L$$

dove β rappresenta il coefficiente di scabrezza della tubazione, D_i ed L rispettivamente il diametro interno e la lunghezza della tubazione. Le perdite di carico dovrebbero essere valutate tenendo conto della condizione di utilizzo delle tubazioni, considerando un valore medio tra tubi nuovi e tubi usati. In tal modo il salto netto utile risulta essere pari a:

$$H_{\text{netto}} = H - \Delta y$$

Nella fase preliminare dello studio è stata identificata una prima classe di impianti, caratterizzati da una potenza nominale inferiore a 10 kW, cui sono associate caratteristiche costruttive del macchinario di produzione particolari e semplificate rispetto a quelli aventi potenze più elevate.

Va comunque ricordato che per valutare la producibilità media annua, oltre ai suddetti parametri, occorre approfondire gli aspetti legati al rendimento complessivo (elettromeccanico e idraulico) caratteristico della turbina e del generatore da installare. La durata annua “T” dell’utilizzazione (espressa in ore annue di funzionamento dell’impianto) completa il quadro dei dati caratteristici necessari per un dimensionamento preliminare.

Sono stati così individuati 5 siti aventi una certa predisposizione all’utilizzo idroelettrico della risorsa idropotabile, identificando ciascuno di essi con un codice univoco.

Da una prima analisi del database è risultato che gli acquedotti montani presenti sul territorio della Provincia di Pordenone, così come attualmente strutturati, appaiono in gran parte (se non quasi tutti) sprovvisti di condotte di adduzione in pressione senza pozzetti di rottura. Pertanto, le condotte forzate dei potenziali impianti idroelettrici sono da considerarsi come opere da

		
Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883 Titolo del progetto/Projektittel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"		

realizzarsi “ex novo”, il cui tracciato è stato scelto in via preliminare coincidente con quello delle condotte di adduzione esistenti.

Nel complesso sono stati individuati 8 impianti acquedottistici potenzialmente utilizzabili a fini idroelettrici, rispondenti ai requisiti richiesti in termini di potenza nominale, ovvero maggiore di 5 kW, a seguito dell’analisi puntuale di tutte le sorgenti. Nella Tabella sono riportati tutti i dati caratteristici degli 8 impianti.

HYDROGEA: ACQUEDOTTO DELL’ARZINO

LOCALITA’	PORTATA (l/s)	PREVALENZA (m)	POTENZA (kW)
CASIACCO	150	10	13,24
FORGARIA	12,5	75	8,94
TRAVESIO	11,7	75	7,75
SEQUALS	12,5	75	8,28
ARBA	12	84	8,89
VIVARO	12,4	75	8,21

SISTEMA AMBIENTE: ACQUEDOTTI COMUNALI DI FANNA E MEDUNO

LOCALITA’	PORTATA (l/s)	PREVALENZA (m)	POTENZA (kW)
RIO DEL FERRO	21	54	10,01
RUSPERT	12	95	10,06

Considerate 8500 ore di funzionamento medio delle turbine l’energia prodotta in un anno può considerarsi pari a 641495 kWh.

Dall’allegata analisi degli investimenti risulta evidente la convenienza di realizzare tali piccoli impianti, maggiormente se si tiene conto che le prevalenze considerate sono molto cautelative, soprattutto per la condotta adduttrice principale dell’acquedotto dell’Arzino.

<p>Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883</p>		
<p>Titolo del progetto/Projektitel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"</p>		

4. IPOTESI DI SVILUPPO PER IL PROSIEGUO DELLE ATTIVITÀ CONOSCITIVE

In relazione agli esiti conseguiti dallo studio, e soprattutto alle criticità riscontrate sull'affidabilità

delle informazioni censite sino ad oggi sulle caratteristiche delle esistenti opere, si segnalano nel seguito alcune spunti per possibili sviluppi e approfondimenti.

Si potrebbe procedere ad un aggiornamento dell'esistente catasto degli acquedotti, particolarmente

orientato a indagare lo stato di consistenza delle opere già censite e a individuare quelle non ancora censite ma da ritenersi potenzialmente utilizzabili a fini idroelettrici.

Potrebbe essere avviata una campagna di monitoraggio delle sorgenti, sia per verificare i valori di portata media attualmente posti alla base del presente studio e la loro variabilità nel corso dell'anno, sia soprattutto per individuare proposte impiantistiche che razionalizzino l'utilizzo attuale delle risorse, riducendo altresì le perdite e gli sfiori che spesso, per la tipologia costruttiva e funzionale delle opere, rappresentano un contributo significativo; detta azione risulterebbe più efficace se condotta congiuntamente ai gestori delle reti acquedottistiche.

La realizzazione degli impianti potenziali individuati nel presente studio e quelli che pur non censiti possono presentare caratteristiche idonee alla destinazione idroelettrica, andrebbe certamente

indagata in dettaglio in occasione dei piani di rinnovo e potenziamento delle reti.

Il coordinamento tra gli indirizzi di pianificazione energetica ed i piani di rinnovo e potenziamento degli acquedotti elaborati dai gestori può contribuire a ottimizzare la sinergia nella programmazione degli interventi. L'attivazione delle semplificazioni amministrative proposte contribuirebbe a ridurre i tempi necessari per l'ottenimento della concessione idroelettrica e delle autorizzazioni alla realizzazione delle opere.

<p>Progetto co-finanziato dall'Unione Europea – Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR) Programma Interreg IV° Italia – Austria 2007 – 2013 ID progetto/project n. 4883</p>		
<p>Titolo del progetto/Projektittel "Autonomia energetica da fonti rinnovabili"/"Selbstversorgung mit erneuerbaren Energien"</p>		

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In definitiva, lo studio ha evidenziato la fattibilità dell'uso plurimo di molta della risorsa idropotabile presente in Provincia di Pordenone, permettendo di individuare complessivamente 8 impianti tecnicamente realizzabili, per un valore potenziale totale di producibilità media annua pari a circa 0,6 GWh, producibilità che potrebbe essere totalmente destinata al soddisfacimento del fabbisogno locale in ambito montano.

Maggiore efficacia nella pianificazione degli interventi può certamente essere conseguita coordinando i piani di rinnovo e potenziamento delle esistenti reti acquedottistiche da parte dei gestori con gli indirizzi programmatici della Provincia in materia di recupero energetico da salti montani per l'utilizzo idroelettrico. Analogo approccio potrebbe risultare utile nell'ambito della realizzazione delle linee elettriche che in alcuni casi rappresentano un limite per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta.