

# POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile



Tesi di laurea

## POTENZIAMENTO ACQUEDOTTISTICO DI UN COMUNE MONTANO CON PREDISPOSIZIONE A FUTURO UTILIZZO PLURIMO A SCOPO IDROELETTRICO

Relatori:

Prof. Davide POGGI

Ing. Cristiano CAVALLO

Corelatore:

Ing. Elena MENARDI

Candidato:

Matteo BRAGARDO

Anno Accademico 2020/2021

## SOMMARIO

<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>1. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>6</b>
1.1 LEGGE 5 GENNAIO 1994 N. 36 .....	6
1.2 REGOLAMENTO REGIONALE 17 LUGLIO 2007 N. 8/R .....	8
1.3 REGOLAMENTO REGIONALE 29 LUGLIO 2003 N. 10/R .....	8
1.4 DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 12 DICEMBRE 1985 .....	10
1.5 DECRETO MINISTERIALE 06 APRILE 2014 N.174 .....	11
1.6 DECRETO MINISTERIALE 04 LUGLIO 2019 .....	11
<b>2. CASO STUDIO, POTENZIAMENTO ACQUEDOTTISTICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 ANALISI DOCUMENTALE E RICOSTRUZIONE DELLO STATO DI FATTO .....	15
2.1.1 <i>Stato di fatto</i> .....	16
2.1.1.1 Captazione sorgente Carbonella e condotta di adduzione al serbatoio del Frais ....	16
2.1.1.2 Captazione delle sorgenti Orsiera e adduzione al serbatoio del Concentrico.....	18
2.1.1.3 Caratteristiche impianto idroelettrico esistente .....	22
2.1.2 <i>Analisi delle criticità</i> .....	24
2.1.3 <i>Quadro vincolistico</i> .....	26
2.2 ANALISI IDROLOGICA DELLA RISORSA DISPONIBILE.....	30
2.2.1 <i>Dati forniti dagli enti coinvolti</i> .....	30
2.2.2 <i>Dati da concessione</i> .....	31
2.2.3 <i>Dati da documentazione progettuale</i> .....	31
2.2.4 <i>Dati di monitoraggio delle portate</i> .....	32
2.3 DEFINIZIONE PARAMETRI DI PROGETTO .....	35
2.3.1 <i>Dotazione</i> .....	35
2.3.2 <i>Fabbisogno idropotabile</i> .....	36
2.4 OPERE IN PROGETTO E DIMENSIONAMENTO.....	38
2.4.1 <i>Connessione Carbonella-Orsiera</i> .....	41

2.4.1.1	Opere accessorie .....	44
2.4.2	<i>Dimensionamento nuovo serbatoio Orsiera</i> .....	45
2.4.2.1	Volume di compenso .....	45
2.4.2.2	Volume di riserva .....	48
2.4.2.3	Volume antincendio .....	48
2.4.2.4	Serbatoio in progetto .....	49
2.4.2.5	Opere accessorie .....	51
2.4.3	<i>Connessione Orsiera-Concentrico</i> .....	52
2.4.3.1	Dimensionamento acquedottistico .....	52
2.4.3.2	Dimensionamento idroelettrico .....	54
2.4.3.3	Opere d'arte .....	60
2.4.4	<i>Rete antincendio</i> .....	67
<b>3.</b>	<b>UTILIZZO PLURIMO AI FINI IDROELETTRICI</b> .....	<b>68</b>
3.1	ESEMPI ESISTENTI IN VALLE .....	69
3.1.1	<i>Impianto idroelettrico Catubè – Exilles</i> .....	70
3.1.2	<i>Acquedotto di valle</i> .....	73
<b>4.</b>	<b>CASO STUDIO: APPLICAZIONE USO PLURIMO</b> .....	<b>75</b>
4.1	VALUTAZIONE POTENZA INSTALLABILE E PRODUCIBILITÀ .....	75
4.2	POSSIBILITÀ DI ACCEDERE A TARIFFE INCENTIVATE .....	78
4.3	VALUTAZIONE ECONOMICA DELL'INVESTIMENTO .....	81
4.3.1	<i>Definizione ricavi annui</i> .....	81
4.3.2	<i>Definizione costo di realizzazione e costi di gestione</i> .....	81
4.3.3	<i>Flussi di cassa e attualizzazione</i> .....	82
4.3.4	<i>Payback period</i> .....	84
4.3.5	<i>Valore attuale netto</i> .....	84
4.3.6	<i>Rapporto costo beneficio</i> .....	85
4.3.7	<i>Tasso interno di rendimento</i> .....	85
	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>87</b>

<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....</b>	<b>89</b>
<b>RINGRAZIAMENTI .....</b>	<b>91</b>
<b>ALLEGATO 1 .....</b>	<b>92</b>
<b>ALLEGATO 2 .....</b>	<b>93</b>
<b>ALLEGATO 3 .....</b>	<b>94</b>
<b>ALLEGATO 4 .....</b>	<b>95</b>
<b>ALLEGATO 5 .....</b>	<b>96</b>

## PREMESSA

Il progetto di tesi nasce dalla collaborazione con lo studio di progettazione Gruppo Ingegneria Torino (GIT), incaricato della progettazione delle opere finalizzate al potenziamento e all'ammodernamento della rete acquedottistica a servizio del territorio comunale di Chiomonte, il quale ospiterà l'unico cantiere italiano per la realizzazione del tunnel di base connesso alla Nuova Linea Torino Lione (NLTL).

L'amministrazione comunale prevede un incremento del numero di abitanti fino a 590 unità<sup>[1]</sup>, dovuto all'arrivo di maestranze per la realizzazione delle opere connesse alla NLTL e relative famiglie. Tale incremento di popolazione necessita di un adeguamento dell'attuale rete acquedottistica, la quale presenta criticità alle quali il progetto ha posto rimedio.

Nell'ambito di questo progetto di tesi, sono stati innanzitutto analizzati gli aspetti normativi relativi all'utilizzo della risorsa idrica. Particolare attenzione è stata dedicata alla definizione dello stato attuale della rete esistente, al dimensionamento ed alla definizione delle criticità delle relative opere. Infine, sulla base dell'atteso aumento di popolazione e del conseguente fabbisogno idropotabile da soddisfare, è stato eseguito il dimensionamento delle opere finalizzate al potenziamento e ammodernamento dell'attuale rete acquedottistica.

Sono stati messi in evidenza gli interventi necessari (e il relativo costo) per predisporre tale impianto idropotabile, rendendo possibile una futura integrazione con un uso plurimo a scopo idroelettrico. Data la conformazione del territorio montano e le caratteristiche della rete di adduzione in progetto, nell'ambito del presente studio è stata valutata la possibilità di integrare il sistema acquedottistico con una turbina per la produzione di energia idroelettrica, con relativa analisi economica e confronto con altre realtà esistenti in valle.

L'utilizzo plurimo delle risorse idriche consente di soddisfare le esigenze idropotabili connesse ad una specifica realtà, ma anche di produrre energia elettrica in modo ecosostenibile, senza modificare le proprietà dell'acqua destinata all'utilizzo umano. Il principale vantaggio è rappresentato dalla possibilità di asservire a più scopi l'acqua derivata/captata, limitando così gli impatti sull'ecosistema e sull'ambiente in generale. Inoltre, la possibilità di implementare questo tipo di impianti su reti esistenti, consente di ridurre notevolmente i costi di realizzazione rispetto agli impianti realizzati al solo scopo idroelettrico. Per i piccoli comuni montani, l'energia prodotta costituisce una fonte di reddito non trascurabile che, in alternativa, può essere sfruttata per

l'illuminazione pubblica e l'alimentazione di impianti comunali (es. scuole, biblioteche, palazzetti sportivi e impianti di risalita dei comprensori sciistici).

Questo tipo di impianti rientra nei programmi di decarbonizzazione europei e nazionali, è quindi di particolare interesse la valutazione della possibilità di accedere a tariffe incentivate per la produzione elettrica.

## 1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel seguente capitolo si riportano e commentano estratti di normativa di particolare interesse nell'ambito dell'utilizzo della risorsa idrica ai fini idropotabili ed idroelettrici.

### 1.1 LEGGE 5 GENNAIO 1994 N. 36

La legge 5 Gennaio 1994 n. 36 *“Disposizioni in materia di risorse idriche”*<sup>[2]</sup> determina i principi generali di utilizzo e i metodi di gestione delle acque pubbliche che possono essere riassunti nei seguenti punti:

- Tutela e uso delle risorse idriche: tutte le acque superficiali e sotterranee sono pubbliche e costituiscono una risorsa da salvaguardare ed utilizzare secondo criteri di solidarietà. Qualsiasi uso delle acque è effettuato salvaguardando le aspettative ed i diritti delle generazioni future. Gli usi delle acque sono indirizzati al risparmio e al rinnovo delle risorse.
- Usi delle acque: l'uso dell'acqua per il consumo umano è prioritario rispetto agli altri usi del medesimo corpo idrico. Gli altri usi sono ammessi quando la risorsa è sufficiente e a condizione che non ledano la qualità dell'acqua per il consumo umano.
- Bilancio idrico: l'Autorità di bacino competente definisce ed aggiorna periodicamente il bilancio idrico diretto ad assicurare l'equilibrio fra le disponibilità di risorse reperibili o attivabili nell'area di riferimento ed i fabbisogni per i diversi usi. Nei bacini idrografici caratterizzati da consistenti prelievi o da trasferimenti le derivazioni sono regolate in modo da garantire il livello di deflusso necessario alla vita ecosistemi interessati.
- Ruolo dello Stato: che con l'emanazione di leggi determina e disciplina:
  1. Il censimento delle risorse idriche con il fine di disciplinare l'economia idrica e proteggere le acque dall'inquinamento;
  2. Le metodologie generali per la razionale utilizzazione delle risorse idriche e la programmazione degli usi plurimi delle risorse idriche;
  3. I criteri e gli indirizzi per la programmazione dei trasferimenti di acqua per il consumo umano;
  4. Le metodologie ed i criteri generali per la revisione e l'aggiornamento del piano regolatore generale degli acquedotti;

5. Le direttive ed i parametri tecnici per la individuazione delle aree a rischio di crisi idrica con finalità di prevenzione delle emergenze idriche;
  6. I criteri per la gestione del servizio idrico integrato, costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue;
  7. I livelli minimi dei servizi che devono essere garantiti in ciascun ambito territoriale ottimale, nonché i criteri e gli indirizzi per la gestione dei servizi di approvvigionamento, di captazione e di accumulo per usi diversi da quello potabile;
  8. Meccanismi di conguaglio a livello di bacino ai fini del riequilibrio tariffario.
- Risparmio idrico: il risparmio della risorsa idrica è conseguito mediante il risanamento e il graduale ripristino delle reti esistenti che evidenziano rilevanti perdite; l'installazione di reti duali nei nuovi insediamenti abitativi, commerciali e produttivi; l'installazione di sistemi di monitoraggio dei consumi delle utenze; la diffusione dei metodi e delle apparecchiature per il risparmio.
  - Riutilizzo delle acque reflue: sono adottate norme tecniche riguardanti: le tipologie di uso dell'acqua per le quali è ammesso il reimpiego di acque reflue; le tipologie delle acque reflue suscettibili di riutilizzo; gli standard di qualità e di consumo; i requisiti tecnologici relativi ai trattamenti di depurazione da adottare; le modalità di impiego di acque reflue depurate; le modalità per la realizzazione, la conduzione e l'adeguamento di impianti di depurazione e di reti di distribuzione di acque reflue.
  - Formazione e organizzazione del sistema idrico integrato per l'organizzazione del territorio, la disciplina della gestione e la determinazione delle tariffe base per la gestione della risorsa e per i servizi di fognatura e depurazione.
  - Costituzione del comitato per la vigilanza sull'uso delle risorse idriche; dell'osservatorio dei servizi idrici con funzione di raccolta dati ed elaborazione ai fini statistici.
  - Disciplina delle acque nelle aree protette.
  - Usi produttivi delle risorse idriche tra cui: irrigui e di bonifica; agricoli; industriale; idroelettrico.
-

## 1.2 REGOLAMENTO REGIONALE 17 LUGLIO 2007 N. 8/R

Il Regolamento Regionale 17 Luglio 2007, n. 8/R *“Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale”*<sup>[3]</sup> nasce con l’obiettivo di garantire la tutela della vita acquatica compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica. Il deflusso minimo vitale (DMV) è la portata minima che deve essere presente in alveo a valle di un’opera di presa al fine di mantenere in vita gli ecosistemi fluviali esistenti.

Con riferimento al caso studio, risulta di particolare interesse l’articolo 8 del decreto, che disciplina il rilascio del DMV in un quantitativo pari a:

- Un terzo della portata istantanea nel caso di sorgenti caratterizzate da una portata media annua inferiore o uguale a 10 litri al secondo.
- Al 10% della portata istantanea nel caso di sorgenti caratterizzate da una portata media annua superiore a 10 litri al secondo e comunque in misura non inferiore a 3 litri al secondo.

Sempre con riferimento al caso studio, il comma 4 dell’articolo 9, concernente le deroghe al rilascio del DMV, decreta la deroga al rilascio del DMV nel caso di derivazioni atte a soddisfare le esigenze idropotabili, *“qualora non siano disponibili fonti alternative o il reperimento delle stesse non sia sostenibile dal punto di vista tecnico o economico”*.

## 1.3 REGOLAMENTO REGIONALE 29 LUGLIO 2003 N. 10/R

Il Regolamento Regionale 29 Luglio 2003, n. 10/R *“Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge regionale 29 Dicembre 2000, n. 61)”*<sup>[4]</sup> norma i procedimenti per il rilascio delle concessioni di derivazione di acqua pubblica. Vengono regolamentati molteplici utilizzi tra cui quello idropotabile ed energetico. Il processo di richiesta e ottenimento della concessione prevede il seguente iter:

- Avvio del procedimento e istruttoria, in questa fase viene presentata la domanda di concessione, corredata dal progetto. La presentazione può essere effettuata da una o più persone fisiche o da persone giuridiche di natura pubblica o privata.
- L’ufficio che ritira la domanda verifica la presenza di tutta la documentazione necessaria, nel caso in cui vi siano degli ammanchi vengono concessi tra i dieci e i sessanta giorni per fornire la documentazione di integrazione.
- Esame preliminare della domanda da parte dell’autorità di bacino che ha quaranta giorni di tempo per esprimere il proprio parere. In caso di esito

favorevole viene richiesto il versamento di una somma relativa alle spese di istruttoria al richiedente.

- Avvio del procedimento e pubblicazione della domanda sul bollettino ufficiale della regione e negli albi pretori degli uffici interessati, trasmissione della domanda e del progetto della derivazione a regione e enti competenti per l'eventuale parere.
- Visita locale di istruttoria dei rappresentanti delle amministrazioni cui compete il rilascio di autorizzazioni e di chiunque vi abbia interesse.
- Redazione relazione finale di istruttoria che conclude la fase di istruttoria e contiene i pareri necessari.
- La concessione viene rilasciata considerando le esigenze del richiedente e la disponibilità della risorsa, la conservazione dell'habitat nel corso d'acqua e la quantità e qualità delle acque rilasciate, il riutilizzo di opere esistenti, la capacità di ricarica degli acquiferi.
- In caso di più domande concorrenti si privilegia l'uso umano, in caso di stesso utilizzo si preferisce il progetto che ha la maggiore restituzione d'acqua e le migliori specifiche tecnico-economiche.
- Terminata la fase di istruttoria e l'esame della domanda viene richiesto al richiedente il versamento delle spese e della cauzione, contestualmente viene firmato il disciplinare di concessione. Il disciplinare è parte integrante del provvedimento di concessione e contiene le condizioni di concessione tra cui: la tipologia della derivazione e funzionamento, codice identificativo della captazione, portata massima e media derivabile, periodo di esercizio della derivazione, rilascio del DMV e di portate utilizzabili da terzi, salti utili e canoni in caso di utilizzo energetico, eventuali strumenti di misura o regolazione, importo dei canoni e sovra canoni e durata della concessione.
- Il procedimento termina con la comunicazione al concessionario e con il rilascio della "targa" delle opere di captazione, viene aggiornato il catasto delle derivazioni idriche.

Le concessioni sono sempre temporanee e hanno una durata compresa tra i quindici e i quarant'anni a seconda dell'uso della risorsa, un anno prima della scadenza può essere richiesto il rinnovo della concessione mediante apposita procedura.

Il capitolo quarto del regolamento regionale disciplina l'utilizzo plurimo delle acque, la concessione viene rilasciata a seguito del parere favorevole delle autorità competente,

previa presentazione della domanda e del relativo progetto delle opere, condizione vincolante per l'ottenimento della concessione ad utilizzo plurimo è che la qualità delle acque rilasciate sia compatibile con i successivi utilizzi.

#### **1.4 DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 12 DICEMBRE 1985**

Questo decreto<sup>[5]</sup> definisce le norme tecniche relative alle tubazioni, al capitolo primo vengono descritti i criteri generali di:

- Progetto, che prevede la conoscenza delle caratteristiche dei fluidi da trasportare, la caratterizzazione dei terreni su cui si opera, l'esame degli schemi idraulici realizzabili e la conoscenza dell'assetto vincolistico ed ambientale.
- Costruzione, con osservazione delle prescrizioni rivolte al trasporto, accatastamento e posa delle tubazioni, verifica delle condizioni geologiche e ambientali per garantire la durabilità dell'opera nel tempo.
- Collaudo, eseguibile sia in corso d'opera che a termine lavori, volto ad accertare il corretto funzionamento, la sicurezza dell'opera e la conformità dei lavori eseguiti con quanto previsto in progetto.

Il secondo capitolo definisce i criteri di progettazione per garantire la sicurezza e l'affidabilità delle tubazioni. È richiesto uno studio dettagliato di:

- Interazione tubi - fluido trasportato, al fine di tutelare le caratteristiche chimico fisiche del fluido da un lato e l'idoneità delle tubazioni e la loro durabilità dall'altro.
- Interazione tubazione - terreno di posa, con caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni di posa per determinare la stabilità nel tempo e l'eventuale presenza di terreni aggressivi per le tubazioni in progetto.
- Studio idraulico per il dimensionamento delle condotte, è necessario valutare tutte le condizioni idrauliche, sia in fase di posa che di esercizio.
- Verifiche di sicurezza da effettuare per le condizioni più gravose riscontrabili durante la vita utile dell'opera, dovranno essere considerate le azioni statiche, dinamiche e transitorie.

Al capitolo terzo vengono illustrate le disposizioni costruttive a partire dal trasporto e stoccaggio dei tubi in cantiere fino alla messa in opera con le relative prove strutturali e idrauliche.

Infine al capitolo quarto vengono stabilite le prescrizioni per le operazioni di collaudo; in particolare, per le condotte in pressione vengono eseguite prove di tenuta secondo quanto previsto dal capitolato speciale d'appalto, in ogni caso la pressione di collaudo ( $P_c$ ) non può essere inferiore a  $P_c=1,5*P_e$  dove  $P_e$  è la pressione di esercizio. Le operazioni possono essere ordinate e supervisionate dal direttore dei

lavori, il quale provvederà a trasmettere i risultati al collaudatore per l'accettazione, quest'ultimo può inoltre richiedere la ripetizione delle prove.

### **1.5 DECRETO MINISTERIALE 06 APRILE 2014 N.174**

Il regolamento<sup>[6]</sup> norma i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

Questi devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque potabili normate dal Decreto Legislativo 02 febbraio 2001 n.31, in particolare non devono alterare l'acqua con cui entrano in contatto, sia conferendole un carattere nocivo per la salute che modificandone sfavorevolmente le caratteristiche chimiche, fisiche e organolettiche.

La normativa fornisce i valori limite di impurezze ammesse nei materiali metallici, plastici e a base di leganti idraulici, affinché questi possano essere impiegati a contatto diretto con l'acqua.

In caso di impiego di materiali non contemplati dalla normativa è necessaria l'autorizzazione dal ministero della salute, previa valutazione igienico-sanitaria eseguita da un ente riconosciuto dallo Stato.

### **1.6 DECRETO MINISTERIALE 04 LUGLIO 2019**

Al fine di promuovere la diffusione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di piccola, media e grande taglia sono state previste misure di sostegno economico, in particolare il D.M.04/07/2019<sup>[7]</sup> prevede tariffe incentivate per l'energia prodotta.

Gli impianti che possono beneficiare degli incentivi previsti dal Decreto vengono suddivisi in 4 gruppi:

- Gruppo A: comprende gli impianti eolici e fotovoltaici.
- Gruppo A2: dedicato agli impianti fotovoltaici installati su coperture da cui è stato rimosso l'eternit o amianto.
- Gruppo B: comprende gli impianti idroelettrici o a gas derivante da processi di depurazione.
- Gruppo C: per impianti eolici, idroelettrici e a gas da processi di depurazione oggetto di rifacimento parziale o totale.

Il caso studio preso in esame in seguito rientra nel gruppo C, infatti, nonostante la previsione di sostituire il gruppo generatore, nel complesso il nuovo impianto sostituirebbe quello esistente, sfruttando alcune delle opere già realizzate (strutture di captazione delle sorgenti) e prevedendo per le altre (condotte di adduzione, vasca di

carico) un potenziamento/ammodernamento. Per poter accedere ai meccanismi di incentivazione la normativa impone di soddisfare alcuni requisiti di tipo generale o specifico, nel caso di impianti idroelettrici sono:

- L'ottenimento dei titoli abilitativi alla costruzione e all'esercizio degli impianti.
- Possesso di regolare concessione di derivazione e conformità di questa con le linee guida per le valutazioni ambientali.
- Gli impianti idroelettrici di potenza inferiore a 250 kW devono rientrare in una delle seguenti casistiche:
  - a) Devono essere realizzati su canali artificiali o condotte esistenti, senza incremento di portata derivata e del periodo in cui ha luogo il prelievo;
  - b) Utilizzano acque di restituzioni o di scarico di utenze esistenti senza modificare il punto di restituzione o di scarico;
  - c) Utilizzano salti su briglie o traverse esistenti senza sottensione di alveo naturale o sottrazione di risorsa;
  - d) Utilizzano parte del rilascio del deflusso minimo vitale al netto della quota destinata alla scala di risalita, senza sottensione di alveo naturale

Gli impianti che rispettano i requisiti imposti dal decreto possono accedere agli incentivi con due modalità differenti, in funzione del gruppo di appartenenza e della potenza dell'impianto. Gli incentivi disponibili sono stati suddivisi in sette procedure distribuite su un arco temporale compreso tra il 30 settembre 2019 e il 30 ottobre 2021.

Gli impianti rientrati in posizione utile nel rispettivo contingente possono accedere agli incentivi dopo essere entrati in esercizio e aver presentato domanda di accesso al GSE.

- Iscrizione ai registri: gli impianti di potenza compresa tra 1 kW e 1 MW che appartengono ai gruppi A, A2, B e C vengono iscritti ai registri. Il numero di impianti che possono accedere al meccanismo di incentivazione è dettato dal contingente di potenza disponibile, il criterio di selezione è basato su specifici criteri di priorità.

**Tabella 1 - Contingente di potenza disponibile per iscrizione ai registri. (fonte D.M.04/07/2019)**

N. procedura	Gruppo A [MW]	Gruppo A-2 [MW]	Gruppo B [MW]	Gruppo C [MW]
1	45	100	10	10
2	45	100	10	10
3	100	100	10	10
4	100	100	10	10
5	120	100	10	20
6	120	100	10	20
7	240	200	20	40
<b>Totale</b>	<b>770</b>	<b>800</b>	<b>80</b>	<b>120</b>

- Procedure d'asta: gli impianti di potenza superiore a 1 MW che appartengono ai gruppi A, B e C devono partecipare ad una procedura d'asta, gli incentivi vengono assegnati con il criterio del maggior ribasso offerto sul prezzo incentivato. Il numero di impianti che possono accedere al meccanismo di incentivazione è dettato dal contingente di potenza disponibile.

**Tabella 2 - Contingente di potenza disponibile per procedure d'asta. (fonte D.M.04/07/2019)**

N. procedura	Gruppo A [MW]	Gruppo B [MW]	Gruppo C [MW]
1	500	5	60
2	500	5	60
3	700	10	60
4	700	15	60
5	700	15	80
6	800	20	100
7	1600	40	200
<b>Totale</b>	<b>5500</b>	<b>110</b>	<b>620</b>

Gli incentivi riconosciuti vengono calcolati sulla base della tariffa spettante, che viene determinata partendo dalla tariffa di riferimento riportata nell'allegato 1 del decreto (Tabella 3), ridotta degli eventuali ribassi effettuati in fase di iscrizione ai registri o all'asta per beneficiare dei relativi criteri di priorità, ed ulteriormente ridotta secondo quanto previsto dal decreto.

Il periodo per cui è possibile godere delle tariffe incentivate viene denominato "vita utile dell'impianto" ed è compreso tra i 20 e i 30 anni, in funzione della tipologia di impianto realizzato, a partire dalla data di messa in esercizio commerciale dell'impianto. Gli impianti idroelettrici installati su acquedotto ricadono nella categoria degli impianti ad

acqua fluente. La retribuzione viene calcolata in relazione all'energia immessa in rete, tuttavia sono previsti premi sulla quota di produzione consumata in sito.

*Tabella 3 - Vita utile e tariffe incentivanti. (fonte D.M. 04/07/2019)*

Fonte rinnovabile	Tipologia	Potenza	VITA UTILE degli IMPIANTI	TARIFFA
		kW	anni	€/MWh
Eolica	On-shore	1<P≤100	20	150
		100<P<1000	20	90
		P≥1000	20	70
Idraulica	ad acqua fluente (compresi gli impianti in acquedotto)	1<P≤400	20	155
		400<P<1000	25	110
		P≥1000	30	80
	a bacino o a serbatoio	1<P<1000	25	90
		P≥1000	30	80
Gas residuati dai processi di depurazione		1<P≤100	20	110
		100<P<1000	20	100
		P≥1000	20	80
Solare fotovoltaico		20<P≤100	20	105
		100<P<1000	20	90
		P≥1000	20	70

## 2. CASO STUDIO, POTENZIAMENTO ACQUEDOTTISTICO

In questo progetto di tesi si riassume l'iter progettuale seguito in studio, si fanno considerazioni sugli eventuali accorgimenti da prendere per agevolare la futura integrazione di un sistema di produzione idroelettrico.

L'attuale rete idropotabile a servizio del comune di Chiomonte presenta diverse criticità, necessitando pertanto di un intervento di manutenzione straordinario. Tra queste merita citare la vetustà della condotta, con perdite di risorsa; inoltre, i manufatti di captazione presentano una situazione generale di ammaloramento, con ferri di armatura scoperti, corrosi e privi di copriferro. Inoltre, i manufatti di captazione esistenti non sono dotati di alimentazione elettrica, situazione che preclude non solo la possibilità di fruire dell'illuminazione interna alle opere ma soprattutto la possibilità di dotare tali manufatti di adeguata strumentazione di monitoraggio, trasmissione dati o regolazione di portata.

Unitamente alle criticità sopra esposte, occorre evidenziare che è atteso un incremento della popolazione locale in ragione dell'aumento di lavoratori presso il cantiere NLTL (Nuova Linea Torino Lione).

Per risolvere quanto sopra, l'amministrazione del comune di Chiomonte ha richiesto la progettazione di un potenziamento della rete idropotabile locale da condurre con scelte tecniche che non precludano, ma altresì favoriscano, un possibile futuro utilizzo plurimo della risorsa idrica tramite lo sfruttamento dell'intero salto geodetico presente dalle sorgenti fino al capoluogo Chiomonte, salto pari a circa 700 metri.

### 2.1 ANALISI DOCUMENTALE E RICOSTRUZIONE DELLO STATO DI FATTO

Nel corso degli anni l'acquedotto comunale ha subito diverse modifiche e integrazioni per sopperire alle variazioni di domanda, all'impoverimento delle sorgenti sfruttate e all'inquinamento delle stesse. Lo schema delle opere esistenti è stato determinato a seguito dell'analisi documentale eseguita presso l'archivio storico comunale e l'archivio della Comunità Alta Valle di Susa.

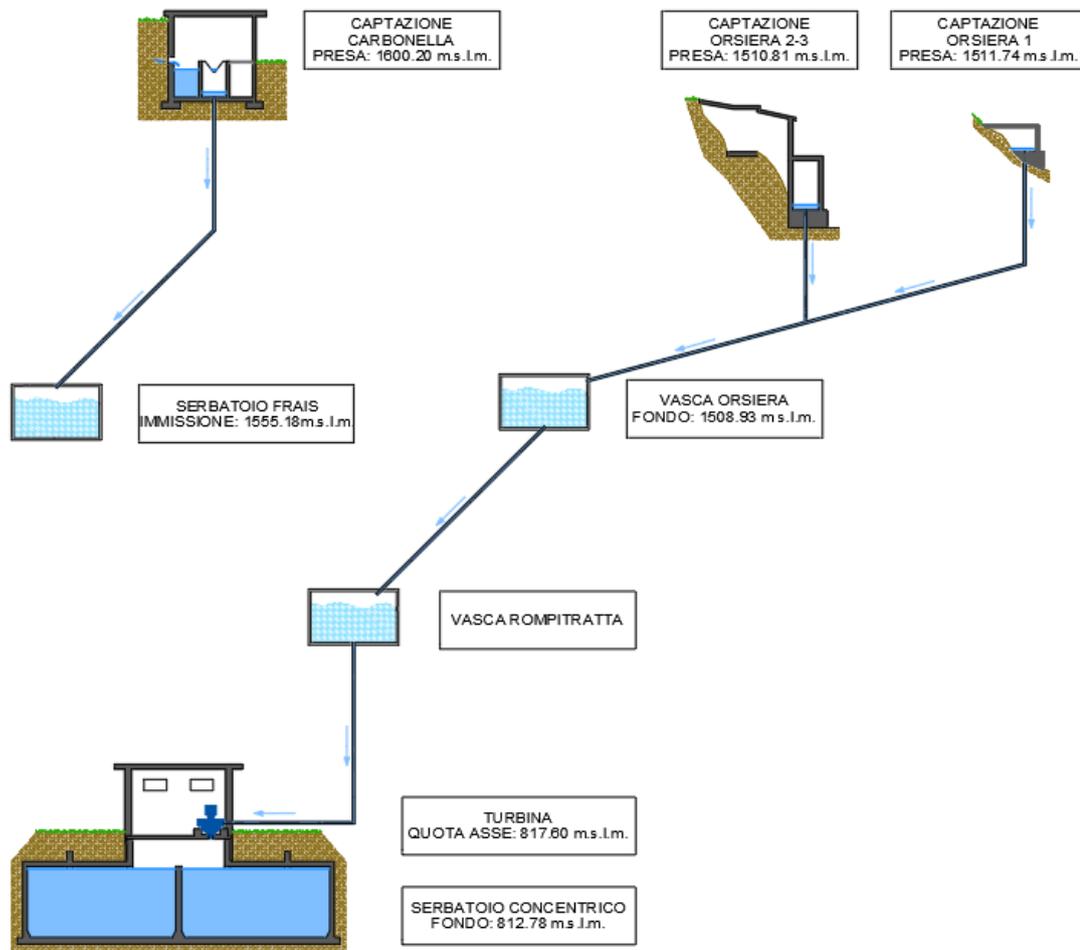


Figura 1 - Schema idraulico stato di fatto.

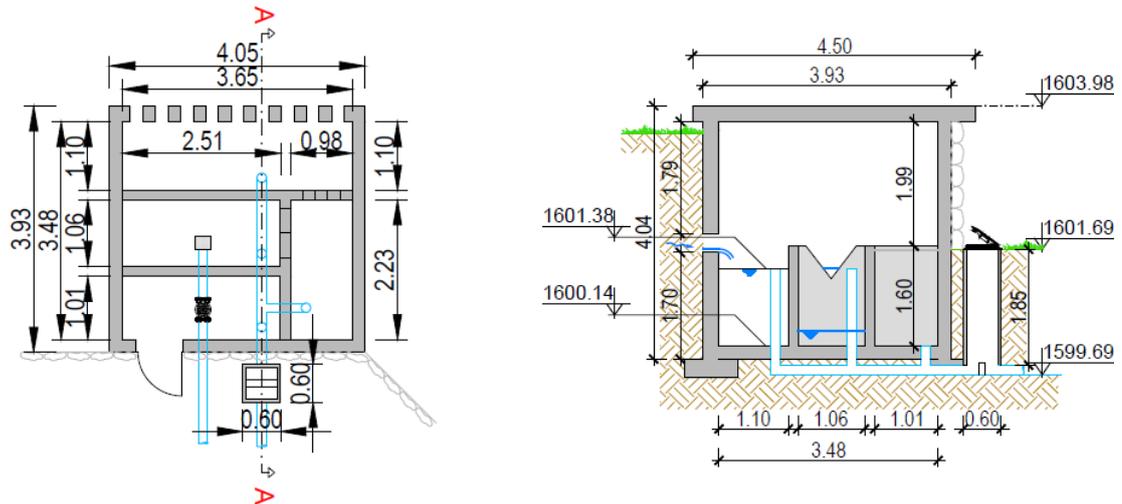
### 2.1.1 Stato di fatto

Il Comune di Chiomonte utilizza, per il soddisfacimento delle proprie esigenze idropotabili, le acque di numerose sorgenti, tra cui quelle denominate Orsiera e Carbonella oggetto del presente studio, vengono forniti ulteriori dati, analisi ed approfondimenti indispensabili per contestualizzare lo stato di fatto, al fine di agevolare la comprensione dell'intero sistema ci si può riferire allo schema idraulico in Figura 1, alla planimetria delle opere esistenti in Figura 6 e alle restituzioni dei rilievi effettuati in Allegato 1.

#### 2.1.1.1 Captazione sorgente Carbonella e condotta di adduzione al serbatoio del Frais

Nell'anno 2003 è stato realizzato un intervento di potenziamento acquedottistico e ristrutturazione della rete acquedottistica per la frazione Frais<sup>[11]</sup>, a causa dell'insufficiente alimentazione della stessa nel periodo di massima presenza turistica e del potenziale inquinamento di alcune fonti di approvvigionamento. L'intervento

prevedeva la captazione di una sorgente denominata Carbonella, a quota 1600 m s.l.m. circa, e la posa della relativa condotta di adduzione fino al serbatoio di compenso esistente in prossimità dell'abitato del Frais a quota 1550 m s.l.m. L'opera di presa è costituita da un manufatto in cemento armato, dotato delle opportune apparecchiature e collegato ad un cunicolo filtrante per la captazione di vene emergenti.



*Figura 2 - Sorgente Carbonella, rilievo stato di fatto.*

L'acqua derivata dalla captazione viene trasferita in un bacino di calma per consentire la sedimentazione di eventuali materiali sospesi, successivamente viene trasferita attraverso stramazzo a bocca triangolare verso la camera di carico della tubazione. La condotta di adduzione porta l'acqua da quota 1616 m s.l.m. alla "Vasca Frais" a quota 1580 m s.l.m. La captazione è inoltre dotata di scarico "troppo pieno" per il rilascio di eventuali volumi eccedenti le capacità di prelievo.



*Figura 3 - Captazione Carbonella.*

La condotta è costituita da una tubazione interrata in acciaio da 150mm, lungo il tragitto la tubazione si presenta interamente interrata ed ubicata al di sotto di strade sterrate di collegamento tra gli alpeggi (carrabili in estate e parzialmente carrabili in inverno). L'intero tracciato risulta in pressione, ma, a causa della scarsa pendenza iniziale e dei numerosi saliscendi, la condotta non è auto-innescante.

#### 2.1.1.2 Captazione delle sorgenti Orsiera e adduzione al serbatoio del Concentrico

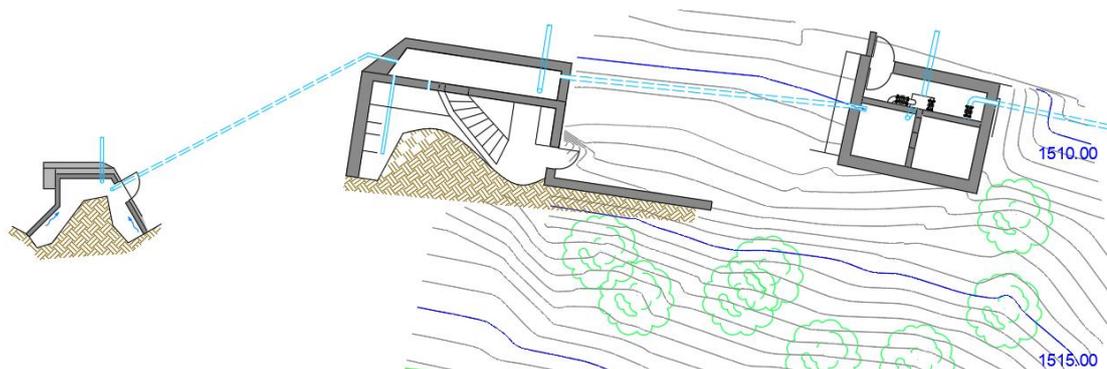
Il progetto originale risalente al 1957 prevedeva la captazione di sorgenti in bassa e alta quota ed il convogliamento delle acque in un serbatoio di riserva. In una prima fase vennero captate le sole sorgenti di bassa quota, per motivi pratici ed economici. A seguito di un impoverimento delle sorgenti di bassa quota e ad un aumento del fabbisogno idrico legato allo sviluppo demografico e turistico fu necessario un primo potenziamento acquedottistico; a tal fine vennero realizzate le opere acquedottistiche alimentate dalle sorgenti Orsiera. Dai monitoraggi e progetti del 1974<sup>[10]</sup> si deduce che l'opera è stata progettata assumendo una portata di progetto per condotta pari a 20 l/s ed una portata di magra derivabile dalla sorgente Orsiera pari a 18,35 l/s. Nel 1975 iniziarono i lavori per la captazione della sorgente Orsiera e la realizzazione della condotta di adduzione. In quota furono realizzate due camere di presa direttamente

incuneate nella roccia, a pochi metri di distanza l'una dall'altra, per intercettare i due rami affioranti della sorgente.



*Figura 4 - Opere di captazione dell'Orsiera, in primo piano derivazione sorgente 1, a sinistra derivazione sorgenti 2 e 3.*

L'acqua delle 2 captazioni viene collettata in una terza vasca dotata di bacino di calma per la sedimentazione di eventuali materiali sospesi e, successivamente, trasferita attraverso stramazzo rettangolare verso la camera di carico della tubazione che, da quota 1511,6 m s.l.m., porta l'acqua alla vasca del Concentrico a quota 816 m s.l.m. Entrambe le captazioni sono dotate di scarico "troppo pieno" per il rilascio di eventuali volumi eccedenti le capacità di prelievo.



*Figura 5 - Opere di captazione Orsiera.*

La condotta è costituita da una tubazione interrata in acciaio da 125 mm ricoperta di guaina bituminosa con uno sviluppo complessivo di circa 2985 m, il tracciato viene interrotto dopo circa 1279m dalla vasca rompitratta Piè du Peon, questa fu realizzata con l'obiettivo di abbattere le pressioni in condotta generate nei primi 400 m di salto.

Lungo il tragitto la tubazione si presenta dapprima molto superficiale con alcune porzioni affioranti, procedendo con scarsa pendenza raggiunge una zona di cresta dopo alcune centinaia di metri, dopodiché la tubazione si approfondisce lungo la massima pendenza, e con numerosi cambi di direzione raggiunge la vasca rompitratta a quota di circa 1115 m s.l.m in località Grange Burin. A valle della vasca rompitratta la condotta risulta interrata fuoriuscendo solamente per superare il rio Mollieres mediante staffatura al ponte. Il percorso continua poi con una pendenza più lieve e costeggia numerose abitazioni fino a raggiungere l'impianto idroelettrico comunale Touron e la vasca dell'acquedotto denominata Concentrico.

Il funzionamento idraulico della condotta di adduzione è caratterizzato principalmente da moto a canaletta per il primo tratto, fino alla vasca rompitratta, seguendo con moto in pressione innescato dalla presenza della turbina allo sbocco. Le prime decine di metri di condotta, in uscita dalle vasche dell'Orsiera, sono caratterizzate da un andamento a debole pendenza che portano il tracciato a superare la linea della piezometrica, questo non comporta particolari ostacoli al moto così come avviene attualmente ai fini acquedottistici, ma può generare criticità se si impone un moto in pressione (nell'ipotesi di voler sfruttare ai fini idroelettrici l'intero salto disponibile) dal momento che si verrebbero a creare forti depressioni nei tratti di condotta che superano la piezometrica.

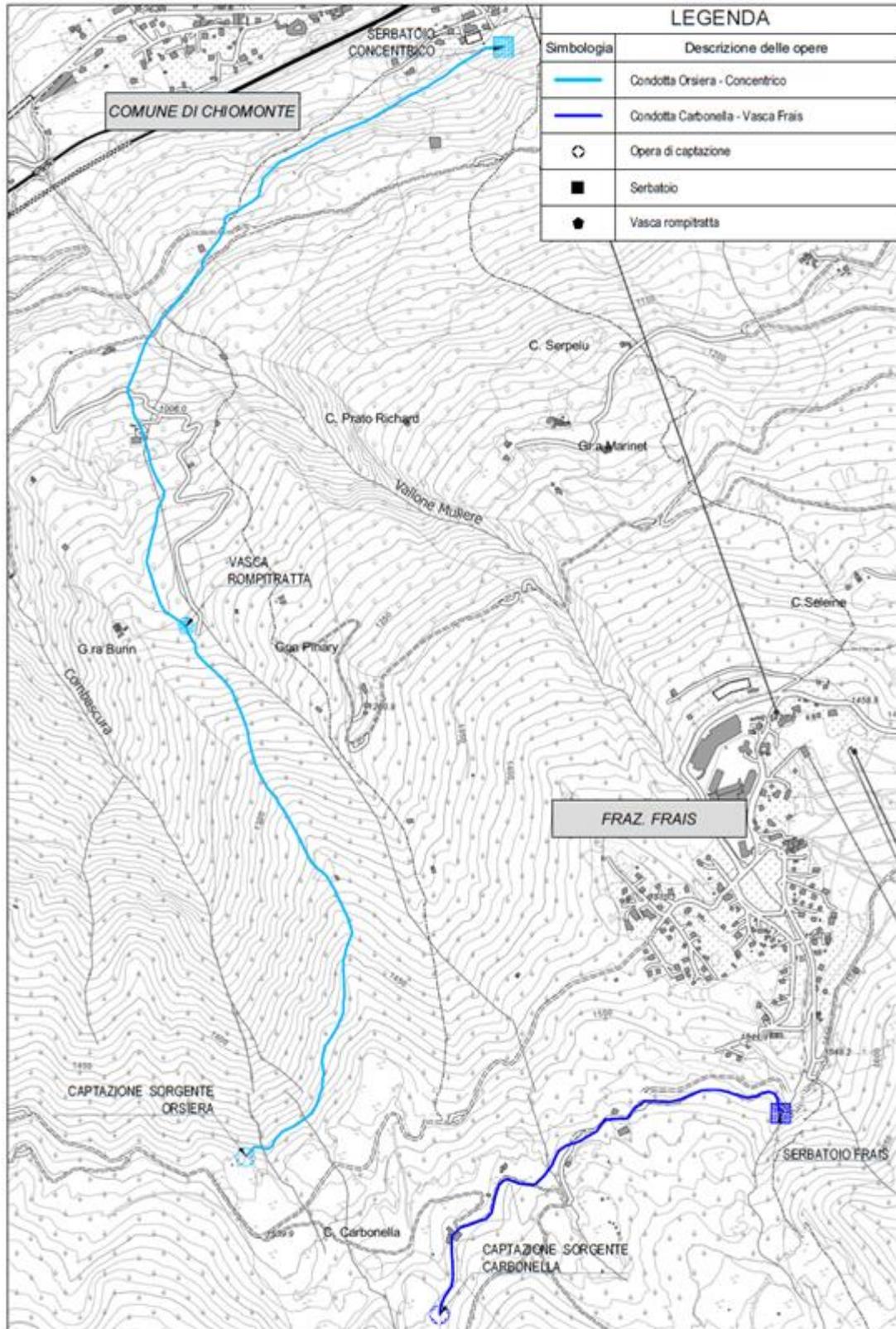


Figura 6 - Planimetria opere esistenti.

Il serbatoio del Concentrico è costituito da due vasche di forma circolare per una capacità complessiva di circa 200 m<sup>3</sup>. Fu realizzato negli anni '50 per raccogliere le acque captate dalle sorgenti di bassa quota, in seguito negli anni '70, contestualmente alla realizzazione delle captazioni dell'Orsiera, fu ampliato per soddisfare le crescenti necessità idropotabili del comune; infine negli anni '90 subì ulteriori modificazioni per permettere l'istallazione del gruppo turbina-generatore dell'impianto idroelettrico Touron.

All'uscita dal Concentrico si dirama la rete di distribuzione cittadina, inoltre, prima dell'immissione nell'acquedotto è presente un sistema di miglioramento della qualità dell'acqua a raggi U.V.

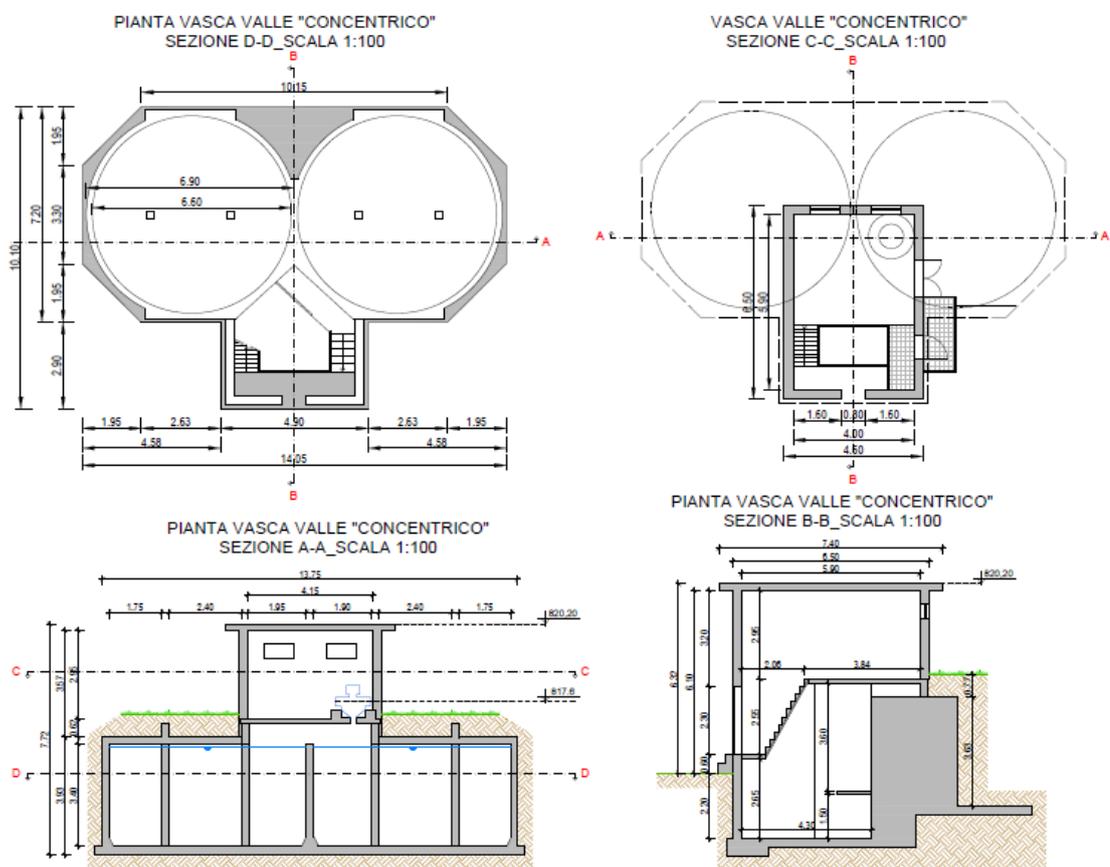


Figura 7 - Serbatoio del Concentrico, stato di fatto.

### 2.1.1.3 Caratteristiche impianto idroelettrico esistente

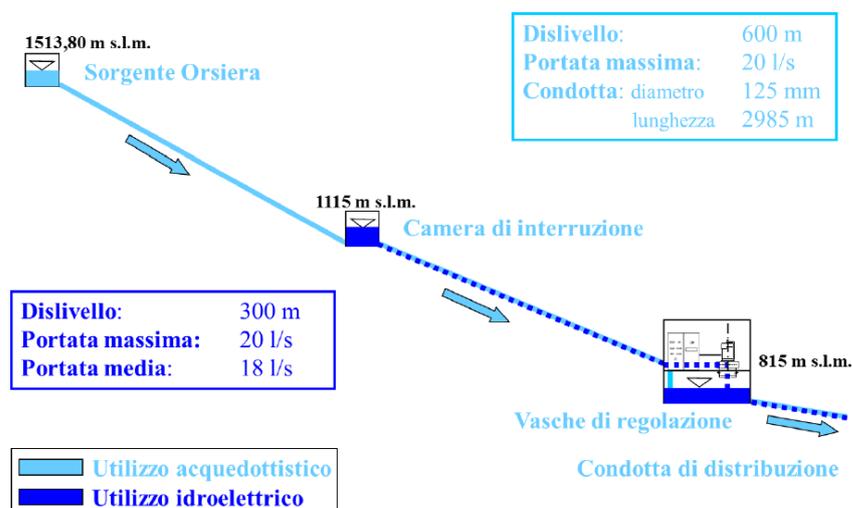
Nell'anno 1994 è stato predisposto il progetto di massima per "Utilizzazione idroelettrica delle risorse idropotabili della sorgente dell'Orsiera"<sup>[12]</sup>, per richiedere la concessione allo sfruttamento idropotabile. Nel 1998 è stato predisposto il relativo Progetto Esecutivo<sup>[13]</sup>. Il progetto prevedeva l'utilizzazione idroelettrica delle portate captate dall'Orsiera sul

salto esistente tra la vasca rompitratta denominata Piè du Peon e la vasca del Concentrico, con un dislivello di circa 300 m, per una producibilità media annua di 294000 kWh. La turbina installata di tipo Pelton ad asse verticale è stata progettata per la portata media di concessione ai fini idropotabili pari a 18 l/s, di seguito vengono riportate le caratteristiche dell'impianto:

**Tabella 4 - Caratteristiche impianto esistente.**

Portata media	[l/s]	18
Portata massima	[l/s]	20
Quota vasca di carico	[m s.l.m.]	1115,0
Quota asse turbina	[m s.l.m.]	816,7
Salto lordo	[m]	298,3
Salto netto	[m]	230,7
Perdite di carico	[m]	67,6
Diametro condotta	[-]	DN125
Lunghezza condotta	[m]	1706
Potenza nominale	[kW]	40
Producibilità annua	[MWh]	294

Dalla tabella sopra riportata si può notare che dissipazioni dovute al moto dell'acqua lungo la condotta hanno valori piuttosto importanti, portando ad avere perdite di carico di circa 70 m pari al 23% del salto lordo.



**Figura 8 - Schema idraulico impianto idroelettrico esistente (fonte: IREN s.p.a.).**

Gli unici interventi che si sono resi necessari per la realizzazione di tale impianto sono state le opere edili legate alla realizzazione del locale tecnico sulla copertura del serbatoio del concentrico e la fornitura e posa del gruppo generatore, del quadro di controllo e degli impianti elettrici.



*Figura 9 - Gruppo turbina - generatore esistente.*

### 2.1.2 Analisi delle criticità

Sulla base dei sopralluoghi condotti, dei confronti con gli Enti competenti (Amministrazione Comunale e ACEA, in particolare) e dall'analisi della documentazione di un precedente studio commissionato dall'Amministrazione comunale a terzi, sono emerse alcune criticità della rete esistente, di cui si è tenuto conto in fase di progettazione. Segue una sintetica descrizione di tali criticità.

La posa della condotta che collega le sorgenti Orsiera alle vasche del concentrico di valle è stata influenzata dalla conformazione impervia del territorio, che ha reso impossibile l'accesso di macchinari adeguati al tipo di intervento. La tubazione è stata quindi posizionata poco al di sotto del piano campagna e in alcuni tratti affiorante. Allo stato attuale, pertanto, la condotta presenta segni di ammaloramento e danni come mostrato in Figura 10, necessitando pertanto di completa sostituzione.



*Figura 10 - Tubazione affiorante lungo l'attraversamento di un impluvio ubicato a poche decine di metri dalla captazione.*

Il tracciato attuale presenta numerosi e repentini cambi di direzione sia altimetrici che planimetrici e in diversi punti vengono costeggiate abitazioni private. Nelle prime decine di metri il tracciato della condotta esistente supera la linea della piezometrica assoluta, pertanto all'interno della condotta si instaura un moto a canaletta. Il tracciato esistente non può quindi essere sfruttato in previsione dell'istallazione di un impianto idroelettrico all'interno del serbatoio "Concentrico" in quanto si verrebbero a creare forti depressioni all'interno della tubazione.

Nel progetto originale del sistema acquedottistico, redatto dal geom. Chiavassa nel 1974<sup>[10]</sup>, viene esplicitato che il serbatoio del Concentrico di capacità pari a 200 m<sup>3</sup> circa non è sufficiente a soddisfare le esigenze dell'abitato. Pertanto in fase di progettazione si dovrà prevedere l'incremento di tale capacità mediante la realizzazione di uno o più serbatoi.

Nella relazione allegata allo studio preliminare<sup>[16]</sup> emerge la possibile presenza di un allaccio alla condotta Orsiera, con prelievi di piccoli volumi d'acqua destinati ad un gruppo di case isolate, probabilmente non utilizzata ai fini idropotabili.

Dallo studio preliminare si evince che l'intera portata intercettata dalla sorgente Carbonella viene resa disponibile per l'acquedotto in progetto per il comune di Chiomonte, in quanto durante tutto il periodo di monitoraggio non sono mai stati prelevati volumi da destinare alla frazione Frais. Nonostante ciò è bene considerare che nei periodi di massima presenza turistica, e quindi di massimo consumo, potrebbe essere richiesta un'integrazione dei volumi presso il serbatoio del Frais, pertanto parte del contributo della sorgente Carbonella verrebbe a mancare.

In tutti i manufatti di captazione (sorgenti Orsiera e Carbonella), come anticipato, non è presente l'allaccio alla rete elettrica. Al fine di consentire la possibile installazione di strumentazione di monitoraggio, trasmissione dati o regolazione, sarà necessario prevedere un sistema di alimentazione elettrica, anche mediante un impianto di produzione e accumulo locale.

Infine, nel corso dei sopralluoghi effettuati si è rilevato presso i manufatti di captazione delle sorgenti Orsiera una situazione generale di ammaloramento, con ferri di armatura scoperti, corrosi e privi di copriferro e accumuli di materiale lapideo sciolto. Dovranno essere pertanto previsti interventi di manutenzione straordinaria.

### 2.1.3 Quadro vincolistico

In questo paragrafo viene proposta una sintetica descrizione dei vincoli imposti dalla normativa vigente.

Procedimento di valutazione di impatto ambientale (VIA): la normativa in materia di VIA è definita dalla combinazione della Parte II del D.Lgs. n.152/06<sup>[8]</sup> e della L.R. n.40/98<sup>[9]</sup>. Il potenziamento idropotabile in oggetto non ricade in procedura di valutazione di impatto ambientale in quanto:

- L'intera opera non ricade, neanche parzialmente, in aree protette;
- L'estensione dell'acquedotto non supera i 26 km di lunghezza;
- I sistemi di captazione delle acque sotterranee derivano una portata massima inferiore ai 50 l/s.

Procedura di valutazione dell'incidenza ecologica, fornisce un quadro di riferimento per identificare e valutare i principali effetti che un progetto può determinare un sito appartenente alla Rete Natura 2000, tenendo in considerazione gli obiettivi per il quale lo stesso è stato istituito. Dalla consultazione del geoportale regionale non risultano aree appartenenti alla Rete Natura 2000 interferenti con le opere in progetto, non risultando pertanto necessaria la presente procedura.

Piano Territoriale Regionale (PTR) è lo strumento di connessione tra la programmazione regionale e le vocazioni del territorio. Chiomonte rientra nella categoria AIT 13 (Montagna olimpica)

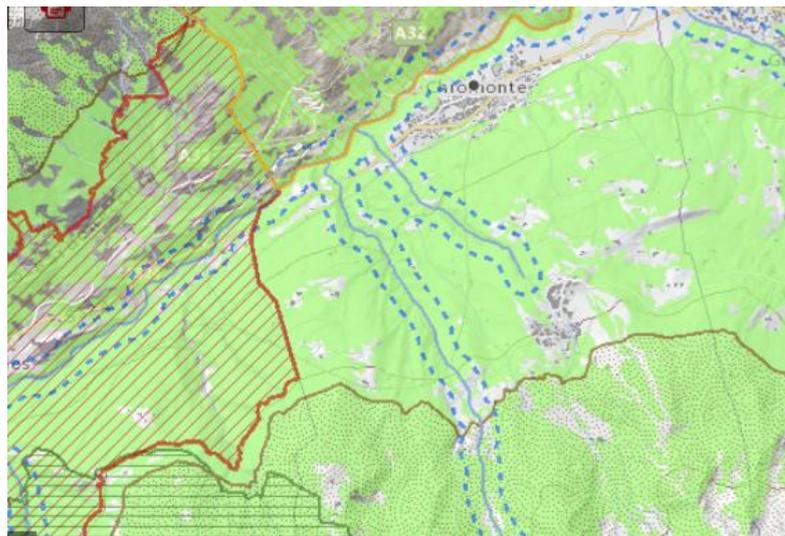
Nello specifico, con riferimento alla strategia 1<sup>[27]</sup>, viene esplicitata la necessità di *“attuare le trasformazioni ambientali e paesaggistiche necessarie per soddisfare le esigenze infrastrutturali e insediative proprie delle funzioni che l'ambito è chiamato a svolgere”*. Le opere oggetto del progetto in esame consentono di dare risposta a tale esigenza.

Dalla cartografia disponibile risulta che il territorio comunale sia classificato come montano (Tavola A) a forte vocazione turistica (Tavola D).

Piano Paesaggistico Regionale (PPR)<sup>[29]</sup> Il territorio comunale appartiene all'ambito di paesaggio 39 – Alte valli di Susa e Chisone ed è caratterizzato dall'unità di paesaggio n.VII – Naturale/rurale o rurale a media rilevanza e integrità. L'ambito in oggetto è caratterizzato dalla presenza di versanti ad esposizione e acclività varie, dominati dalla presenza di bosco (prevalentemente conifere) alternato a praterie di origine antropica.

La vallata della Dora è caratterizzata da un elevatissimo numero di aree tutelate (due Parchi regionali, un parco provinciale e 15 siti della rete Natura 2000), nessuno interferente con le aree di progetto.

Dalla consultazione della tavola P2 risulta che le opere in progetto interessano principalmente aree sottoposte a vincolo ai sensi dell'art. 142, lett. g (territori coperti da boschi) del D.Lgs. n.42/04, normate dall'art. 16 delle Norme di Attuazione. Il tracciato della nuova condotta, invece, interferisce con aree soggette a vincolo ai sensi dell'art. 142, lett. c (fasce di 150 m dai corsi d'acqua) del medesimo decreto.



*Figura 11 – Estratto tavola P2 (P.P.R.).*

Dalla consultazione della tavola P4 si evidenzia che:

- L'intera area di intervento è classificata come montagna a prevalente copertura boscata.
- È presente un percorso panoramico (SP254 tratto da Meana di Susa, Frais ad Alpe d'Arguel), che interessa la frazione Frais e la sorgente Carbonella.
- La frazione Frais viene classificata come nucleo alpino connesso all'uso agro-silvo-pastorale (SS35), inoltre, è classificata come elemento caratterizzante di rilevanza paesaggistica.

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTC2)<sup>[30]</sup> Dalla tavola 3.1 invece emerge che il territorio comunale è classificato prevalentemente come area boscata e sono presenti aree protette, non interferenti con le aree di progetto.

L'art. 26 dispone che è *“esclusa la nuova edificazione, nonché l'impermeabilizzazione dei suoli, eccezion fatta per la realizzazione di opere funzionali alla sorveglianza e alla manutenzione delle foreste e dei boschi, e le attrezzature a servizio degli impianti esistenti o previsti dalla programmazione di settore: eventuali mutamenti possono essere consentiti unicamente sulla base della comprovata assenza o impraticabilità di soluzioni alternative e devono comunque prevedere forme di compensazione ed invarianza idraulica [...] In particolare:*

*a) Sono vietate nuove costruzioni e opere di urbanizzazione nelle aree boscate [...]”*

Le opere oggetto del presente progetto si configurano come opere di urbanizzazione non altrimenti localizzabili. Vale pertanto quanto prescritto dagli Indirizzi del medesimo articolo: *“Qualora gli interventi di trasformazione delle aree boscate ricadano in territori montani caratterizzati da un'estesa copertura forestale, ovunque localizzati, la compensazione di cui all'art. 19 comma 6 della LR 4/2009 “Gestione e promozione economica delle foreste” potrà consistere in un rimboschimento con specie autoctone di provenienza locale da effettuarsi in aree della rete ecologica situate nella pianura del medesimo bacino idrografico interessato dal progetto con una priorità per le fasce perfluviali e per i corridoi ecologici di pianura. Qualora il bacino idrografico interessato dall'opera sia oggetto di un Contratto di Fiume gli interventi di compensazione devono ricadere in modo prioritario nelle zone eventualmente individuate a seguito dell'applicazione del Piano d'Azione.”*

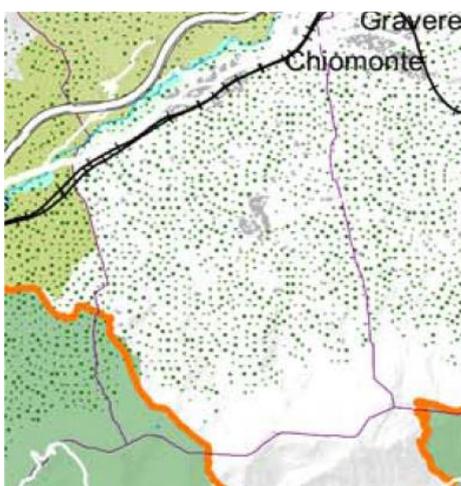


Figura 12 – Estratto tavola 3.1 (P.T.C.P.2).

Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC): Dalla consultazione delle tavole risulta che le opere oggetto del presente ricadano principalmente in aree classificate in Classe IIIa3

(Aree soggette a fenomeni di attività torrentizia lineare o areale e fenomeni valanghivi) e Classe IIIa1 (Aree soggette a deformazioni gravitative lente).

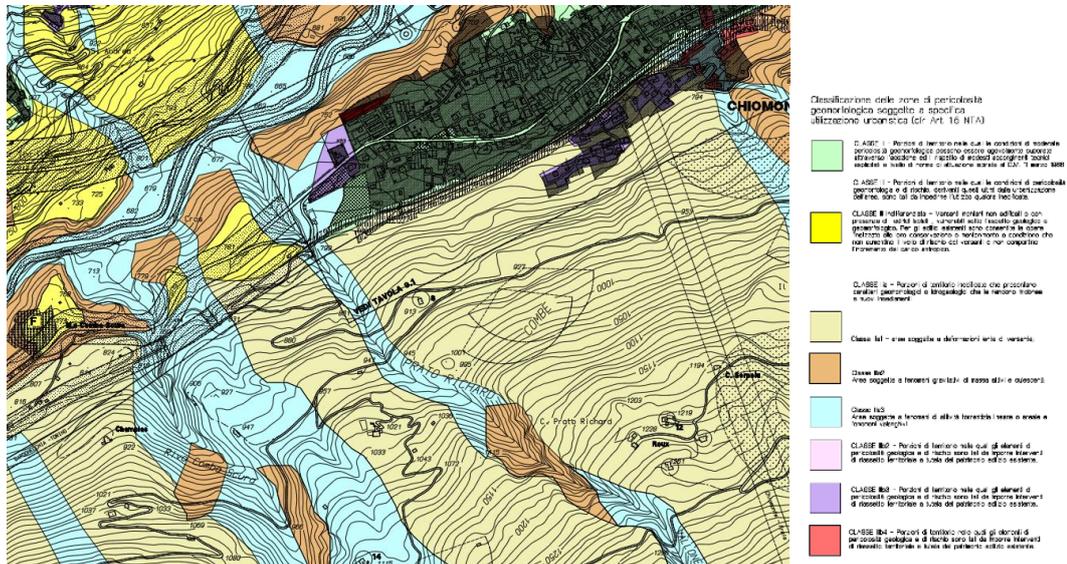


Figura 13 – Estratto tav.8A-PAI – Planimetria generale (fonte PRGC Variante di adeguamento al PAI).

La carta dei dissesti allegata al PRGC evidenzia una vasta area di frana quiescente e limitate porzioni di frane attive da crollo.

Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), elaborato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, definisce e programma le azioni necessarie a garantire un adeguato livello di sicurezza sul territorio, perseguendo il recupero della funzionalità dei sistemi naturali, il ripristino, la riqualificazione e la tutela degli ambiti fluviali e delle caratteristiche ambientali del territorio.

È stata consultata la documentazione del PAI<sup>[28]</sup> per il territorio in esame, in particolare si riscontra la presenza di aree soggette a valanghe con rischio elevato non interferenti con le opere in oggetto, in quanto collocate in porzioni di versante più a monte della frazione Frais.

Nelle aree di valle, in prossimità dell'abitato, si riscontra la presenza di aree di conoide non protetto. Dalla cartografia dei fenomeni di dissesto individuati nel PAI non si rileva la presenza di fenomeni franosi interferenti con le aree oggetto di intervento.

Piano per la Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) disposto dall'autorità di bacino del fiume Po con l'obiettivo di individuare le aree maggiormente a rischio. Dalla consultazione della cartografia inerente agli scenari di pericolosità si riscontra la presenza di aree di esondazione a elevata pericolosità lungo il vallone Muliere. Di conseguenza, sono definiti gli scenari di rischio in ragione degli elementi vulnerabili e

delle matrici adottate dal P.G.R.A. Le aree evidenziate in cartografia non interessano direttamente le aree oggetto degli interventi previsti.

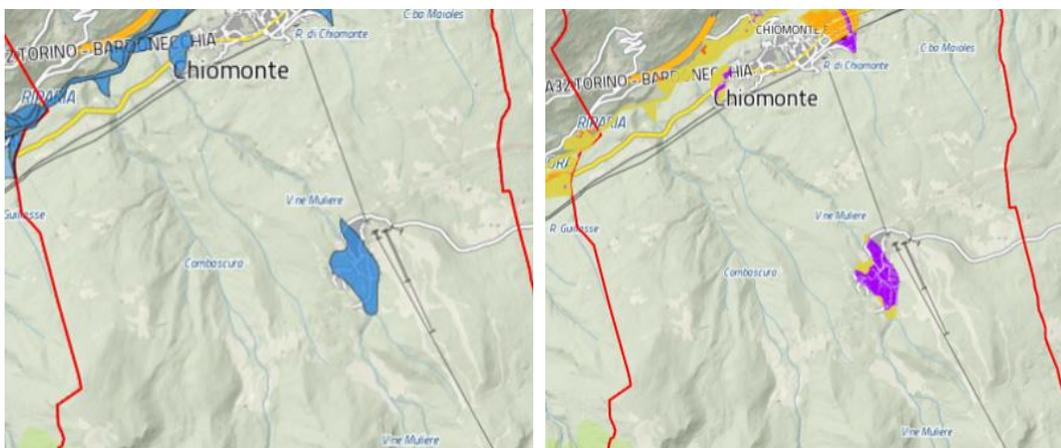


Figura 14 – Scenari di pericolosità e rischio (PGRA).

## 2.2 ANALISI IDROLOGICA DELLA RISORSA DISPONIBILE

Il presente paragrafo sintetizza le informazioni relative alle portate disponibili presso le due sorgenti al fine di definire il potenziale contributo aggiuntivo disponibile.

### 2.2.1 Dati forniti dagli enti coinvolti

L'ente gestore del sistema acquedottistico ACEA non ha fornito dati relativi a misurazioni/monitoraggi delle portate derivate presso le opere di captazione in oggetto e relative vasche, in quanto sprovvista di sistemi di rilievo e sfiorate.

L'Amministrazione comunale ha fornito i dati mensili della produzione idroelettrica presso l'attuale impianto collocato alla vasca concentrica; tali dati, però, non sono rappresentativi in quanto si registrano spesso fermi macchina, che non vengono tempestivamente risolti. Sulla base di tali dati di produzione è stata stimata la portata media turbinata, dai risultati ottenuti non si può ritenere tale dato utile a fini progettuali.

Tabella 5 - Dati produzione turbina esistente.

Mese di riferimento	2018		2019	
	Produzione [kW]	Portata media stimata [l/s]	Produzione [kW]	Portata media stimata [l/s]
Gennaio	4765	3.9	7219	5.9
Febbraio	4177	3.8	3785	3.4
Marzo	GUASTO		4115	3.4
Aprile	7147	6.0	5610	4.7
Maggio	GUASTO		2794	2.3
Giugno	26952	22.7	GUASTO	
Luglio	12603	10.3	GUASTO	
Agosto	10322	8.4	7789	6.4
Settembre	6202	5.2	GUASTO	
Ottobre	GUASTO		6594	5.4
Novembre	14253	12.0	5608	4.7
Dicembre	9605	7.8	6526	5.3

### 2.2.2 Dati da concessione

Le sorgenti Orsiera sono identificate dalla concessione identificata con il codice utente TOS10043, tale utenza risulta intestata al comune di Chiomonte per la parte idroelettrica e alla SMAT per l'utilizzo idropotabile, il prelievo consentito è pari ad un valore medio annuo di 18 l/s con portate massime di 20 l/s. Non risultano presenti diritti assentiti a terzi, nella relazione dello studio preliminare<sup>[16]</sup> viene citato un possibile prelievo di piccoli volumi direttamente dalla condotta Orsiera per fini non idropotabili.

La sorgente Carbonella viene identificata con il codice utente TOS00566, tale utenza risulta autorizzata con titolo provvisorio da regolarizzare. La portata massima derivabile è pari a 4 l/s, verosimilmente pari alla media annua.

### 2.2.3 Dati da documentazione progettuale

Il primo progetto di cui si hanno informazioni prevedeva la captazione di una serie di sorgenti presenti a bassa quota, il cui contributo risultava essere pari a 9.5 l/s, utile a servire circa 3000 abitanti nel 1954, con una dotazione di progetto pari a 150 l/gg/ab.

Nel ventennio successivo le sorgenti di bassa quota persero circa il 45.5% della loro disponibilità idrica fornendo in media 5.18 l/s alla rete acquedottistica. Venne incrementata la disponibilità idrica integrando alla rete esistente la captazione delle sorgenti di alta quota denominate Orsiera. La campagna indagini svolta all'epoca della progettazione, riassunta nella seguente tabella, fu utile per determinare la portata di progetto, quantificata in 18.35 l/s, pari alla minima della campagna indagini.

**Tabella 6 - Campagna indagini Orsiera 1971/1972**

<b>Data</b>	<b>Ramo destro</b> Q [l/s]	<b>Ramo sinistro</b> Q [l/s]	<b>Complessiva</b> Q [l/s]
08/06/1971	11.04	9.75	20.79
19/07/1972	10.94	10.04	20.98
18/10/1972	9.25	9.10	18.35

Nel 1993 venne eseguito un monitoraggio di approfondimento sulle portate derivabili dalla sorgente Orsiera in occasione della progettazione dell'impianto idroelettrico sul tratto di valle della condotta di adduzione dell'acquedotto. Con i dati raccolti furono confermati i valori di progetto assunti nel 1974 e l'impianto idroelettrico fu dimensionato per una portata media di 18 l/s e massima di 20 l/s.

**Tabella 7 - Monitoraggio sorgenti Orsiera 1993.**

<b>Data</b>	<b>Portata</b> Q [l/s]
14/04/1993	8.80
10/05/1993	36.22
01/06/1993	39.41
07/07/1993	35.50
06/08/1993	23.71
02/09/1993	20.17
15/10/1993	23.56
16/11/1993	23.48
06/12/1993	18.63
17/01/1994	16.50
23/02/1994	15.00
14/04/1994	12.90

#### 2.2.4 Dati di monitoraggio delle portate

Il presente paragrafo riassume gli esiti dei monitoraggi eseguiti tra giugno 2018 e ottobre 2019 durante la redazione del progetto preliminare<sup>[16]</sup> affidato dall'Amministrazione comunale a terzi professionisti.

La campagna è stata eseguita con un monitoraggio continuo delle portate in ingresso alla condotta di adduzione e con misure quindicinali degli scarichi di troppo pieno delle sorgenti (Carbonella e Orsiera).

Le seguenti figure riportano i monitoraggi condotti da terzi sulle sorgenti "Orsiera". In Figura 15 si possono notare le portate in ingresso alla condotta, misurate in continuo. Mentre in Figura 16 dai monitoraggi periodici dei troppo pieni, la sorgente 1 fornisce un contributo medio di 1.5 l/s con picchi registrati di 5.8 l/s e minime di 0.55 l/s. Il

contributo del troppo pieno delle sorgenti 2 e 3 è nullo durante tutto il periodo di monitoraggio, questo indica che l'intera portata intercettata viene convogliata alla vasca di carico.

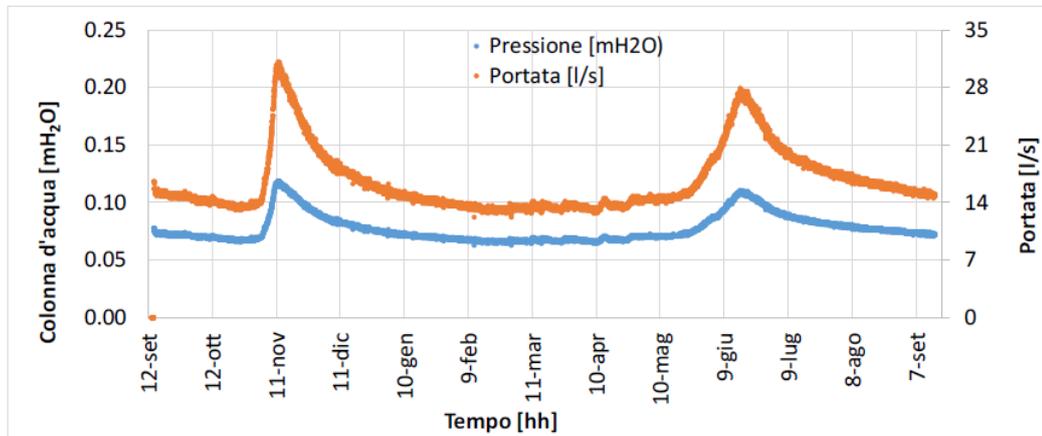


Figura 15 - Idrogramma delle portate misurate a partire dal giorno 14/09/2018 presso la tubazione Orsiera. (fonte Progetto preliminare)

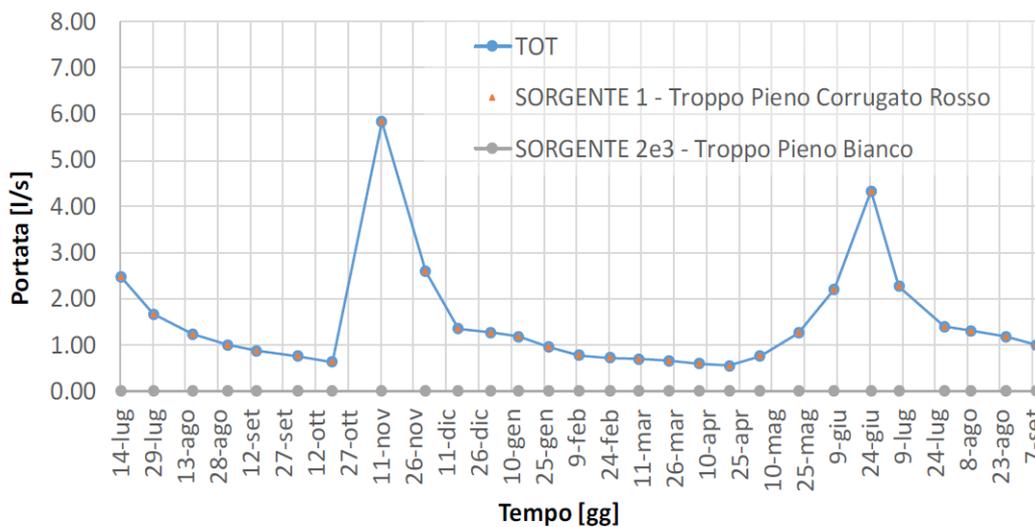


Figura 16 - Idrogramma delle portate misurate di "troppo pieno" delle prese "Orsiera". (fonte Progetto preliminare)

Per quanto riguarda la sorgente Carbonella, la portata prelevata e diretta alla vasca del Frais risulta essere costante e pari a 4 l/s, tale portata viene costantemente convogliata nel troppo pieno della suddetta vasca, e durante tutto il periodo di monitoraggio non è mai stata utilizzata. Tale informazione, inoltre, è stata suffragata da un confronto con ACEA che ha confermato che solo raramente ha utilizzato presso la vasca del Frais la portata captata dalla sorgente Carbonella.

Il monitoraggio periodico del troppo pieno ha mostrato un contributo potenziale medio di 5.3 l/s con picchi registrati di 29.3 l/s e minime di 0.3 l/s, come visibile in Figura 17.

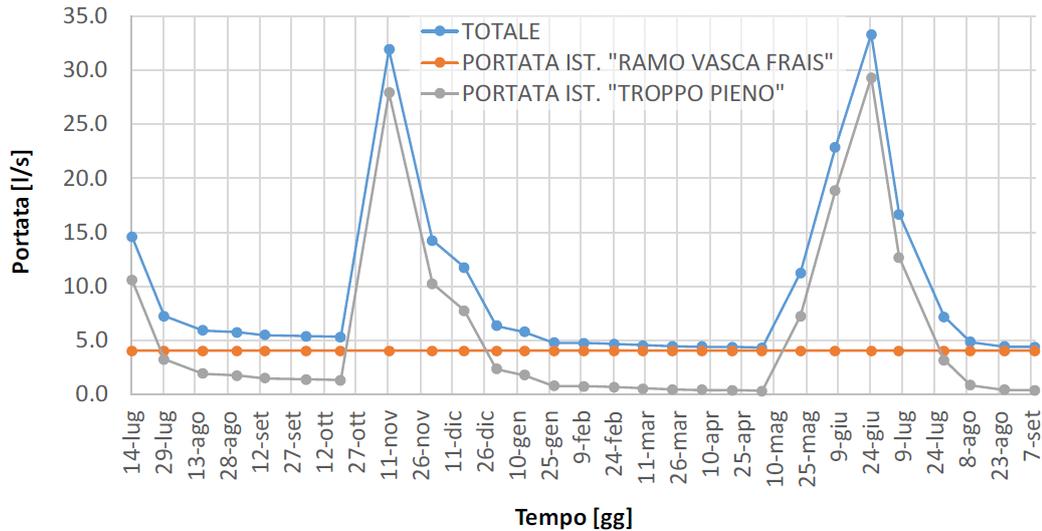


Figura 17 - Idrogramma contributi di "troppo pieno" e prelievi dell'acquedotto dalla sorgente "Carbonella". (fonte Progetto preliminare)

Nel grafico mostrato in Figura 18 si possono notare i contributi cumulati delle sorgenti Orsiera e Carbonella; questo scenario prevede la derivazione dell'intera portata intercettata dalla sorgente Carbonella, scenario non più veritiero laddove si verificassero picchi di prelievo nella frazione Frais e la conseguente necessità di integrazione dei volumi. Trascurando questa evenienza la portata media complessiva è stimata in 28.2 l/s con picchi di 70 l/s e minime di 18 l/s.

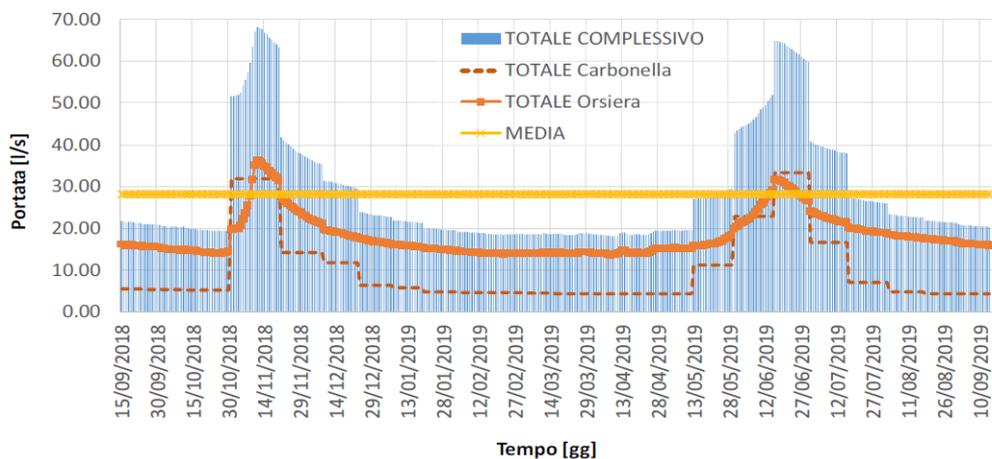


Figura 18 - Idrogramma di monitoraggio cumulati sorgenti "Orsiera" + "Carbonella" dal 15/09/2018 al 10/08/2019. (fonte Progetto preliminare)

Sulla base della campagna di monitoraggio sopra sintetizzata, il potenziale contributo aggiuntivo è stato quantificato in circa 10 l/s<sup>[16]</sup>.

## 2.3 DEFINIZIONE PARAMETRI DI PROGETTO

L'aumento di popolazione residente, conseguente all'arrivo di maestranze sul territorio per la presenza sul territorio comunale dell'unico cantiere italiano per la realizzazione della Nuova Linea Torino Lione (NLTL), è stata quantificata in 590 unità. Tale valore è stato desunto dal documento *"Chiomonte 2025 opportunità di sviluppo territoriale"*<sup>[1]</sup> redatto dall'associazione Chiomonte ImprenD'Oc, dal quale emerge che nell'ambito del PiRiPIC (Piano di Riqualificazione del Patrimonio Immobiliare di Chiomonte) sulla base di un censimento degli immobili presenti sul territorio comunale, sono stati individuati 278 alloggi utilizzabili per un totale di 590 persone ospitabili.

La stima dei fabbisogni e il dimensionamento delle opere, che verrà illustrato in seguito, viene effettuato considerando unicamente tale incremento demografico atteso, non è necessario approfondire le modalità di utilizzo delle acque derivate oggi giorno e si conviene che queste vengano interamente utilizzate dall'abitato.

### 2.3.1 Dotazione

Il concetto di dotazione idrica media giornaliera per abitante, espressa in l/gg/ab, nasce dalla necessità di stimare il fabbisogno idrico globale di un centro abitato. Questa portata viene definita in funzione della classe d'uso a cui viene destinata e comprende le perdite e gli usi impropri. Per questo progetto la dotazione dell'abitato è stata stimata sulla base di dati regionali e storici come di seguito illustrato.

In un'informativa della provincia di Torino relativa all'anno 2004<sup>[21]</sup> emerge che la dotazione media consigliata per il distretto ATO3 è pari a 300 l/gg/ab. Dall'elaborazione di dati effettuata da ARPA Piemonte nel 2009 si evince che la dotazione media erogata nel distretto ATO3, nello stesso anno, risulta essere pari a 236 l/gg/ab.

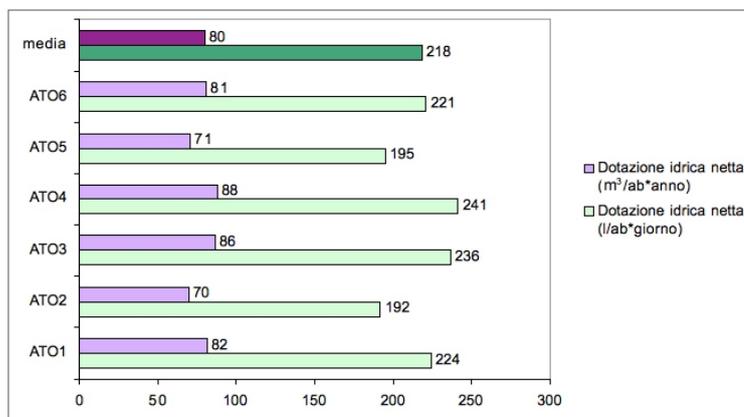


Figura 19 - Dotazione idrica per ATO. (fonte Regione Piemonte, elaborazione ARPA Piemonte).

I valori di dotazione utilizzati durante la progettazione dell'attuale acquedotto nel 1974<sup>[10]</sup> corrispondono a:

- 250 l/gg/ab ad uso domestico per la popolazione residente e stagionale.
- 20 l/gg/ab per la popolazione turistica fluttuante.
- 50 l/gg/ab per grossi capi di bestiame.

Data la variabilità del valore di dotazione idrica, per determinare un valore realistico per la realtà in studio, è stata effettuata l'analisi dei dati forniti da SMAT riguardanti i volumi d'acqua fatturati per il comune di Chiomonte. Nell'anno 2019 è stato immesso in rete un volume pari a 71530 m<sup>3</sup>, noto che la popolazione censita nel 2019 è di 887 abitanti, si ricava che la dotazione media relativa all'anno 2019 è di 221 l/gg/ab. Ai fini della progettazione, pertanto, è stato assunto tale valore, in quanto riferito allo stesso comune e di datazione più recente.

### 2.3.2 Fabbisogno idropotabile

Definito l'incremento del numero di abitanti (pari a 590 unità) si procede alla determinazione del fabbisogno idropotabile generato dal suddetto incremento.

Il fabbisogno globale annuo  $V$ , espresso in m<sup>3</sup>, si può calcolare mediante la seguente relazione:

$$V = \frac{365 * d * N}{1000} = \frac{365 * 221 * 590}{1000} = 47592 \text{ m}^3$$

Dove  $N$  è il numero di abitanti da servire, mentre  $d$  è la dotazione idrica pro-capite quantificata in 221 l/gg/ab come descritto al paragrafo 2.3.1.

L'incremento di portata media annua dell'acquedotto (o della rete acquedottistica), espressa in l/s, si ottiene dalla seguente relazione

$$Q_{max} = \frac{V * 1000}{86400 * 365} = \frac{47592 * 1000}{86400 * 365} = 1,51 \text{ l/s}$$

L'incremento di portata media nel mese di massima affluenza è data da:

$$Q_{M,max} = K_m * Q_{max} = 1,30 * 1,51 = 1,96 \text{ l/s}$$

Dove  $K_m$  è il coefficiente di punta mensile, utilizzato per stimare la portata media mensile nel mese di massimo consumo, da letteratura il valore consigliato per i piccoli centri abitati è pari a 1.3.

L'incremento di portata media giornaliera nel giorno di massimo consumo, si ottiene introducendo il coefficiente di punta giornaliero  $K_g$ , per i piccoli centri il valore consigliato è compreso tra 2 e 3:

$$Q_{g,max} = K_g * Q_{max} = 3,0 * 1,51 = 4,53 \text{ l/s}$$

Come verrà meglio descritto in seguito, la portata media giornaliera è il valore di progetto utilizzato per valutare i prelievi da effettuare presso le sorgenti. Nel caso studio preso in esame si considera la portata in concessione delle sorgenti Orsiera (media 18 l/s, massima 20 l/s) già utilizzata per soddisfare le esigenze dell'attuale abitato. La portata derivabile dalla sorgente Carbonella invece sarà utilizzabile per le esigenze derivanti dall'aumento di popolazione. È interessante notare che per quest'ultima l'attuale concessione preveda la possibilità di derivare fino a 4 l/s, data la portata media giornaliera appena calcolata sarà necessario richiedere una variazione di concessione per soli 0,5 l/s senza gravare in modo particolare sul bilancio idrico del bacino.

Allo stesso modo l'incremento di portata massima oraria viene definito con il coefficiente di punta orario  $K_h$ , i cui valori consigliati per i piccoli centri sono compresi tra 4 e 6:

$$Q_{h,max} = K_h * Q_{max} = 4,0 * 1,51 = 6,04 \text{ l/s}$$

Queste portate caratteristiche sono state utilizzate per il dimensionamento delle condotte e dei volumi di compenso, riserva e antincendio.

Si riportano i dati riepilogativi relativi a quanto descritto.

*Tabella 8 - Incremento consumi e portate Chiomonte.*

Consumo medio annuo	47592	[m <sup>3</sup> ]
Portata media annua	1,51	[l/s]
Portata media mensile	1,96	[l/s]
Portata media giornaliera	4,53	[l/s]
Portata media oraria	6,04	[l/s]

L'incremento di fabbisogno calcolato può essere soddisfatto con la portata derivata dalla sorgente Carbonella, che presenta una concessione a titolo provvisorio per una portata di 4 l/s: pertanto, in fase di regolarizzazione della concessione sarà sufficiente richiedere un incremento di portata pari a 0,5 l/s, rispetto a quella attualmente concessa, per soddisfare le esigenze medie giornaliere riportate in Tabella 8.

## 2.4 OPERE IN PROGETTO E DIMENSIONAMENTO

Nel seguente paragrafo vengono descritte le principali caratteristiche delle opere in progetto e il loro dimensionamento, considerando le criticità esistenti illustrate al paragrafo 2.1.2.

Vengono riportati in sintesi gli interventi in progetto previsti. Per maggiore chiarezza lo schema di seguito riportato illustra gli interventi in progetto accostati alle opere esistenti, lo schema idraulico in oggetto riporta le quote altimetriche dei manufatti desunte dal rilievo topografico condotto in fase di progettazione.

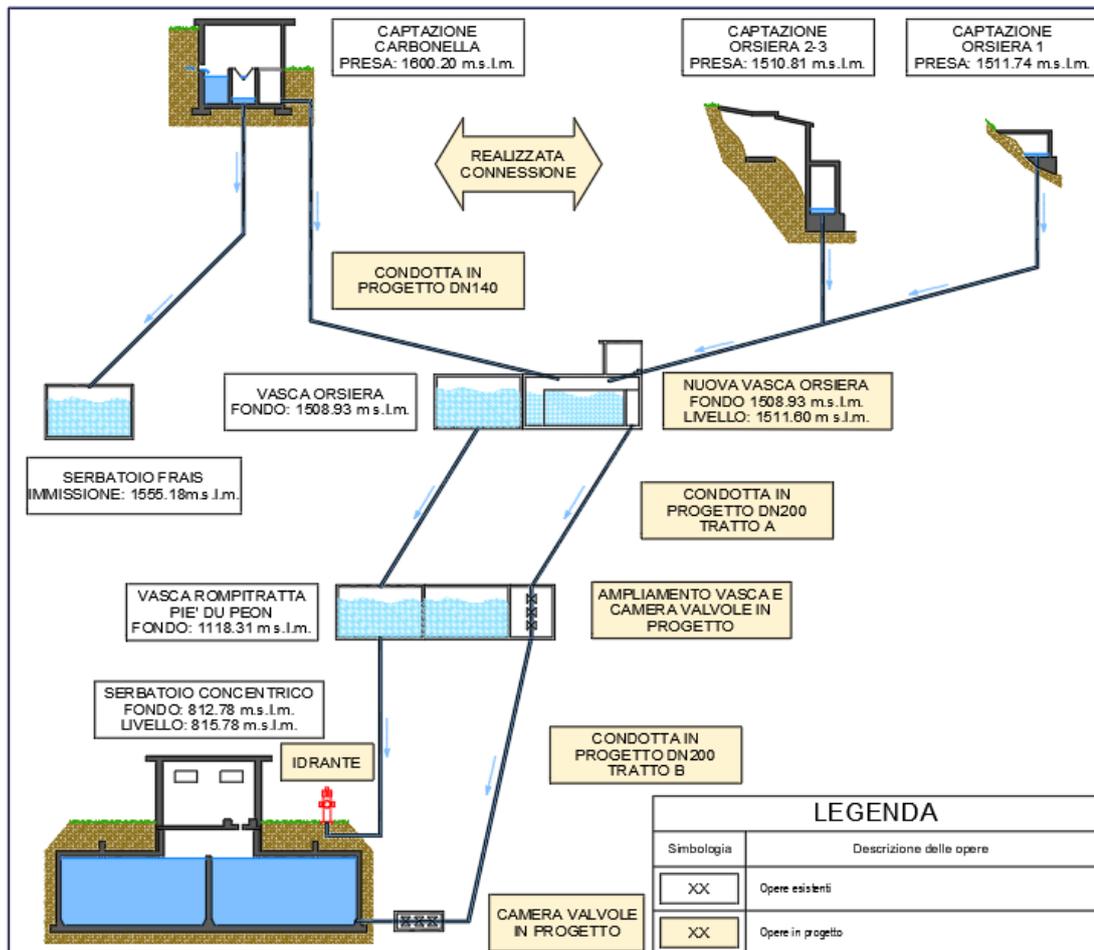


Figura 20 - Schema idraulico opere in progetto.

- Connessione della sorgente Carbonella al complesso dell'Orsiera mediante posa di una nuova tubazione lungo un tracciato di circa 600m.
- Realizzazione di un nuovo serbatoio presso le sorgenti Orsiera, dove verranno coltate tutte le portate intercettate. Il nuovo serbatoio verrà dimensionato al fine di soddisfare le necessità di compenso stimate.

- Posa della nuova condotta di interconnessione tra le sorgenti dell'Orsiera e il Serbatoio del Concentrico. Il tracciato della nuova condotta è stato suddiviso in due lotti funzionali, la suddivisione viene individuata dal locale valvole da realizzarsi presso la vasca rompitratta di Grange Burin.

Il tratto più a monte, denominato A, copre il salto tra le sorgenti e la vasca rompitratta Piè du Peon con un tracciato differente dall'esistente. Questo lotto racchiude le maggiori criticità dal punto di vista realizzativo in quanto partendo da monte e per i primi 350 metri sarà possibile interrare la condotta ma l'importante pendenza del piano campagna comporta una difficoltà logistica di raggiungimento dell'area di intervento e di cantierizzazione. In seguito sarà necessario realizzare un traliccio metallico per permettere l'attraversamento aereo del torrente Combascura, i successivi 300m circa di condotta verranno posati su selle di appoggio data l'impossibilità di interrare la condotta per la presenza di elevati quantitativi di materiale roccioso. La parte finale del tracciato segue un sentiero sterrato fino al raggiungimento della vasca rompitratta.

Il tratto B completa il percorso verso il serbatoio del Concentrico seguendo il tracciato dell'attuale condotta. L'intero tracciato si svilupperà lungo la viabilità esistente o in aree prative a debole pendenza e, previa verifica di eventuali interferenze, consentirà un'agevole posa in trincea ad una profondità adeguata. L'unico tratto aereo della condotta sarà legato all'attraversamento del rio Muliere a quota 940.00 m s.l.m. che verrà realizzato mediante staffatura della condotta al ponte esistente, come peraltro già fatto in passato.

- Ampliamento della vasca Piè du Peon in località Grange Burin al fine di creare un volume ai fini antincendio; a tal fine si prevede di utilizzare la condotta esistente, una volta dismessa dal sistema acquedottistico, per fornire un punto di allaccio in prossimità dell'abitato di Chiomonte.

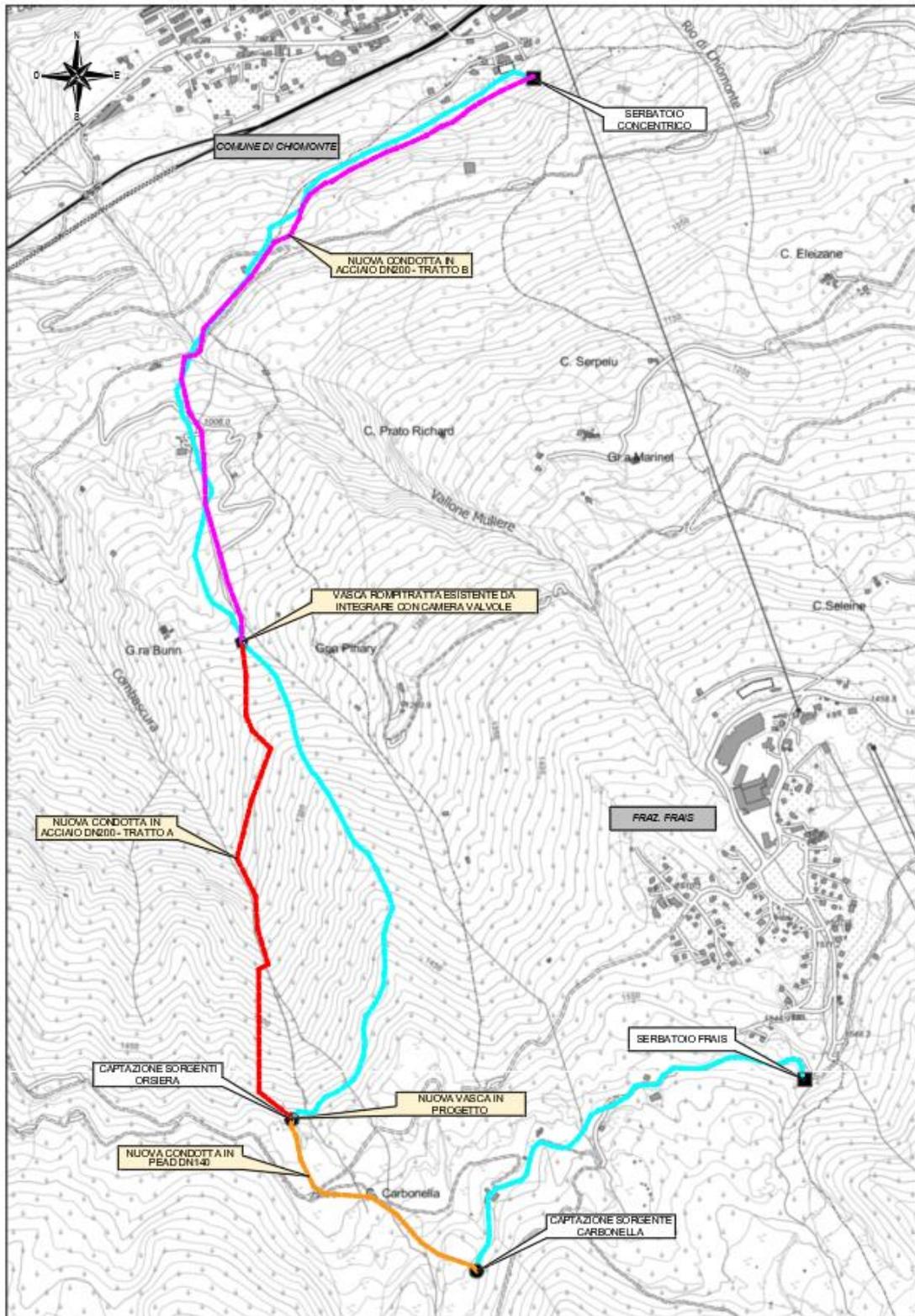


Figura 21 - Tracciato condotte in progetto.

### 2.4.1 Connessione Carbonella-Orsiera

Il collegamento tra le sorgenti Carbonella e Orsiera, indicato in arancione nella Figura 21, viene realizzato con l'obiettivo di aumentare la portata disponibile da mettere a disposizione dell'abitato di Chiomonte. Il dimensionamento della condotta è stato effettuato con l'intenzione di convogliare l'intera portata captata dall'opera di presa della Carbonella verso la nuova vasca in progetto presso le sorgenti Orsiera. La portata di progetto risulta essere di 33,3 l/s pari al massimo valore derivante dal monitoraggio effettuato durante commissionato a terzi dall'Amministrazione comunale [16]. Tale tratto, grazie alle basse pressioni a cui si deve far fronte, sarà realizzato con una condotta in PEAD, soluzione peraltro economicamente vantaggiosa rispetto alle condotte in acciaio o ghisa. Il tracciato è stato definito con sopralluogo dedicato durante il quale si è effettuato un rilievo topografico dell'area (Allegato 1), da quest'ultimo si è ricavato il profilo della nuova condotta riportato nella seguente figura.

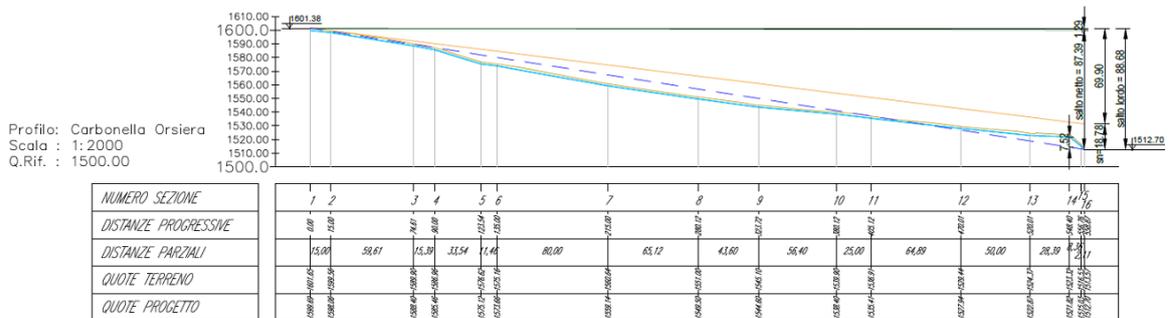


Figura 22 – Profilo e piezometrica Carbonella-Orsiera.

Nella seguente tabella vengono riassunti i parametri progettuali adottati.

Tabella 9 - Parametri di progetto

<b>Quota prelievo</b>	[m s.l.m.]	1601,38
<b>Quota rilascio</b>	[m s.l.m.]	1512,70
<b>Salto lordo</b>	[m]	88,68
<b>Lunghezza tracciato</b>	[m]	558
<b>Q<sub>progetto</sub></b>	[m <sup>3</sup> /s]	0,0333
<b>K<sub>s,usati</sub></b>	[m <sup>1/3</sup> /s]	100
<b>J</b>	[-]	0,159

con:

- $Q_{\text{progetto}}$  massimo valore derivante dal monitoraggio precedentemente citato (vedi § 2.2.4).
- $K_{s,\text{usati}}$  coefficiente di scabrezza di Gaukles-Strickler in condizioni di tubazione usata, il valore utilizzato è estremamente cautelativo ed è stato adottato per fronteggiare le incertezze legate alla determinazione della massima portata captata, legate alla breve durata del monitoraggio (poco più di un anno) ed alle modalità con cui è stato condotto (misurazioni con cadenza quindicinale).
- $J$  cadente piezometrica ottenuta dal rapporto tra salto lordo e lunghezza della condotta.

Ipotizzando di trascurare il contributo delle perdite di carico concentrate (bruschi restringimenti, curve, valvole, etc...) che nel tratto in questione peraltro sono assenti, per il dimensionamento è possibile applicare la seguente formula di Darcy.

$$D = 1.548 \left( \frac{Q}{K_s \sqrt{J}} \right)^{3/8}$$

Dal calcolo di dimensionamento della condotta si ottiene un diametro minimo necessario pari a 109 mm, e pertanto la scelta ricade su una tubazione DN140 e PN16 il cui diametro interno risulta essere di 114,6 mm.

Per risolvere la criticità legata all'assenza di energia elettrica, si è previsto di installare un gruppo di generazione MicroHydro presso il nuovo serbatoio in progetto alle sorgenti Orsiera; l'impianto sarà destinato a soddisfare unicamente le esigenze di autoconsumo illuminazione delle captazioni (Orsiera e Carbonella), oltre che eventuali necessità di strumentazioni di monitoraggio, controllo, etc... Non è pertanto necessario procedere all'ottimizzazione dell'impianto, stante le basse richieste energetiche del sito. In questa fase non si vuole sovradimensionare l'impianto in quanto porterebbe ad un aumento dei costi notevole.

La turbina è stata dimensionata per una portata di 4,5 l/s; la portata in eccesso viene immessa direttamente in vasca attraverso una condotta di bypass della turbina.

La massima potenza teorica viene calcolata come:

$$P_{\text{max}} = \gamma * Q * \Delta H = 9800 * 0,0045 * 88,68 = 3,91 \text{ kW}$$

Per ottenere la potenza effettivamente generata è necessario sottrarre le dissipazioni generate lungo la condotta e valutare il rendimento della macchina installata. Come precedentemente illustrato l'obiettivo di questo sistema non è l'ottimizzazione della

produzione, pertanto il valore di potenza elettrica generata riportato nella seguente tabella è riferito ad una macchina tipo, presente in commercio, che si può adattare alle caratteristiche del progetto.

**Tabella 10 - Parametri di progetto**

<b>Quota prelievo</b>	[m s.l.m.]	1601,38
<b>Quota rilascio</b>	[m s.l.m.]	1512,70
<b>Salto lordo</b>	[m]	88,68
<b>Lunghezza condotta</b>	[m]	558
<b>Q progetto</b>	[l/s]	4,5
<b>Potenza idraulica</b>	[kW]	3,91
<b>Potenza elettrica generata</b>	[kW]	2,00

A seguito di confronti con un'azienda produttrice locale sono stati definiti i principali componenti dell'impianto (Allegato 5):

- Gruppo turbina - generatore a isola: composto da turbina Pelton ad asse verticale alimentata da 6 getti (3 a portata fissa + 3 a regolazione manuale con sistema on/off) e generatore sincrono con albero collegato direttamente alla girante.
- Quadro di controllo e distribuzione: permette di effettuare il collegamento tra generatore, regolatori elettronici e utenze, visualizza i parametri elettrici della linea generatore e della linea utenze.
- Regolatori elettronici: sono dispositivi elettronici di regolazione del carico in controllo frequenza, 230/277 V – 50/60 Hz -2kW. Garantiscono il corretto funzionamento del sistema, secondo il principio del "carico costante", controllando la frequenza generata e il carico dissipato. Sono costituiti da un'unità di controllo elettronica gestita da un microprocessore e da un'unità di dissipazione costituita da resistenze zavorra con dissipazione in aria.

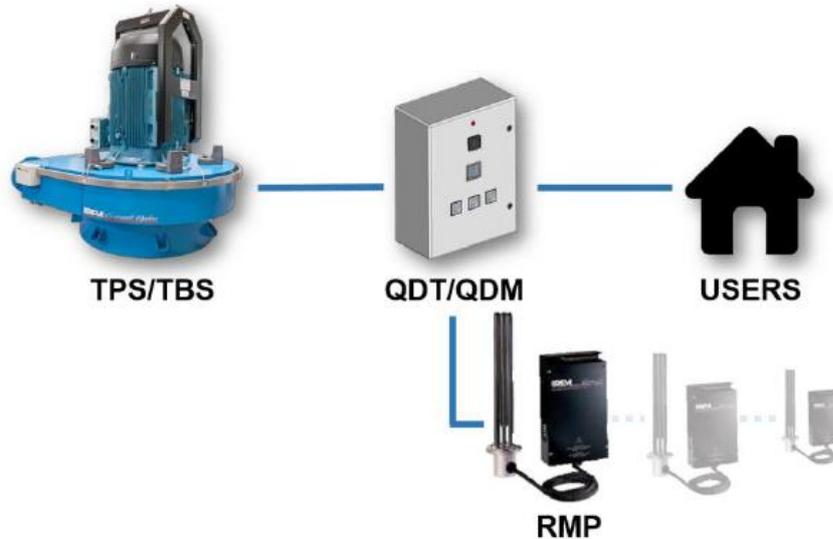


Figura 23 - Schema di funzionamento (fonte IREM S.p.a)

#### 2.4.1.1 Opere accessorie

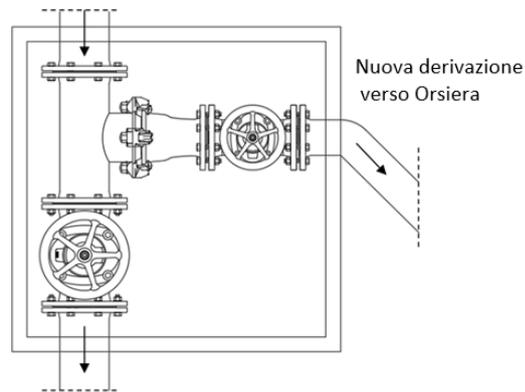
L'allaccio della nuova condotta Carbonella - Orsiera all'opera di presa avverrà all'esterno, senza dover operare sul manufatto esistente, intercettando la tubazione di scarico del troppo pieno presso il pozzetto posto all'esterno del bottino di presa così come visibile nella successiva figura.



Figura 24 – Bottino di presa della sorgente Carbonella – in tratteggio rosso evidenziato il pozzetto di allaccio.

Allo scopo si prevede in sostituzione dell'esistente di realizzare un nuovo pozzetto di sezione pari a 100x100 cm, dove all'interno verrà realizzato il sistema di derivazione delle portate, come mostrato nella seguente figura, mediante inserimento di un raccordo a T per intercettare la tubazione in uscita dall'opera di captazione di diametro 150 mm. A valle dei due rami uscenti verranno inserite valvole di chiusura ad azione

manuale per poter dirottare la portata uscente verso lo scarico esistente oppure nella condotta realizzata.



*Figura 25 - Dettaglio nuovo pozzetto per derivazione portate da Carbonella.*

## 2.4.2 Dimensionamento nuovo serbatoio Orsiera

Partendo dai parametri di progetto definiti al paragrafo 2.3 si stimano i volumi di compenso, riserva e antincendio, da sommare a quelli già esistenti, in funzione dell'atteso incremento di popolazione.

### 2.4.2.1 Volume di compenso

Il volume di compenso permette di far fronte ai picchi di consumo caratteristici di alcuni orari della giornata. Per la stima di questo volume è stata divisa la giornata in fasce biorarie, per ogni fascia è stato stimato il rapporto  $Q_h/Q_g$  che indica la portata prelevata rapportata a quella media giornaliera. Definiti questi parametri si possono calcolare le portate, e di conseguenza i volumi, in ingresso e uscita dal serbatoio come di seguito riportato:

Tabella 11 - Andamento consumi orari.

Ora	$Q_h/Q_g$	$Q_{out}$ [l/s]	$V_{out}$ [m <sup>3</sup> ]	$Q_{in}$ [l/s]	$V_{in}$ [m <sup>3</sup> ]
0-2	0.1	0.45	3.3	4.53	32.62
2-4	0.1	0.45	3.3	4.53	32.62
4-6	0.24	1.09	7.8	4.53	32.62
6-8	1.34	6.07	43.7	4.53	32.62
8-10	1.84	8.33	60.0	4.53	32.62
10-12	2.24	10.14	73.0	4.53	32.62
12-14	1.34	6.07	43.7	4.53	32.62
14-16	0.8	3.62	26.1	4.53	32.62
16-18	1.6	7.24	52.2	4.53	32.62
18-20	1.3	5.89	42.4	4.53	32.62
20-22	0.8	3.62	26.1	4.53	32.62
22-24	0.3	1.36	9.8	4.53	32.62

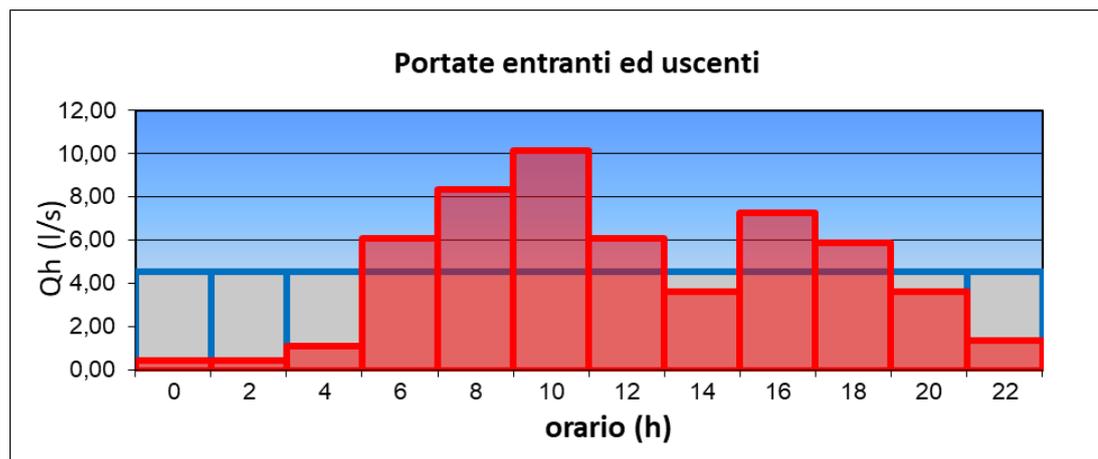


Figura 26 - Portate entranti ed uscenti.

Si costruiscono le cumulate dei volumi entranti e uscenti, la curva dei volumi entranti è costituita da una retta in quanto si presume che la portata captata dalle sorgenti sia costante nel tempo. Le due curve terminano allo stesso valore, questo indica che il volume immesso in rete è pari a quello derivato dalle sorgenti, non vi sono né ammanchi né eccessi.

Il volume di compenso viene definito come somma dei massimi scostamenti tra le due curve, ovvero la somma tra il massimo volume invasato e svasato.

$$V_{compenso} = V_{max,invasato} + V_{max,svasato} = 29,15 + 83,51 = 122,66 \text{ m}^3$$

Tabella 12 - Volumi cumulati.

Ora	V <sub>cumulato in</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>cumulato out</sub> [m <sup>3</sup> ]	$\Delta V_{\text{cumulato}}$ [m <sup>3</sup> ]	V <sub>svasato</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>invasato</sub> [m <sup>3</sup> ]
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	32.6	3.3	29.4	0.0	29.4
4	65.2	6.5	58.7	0.0	58.7
6	97.8	14.3	83.5	0.0	83.5
8	130.5	58.0	72.4	0.0	72.4
10	163.1	118.0	45.1	0.0	45.1
12	195.7	191.0	4.7	0.0	4.7
14	228.3	234.7	-6.4	6.4	0.0
16	260.9	260.8	0.1	0.0	0.1
18	293.5	312.9	-19.4	19.4	0.0
20	326.2	355.3	-29.2	29.2	0.0
22	358.8	381.4	-22.6	22.6	0.0
24	391.4	391.2	0.2	0.0	0.2

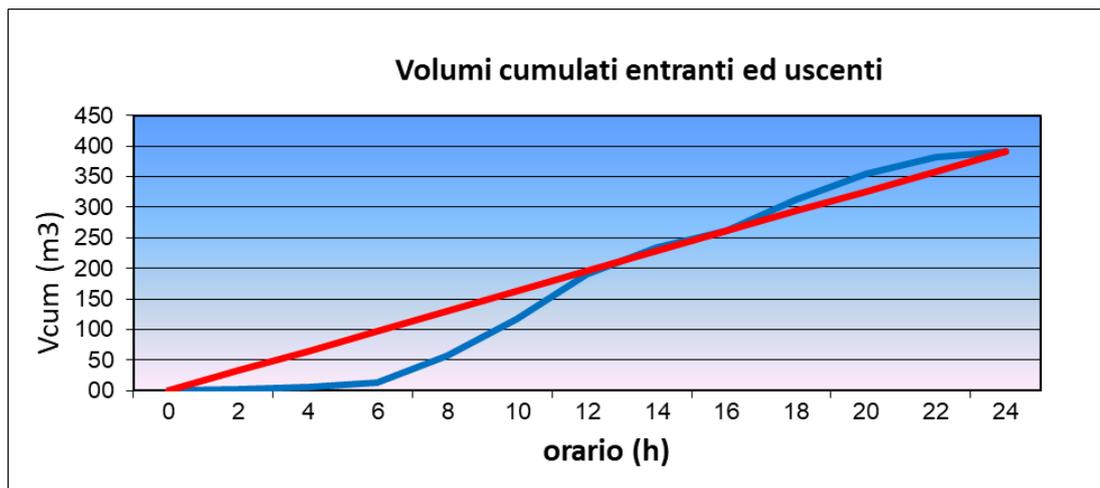


Figura 27 - Volumi cumulati entranti e uscenti.

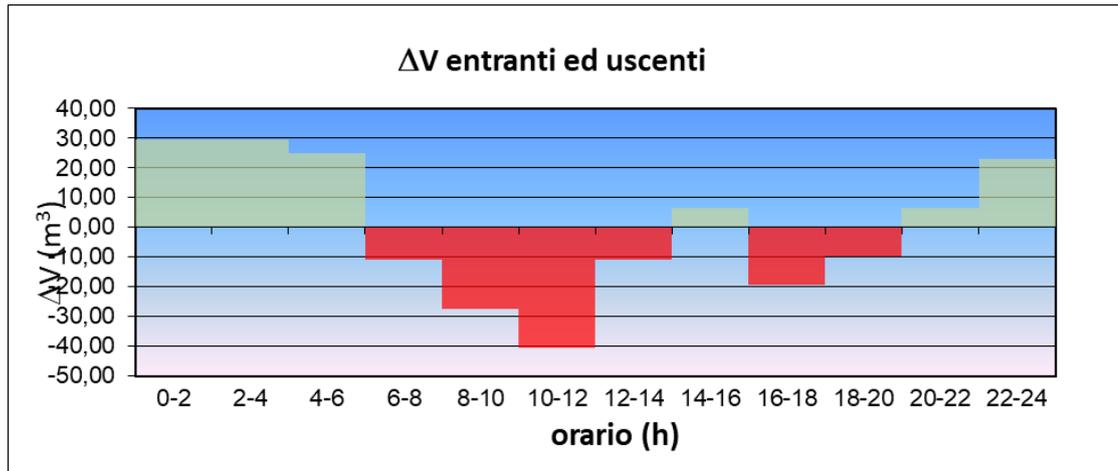


Figura 28 - Differenza tra volumi entranti e uscenti. Volume di riserva

#### 2.4.2.2 Volume di riserva

Il volume di riserva è stato definito ipotizzando la sospensione della portata in ingresso al serbatoio per 8 ore nel giorno di massimo consumo, il volume di riserva risulta essere:

$$V_{riserva} = Q_{g,max} * T = \frac{4,53}{1000} * 8 * 3600 = 130,39 \text{ m}^3$$

#### 2.4.2.3 Volume antincendio

La capacità antincendio viene stimata partendo dalla portata prelevata dagli idranti e moltiplicandola per il tempo di spegnimento, nel nostro caso è stato posto  $T = 2$  ore (7200 s).

La portata da fornire agli idranti è stata definita tramite formule empiriche, la prima utilizzata è quella di Conti<sup>[17]</sup>:

$$Q_i = 6 * \sqrt{\frac{P}{1000}} = 6 * \sqrt{\frac{590}{1000}} = 4,61 \text{ l/s}$$

Dove P è la popolazione.

La seconda formula è quella elaborata dal National Board of Fire statunitense:

$$Q_i = 4,5 * \sqrt{\frac{P}{1000}} - 0,045 \frac{P}{1000} = 4,5 * \sqrt{\frac{590}{1000}} - 0,045 \frac{590}{1000} = 3,43 \text{ l/s}$$

**Tabella 13 - Volumi antincendio.**

	<b>Portata</b>	<b>Tempo spegnimento</b>	<b>Volume</b>
	[l/s]	[s]	[m <sup>3</sup> ]
Conti	4.61	7200	33.19
USA (NBoF)	3.43	7200	24.70

La seguente tabella riassume i volumi necessari a soddisfare l'atteso aumento demografico che sono stati determinati nei sottoparagrafi precedenti. Per il volume antincendio è stato considerato quello derivante dalla formula di Conti, in quanto maggiormente riconosciuta a livello nazionale e che porta ad un volume più cautelativo:

**Tabella 14 - Volumi necessari.**

<b>Compenso</b>	<b>Riserva</b>	<b>Antincendio</b>	<b>Totale</b>
[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
122.66	130.39	33.19	286.24

#### 2.4.2.4 Serbatoio in progetto

Sulla base delle necessità idropotabili legate all'aumento demografico atteso nel comune di Chiomonte, fabbisogno determinato al paragrafo 2.3.2, si è progettato un serbatoio da realizzare presso le sorgenti Orsiera. La conformazione del territorio e la disposizione delle opere esistenti limita le possibilità progettuali, l'unica soluzione realizzativa possibile è stata individuata in un'area compresa tra l'opera di captazione delle sorgenti 2 e 3 e l'edificio ospitante le vasche di sedimentazione e carico (Figura 29). Tale situazione però limita il volume realizzabile e non consente di soddisfare completamente le capacità di compenso, riserva e antincendio.



**Figura 29 - A sinistra sorgente 1, al centro sorgenti 2/3, a destra vasca di sedimentazione, in rosso ubicazione nuova vasca.**

All'interno del nuovo serbatoio verranno collettate le acque provenienti dalle sorgenti Orsiera e dalla nuova condotta proveniente dalla sorgente Carbonella. Il nuovo serbatoio, realizzato interamente in calcestruzzo armato, verrà collocato tra il manufatto destinato alla captazione delle sorgenti 2 e 3 e quello ospitante le attuali vasche di sedimentazione e carico della condotta; la capacità totale di tale manufatto sarà di 116 m<sup>3</sup>. Questo volume sarà suddiviso in 2 vasche collegate mediante stramazzo rettangolare, il quale potrà essere utilizzato per effettuare un monitoraggio delle portate transistanti. La scelta operata presenta due vantaggi: in condizioni di normale utilizzo la prima vasca permette la sedimentazione di eventuale materiale solido presente in acqua mentre la seconda rimane disponibile per la messa in carico della condotta. Durante le operazioni di ordinaria manutenzione e pulizia, invece, le due vasche permettono di non interrompere il flusso d'acqua destinato all'abitato di valle potendo operare indipendentemente su ciascuna.

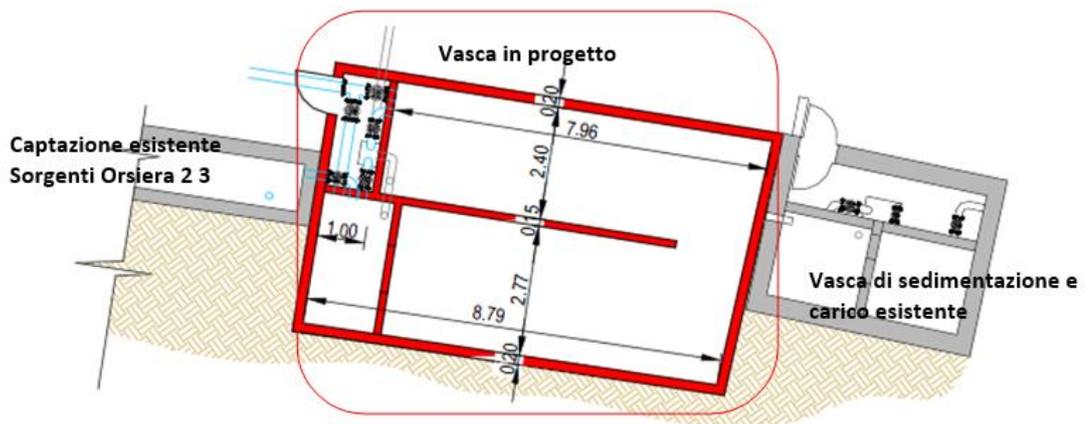


Figura 30 - Planimetria vasca in progetto. (Allegato 2)

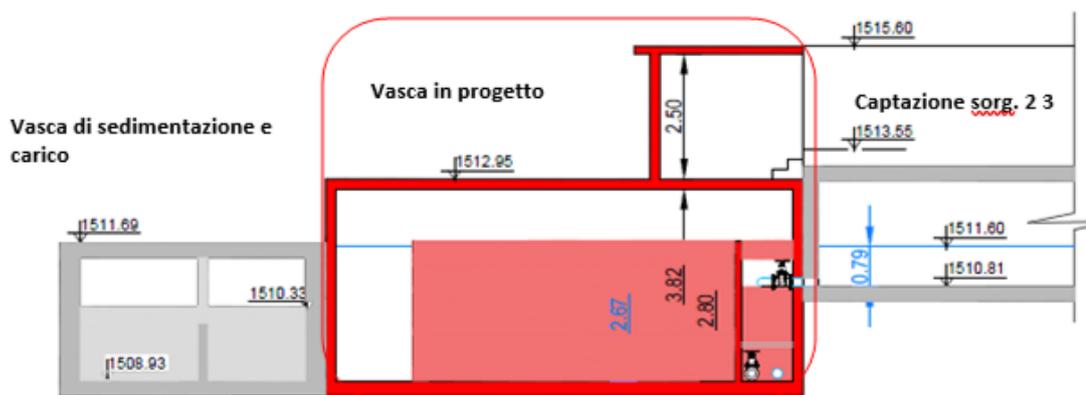


Figura 31 - Sezione serbatoio in progetto. (Allegato 2)

Lo schema idraulico del nuovo serbatoio è stato progettato con il fine di ottimizzare gli attuali volumi disponibili anche presso della captazione delle sorgenti 2 e 3 e dunque

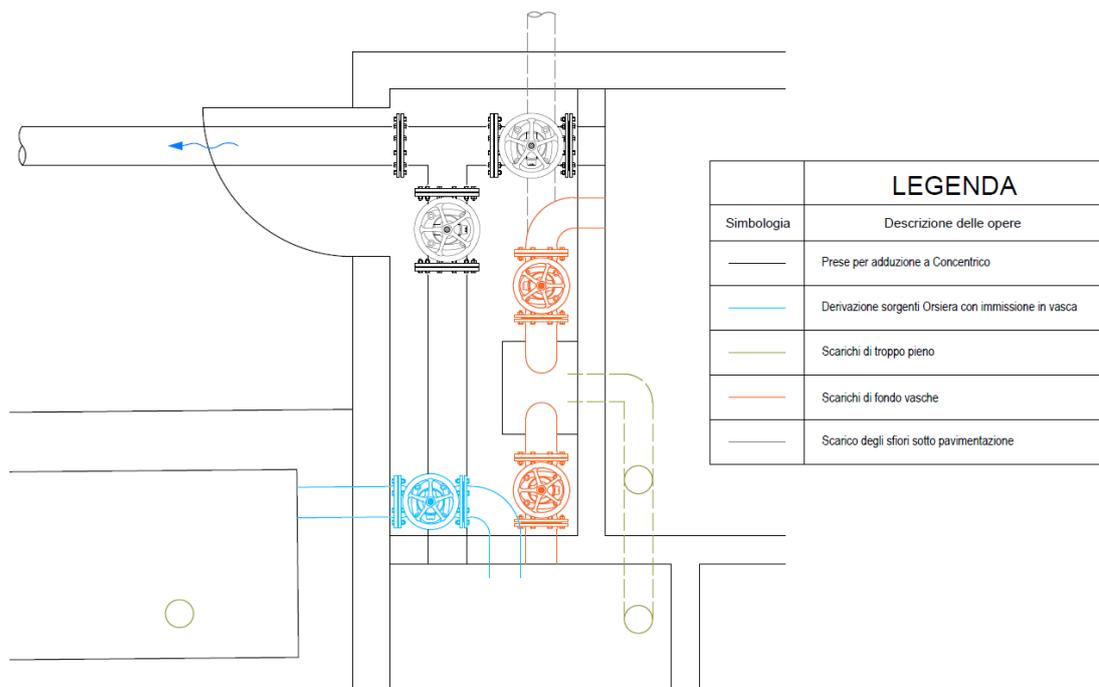
mettendo in diretta comunicazione gli stessi al fine di raggiungere una capacità complessiva pari a 120,3 m<sup>3</sup>.

Tale volume è da intendersi come una riserva idrica direttamente connessa con il serbatoio del concentrico, permettendo quindi di soddisfare le necessità di compenso che risultano pari a 112,66 m<sup>3</sup>.

La configurazione della nuova vasca presso le sorgenti Orsiera, come mostrato in Figura 31, prevede la realizzazione di un locale tecnico sopra alla copertura, per ospitare la turbina MicroHydro di autoproduzione e i sistemi accessori descritti al paragrafo 2.4.1.

#### 2.4.2.5 Opere accessorie

All'interno del nuovo serbatoio in progetto è prevista la realizzazione di una camera valvole (con accesso indipendente) per permettere la gestione dell'intero sistema di captazione.



**Figura 32 - Dettaglio camera valvole (Planimetria completa delle vasche in Figura 30).**

Nel vano sopra illustrato verranno alloggiati i sistemi in seguito descritti:

- Intercettazione della tubazione uscente dalla sorgente 2 e 3, con inserimento di una valvola di chiusura ad azione manuale, per permettere l'interruzione del flusso immesso in vasca durante le operazioni di manutenzione e pulizia del serbatoio.

- Realizzazione di un pozzetto, al di sotto del piano di calpestio, per la raccolta delle acque provenienti dagli scarichi di troppo pieno DN150 delle vasche e dagli scarichi di fondo delle vasche, intercettati da apposite valvole di chiusura ad azione manuale. L'allontanamento delle acque avverrà mediante tubazione in PVC DN150 posta sotto alla pavimentazione.
- Allaccio della condotta di adduzione ad entrambe le vasche per garantire l'approvvigionamento idrico all'abitato di valle senza interruzioni di servizio anche durante le operazioni di manutenzione e pulizia delle stesse. La gestione del sistema viene effettuata tramite valvole di chiusura ad azionamento manuale.

### 2.4.3 Connessione Orsiera-Concentrico

Nel seguente paragrafo viene descritta la procedura seguita per il dimensionamento delle condotte, il dettaglio dei calcoli viene riportato nell'Allegato 3, ponendo particolare attenzione alla differenza tra il dimensionamento con solo fine acquedottistico e quello finalizzato ad un futuro uso plurimo della risorsa al fine idroelettrico.

A differenza di quanto previsto per il tratto più a monte (Carbonella-Orsiera) questa condotta verrà realizzata con tubi in acciaio uniti mediante saldatura in sito, l'elevato salto geodetico porta alla formazione di pressioni in esercizio che non possono essere sopportate dalle condotte in materiale plastico. Le elevate pressioni possono essere gestite con condotte in acciaio variando lo spessore che, nei casi più estremi, può essere anche di alcune decine di millimetri.

Il tracciato è stato inizialmente definito "a tavolino" considerando diversi fattori quali: i vincoli idraulici legati alle piezometriche; i vincoli imposti dalle condizioni geologiche del sito; le operazioni di posa necessarie, la fattibilità tecnica, i possibili impatti ambientali derivanti e, infine, la distribuzione delle particelle catastali con il fine di abbreviare le operazioni di esproprio/asservimento e il relativo costo. Solo successivamente ci si è recati in sito per verificare quanto ipotizzato. Come meglio descritto in seguito il tracciato stabilito prevede la posa in trincea della condotta, fatta eccezione per gli attraversamenti aerei del torrente Combascura e rio Moliere e per un tratto di condotta di circa 300m a valle dell'attraversamento del torrente Combascura.

#### 2.4.3.1 Dimensionamento acquedottistico

La condotta Orsiera – Concentrico è caratterizzata dai profili riportati nelle seguenti figure, questi sono stati ricavati partendo dal DTM regionale, opportunamente corretto

---

con una serie di punti topografici rilevati lungo tutto il versante. Come si può osservare l'intero profilo della condotta non supera mai la piezometrica (linea tratteggiata) garantendo un funzionamento idraulico ottimale.

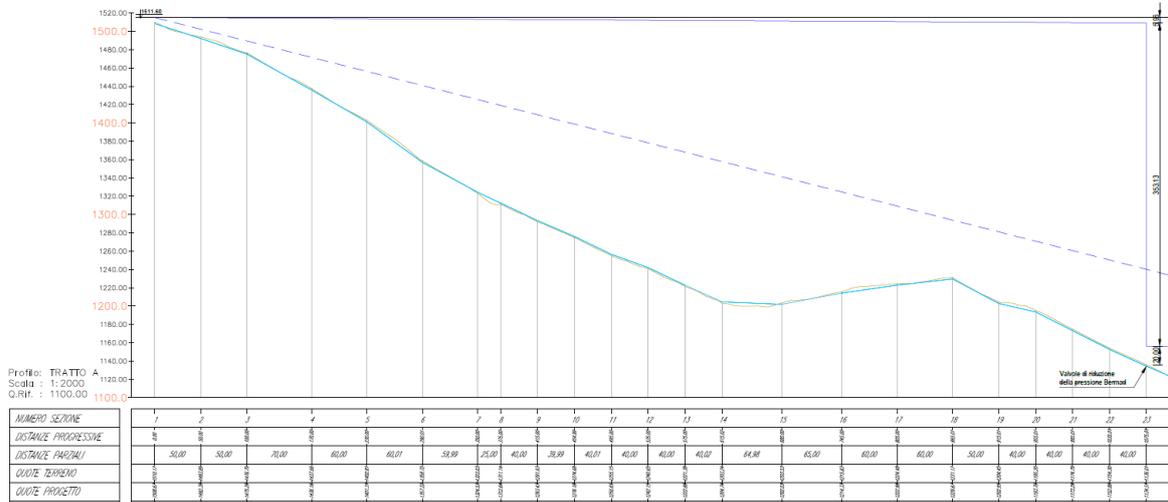


Figura 33 – Profilo Orsiera-Grange Burin (tratto A, in rosso in Figura 21).

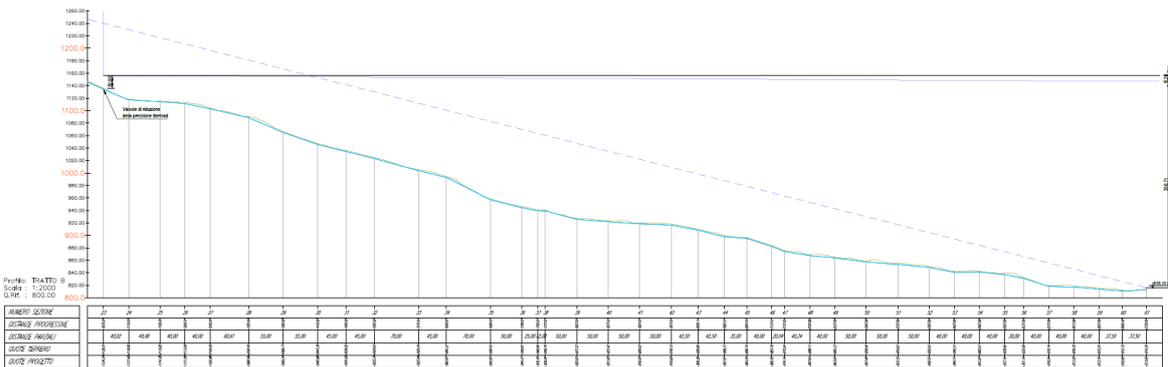


Figura 34 – Profilo Grange Burin-Concentrico (tratto B, in magenta in Figura 21).

Nella seguente tabella vengono sintetizzati i parametri progettuali adottati per il tratto precedentemente descritto.

Tabella 15 - Parametri di progetto

	U.M.	Tratto A
Quota prelievo	[m s.l.m.]	1511,60
Quota rilascio	[m s.l.m.]	816,10
Salto lordo	[m]	695,50
Lunghezza tracciato	[m]	2732,90
$Q_{\text{progetto}}$	[m <sup>3</sup> /s]	0,02253
$K_{s,\text{usati}}$	[m <sup>1/3</sup> /s]	80
J	[-]	0,359

Ipotizzando di trascurare in questa fase il contributo delle perdite di carico concentrate (bruschi restringimenti, curve, valvole, etc...) è possibile applicare la formula di Darcy per il dimensionamento.

$$D = 1.548 \left( \frac{Q}{K_s \sqrt{J}} \right)^{3/8}$$

con:

- $Q_{\text{progetto}}$  ottenuta dalla somma della portata media attualmente adottata pari a 18 l/s e dal contributo aggiuntivo derivante dall'incremento di domanda presunto che è pari a 4,53 l/s (portata media giornaliera).
- $K_{s,\text{usati}}$  coefficiente di scabrezza di Gauckles-Strickler in condizioni di tubazione usata
- J cadente piezometrica ottenuta dal rapporto tra salto lordo e lunghezza del tratto di condotta

Dal calcolo si ottiene un diametro interno minimo necessario pari a 94 mm.

Per soddisfare le esigenze acquedottistiche è dunque sufficiente una condotta con DN125.

### 2.4.3.2 Dimensionamento idroelettrico

Il dimensionamento della condotta Orsiera – Concentrico considerando la possibilità di sfruttare il salto geodetico tra i due capi della condotta viene effettuato eseguendo un'analisi costi – benefici basata sull'aumento dei costi di realizzazione in funzione del diametro scelto, comparata con l'aumento dei ricavi legato alla riduzione delle perdite di carico.

**Valutazione perdite di carico:**

Per valutare la producibilità attesa dall'impianto idroelettrico in progetto e contestualmente i mancati ricavi dovuti alle dissipazioni energetiche, risulta necessario valutare le perdite che si realizzano lungo la condotta, che riducono il salto disponibile tra il livello medio dell'acqua nel serbatoio della vasca Orsiera e l'asse della turbina.

In generale, si realizzano perdite distribuite, dovute all'attrito che l'acqua incontra nel suo percorso nella condotta, e concentrate, legate a singolarità nel sistema (variazioni di sezione, curve, imbocchi, sbocchi, ecc...).

Nota la perdita di carico complessiva, data da:

$$\Delta h_{tot} = \Delta h_d + \sum \Delta h_c ,$$

risulta possibile valutare il salto netto disponibile all'impianto come:  $H_{netto} = H_{lordo} - \Delta h_{tot}$ . Nel caso di lunghe condotte (quale quella in esame), le perdite di carico concentrate hanno un peso notevolmente inferiore rispetto a quelle distribuite e possono essere trascurate.

Le perdite distribuite, riferite all'intero tratto di condotta che collega il serbatoio dell'Orsiera con quello del Concentrico, vengono determinate facendo ricorso alla formula di Darcy – Weisbach:

$$\Delta h_d = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5} \cdot L$$

Dove:

- $\Delta h_d$  rappresenta le perdite di carico, in metri;
- $\beta$  rappresenta il coefficiente di resistenza, espressa in  $s^2/m$ ;
- $L$  la lunghezza del tratto di condotta considerato, in m;
- $Q$  la portata turbinabile, in  $m^3/s$
- $D$  il diametro della tubazione.

Il coefficiente di resistenza è stato valutato con la formula di Gauckler – Strickler:

$$\beta = \frac{10,3}{k^2 D^{1/3}}$$

Dove  $k$ , parametro di scabrezza ( $m^{1/3}/s$ ), è stato valutato sia per tubi nuovi ( $k = 100$ ) sia per tubi usati ( $k = 80$ ).

Le perdite concentrate vengono determinate facendo ricorso alla formula:

$$\Delta h_c = c_s \frac{U^2}{2g}$$

Dove:

- $\Delta h_d$  rappresenta le perdite di carico, in metri;
- $c_s$  il coefficiente di perdita di carico caratteristico per il punto singolare in esame;
- $U$  la velocità media del fluido all'interno della condotta, in m/s;

Si riportano in Tabella 16 le perdite valutate per i diversi diametri commerciali presenti in commercio, i valori sono riferiti alle condizioni di tubazioni usate e alla portata media turbinabile 22,53 l/s.

*Tabella 16 - Perdite di carico in funzione del diametro.*

Diametro	Salto lordo	Salto netto	Perdite di carico
[-]	[m]	[m]	[m]
DN100	694,00	- 60,25	754,25
DN125	694,00	485,18	208,82
DN150	694,00	618,89	75,11
DN200	694,00	678,31	15,69
DN250	694,00	689,36	4,64
DN300	694,00	692,27	1,73
DN350	694,00	693,24	0,76
DN400	694,00	693,62	0,38

#### **Calcolo diametro ottimale:**

Il dimensionamento delle tubazioni metalliche in pressione viene condotto basandosi sul criterio del massimo tornaconto economico. Questo prevede che, sulla base del valore di portata media derivabile, vengano valutati i costi derivanti dalla costruzione della condotta (costo per quota di interesse ed ammortamenti) ed i mancati ricavi (legati alle perdite di carico) di vendita dell'energia prodotta, al variare del diametro della condotta forzata.

Per valutare il massimo tornaconto economico, si definisce una funzione di costo data dalla somma degli oneri annui sostenuti per la costruzione della condotta e degli oneri dovuti alle perdite di energia conseguenti alle perdite di carico che si realizzano nella stessa:

- mancati ricavi annui: ad ogni diametro considerato nell'analisi corrisponde una perdita di carico data dalle dissipazioni lungo la condotta, questa perdita di carico può essere tradotta in una perdita di produzione dell'impianto idroelettrico che moltiplicata per il costo medio dell'energia si trasforma in un mancato profitto.

$$MR = (\gamma_{H_2O} * Q * \Delta H_{perdite} * \eta) * 8760 * \epsilon_{energ.}$$

Dove: il termine tra parentesi indica la produzione persa, in kW/h, in funzione della portata media e delle perdite di carico riportate in Tabella 16; 8760 sono le ore di un anno;  $\epsilon_{energ.}$  è il prezzo medio di vendita dell'energia.

- costo annuo: rappresentato dai costi di realizzazione dell'opera, depurati dalle voci di costo che non dipendono dal diametro della condotta, suddivisi in un periodo di tempo di ammortamento della spesa.

$$CA = \epsilon_{tot} \frac{(1+r)^n * r}{(1+r)^n}$$

Dove:  $\epsilon_{tot}$  sono i costi di realizzazione dipendenti dal diametro della condotta; r è il tasso di interesse finanziario; n è il periodo di ammortamento espresso in numero di anni.

Tabella 17 - Funzione di costo.

Diametro condotta	Mancati ricavi	Costo annuo	Funzione di costo
[-]	[€]	[€]	[€]
DN100	155320	5348	160670
DN125	42120	6754	48870
DN150	14840	8242	23090
DN200	3000	12064	15060
DN250	890	17086	17970
DN300	330	22794	23120
DN350	140	30050	30190
DN400	70	41646	41720

Il diametro ottimale è dato dal punto di minimo della funzione di costo.

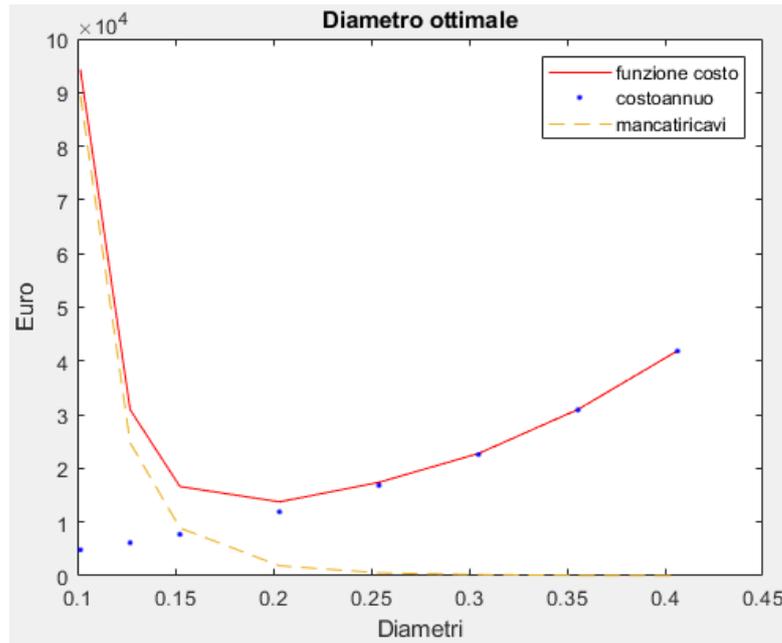


Figura 35 - Funzione di costo per ricerca diametro ottimale.

La scelta finale ricade quindi su una tubazione in acciaio di diametro commerciale DN200, diametro esterno pari a 219,0 mm e spessore variabile come descritto al paragrafo successivo.

Tabella 18 - Caratteristiche funzionamento.

<b>Q<sub>progetto</sub></b>	[l/s]	22,53
<b>D<sub>ottimale</sub></b>	[-]	DN200
<b>L<sub>condotta</sub></b>	[m]	2732,90
<b>Salto lordo</b>	[m]	694,00
<b>Salto netto</b>	[m]	678,31
<b>Perdite totali</b>	[m]	15,69
<b>Potenza</b>	[kW]	136,79

#### **Pressioni di esercizio e spessori tubazione:**

Per il calcolo degli spessori della condotta è stata utilizzata la formula di Mariotte di seguito riportata

$$s = \frac{K * d * p_i}{2\sigma_{amm}}$$

Dove:

- d è il diametro esterno della condotta;

- K il coefficiente di sicurezza (posto pari a 2,5);
- $\sigma_{amm}$  è il carico di snervamento della tubazione;
- $p_i$  è la pressione di esercizio nella condotta;

La pressione in condotta è data dalla somma di due componenti, la pressione idrostatica dovuta al carico di monte del serbatoio e la sovrappressione da colpo d'ariete che nasce durante le manovre di apertura, chiusura o regolazione del flusso uscente a valle.

La pressione di esercizio è data da:

$$P_{idro} = \gamma_{h2o} \Delta h$$

Dove  $\Delta h$  è la differenza di quota tra il pelo libero del serbatoio di monte e la quota della condotta nel punto considerato.

La sovrappressione da colpo d'ariete viene definita in due condizioni:

- Manovre brusche quando il tempo di manovra è inferiore al tempo critico,  $T_c < 2L/c$ :

$$\Delta p = \rho * c * U_0$$

Dove  $\rho$  è la densità dell'acqua;  $c$  è la celerità di propagazione dell'onda di pressione (300 m/s);  $U_0$  è la velocità media del fluido nella condotta.

- Manovre lente quando il tempo di manovra è superiore al tempo critico,  $T_c > 2L/c$ :

$$\Delta p = \frac{2 * \rho * L * U_0}{T_c} \frac{L_{prog}}{L}$$

Dove  $\rho$  è la densità dell'acqua;  $L$  è la lunghezza della condotta;  $U_0$  è la velocità media del fluido nella condotta;  $T_c$  è il tempo di manovra;  $L_{prog}$  è la distanza progressiva del punto analizzato a partire dall'imbocco della condotta a monte.

Nella tabella di seguito riportata viene descritta la distribuzione degli spessori della condotta lungo il suo tracciato, si è scelto di utilizzare non più di 2 spessori differenti. Gli spessori indicati in tabella includono una maggiorazione pari a 1 mm per considerare l'usura nel tempo.

*Tabella 19 - Spessore condotta.*

Progressiva inizio	Progressiva fine	Lunghezza tratto	Dislivello	Spessore
[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]
0,0	1610,0	1610,0	514,9	5,0
1610,0	2732,9	1122,9	180,7	6,3

### 2.4.3.3 Opere d'arte

#### **Riduttori di pressione e regolatori di portata:**

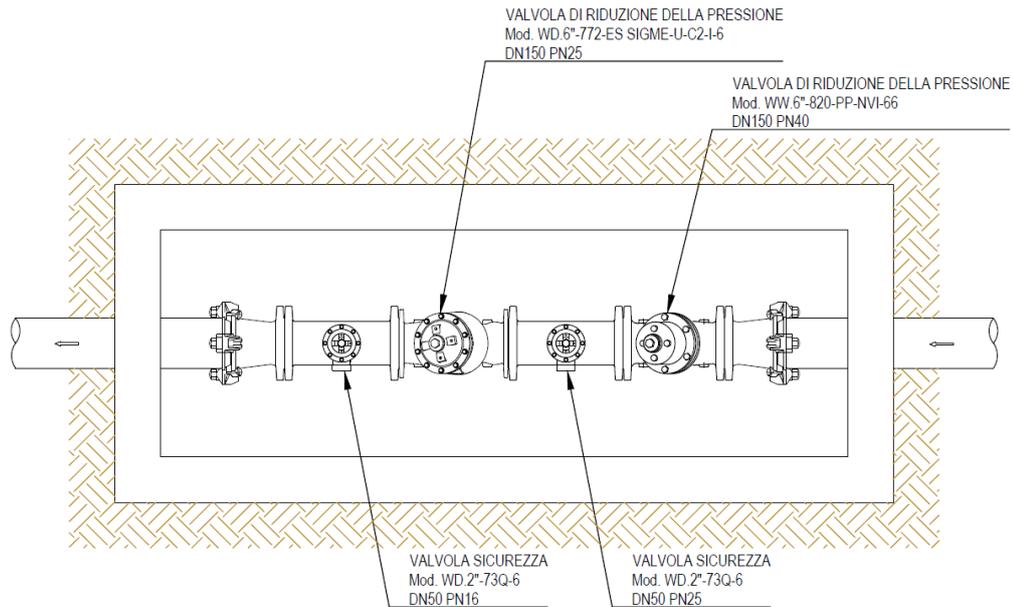
Lungo la futura condotta ad uso acquedottistico sarà fondamentale prevedere delle apposite apparecchiature di controllo da posizionarsi in linea che avranno funzione di:

- Limitare la massima portata derivata = 22,53 l/s
- Ridurre la pressione massima di circa 70 bar (pari al salto totale Orsiera-Concentrico di 696 metri).
- Garantire corretta gestione dei volumi di accumulo.

A seguito di un confronto tecnico con aziende operanti nel settore della produzione di valvole ad uso acquedottistico si è esclusa la possibilità di realizzare un unico sistema di controllo presso il serbatoio del concentrico. Schede tecniche in Allegato 4.

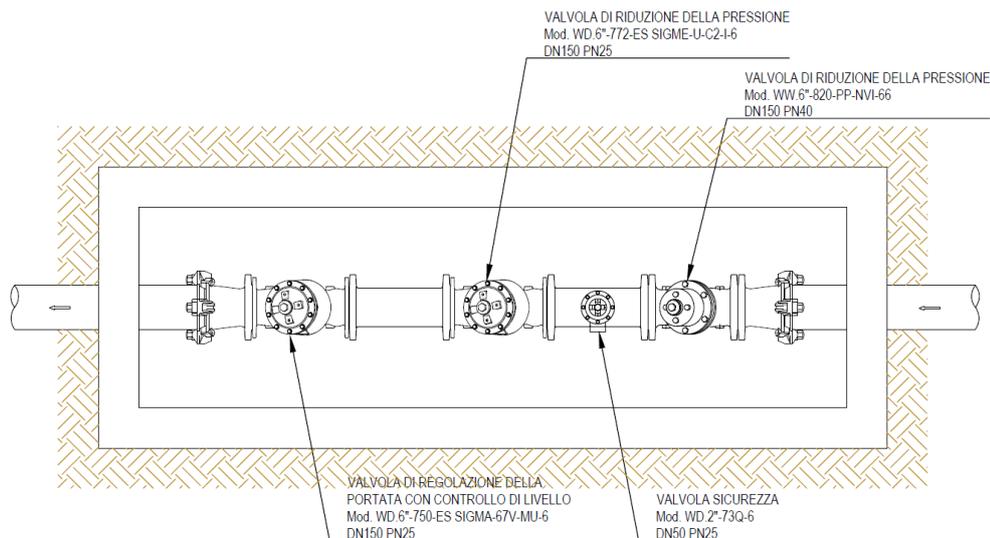
La soluzione finale prevede due differenti camere valvole ubicate rispettivamente:

- Postazione Rompitratta: a quota 1115,0 m s.l.m. presso il serbatoio Piè du Peon in località Grange Burin per abbattere il carico da 392 a 20 metri, il sistema è composto dalle seguenti valvole disposte in serie:
  1. Valvola di riduzione della pressione, tipo Bermad modello 820, utilizzata per ridurre il carico da 392 a 178 m con rapporto di decompressione 2,2:1;
  2. Valvola di sicurezza a sfioro, tipo Bermad modello 73Q, tarata con pressione di apertura pari a 190 metri;
  3. Valvola di riduzione della pressione, tipo Bermad modello 772, utilizzata per ridurre il carico da 178 a 20 m;
  4. Valvola di sicurezza a sfioro, tipo Bermad modello 73Q, tarata con pressione di apertura pari a 50 metri;



**Figura 36 - Gruppo di riduzione della pressione postazione "Rompitratta" (flusso da destra verso sinistra).**

- Postazione "Concentrico": a quota 816,10 m s.l.m. presso serbatoio Concentrico. Con l'obiettivo di abbattere il carico da 328 a 30 metri, regolare la portata ad un valore prefissato pari a 22.53 l/s e controllare del livello del serbatoio di valle in modo da sommare il volume della nuova vasca Orsiera (120 m<sup>3</sup>) con quello della vasca Concentrico (200 m<sup>3</sup>) ed ottenere un volume complessivo di 320 m<sup>3</sup> che garantisca il compenso. Le valvole utilizzate sono:
  1. Valvola di riduzione della pressione, tipo Bermad modello 820, utilizzata per ridurre il carico da 328 a 149 metri con rapporto di decompressione 2,2:1;
  2. Valvola di sicurezza a sfioro, tipo Bermad modello 73Q, tarata con pressione di apertura pari a 160 metri;
  3. Valvola di riduzione della pressione, tipo Bermad modello 720, utilizzata per ridurre il carico da 149 a 30 m;
  4. Valvola di controllo del livello dotata di galleggiante per rilevare il livello del serbatoio, tipo Bermad modello 750;



**Figura 37 - Gruppo di riduzione della pressione e regolazione della portata postazione "Concentrico".**

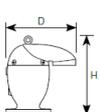
### **Sfiati:**

Nell'ambito dei sistemi di controllo da inserire in condotta, occorre anche prevedere la posa di appositi sfiati d'aria, il loro funzionamento è necessario nelle seguenti condizioni:

- In fase di riempimento della condotta per permettere la fuoriuscita dell'aria che rimarrebbe bloccata nei punti di massimo.
- In fase di esercizio per evitare l'accumulo di aria nei punti di massimo, questa infatti tende ad accumularsi nella parte alta della condotta comprimendosi sino a raggiunge la stessa pressione dell'acqua condizionando il moto di quest'ultima.
- In caso di svuotamento o di rottura della condotta è necessario permettere l'ingresso di aria nella condotta per evitare depressioni e danni alla rete.

Nel caso studio preso in esame la futura condotta, nel Tratto A, a quota 1217 m s.l.m. presenta un punto di massimo (sezione 18 del profilo longitudinale di Figura 33). Occorre pertanto prevedere una valvola di sfiato che evacui le possibili sacche d'aria in formazione, oltre a tutelare la tubazione in fase di riempimento o svuotamento. Il dispositivo prescelto è del tipo illustrato nella seguente figura.

C70 - Dimensions & Weights




Inlet Size		Connection	Width (D)	Height (H)	Weight	Width (D)	Height (H)	Weight	Width (D)	Height (H)	Weight
Inch	---		inch	inch	lbs	inch	inch	lbs	inch	inch	lbs
mm	---		mm	mm	Kg	mm	mm	Kg	mm	mm	Kg
2"	Threaded		7.126	11.181	17.2	8.858	11.102	17.632	6.890	11.260	17.6
DN50			181	284	7.8	225	282	8	175	286	8.0
2"	Flanged		7.362	11.890	22.0	9.134	11.811	23.142	6.890	11.260	22.0
DN50			187	302	10.0	232	300	11	175	286	10.0
3"	Flanged		9.646	14.016	37.0	12.244	14.016	38.129	9.016	12.874	35.3
DN80			245	356	16.8	311	356	17	229	327	16.0
4"	Flanged		11.142	16.142	49.1	14.606	16.142	50.912	10.709	14.961	48.5
DN100			283	410	22.3	371	410	23	272	380	22.0
6"	Flanged		14.488	22.480	110.2	19.409	22.402	116.812	15.000	22.520	112.4
DN150			368	571	50.0	493	569	53	381	572	51.0
8"	Flanged		18.701	30.315	266.7	26.024	30.315	275.500	19.921	27.913	264.5
DN200			475	770	121.0	661	770	125	506	709	120.0

Figura 38 - Tipologico di sfiato Tipo Bermad Modello C70

**Blocchi di ancoraggio:**

Lungo il tratto di adduzione oggetto del presente progetto devono essere realizzati dei blocchi di ancoraggio, che costituiscano punti fissi non soggetti a rotazioni o traslazioni. Questi hanno lo scopo di assorbire le azioni agenti sulla condotta. I blocchi di ancoraggio vengono classificati come: tipo altimetrico posizionati in corrispondenza di cambiamenti di pendenza; tipo planimetrico in corrispondenza di curve planimetriche; tipo plano-altimetrico nel caso in cui la deviazione sia di tipo sia altimetrico che planimetrico.

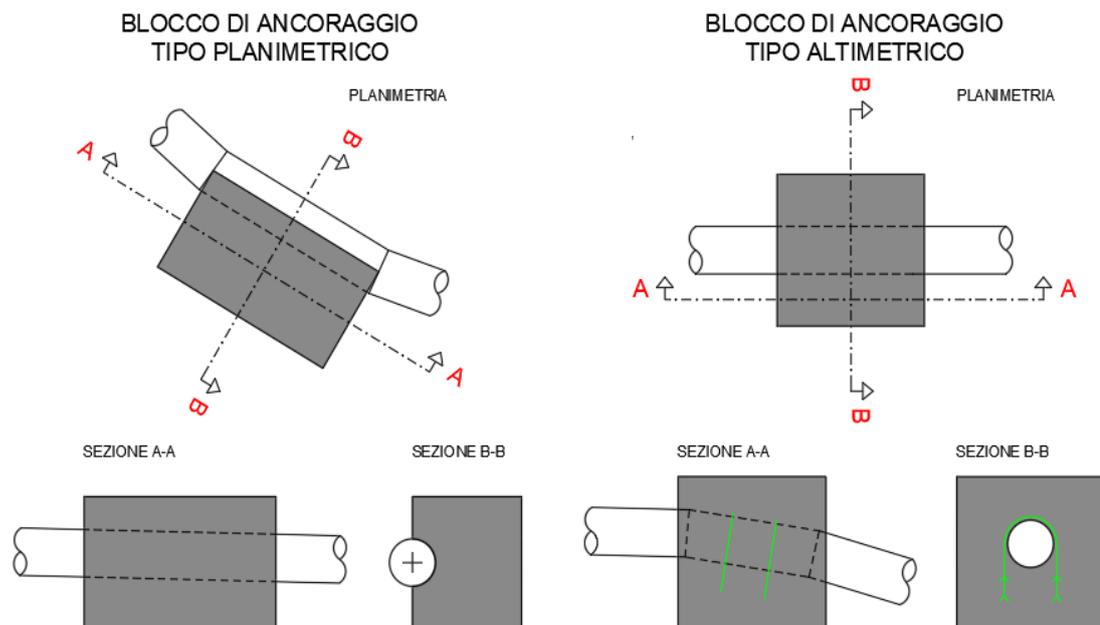


Figura 39 - Schema blocchi tipo.

I singoli blocchi di ancoraggio vengono dimensionati considerando le seguenti azioni:

1. Peso della tubazione di monte e di valle, le forze vengono suddivise nella componente tangenziale e perpendicolare al terreno.
2. Peso del blocco, in funzione del dimensionamento da effettuare per garantire la stabilità.
3. Forza di impedita dilatazione termica dei tronchi di condotta di monte e di valle, la direzione di questa forza è sempre parallela alla tubazione e la direzione dipende dalla differenza tra la temperatura di posa e quella di esercizio ( $\Delta T$  positivo o negativo)

$$F_{d1} = \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot \pi \cdot D_e \cdot s$$

in cui  $\alpha$  rappresenta il coefficiente di dilatazione termica dell'acciaio;  $\Delta T$  la massima escursione termica di progetto;  $E$  è il modulo di elasticità normale;  $D_e$  il diametro esterno della tubazione e  $s$  lo spessore.

4. Forza di Poisson per impedita contrazione longitudinale dovuta alla pressione interna nei tronchi di condotta, la forza è sempre parallela alla tubazione e diretta verso monte per il tronco di monte e valle per quello di valle.

$$F_{p1} = \frac{1}{m} \cdot \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p}{2}$$

in cui:  $1/m$  rappresenta il coefficiente di Poisson (per l'acciaio  $m=3$ );  $D$  il diametro interno della tubazione;  $p$  la pressione interna alla tubazione.

5. Spinta idrostatica diretta sempre da monte verso valle per il tronco di monte e viceversa per il tronco di valle

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \gamma \cdot h_1$$

6. Forza di scivolamento della tubazione verso valle, da considerare solo nei tratti rettilinei a forte pendenza

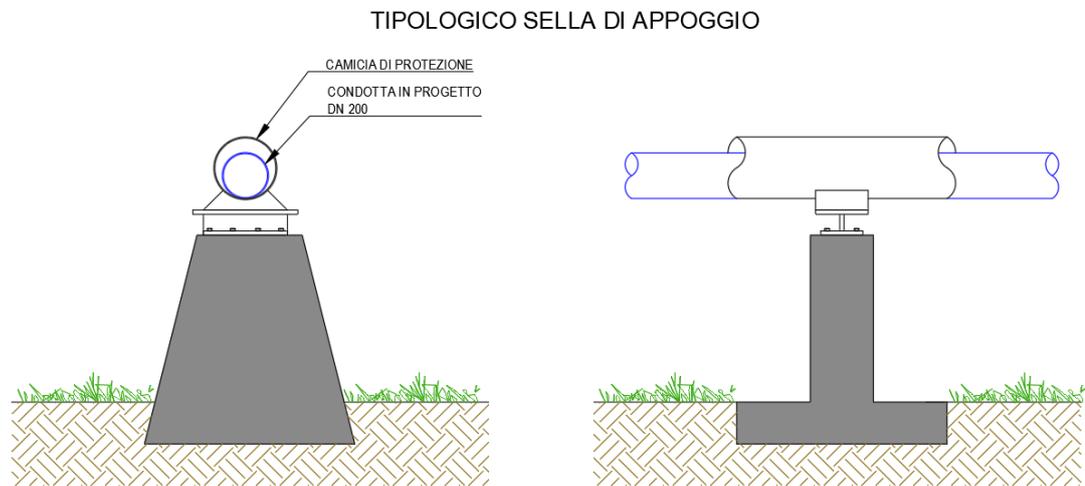
$$F = Gt \cdot \left( \sin \alpha - \frac{f \cdot \cos \alpha}{1,5} \right)$$

Il dimensionamento di ogni blocco deriva dalla composizione di queste azioni per ottenere il modulo e la direzione della risultante. Successivamente si effettuano le verifiche di scorrimento e ribaltamento del blocco, capacità portante del terreno e di resistenza alla compressione di calcestruzzo e terreno.

**Selle di appoggio:**

Per i 300 m di condotta a valle dell'attraversamento del torrente Combascura il tracciato scelto non consente la posa della condotta in trincea a causa della presenza di materiale roccioso che rende difficoltose ed economicamente non convenienti le operazioni di scavo, è quindi prevista la realizzazione di selle di appoggio per sostenere la condotta, questi elementi realizzati in calcestruzzo armato verranno posti a distanza di circa 12-15 m l'uno dall'altro.

Inoltre per proteggere la condotta nei tratti esterni è previsto l'inserimento di quest'ultima all'interno di una camicia di protezione, costituita da una tubazione metallica di diametro superiore (DN250)



**Attraversamento torrente Combascura:**

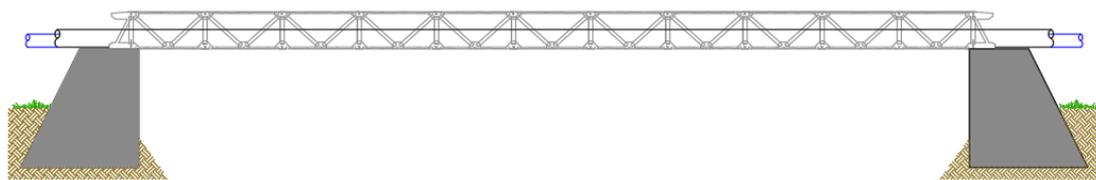
A quota di 1315 m s.l.m. è previsto l'attraversamento del torrente Combascura e la soluzione progettuale proposta prevede un attraversamento per via aerea.



*Figura 41 – Attraversamento Combascura a quota 1315 m s.l.m.*

A tal fine verranno realizzate due spalle di sostegno ai margini del torrente e in posizione protetta dallo stesso opportunamente ancorate ai massi ciclopici ivi presenti. La condotta sarà sostenuta da un traliccio metallico del tipo indicato nella seguente figura che è da intendersi come tipologico.

La scelta definitiva sarà da effettuarsi in funzione della reale luce da coprire che verrà determinata a seguito di uno specifico rilievo topografico da effettuare presso il sito di attraversamento.



*Figura 42 - Tipologico di attraversamento mediante struttura portante reticolare in acciaio.*

**Attraversamento rio Muliere:**

L'attraversamento del rio Muliere a quota 940,7 m s.l.m. verrà realizzato mediante staffatura al ponte esistente come già effettuato per l'attuale condotta. Anche per questo tratto esterno si dovrà prevedere l'incamiciatura di protezione della condotta.

#### 2.4.4 Rete antincendio

Per soddisfare le necessità legate all'antincendio si propone alla committenza di realizzare una rete antincendio, indipendente da quella acquedottistica in progetto, sfruttando le opere esistenti che altrimenti verrebbero dismesse a lavori ultimati.

La soluzione ipotizzata prevede i seguenti interventi:

- Ampliamento della vasca rompitratta Piè du Peon per portarla ad una capacità di circa 33 m<sup>3</sup>, necessaria a soddisfare le esigenze antincendio calcolate al paragrafo 2.4.2.3. Il riempimento di questa vasca potrà avvenire utilizzando la condotta di derivazione delle sorgenti Orsiera esistente oppure spillando acqua dalla nuova condotta a valle del primo gruppo di riduzione di pressione descritto al paragrafo precedente.
- Utilizzo della condotta esistente per convogliare l'acqua verso l'abitato di Chiomonte.
- Predisposizione di un punto di prelievo, con idrante, nei pressi del serbatoio del Concentrico.

### 3. UTILIZZO PLURIMO AI FINI IDROELETTRICI

L'inserimento di sistemi di produzione idroelettrica su impianti acquedottistici permette di ottimizzare lo sfruttamento della risorsa recuperando energia che in alternativa verrebbe dissipata da valvole di riduzione della pressione o da vasche rompitratta dislocate lungo il tracciato delle condotte. Gli impianti idroelettrici su condotte trovano largo impiego negli acquedotti montani dove solitamente l'utenza si trova a quota minore rispetto alla fonte di approvvigionamento. Questo tipo di impianti vengono frequentemente inseriti in occasione di interventi di rifacimento, potenziamento o ammodernamento di sistemi acquedottistici che hanno raggiunto il termine della loro vita utile. L'aspetto da tenere sempre in considerazione nella progettazione di questi interventi è la priorità dell'utilizzo della risorsa per fini idropotabili.

I principali vantaggi nella realizzazione di tali impianti possono essere riassunti nel seguente elenco:

- Non alterano il funzionamento idraulico del sistema acquedottistico e non alterano la qualità dell'acqua che deve rimanere disponibile per l'utilizzo idropotabile.
- L'impianto viene dimensionato sulla base del fabbisogno idrico dell'abitato, il che comporta limitate oscillazioni di portata durante l'anno e permette di avere una produzione costante.
- Il numero limitato di interventi e la struttura compatta delle opere permette di avere un impatto ambientale limitato.
- Possono essere installati in zone remote dove risultano essere molto competitivi rispetto ai sistemi di generazione tradizionale (es. generatori termici) che necessitano di un costante rifornimento di materiale combustibile.
- Nel caso di piccoli impianti le dimensioni compatte del gruppo generatore permettono il trasporto in aree difficilmente accessibili, caratteristiche degli ambienti montani.
- Costituiscono una fonte di reddito e contribuiscono allo sviluppo sostenibile dei territori in cui sono inseriti.
- Sono considerati sistemi di produzione a zero emissioni, sostenendo così i piani europei e nazionali di riduzione delle emissioni.

- La maggior parte delle opere necessarie per il funzionamento di questo sistema vengono realizzate per il fine acquedottistico, considerato prioritario, i costi da sostenere per l'integrazione dell'utilizzo idroelettrico risultano essere limitati e fanno sì che l'investimento risulti economicamente conveniente.

Tra gli aspetti negativi possiamo trovare:

- La turbina e il generatore elettrico durante il funzionamento producono un quantitativo di rumore non trascurabile, se tale sistema si trova in prossimità dell'abitato è necessario prevedere sistemi di insonorizzazione dei locali macchine.
- La potenza installabile è solitamente ridotta, si arriva a produrre alcune centinaia di kW/h.
- La fattibilità tecnico economica è influenzata dal quantitativo di interventi necessari alla messa in funzione del sistema, alla vetustà delle condotte esistenti e alla remunerazione dell'energia prodotta. Legato a quest'ultimo aspetto è di particolare interesse approfondire la tematica delle tariffe incentivate per la produzione di energia da fonti rinnovabili, argomento trattato in dettaglio al paragrafo 1.6.

### 3.1 ESEMPI ESISTENTI IN VALLE

Nel seguente paragrafo vengono riportati a titolo esemplificativo alcuni impianti idroelettrici realizzati su acquedotto in Valle di Susa, con l'obiettivo di illustrare il funzionamento di tali sistemi a supporto di quanto sviluppato nell'ambito del presente lavoro di tesi.

Il primo impianto è stato realizzato nel comune di Exilles, e sfrutta l'energia potenziale tra il serbatoio del Catubè posto a quota 1400 m s.l.m. e il serbatoio di Exilles a quota 940 m s.l.m.

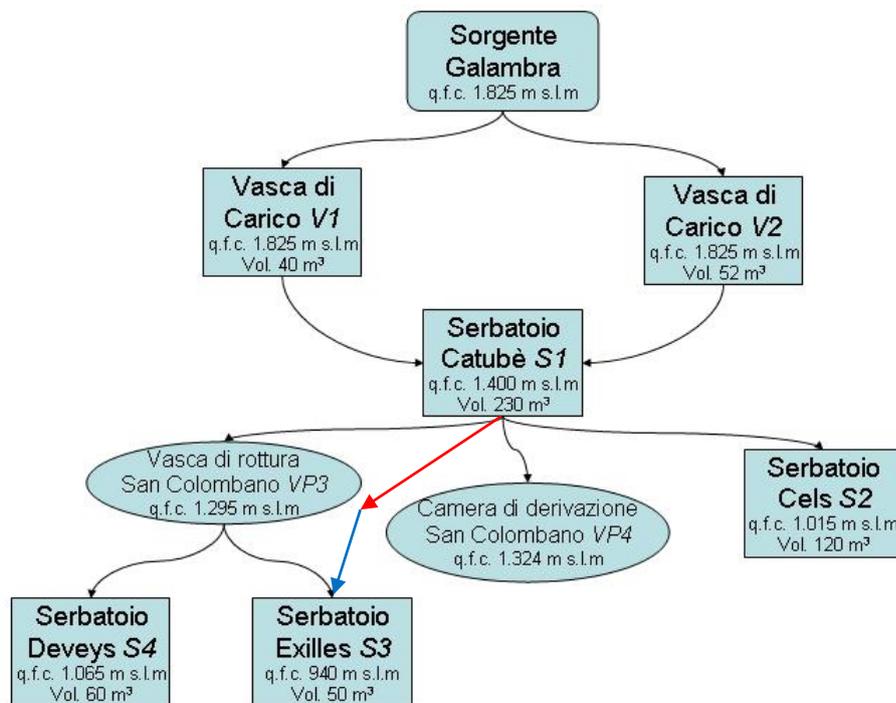
Il secondo esempio deriva dall'acquedotto di valle, opera che attraversa l'intera Valle di Susa, dalla diga di Rochemolles al comune di Caselette, in questo caso particolare gli impianti idroelettrici installati sulla condotta acquedottistica sono stati previsti nel progetto originale dell'opera.

### 3.1.1 Impianto idroelettrico Catubè – Exilles

Il progetto dell'impianto in oggetto è stato redatto dallo studio R&C Engineering S.r.l. di Torino nell'anno 2010<sup>[15]</sup>.

Il sistema acquedottistico del comune di Exilles è alimentato dalla sorgente Galambra posta a quota 1825 m s.l.m., vi sono 6 serbatoi distribuiti sul territorio per alimentare l'abitato del comune e le sue frazioni, come visibile dallo schema in Figura 43. Il complesso schema acquedottistico nasce da una serie di interventi realizzati nel tempo finalizzati a soddisfare le esigenze locali.

L'impianto idroelettrico integrato al sistema acquedottistico sfrutta l'energia potenziale esistente tra il serbatoio del Catubè a quota 1400 m s.l.m. e quello dell'abitato di Exilles a quota 940 m s.l.m. in località Gutà.



**Figura 43 - Schema di funzionamento della rete acquedottistica del comune di Exilles. (fonte progetto definitivo) In rosso tratto di condotta in progetto, in blu condotta esistente.**

*Le principali caratteristiche dell'impianto realizzato sono riassunte nella*

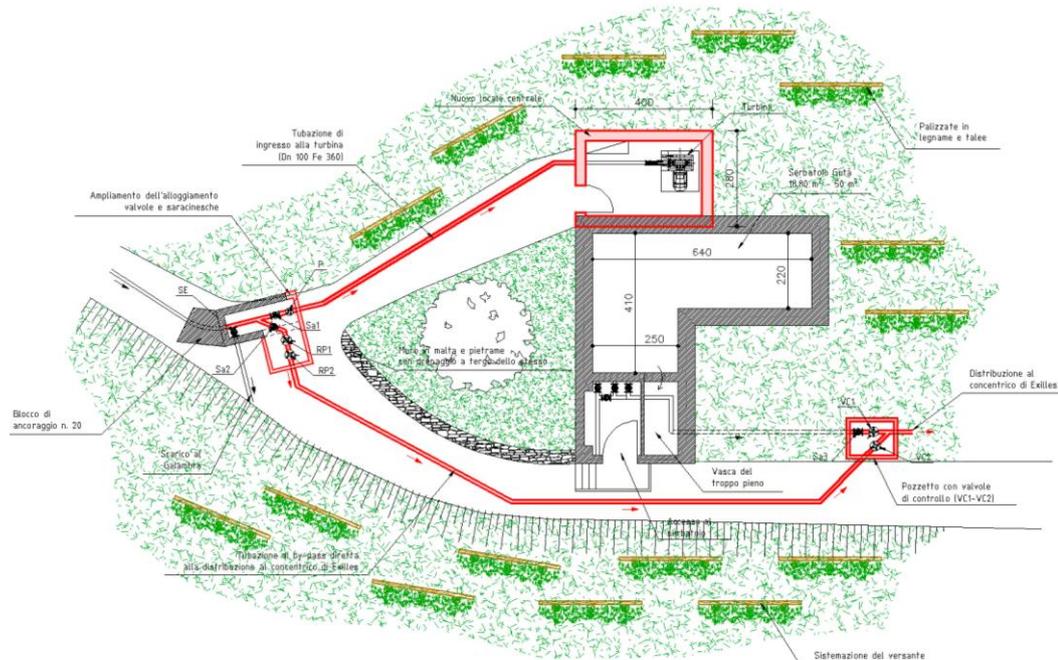
Tabella 20 di seguito riportata; la turbina installata è di tipo Pelton con girante ad asse orizzontale, la macchina è in grado di lavorare con in un range di portate compreso tra i 10 l/s e i 15 l/s con un sistema di regolazione automatico per ottimizzare la produttività.

**Tabella 20 - Caratteristiche impianto idroelettrico Exilles.**

<b>Portata media</b>	10	[l/s]
<b>Portata massima</b>	15	[l/s]
<b>Salto lordo</b>	451	[m]
<b>Salto utile (riferimento alla portata media ed alla condizione di tubazioni usate)</b>	414	[m]
<b>Potenza nominale (riferita alla portata media)</b>	44	[kW]
<b>Producibilità annua</b>	273	[MWh]

Gli interventi realizzati per permettere l'istallazione della centrale idroelettrica sono stati i seguenti:

- Realizzazione di un nuovo tratto di condotta per collegare il serbatoio del Catubè al tratto di condotta esistente tra la vasca di rottura San Colombano e il serbatoio di Exilles, quest'ultima condotta era stata sostituita pochi anni prima.
- Realizzazione del locale tecnico in prossimità del serbatoio di Exilles per ospitare il macchinario di produzione e i sistemi accessori.
- Opere idrauliche di collegamento, regolazione e bypass della centrale, schema riportato in Figura 44.



**Figura 44 - Opere idrauliche in prossimità del serbatoio Exilles (fonte progetto definitivo studio R&C).**

- Allaccio alla rete elettrica per la cessione dell'energia prodotta.
- Interventi di completamento tra cui opere di ingegneria naturalistica per ridurre l'impatto ambientale.

All'epoca della progettazione l'ammontare complessivo delle opere elencate veniva stimato in circa 260'000 €, a fronte di una produzione prevista di 273 MWh/anno. Dall'analisi economico – finanziaria emerge che il tempo di rientro dell'investimento previsto era di circa 7 anni.

In fase progettuale è stata condotta anche la valutazione degli impatti ambientali attesi sia in fase di cantierizzazione (impatti temporanei) sia in fase di esercizio (impatti permanenti).

I primi sono legati alle attività di cantiere (traffico generato, utilizzo di mezzi di cantiere, creazione di aree di cantiere, taglio della vegetazione, rischio di inquinamento acustico, inquinamento puntuale del suolo, emissioni, etc...).

Gli impatti permanenti individuati a livello progettuale sono stati catalogati in:

- Utilizzo della risorsa idrica, non di particolare interesse in quanto la portata derivata è destinata all'uso umano e l'utilizzo idroelettrico non varia le proprietà chimico-fisiche.
- Modifica delle condizioni ecologiche del territorio, legate agli interventi di riprofilatura del versante e alla rimozione permanente della vegetazione.
- Impatto visivo paesaggistico, in particolare legato alla realizzazione del locale tecnico in prossimità del serbatoio di Exilles.

In fase di progettazione sono state pertanto previste misure di compensazione e mitigazione ambientale sia riguardanti le fasi di cantierizzazione sia interventi duraturi nel tempo. Durante l'esecuzione dei lavori gli accorgimenti presi per ridurre l'impatto ambientale sono stati: l'utilizzo per quanto possibile di strade e sentieri già esistenti per il raggiungimento delle aree di cantiere e per la posa delle condotte, riutilizzo almeno in parte, dei materiali di risulta degli scavi per il rinterro della condotta e rimozione della vegetazione solo per quanto strettamente necessario. Gli interventi di tipo permanente e le soluzioni progettuali per la riduzione e mitigazione dell'impatto ambientale sono: derivazione dei volumi idrici limitati alle necessità idropotabili dell'abitato, interrimento della condotta di adduzione per limitare l'impatto visivo, interventi di ingegneria naturalistica per la mitigazione visiva del locale tecnico in località Gutà e realizzazione di pareti fonoassorbenti per l'assorbimento del rumore prodotto dal generatore elettrico.

### 3.1.2 Acquedotto di valle

L'acquedotto della Valle di Susa è una grande infrastruttura che ha richiesto più di dieci anni di lavoro per la sua realizzazione e un investimento di circa 130 milioni di euro. Inaugurata nel giugno 2019 quest'infrastruttura permette di rifornire 30 comuni, alcuni dei quali soffrono di carenze idriche, distribuiti lungo i 100 km di condotte.

La fonte di approvvigionamento dell'acquedotto è la diga di Rochemolles posta a quota 1992 m s.l.m. nel comune di Bardonecchia. Fu realizzata negli anni trenta durante il processo di elettrificazione della rete ferroviaria nazionale, dall'azienda Ferrovie dello Stato, per alimentare la centrale idroelettrica di Bardonecchia. Dall'invaso viene derivata una portata costante di 550 l/s e immessa nella condotta principale, di lunghezza 66 km, realizzata con tubazioni in acciaio sferoidale DN700.

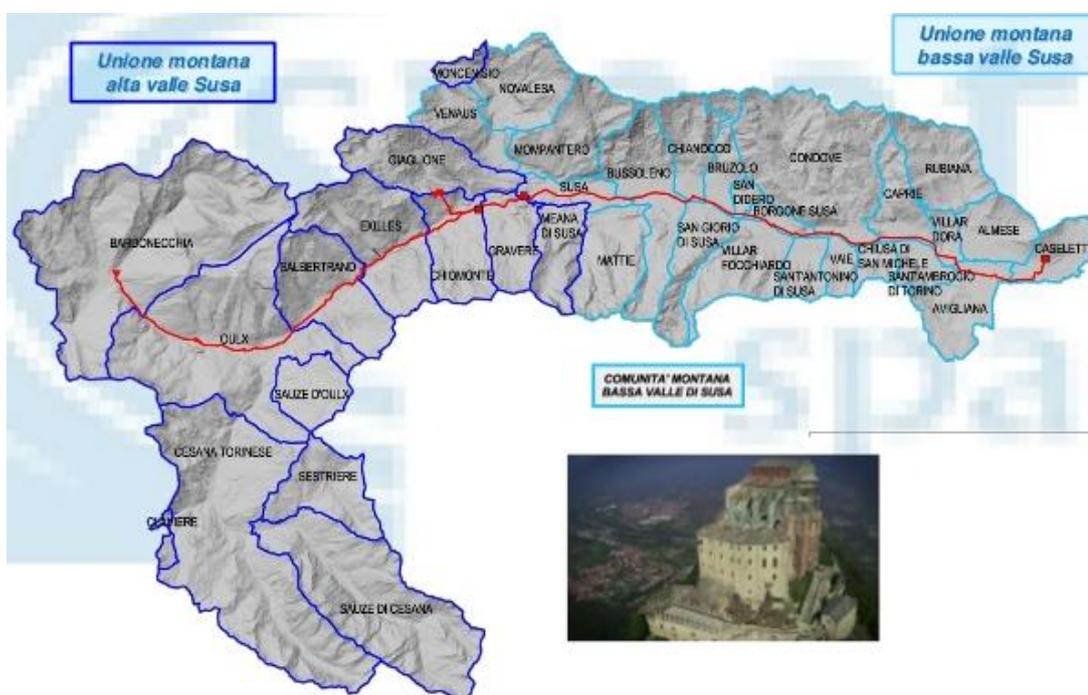


Figura 45 - Tracciato acquedotto di valle. (fonte SMAT S.p.a.)

La condotta principale, che collega i comuni della Valle di Susa da Bardonecchia fino a Caselette, è stata suddivisa in quattro tronchi separati da serbatoi di disconnessione e accumulo. In prossimità dei serbatoi di discontinuità sono state installate tre turbine per la produzione di energia idroelettrica utilizzata per l'alimentazione dei sistemi interni, le eccedenze vengono immesse in rete. La capacità produttiva del sistema è pari a 3100 kWe.

Considerato che il consumo annuo medio di una famiglia è pari a 2700 kWh/anno<sup>[23]</sup> tale impianto può soddisfare circa 10'000 utenze.

L'investimento necessario alla fornitura e installazione di tutti i componenti riguardanti i sistemi di produzione di energia idroelettrica sulla condotta acquedottistica è di poco superiore ai 5 milioni di euro, pari a circa il 4% del costo totale dell'infrastruttura realizzata.

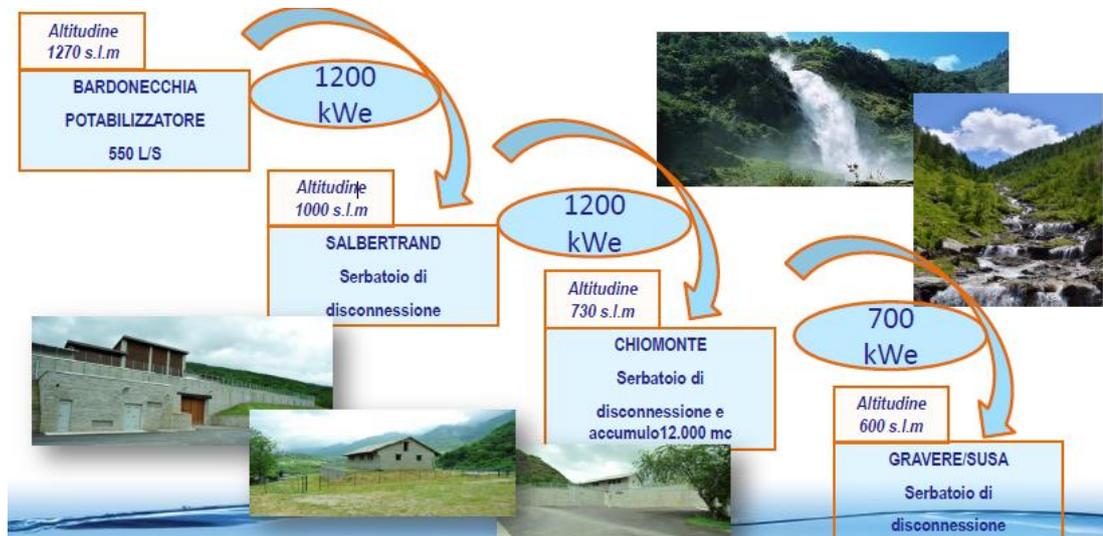


Figura 46 - Schema di funzionamento acquedotto di valle. (fonte SMAT S.p.a.)

## 4. CASO STUDIO: APPLICAZIONE USO PLURIMO

### 4.1 VALUTAZIONE POTENZA INSTALLABILE E PRODUCIBILITÀ

Per valutare la potenza installabile e la producibilità teorica dell'impianto è innanzitutto necessario richiamare i valori di portata determinati al paragrafo 2.3.2 e i volumi derivanti dai dati di monitoraggio illustrati al paragrafo 2.2.4.

La portata derivabile su cui verrà dimensionata la turbina è la portata media giornaliera pari a 22.53 l/s ottenuta come somma di:

- Portata media derivabile da attuale concessione 18 l/s, utile a soddisfare l'abitato di Chiomonte.
- Portata media giornaliera di 4.53 l/s, utile a soddisfare le esigenze della nuova popolazione in arrivo.

Si procede quindi con la costruzione della curva di durata, disponendo in ordine decrescente le portate medie giornaliere derivabili dalle sorgenti Orsiera e Carbonella come mostrato in Figura 47. Le portate derivate vengono calcolate ponendo come limite superiore a tale curva il valore di portata media giornaliera derivabile. Quest'ultima curva sottende un'area che rappresenta il volume sfruttabile per la produzione di energia elettrica.

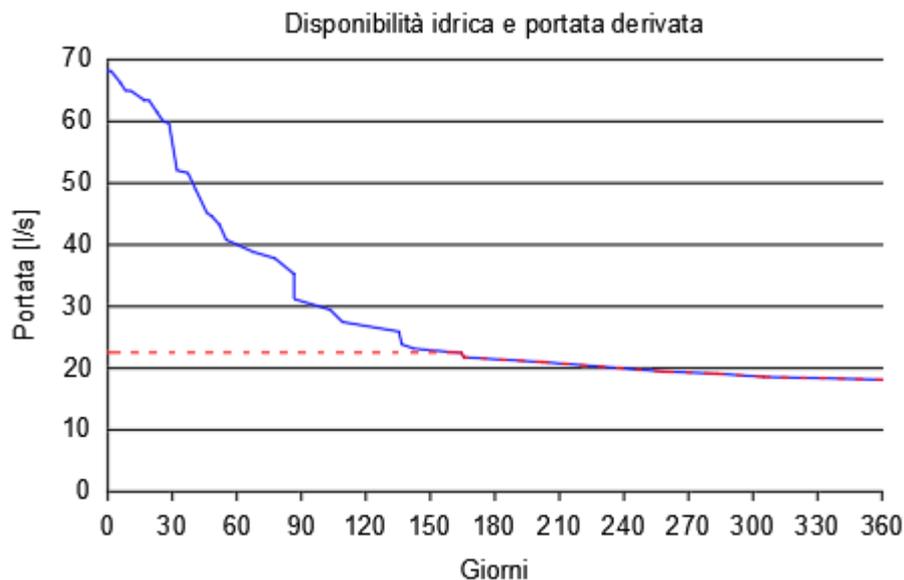


Figura 47 - Curva di durata.

Prima di valutare la potenza producibile è necessario soffermarsi sulle caratteristiche dell'impianto in oggetto, in particolare al paragrafo 2.4.3.2 è stato effettuato il

dimensionamento delle condotte con il fine di ottimizzare la produzione idroelettrica, di seguito si riepilogano i parametri utilizzati e i risultati ottenuti:

*Tabella 21 - Caratteristiche impianto di produzione.*

<b>Q</b>	[m <sup>3</sup> /s]	0,02253
<b>Salto lordo</b>	[m]	695,7
<b>Salto netto</b>	[m]	680,3
<b>Perdite di carico</b>	[m]	15,4
<b>Lunghezza condotta</b>	[m]	2732,9

La potenza producibile viene calcolata come:

$$P = \gamma * Q * \Delta H * \eta$$

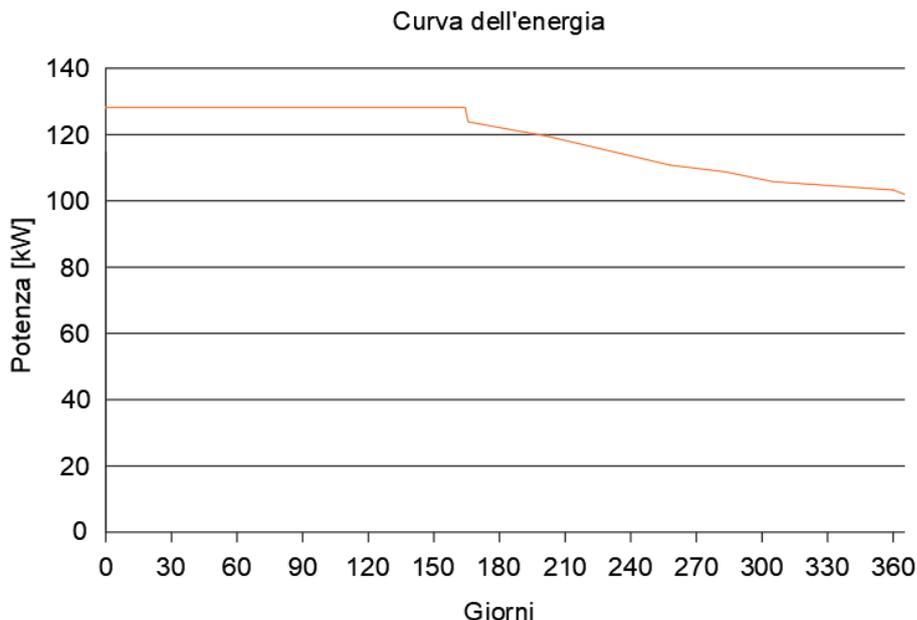
Dove:

- Q è la portata turbinata definita dalla curva di portata derivabile.
- $\Delta H$  è il salto netto
- $\eta$  è il rendimento della turbina e del generatore. Tale parametro è variabile in funzione della portata turbinata. Dal momento che il rendimento massimo si ha per la portata di progetto della macchina, nei giorni in cui la portata derivabile dalle sorgenti è inferiore a quella di progetto il funzionamento sarà di tipo intermittente, passando da periodi in cui si turbinata a pieno regime a periodi di fermo macchina per permettere il ripristino del carico di monte all'interno del serbatoio.

Valutando la produzione sulla curva di portata derivabile otteniamo la curva dell'energia rappresentata in Figura 48

*Tabella 22 - Potenza installabile.*

<b><math>\gamma_{acqua}</math></b>	[kN/m <sup>3</sup> ]	9,81
<b>Q</b>	[m <sup>3</sup> /s]	0,02253
<b>Salto netto</b>	[m]	680,3
<b>Rendimento macchina</b>	[-]	0,91
<b>P</b>	[kW]	136,8
<b><math>P_{annua,teorica}</math></b>	[MWh]	1200
<b><math>P_{annua,effettiva}</math></b>	[MWh]	1150



*Figura 48 - Curva dell'energia.*

I calcoli di produzione effettuati si riferiscono ad una portata massima turbinabile di 22,53 l/s, pari alla portata media giornaliera derivabile per concessione, la produzione potrebbe essere incrementata spostando tale limite ad un valore di portata superiore, ad esempio 30 l/s.

La produzione annua effettiva deriva da quella teorica considerando un fermo macchina di 15 giorni all'anno per operazioni di manutenzione.

Per definire con precisione le caratteristiche di tale impianto sarebbe necessario richiedere un dimensionamento della macchina di produzione ad aziende produttrici presenti sul mercato, per poi effettuare la scelta dell'impianto più idoneo. A tale scopo è stato richiesto un preventivo, e relative schede tecniche dei componenti, per la fornitura di un gruppo turbina-generatore all'azienda piemontese IREM (Allegato 5). L'azienda specializzata in produzione di turbine ha proposto una turbina di tipo Pelton ad asse verticale, alimentata da 6 ugelli (3 a portata fissa e 3 a geometria variabile), questa è stata progettata per una portata ottimale di 23 l/s.

Dal confronto con l'azienda produttrice di turbine e dall'osservazione dell'impianto esistente emergono alcune esigenze da considerare nell'installazione di un nuovo impianto:

- L'attuale locale tecnico, posto al di sopra del serbatoio del Concentrico, non è più sufficiente per ospitare il nuovo gruppo turbina-generatore di dimensioni notevolmente superiori a quello esistente. Si dovrà prevedere un ampliamento planimetrico del suddetto locale con innalzamento della copertura.

- La turbina esistente non è dotata di un sistema di controllo da remoto, quando si verificano guasti o interruzioni di produzione non è possibile inviare un segnale d'allarme in tempo reale.
- In caso di installazione di una turbina sulla condotta in progetto è necessario rimuovere le valvole di riduzione della pressione posizionate lungo la condotta, queste infatti causerebbero importanti perdite di produzione.
- Predisposizione di un sistema di by-pass della turbina per garantire la fornitura d'acqua all'abitato in caso di fermo macchina. È inoltre necessario studiare un sistema di dissipazione del carico da installare allo sbocco del by-pass, per tale sistema di dissipazione è possibile sfruttare il volume d'acqua presente all'interno del serbatoio.

## 4.2 POSSIBILITÀ DI ACCEDERE A TARIFFE INCENTIVATE

Il Comune di Chiomonte, ad oggi, è titolare dell'impianto idroelettrico denominato "Microcentralina Acquedotto Touron", di potenza installata pari a 40 kW. L'impianto utilizza le acque delle sorgenti Orsiera e il salto idraulico tra la vasca rompitratta "Piè du Peon" (in località Grange Burin) e l'impianto stesso posto in prossimità delle vasche di regolazione del Concentrico. Tra il 06 Marzo 2003 e il 2015 l'impianto ha beneficiato del meccanismo di incentivazione dei certificati verdi.

Prendendo in esame il nuovo impianto idroelettrico da realizzare, descritto al paragrafo precedente, si valuta la possibilità di accedere all'attuale sistema incentivante regolato dal D.M. 04/07/2019 "FER 1" illustrato al paragrafo 1.6. Secondo quanto previsto dall'Art. 3 "Modalità e requisiti generali per l'accesso ai meccanismi di incentivazione" accedono ai meccanismi di incentivazione gli impianti a fonti rinnovabili rientranti nelle seguenti categorie:

- Impianti di nuova costruzione, integralmente ricostruiti e riattivati, di potenza inferiore a 1 MW.
- Impianti oggetto di un intervento di potenziamento, qualora la differenza tra il valore della potenza dopo l'intervento e quello della potenza prima dell'intervento sia inferiore a 1 MW.
- Impianti oggetto di rifacimento di potenza inferiore a 1 MW.

A tal riguardo vengono fornite dalla normativa le definizioni delle categorie di cui sopra e in particolare:

- "Nuovo impianto": quando è realizzato, utilizzando componenti nuovi o rigenerati, in un sito sul quale, prima dell'avvio dei lavori di costruzione, non era

presente, da almeno cinque anni, un altro impianto, o le principali parti di esso, alimentato dalla stessa fonte rinnovabile. Non si rientra in tale casistica dal momento che vengono utilizzate parti riferibili all'impianto esistente (es. opere di captazione).

- "Integrale ricostruzione": è l'intervento che prevede la realizzazione di un impianto alimentato da fonti rinnovabili in un sito sul quale, prima dell'avvio dei lavori, preesisteva un altro impianto di produzione di energia elettrica, del quale può essere riutilizzato un numero limitato di infrastrutture e opere preesistenti, come specificato, in relazione a ciascuna fonte e tipologia di impianto. L'intervento deve essere realizzato utilizzando componenti nuovi o rigenerati.

L'integrale ricostruzione di un impianto idroelettrico è l'intervento su un impianto che comporta la totale ricostruzione di tutte le opere idrauliche appartenenti all'impianto e la sostituzione di tutti i gruppi turbina- alternatore costituenti l'impianto stesso. Nel caso in cui l'impianto idroelettrico utilizzi opere idrauliche consortili, che risultano esclusivamente nella disponibilità di un soggetto terzo, queste opere potranno non essere interessate dall'intervento. L'intervento di integrale ricostruzione non è contemplato per gli impianti idroelettrici installati negli acquedotti.

- "Rifacimento di un impianto alimentato da fonti rinnovabili": è l'intervento finalizzato al mantenimento in piena efficienza produttiva dell'impianto e può includere sostituzioni, ricostruzioni e lavori di miglioramento di varia entità e natura, da effettuare su alcuni dei principali macchinari ed opere costituenti l'impianto. Il rifacimento è considerato totale o parziale a seconda del rilievo dell'intervento complessivamente effettuato.

L'intervento, come precisato nelle stesse norme, non deve prevedere un aumento della potenza media di concessione, al contrario di quanto previsto nell'ambito del presente lavoro di tesi.

- "Riattivazione di un impianto alimentato da fonti rinnovabili": è la messa in servizio di un impianto, dismesso da oltre dieci anni, anche mediante impiego di componenti rigenerati, casistica non applicabile.
- "Potenziamento di un impianto alimentato da fonti rinnovabili": è l'intervento che prevede la realizzazione di opere sull'impianto volte ad ottenere un aumento della potenza dell'impianto.

In particolare l'intervento su un impianto idroelettrico esistente è riconosciuto come un potenziamento quando si verificano almeno le seguenti condizioni:

---

- a) l'impianto è entrato in esercizio da almeno 5 anni; a tal fine, la data di entrata in esercizio corrisponde al primo parallelo dell'impianto con la rete elettrica.
- b) L'intervento effettuato per consentire l'aumento della producibilità deve comportare un costo specifico minimo del potenziamento definito di seguito.

Il potenziamento dell'impianto idroelettrico, finalizzato all'aumento dell'efficienza produttiva globale dello stesso, può comprendere interventi di varia natura e di diversa entità e complessità sul macchinario produttivo elettromeccanico, sul sistema di automazione e sulle opere idrauliche.

Il costo minimo di potenziamento idroelettrico viene definito dal rapporto tra costi sostenuti e potenza nominale delle turbine appartenenti all'impianto dopo l'intervento di potenziamento, tale parametro deve risultare non inferiore a 150 €/kW.

In conclusione, la disamina sopra esposta lascerebbe ipotizzare che l'impianto oggetto del presente studio potrebbe rientrare nell'attuale meccanismo di incentivazione in funzione di quest'ultima categoria descritta.

In ogni caso, anche in assenza dei sopra citati meccanismi, l'energia elettrica prodotta dall'impianto in progetto, potrebbe essere commercializzata attraverso il cosiddetto "Scambio sul Posto" o, alternativamente, attraverso la vendita in regime di "Ritiro Dedicato" (sistema di commercializzazione dell'energia elettrica attualmente adottato sull'impianto idroelettrico esistente). Analizzando queste due soluzioni con maggior dettaglio è possibile specificare che:

- Lo Scambio su Posto è un meccanismo di "compensazione" tra immissioni e prelievi che conteggia tutta l'energia immessa in rete per compensarla con tutta quella prelevata dalla rete. In questo modo viene erogato una sorta di "rimborso" sulle bollette pagate per i prelievi di rete in funzione dell'energia immessa. Condizione necessaria per l'erogazione del servizio è la presenza di impianti per il consumo e per la produzione di energia elettrica sottesi a un unico punto di connessione con la rete pubblica.
- Il Ritiro Dedicato è invece un meccanismo di vendita dell'energia: l'utente da un lato preleva dalla rete energia e dall'altro immette in rete l'energia prodotta. In questo caso tutta l'energia prelevata dalla rete verrà pagata in bolletta senza alcuna forma di rimborso. Dall'altro si ricevono dei proventi dalla vendita dell'energia immessa in rete. Il vantaggio, in questo caso, è che i prezzi di vendita

sono regolati da una delibera dell’Autorità dell’energia elettrica ed il gas. I prezzi di vendita sono dei “prezzi minimi garantiti” che vanno a tutela del produttore da fonti rinnovabili.

### 4.3 VALUTAZIONE ECONOMICA DELL’INVESTIMENTO

Nel seguente paragrafo viene effettuata l’analisi economica per valutare la sostenibilità del progetto e i relativi profitti che ne possono derivare.

#### 4.3.1 Definizione ricavi annui

I ricavi sono ottenuti dall’immissione sul mercato dell’energia prodotta. A seguito dell’analisi condotta al paragrafo precedente si può supporre di accedere ai meccanismi di incentivazione: l’impianto in oggetto rientra tra gli impianti ad acqua fluente e dalla Tabella 3 gode di una tariffa incentivata pari a 110 €/MWh prodotto. Il ricavo medio annuo risulterà essere pari a 126’500 € circa.

#### 4.3.2 Definizione costo di realizzazione e costi di gestione

I costi vengono suddivisi in fissi, legati alla realizzazione delle opere, e variabili che comprendono la gestione e manutenzione del sistema.

I costi fissi sono stati definiti considerando:

- Incremento di costo per la fornitura della condotta a diametro maggiore valutato come differenza tra il costo del DN200, ottimale per l’uso idroelettrico, e DN125 sufficiente al solo scopo idropotabile. Questo costo è stato stimato con l’ausilio del prezzario regionale (costo tubazioni in acciaio DN125 14,33€/m, DN200 41,92€/m per un totale di 75'400 €).

07	07.P03.D10	Tubi in acciaio elettrosaldati per condotte d’acqua potabile, rivestiti internamente con prodotti atossici e protetti all’esterno con rivestimento bituminoso di tipo pesante, con estremità a bicchiere cilindrico e/o sferico;		
07	07.P03.D10.005	per tubi di spessore 2. 9 mm; DN 50	m	7,63
07	07.P03.D10.010	per tubi di spessore 2. 9 mm; DN 65	m	9,73
07	07.P03.D10.015	per tubi di spessore 2. 9 mm; DN 80	m	11,69
07	07.P03.D10.020	per tubi di spessore 3. 2 mm; DN 100	m	14,33
07	07.P03.D10.025	per tubi di spessore 4. 0 mm; DN 150	m	26,44
07	07.P03.D10.030	per tubi di spessore 5. 0 mm; DN 200	m	41,92

Figura 49 - Estratto prezzario regione Piemonte 2020.

- Fornitura del gruppo turbina generatore, quadro elettrico, sensori e sistema di controllo da remoto. Questa voce è stata definita richiedendo un preventivo ad un’azienda specializzata nella realizzazione di turbine e aggiungendo il profitto d’impresa pari al 30%. (costo turbina 150’000€ profitto d’impresa 45’000 €)

- Installazione del generatore e relativi sistemi di controllo, allaccio alla rete elettrica pubblica e installazione di un sistema di controllo da remoto. Voce quantificata a corpo (40'000 €).
- Opere edili per l'ampliamento del locale tecnico destinato ad ospitare la turbina. Stima effettuata ipotizzando un aumento delle dimensioni planimetriche di circa 20m<sup>2</sup> e considerando un costo di costruzione pari a 1500 €/m<sup>2</sup> (costo complessivo 30'000 €).
- Costi accessori relativi a piccoli interventi non compresi nei punti precedenti. Quantificati come 10% delle voci precedenti (34'000€).
- Spese tecniche e imposte. Stima a corpo (25'000€).
- Oneri di sicurezza quantificati come 5% dell'importo dei lavori (18'700€).
- Se il progetto di potenziamento acquedottistico e quello di utilizzo plurimo venissero realizzati contestualmente si potrebbe detrarre il costo relativo alla fornitura e posa dei sistemi di riduzione della pressione e regolazione della portata, infatti una volta installata la turbina è quest'ultima a svolgere queste funzioni, in via cautelativa non è stata decurtata tale voce.

*Tabella 23 - Costi fissi di realizzazione.*

Costi fissi	U.M.	Costo unitario	Quantità	IVA	Totale
Condotte	[€/m]	27,59	2 732,9	16 588	91 989
Fornitura turbina	[€]	150 000	1 + 0,3	42 900	237 900
Installazione turbina	[€]	40 000 a corpo		8 800	48 800
Opere edili	[€/m <sup>2</sup> ]	1 500	20	6 600	36 600
Costi accessori	[€]	10% costi fissi		7 489	41 529
Oneri di sicurezza	[€]	5% importo lavori		4 119	22 841
Spese tecniche	[€]	25 000 a corpo		5 500	30 500
Totale	[€]				510 159

I costi variabili vengono quantificati come un costo annuo pari al 10% dei costi fissi iniziali e comprendono i costi di gestione del sistema e manutenzione ordinaria periodica.

### 4.3.3 Flussi di cassa e attualizzazione

Altro parametro importante per la valutazione economica è il periodo temporale considerato, nel nostro caso considereremo un tempo pari a quello della durata degli incentivi ovvero 25 anni.

Considerato che i flussi di cassa sono distribuiti sull'intero arco temporale osservato è necessario riportare i valori ad un istante temporale comune, solitamente si sceglie come periodo di riferimento l'anno 0 e i flussi di cassa si attualizzano con la seguente formula:

$$V_0 = V_n \frac{1}{(1+r)^n}$$

Dove:

- $V_0$  Valore attualizzato all'anno 0
- $V_n$  Valore futuro all'anno n
- r tasso di interesse di riferimento (8%)
- n numero di anni

*Tabella 24 - Flussi di cassa.*

Anno	Costi	Ricavi	$C_0$	$R_0$	Flusso cassa attualizzato
[-]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
0	510159	0	510159	0	-510159
1	51016	126500	51016	117130	66114
2	51016	126500	43738	108453	64715
3	51016	126500	40498	100420	59922
4	51016	126500	37498	92981	55483
5	51016	126500	34721	86094	51373
6	51016	126500	32149	79716	47568
7	51016	126500	29767	73812	44044
8	51016	126500	27562	68344	40782
9	51016	126500	25521	63281	37761
10	51016	126500	23630	58594	34964
11	51016	126500	21880	54254	32374
12	51016	126500	20259	50235	29976
13	51016	126500	18758	46514	27755
14	51016	126500	17369	43068	25699
15	51016	126500	16082	39878	23796
16	51016	126500	14891	36924	22033
17	51016	126500	13788	34189	20401
18	51016	126500	12767	31657	18890
19	51016	126500	11821	29312	17491
20	51016	126500	10945	27140	16195
21	51016	126500	10135	25130	14995
22	51016	126500	9384	23268	13885
23	51016	126500	8689	21545	12856
24	51016	126500	8045	19949	11904
25	51016	126500	7449	18471	11022

#### 4.3.4 Payback period

Il metodo Payback determina il numero di anni necessario per rientrare dell'investimento iniziale effettuato. Questo metodo ha il pregio di essere intuitivo e di facile applicazione, tuttavia vi sono molte limitazioni:

- Non permette il confronto tra diverse soluzioni tecniche o tra diversi progetti per determinare il più redditizio.
- Non considera i flussi di cassa che seguono il tempo di ritorno dell'investimento.
- La scelta ricade sempre sul progetto che comporta il rientro del capitale investito nel minor tempo possibile, ma non viene considerato l'ammontare dell'investimento iniziale.
- Il metodo non considera le variazioni di valore del denaro nel tempo.

Il tempo di ritorno dell'investimento risulta essere pari a 11 anni.

#### 4.3.5 Valore attuale netto

Il valore attuale netto (VAN) è la sommatoria di una serie di flussi di cassa attesi che vengono opportunamente attualizzati sulla base di un tasso di rendimento scelto.

Il VAN rappresenta in termini monetari il ricavo attuale derivante dall'investimento nel periodo temporale osservato. Il progetto è economicamente conveniente se il VAN è positivo.

Il VAN viene calcolato come di seguito illustrato:

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{R_i - C_i}{(1+r)^n}$$

Dove:

- $R_i$  guadagni nell' $i$ -esimo anno.
- $C_i$  costi sostenuti nell' $i$ -esimo anno, comprensivi di investimenti, costi operativi e manutenzioni.
- $r$  tasso di interesse annuale.
- $n$  periodo in esame espresso in numero di anni.

Lo svantaggio di questo metodo è che non considera l'ammontare degli investimenti, pertanto valutando due progetti che hanno lo stesso VAN non è possibile individuare agevolmente quello che comporta un esborso di capitali maggiore.

La difficoltà di questo metodo risiede nella scelta del tasso di interesse a causa della complessità del mercato, inoltre non si considera la possibile variazione del tasso nel tempo.

Il valore attuale netto del progetto in esame, a fronte di un tasso di interesse dell'8%, è di 291'839 €

#### 4.3.6 Rapporto costo beneficio

Il seguente metodo confronta i costi sostenuti nell'intero periodo analizzato, riportati all'anno 0 di riferimento, con i guadagni del medesimo periodo.

Il rapporto costo beneficio viene calcolato con la seguente formula:

$$\text{Rapporto } C/B = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$$

Dove:

- $R_i$  guadagni nell' $i$ -esimo anno.
- $C_i$  costi sostenuti nell' $i$ -esimo anno, comprensivi di investimenti, costi operativi e manutenzioni.
- $r$  tasso di interesse annuale.
- $n$  periodo in esame espresso in numero di anni.

I progetti con rapporto costo beneficio inferiore a 1 vengono scartati in quanto non economicamente convenienti.

Il rapporto costi benefici per il progetto in esame, considerato un tasso di interesse dell'8%, risulta essere pari a 1,28.

#### 4.3.7 Tasso interno di rendimento

Il tasso interno di rendimento (TIR) è quel tasso di interesse che azzeri i ricavi nel periodo di tempo osservato, con riferimento al paragrafo 4.3.5 è il tasso di interesse che azzeri il valore attuale netto.

Il TIR viene calcolato come:

$$\sum_{i=0}^n \frac{R_i - C_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Dove:

- $R_i$  guadagni nell' $i$ -esimo anno.

- $C_i$  costi sostenuti nell' $i$ -esimo anno, comprensivi di investimenti, costi operativi e manutenzioni.
- $n$  periodo in esame espresso in numero di anni.

Questo parametro può essere confrontato con i tassi di interesse di altri investimenti oppure con il tasso di interesse del prestito richiesto per finanziare il progetto, se il TIR è inferiore a quest'ultimo il progetto non è economicamente conveniente. Se la scelta deve essere effettuata tra più progetti, quello economicamente conveniente è quello con il TIR maggiore.

Il tasso interno di rendimento del progetto in esame risulta essere pari al 14,1%, valore superiore al tasso di interesse ipotizzato per l'analisi pari all'8%

In conclusione, a seguito delle analisi economiche effettuate nei paragrafi precedenti, si può affermare che l'investimento è economicamente conveniente.

*Tabella 25 - Tabella riassuntiva delle analisi economiche.*

<b>Payback</b>	<b>VAN</b>	<b>Rapporto C/B</b>	<b>TIR</b>
11 anni	291'839 €	1.28	14.1%

## CONCLUSIONI

Alla luce delle indagini effettuate viene messa in evidenza la fattibilità economica dell'intervento con un ritorno dell'investimento in tempi ragionevoli e buoni profitti nell'arco dei 25 anni considerati. Questo tipo di impianto è caratterizzato da costi di esercizio contenuti ma richiede un impiego di risorse economiche iniziale elevato che tende a scoraggiare gli investitori.

La diffusione di impianti idroelettrici inseriti su condotte acquedottistiche è limitata sul territorio nazionale e costituisce una quota molto ridotta dell'energia consumata. Infatti, in passato, per quanto riguarda gli impianti idroelettrici, si è preferito optare per impianti di nuova realizzazione interamente progettati a tale scopo. Le cause responsabili della scarsa diffusione sono principalmente relative a:

- La complessità burocratica per l'ottenimento delle concessioni necessarie e la difficoltà ad accedere agli incentivi nazionali. Nel caso preso in esame, parte di queste criticità possono essere agevolmente superate grazie alla presenza dell'attuale impianto di produzione idroelettrica, il quale verrebbe sostituito e potenziato.
- La grande eterogeneità delle caratteristiche degli acquedotti montani e dei loro componenti obbligano ad effettuare una progettazione dedicata con soluzioni differenti per ogni caso, finalizzate a garantire il funzionamento acquedottistico che è da considerarsi prioritario.
- Gli impianti acquedottistici esistenti non sono stati progettati considerando la possibilità di integrare impianti idroelettrici, quindi molto spesso gli interventi di adeguamento necessari risultano complessi e richiedono risorse iniziali elevate, rendendo questo tipo di investimento poco competitivo se posto a confronto con altri.

Tuttavia, a questi impianti sono legati anche molti vantaggi, tra cui:

- La possibilità di usufruire di una produzione costante di energia durante tutto l'anno, che non risenta delle variazioni metereologiche (di cui soffrono gli impianti fotovoltaici ed eolici) o stagionali (es. idroelettrico installato su corsi d'acqua).
- Gli impianti idroelettrici possono lavorare in modo indipendente dalla rete nazionale semplicemente prevedendo l'installazione di resistenze di zavorra per

dissipare gli eccessi di produzione. Questi impianti sono molto apprezzati e competitivi in luoghi remoti non raggiunti dal sistema elettrico nazionale.

- Impianti di questo genere formano una rete di piccole fonti energetiche distribuite sul territorio e l'energia prodotta viene assorbita dall'abitato circostante. Si stima, anche in relazione a quanto riportato dall'esperienza del caso studio in oggetto, che la produzione annua sia di circa 1150 MWh, in grado di soddisfare 425 utenze medie (nucleo familiare tipo di 3/4 persone), dato confrontabile con le 460 famiglie residenti del comune di Chiomonte.
- L'utilizzo di tali impianti contribuisce alla riduzione delle emissioni in atmosfera dei gas serra. Nel caso preso in esame, la produzione annua stimata è di circa 1,15 GW/anno, e consente un risparmio di 215 tonnellate di petrolio (corrispondenti a quasi 1550 barili di petrolio all'anno), ed evita l'emissione di 745 tonnellate di CO<sub>2</sub> (pari alla quantità di CO<sub>2</sub> catturata in un anno dalle piante di una foresta di 115 ettari, superficie corrispondente a circa 4,5% dell'estensione comunale).

In conclusione si può affermare che la necessità di ammodernare e potenziare l'impianto idropotabile dell'abitato di Chiomonte offre la possibilità di ridisegnare la rete di adduzione predisponendola ad un futuro utilizzo plurimo a scopo idroelettrico, agevolando tecnicamente ed economicamente l'installazione di un gruppo turbina-generatore. I profitti che derivano dall'immissione di energia elettrica in rete giovano all'economia della comunità locale.

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] Chiomonte ImprenD'Oc, *"Chiomonte 2025 opportunità di sviluppo territoriale"*, Ottobre 2016.
- [2] Legge 5 Gennaio 1994, n. 36 *"Disposizione in materia di risorse idriche"*.
- [3] Regolamento Regionale 17 Luglio 2007, n. 8/R *"Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale"*.
- [4] Regolamento Regionale 29 Luglio 2003, n. 10/R *"Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge regionale 29 Dicembre 2000, n. 61)"*.
- [5] Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 12 Dicembre 1985.
- [6] Decreto Ministeriale 06 Aprile 2014, n. 174 *"Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"*.
- [7] Decreto Ministeriale 04/07/2019, *"Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione."*
- [8] Decreto Legislativo n.152 03/04/2006, *"Norme in materia ambientale"*.
- [9] Legge Regionale n.40 14/12/1998, *"Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione"*
- [10] Geom. Gabriele Chiavassa, *"Progetto generale e progetto esecutivo delle opere di captazione nuove sorgenti ed adduzione al concentrico"*, 1974.
- [11] Studio Galli e Dizeta Ingegneria, Progetto definitivo *"Interventi di potenziamento e miglioramento delle infrastrutture idriche di approvvigionamento e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"*, 2002/2003
- [12] Ing. Francesco Rizzuti, Progetto di massima *"Utilizzazione idroelettrica delle risorse idropotabili della sorgente dell'Orsiera"*, 1994.
- [13] Ing. Nicola Brizzo, Progetto esecutivo *"Utilizzazione idroelettrica delle risorse idropotabili della sorgente dell'Orsiera"*, 1998.
- [14] Luis Alejandro Rubino, *"Micro impianto idroelettrici su condotte acquedottistiche"*, Dicembre 2007, Tesi di laurea specialistica.

- [15] R&C Engineering S.r.l., *“Utilizzazione idroelettrica delle risorse idropotabili della sorgente Galambra. Impianto idroelettrico Catubè - Exilles”*, Maggio 2007 Progetto definitivo, Febbraio 2010 Progetto esecutivo.
- [16] Studio Alfa, EnviCons, Preliminare di progetto *“Impianto idropotabile - idroelettrico ‘Orsiera - (Grange Burin) – Touron’ ”*, giugno 2018 - ottobre 2019.
- [17] Valerio Milano, *“Acquedotti”*, Hoepli 1996.
- [18] Prezzario della Regione Piemonte, anno 2020.
- [19] <https://www.hydrodata.it/smat-inaugura-il-nuovo-acquedotto-per-la-valle-di-susa/>
- [20] <http://www.conorziovallidilanzo.it/media/caricamenti/Presentazione%20ROM ANO.pdf>
- [21] [http://rsaonline.arpa.piemonte.it/rsa2010/indexda4e.html?option=com\\_content&view=article&id=262&Itemid=32](http://rsaonline.arpa.piemonte.it/rsa2010/indexda4e.html?option=com_content&view=article&id=262&Itemid=32)
- [22] [https://it.wikipedia.org/wiki/Lago\\_di\\_Rochemolles](https://it.wikipedia.org/wiki/Lago_di_Rochemolles)
- [23] <http://www.consulente-energia.com/af-quant-kwh-consuma-una-famiglia-di-corrente-elettrica-consumo-annuo-di-elettricita-di-una-famiglia-media-italiana-di-2-3-4-persone.html>
- [24] [http://rsaonline.arpa.piemonte.it/rsa2010/indexda4e.html?option=com\\_content&view=article&id=262&Itemid=32](http://rsaonline.arpa.piemonte.it/rsa2010/indexda4e.html?option=com_content&view=article&id=262&Itemid=32)
- [25] <https://www.gse.it/servizi-per-te/fonti-rinnovabili/fer-elettriche>
- [26] <https://www.valsusaoggi.it/rinnovati-gli-impianti-idroelettrici-di-susa-e-chiomonte/>
- [27] <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/territorio/piano-territoriale-regionale-ptr>
- [28] <https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>
- [29] [http://webgis.arpa.piemonte.it/ppr\\_storymap\\_webapp/](http://webgis.arpa.piemonte.it/ppr_storymap_webapp/)
- [30] <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/territorio-urbanistica/pianificazione-territoriale/ptc2-vigente>
- [31] <https://it.wikipedia.org/wiki/Chiomonte>
- [32] <http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18540>
-

## RINGRAZIAMENTI

Colgo l'occasione per ringraziare i relatori Prof. Ing. Davide Poggi, Ing. Cristiano Cavallo e Ing. Elena Menardi per il supporto offerto durante i mesi dedicati alla redazione di questo elaborato, le loro conoscenze hanno contribuito alla mia crescita professionale.

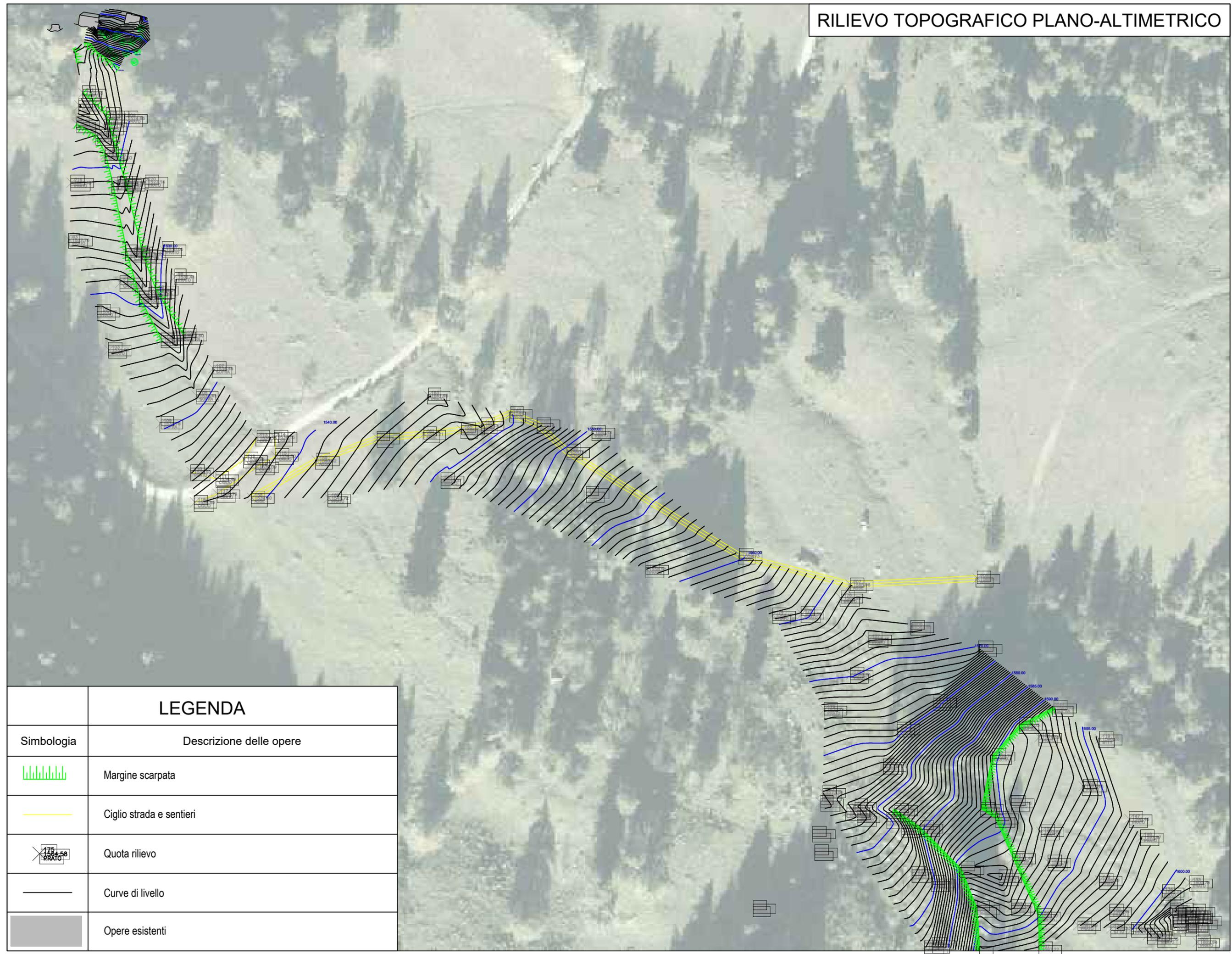
Ringrazio i soci e i collaboratori dello studio Gruppo Ingegneria Torino per avermi accolto nel loro gruppo di lavoro, e per avermi dato la possibilità di proseguire il mio percorso formativo con loro.

Il ringraziamento più grande è dedicato ai miei genitori, a mia sorella e alla mia fidanzata che hanno sempre creduto in me sostenendomi durante tutto il mio percorso universitario.

Infine, ringrazio i compagni di corso con cui ho condiviso giornate di studio, lezioni e pause pranzo, nella speranza di poter festeggiare al più presto la conclusione del nostro percorso.

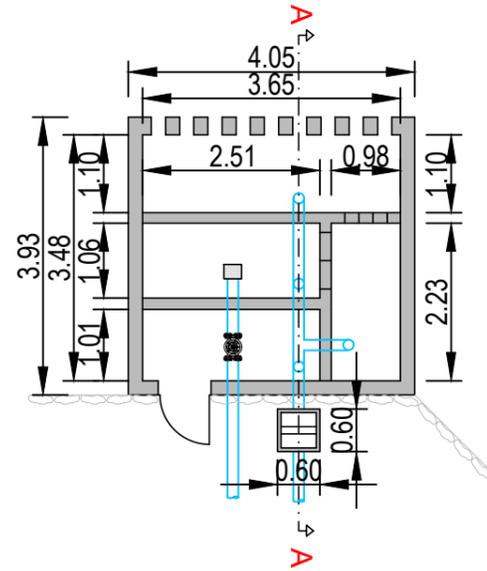
## **ALLEGATO 1**

**Rilievo topografico aree di intervento e rilievo opere esistenti.**

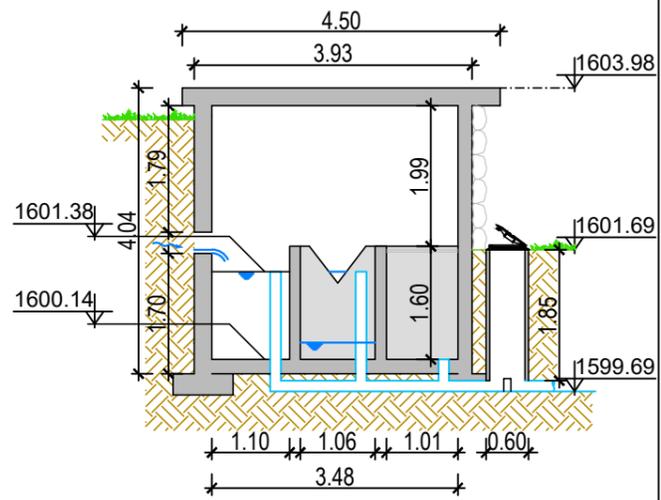


LEGENDA	
Simbologia	Descrizione delle opere
	Margine scarpata
	Ciglio strada e sentieri
	Quota rilievo
	Curve di livello
	Opere esistenti

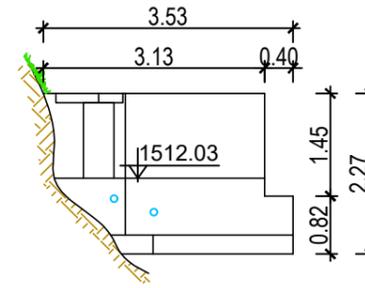
**SORGENTE CARBONELLA**  
PIANTA\_SCALA 1:100



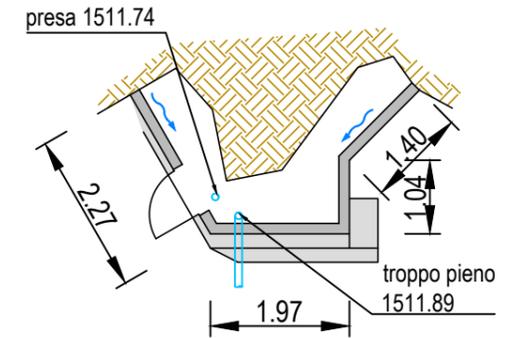
**SORGENTE CARBONELLA**  
SEZIONE A-A\_SCALA 1:100



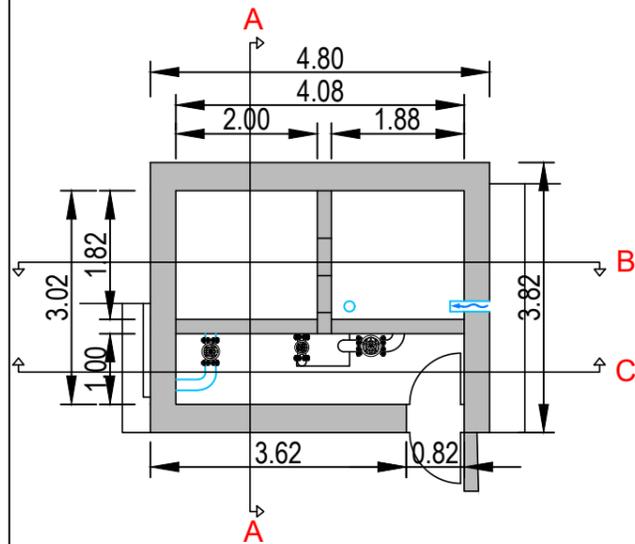
**ORSIERA SORGENTE 1**  
PROSPETTO\_SCALA 1:100



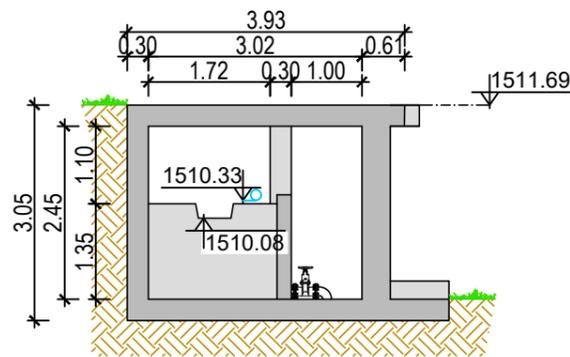
**ORSIERA SORGENTE 1**  
PIANTA\_SCALA 1:100



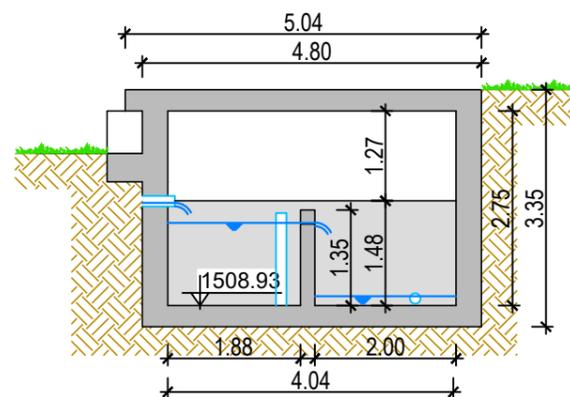
**ORSIERA VASCA CARICO**  
PIANTA\_SCALA 1:100



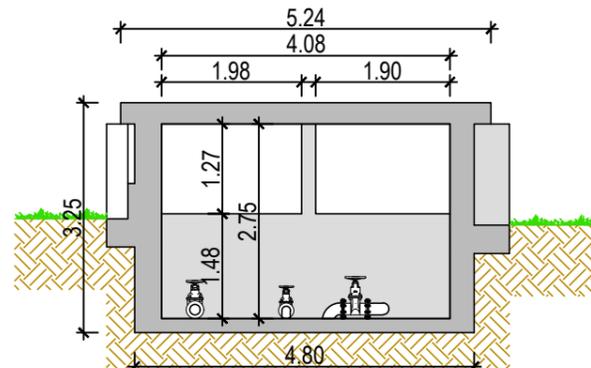
**ORSIERA VASCA CARICO**  
SEZIONE A-A\_SCALA 1:100



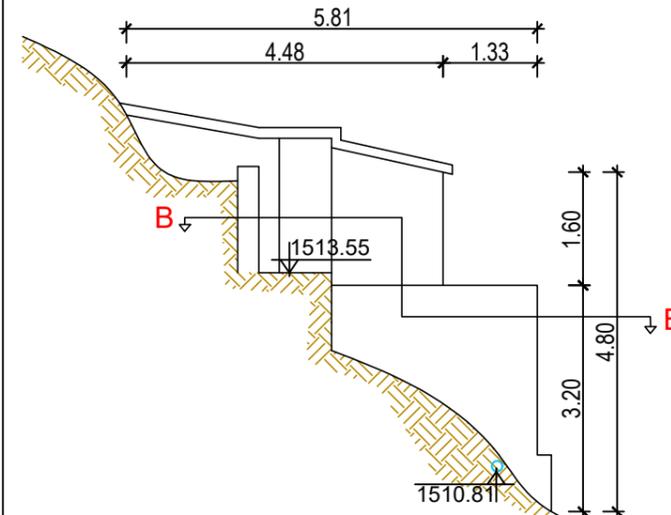
**ORSIERA VASCA CARICO**  
SEZIONE B-B\_SCALA 1:100



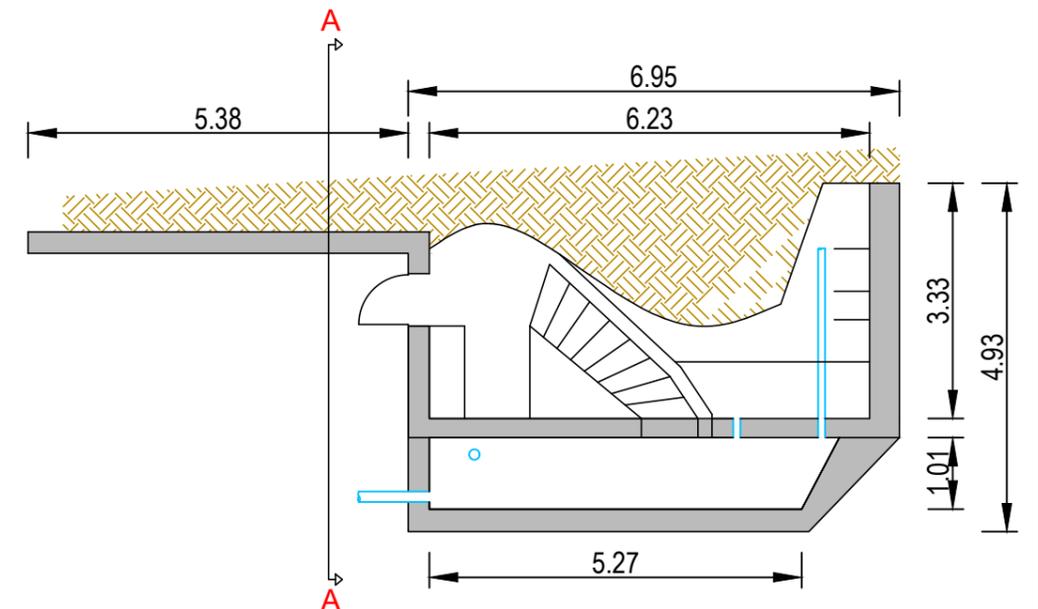
**ORSIERA VASCA CARICO**  
SEZIONE C-C\_SCALA 1:100



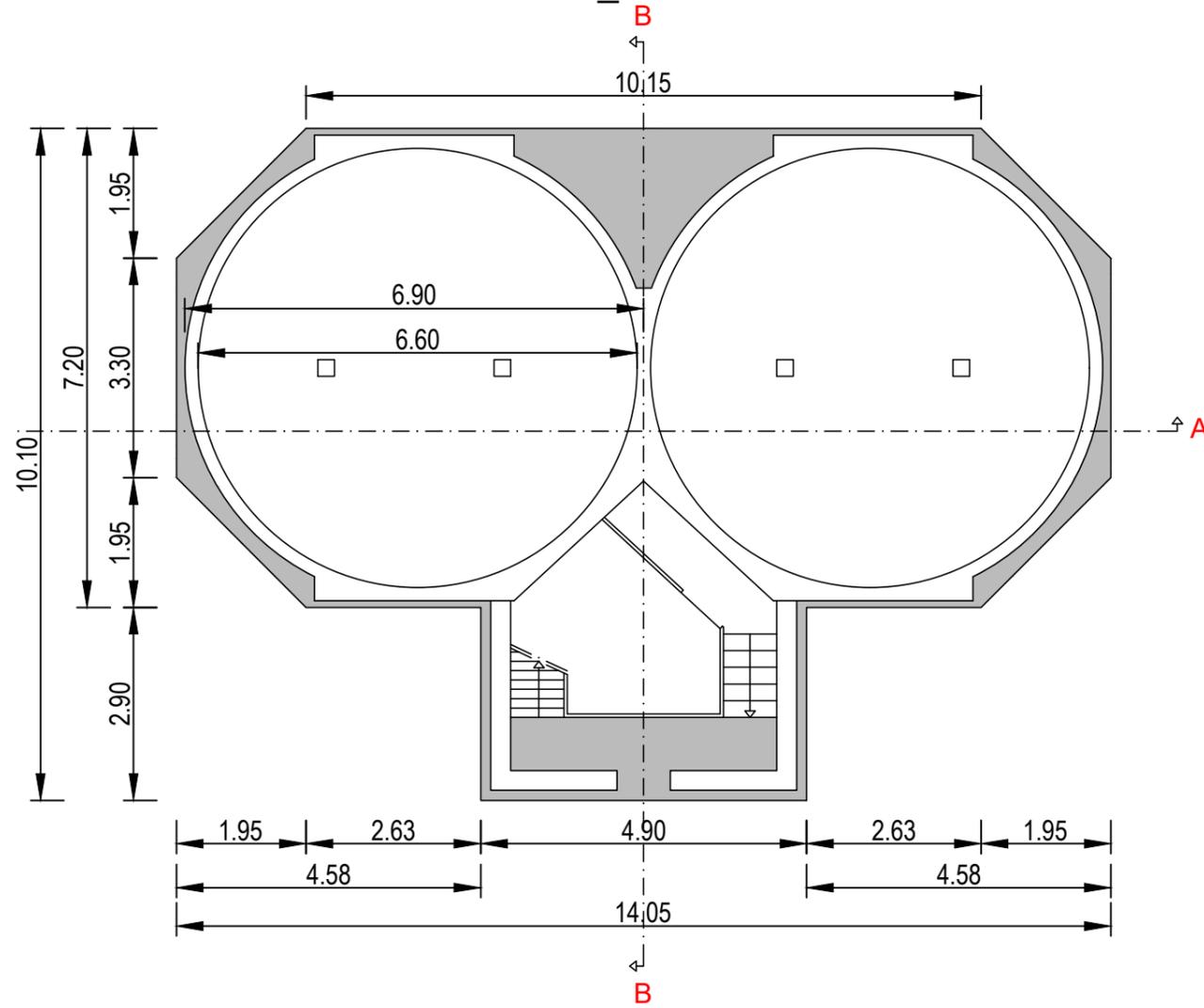
**ORSIERA SORGENTE 2-3**  
SEZIONE A-A\_SCALA 1:100



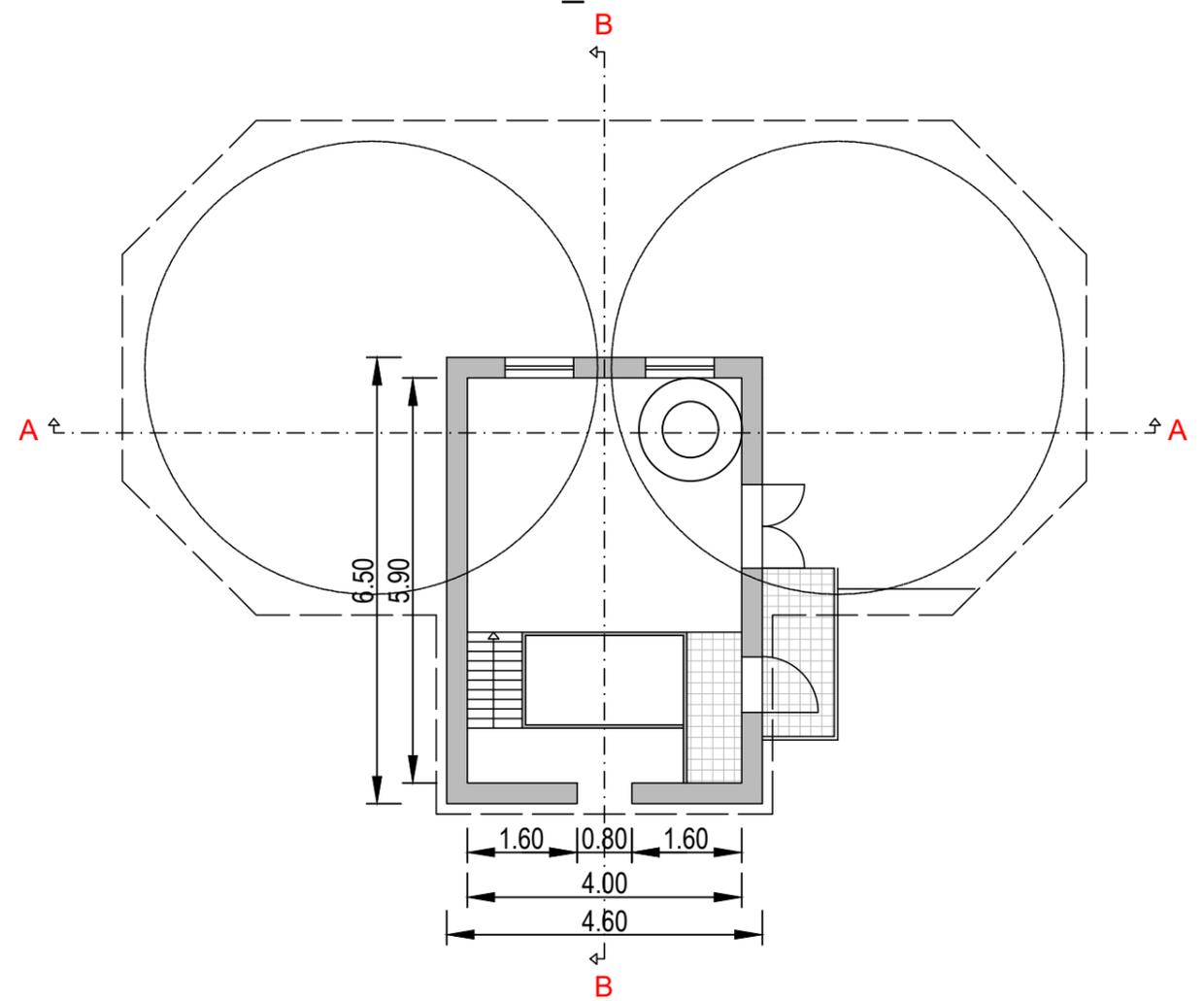
**ORSIERA SORGENTE 2-3**  
SEZIONE B-B\_SCALA 1:100



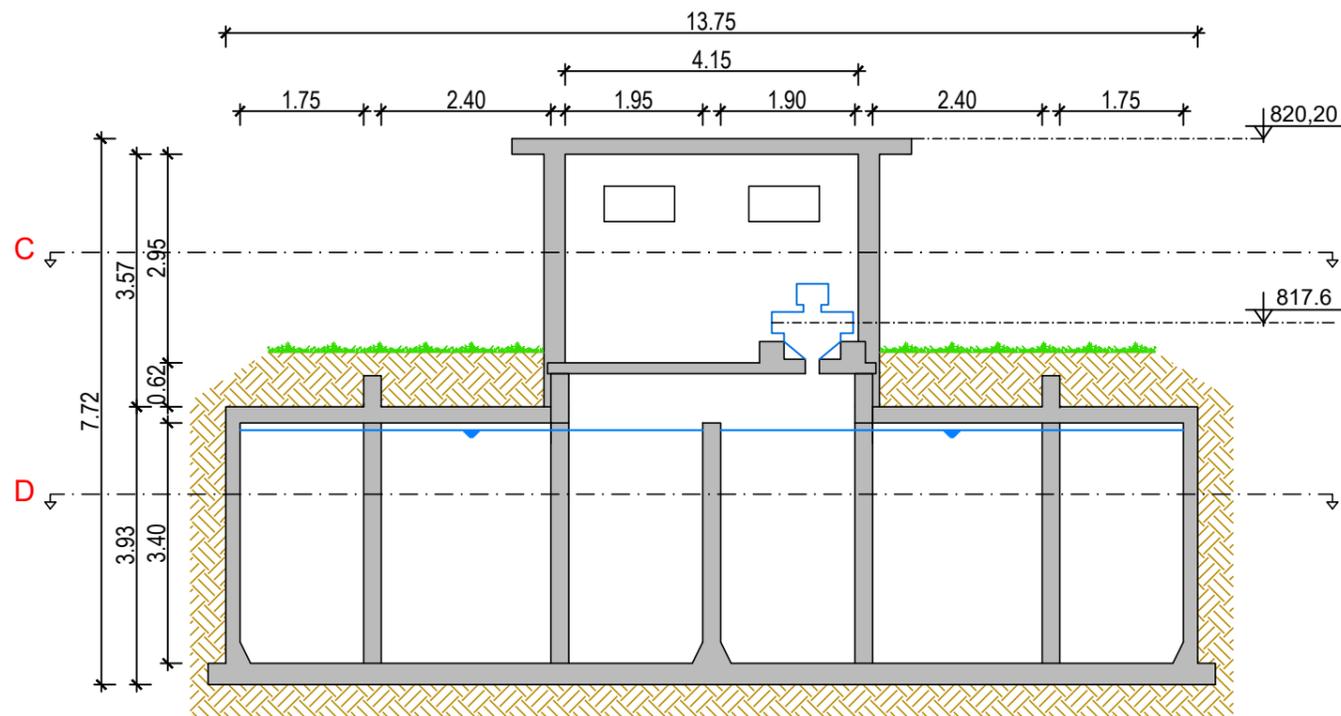
PIANTA VASCA VALLE "CONCENTRICO"  
SEZIONE D-D\_SCALA 1:100



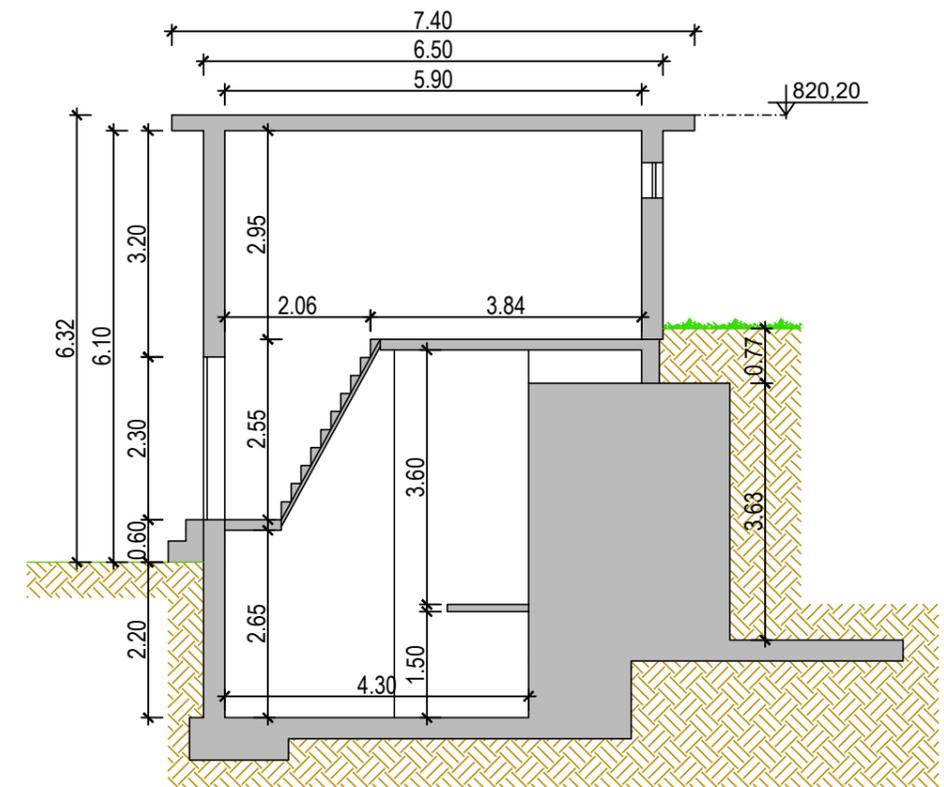
VASCA VALLE "CONCENTRICO"  
SEZIONE C-C\_SCALA 1:100



PIANTA VASCA VALLE "CONCENTRICO"  
SEZIONE A-A\_SCALA 1:100



PIANTA VASCA VALLE "CONCENTRICO"  
SEZIONE B-B\_SCALA 1:100



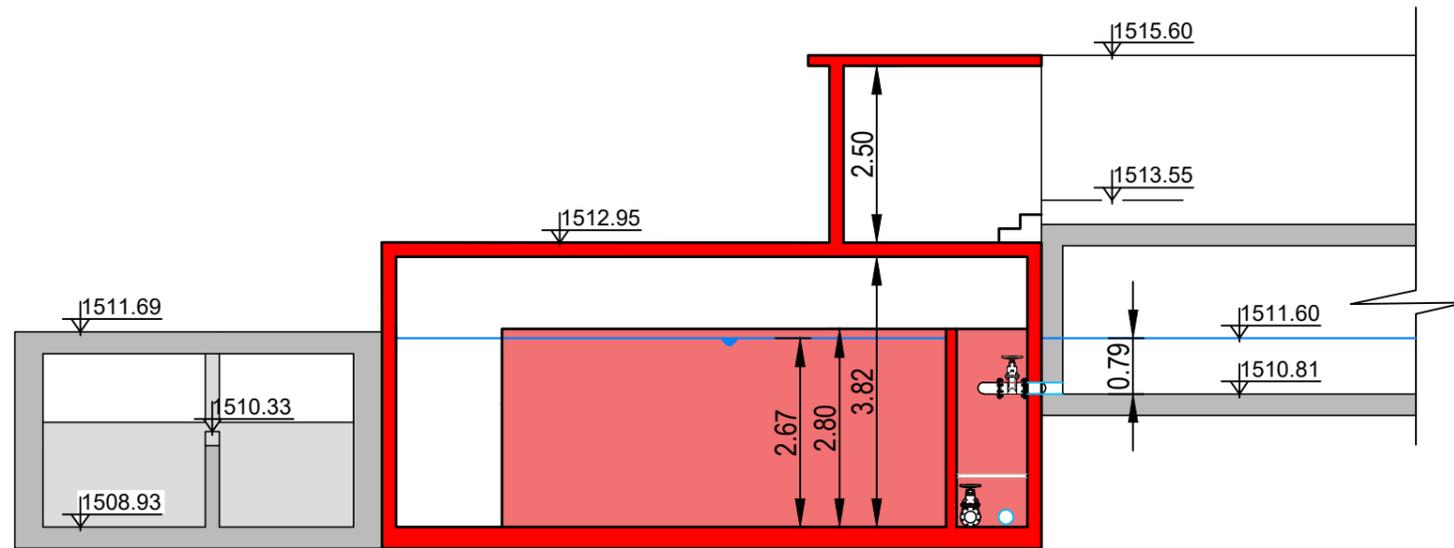
## **ALLEGATO 2**

**Collegamento Carbonella-Orsiera, serbatoio Orsiera in progetto, tracciato e profilo condotta Orsiera-Concentrico.**



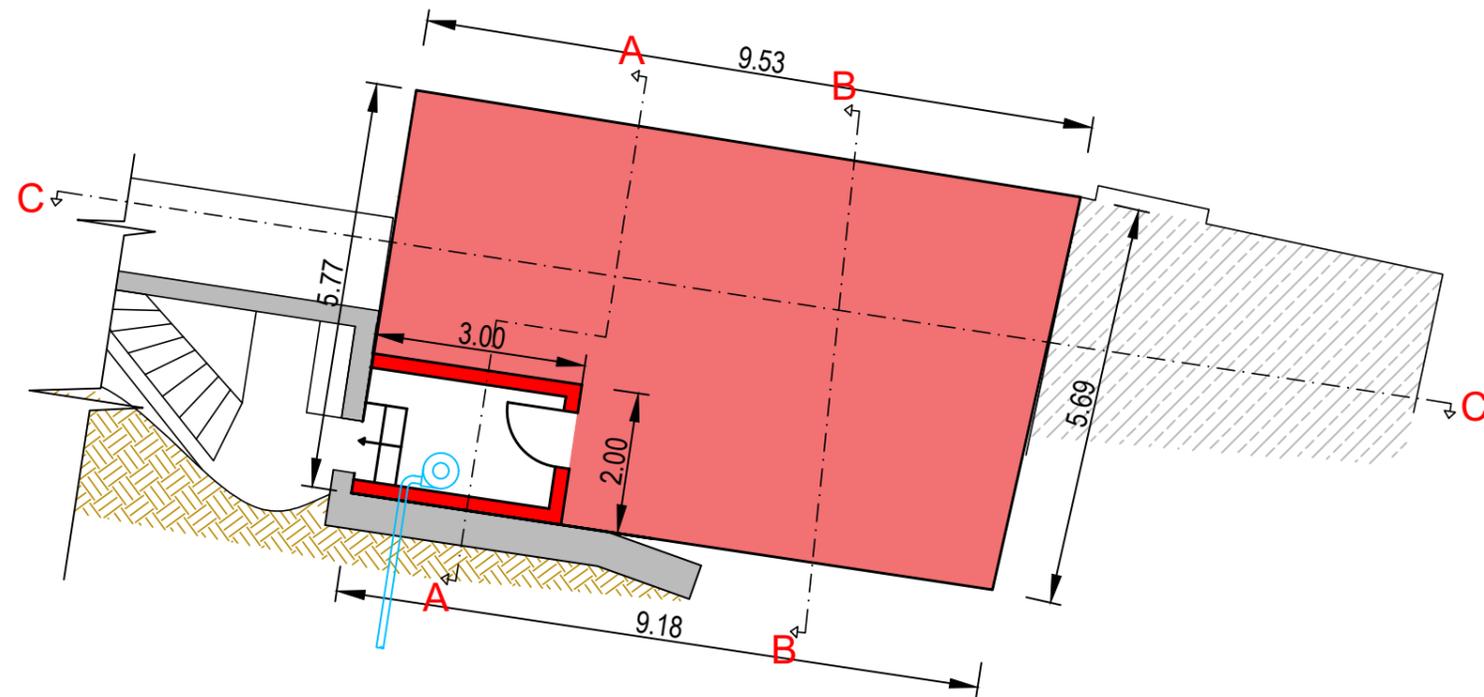


NUOVA VASCA SEZIONE C-C  
SCALA 1:100

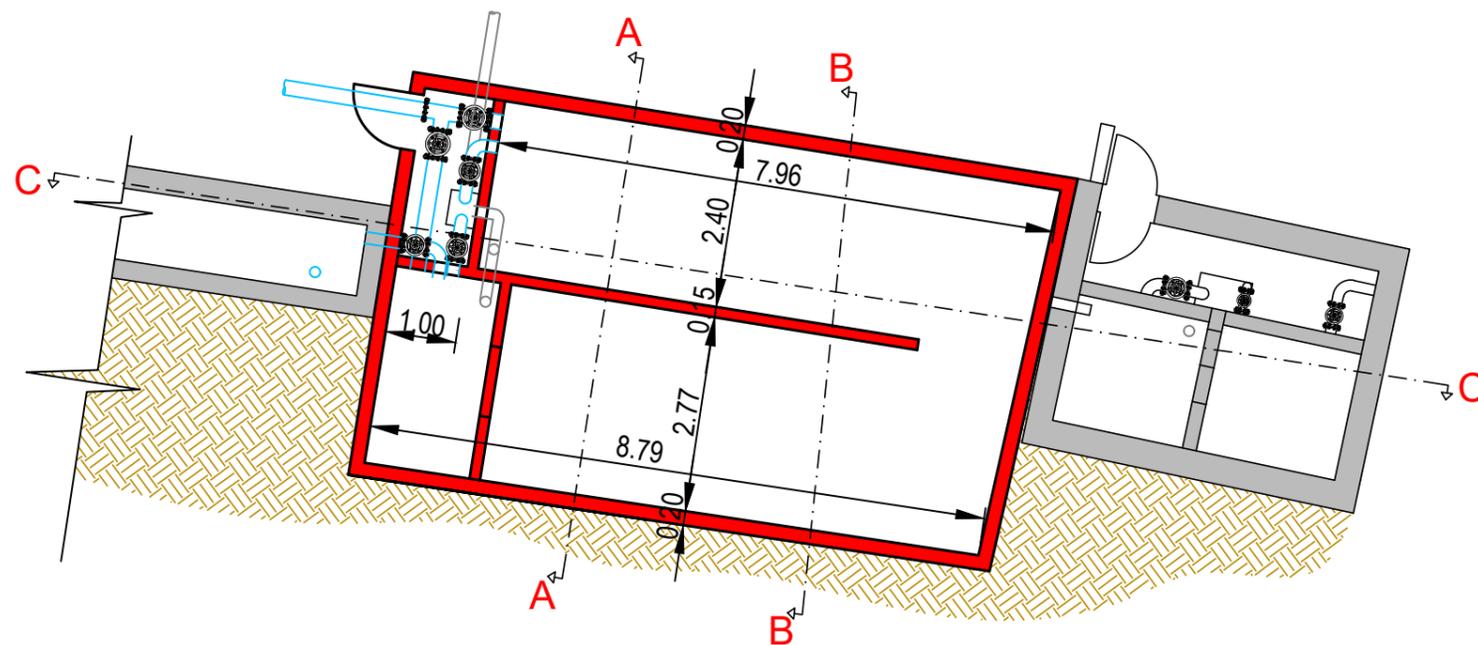


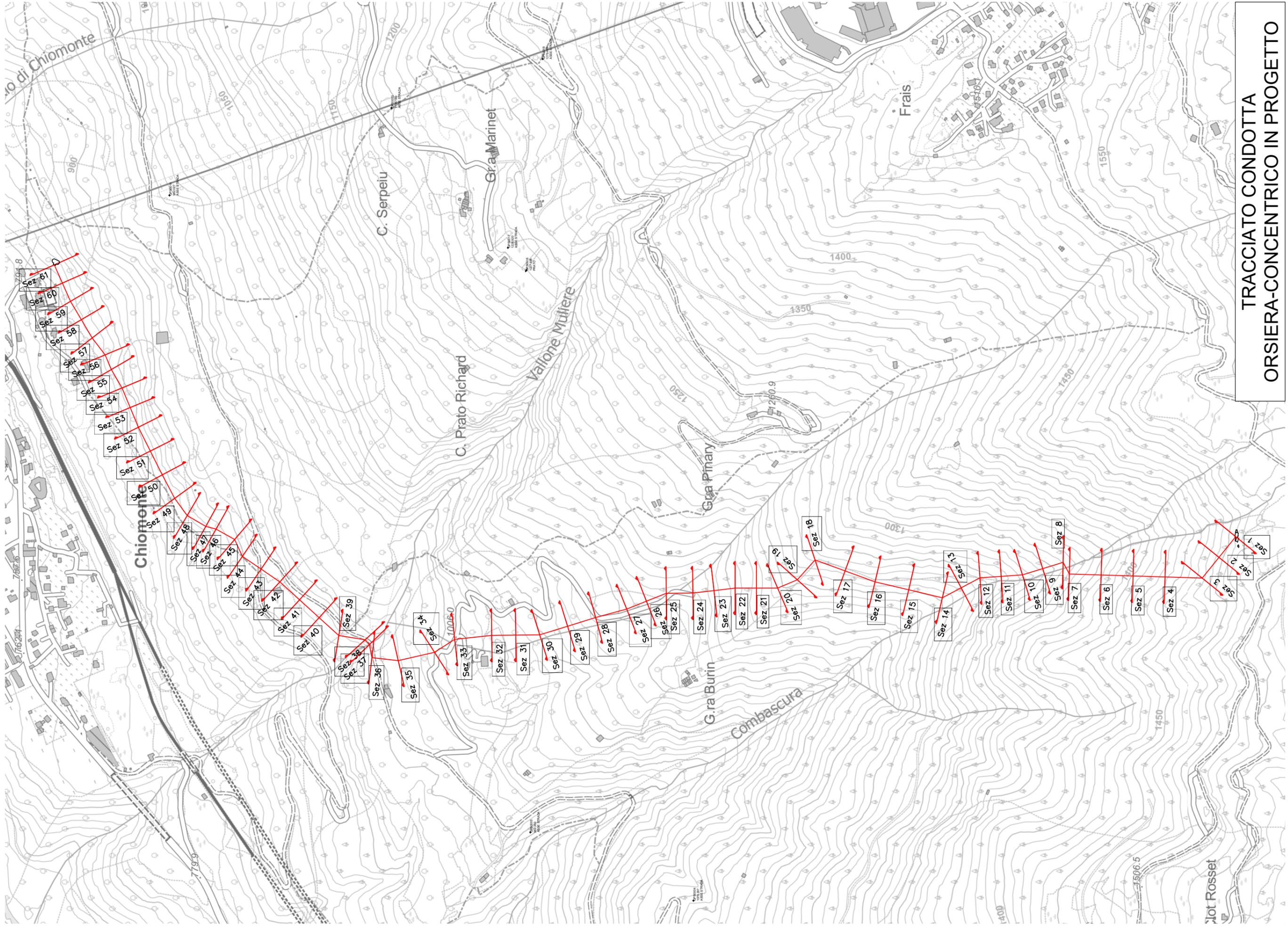
	Area	h	V [m3]
Vasca in progetto	43.42	2.67	115.93
Ristrutturazione Sorg. 2-3	5.60	0.79	4.42
Totale			120.35

NUOVA VASCA SEZIONE D-D  
SCALA 1:100

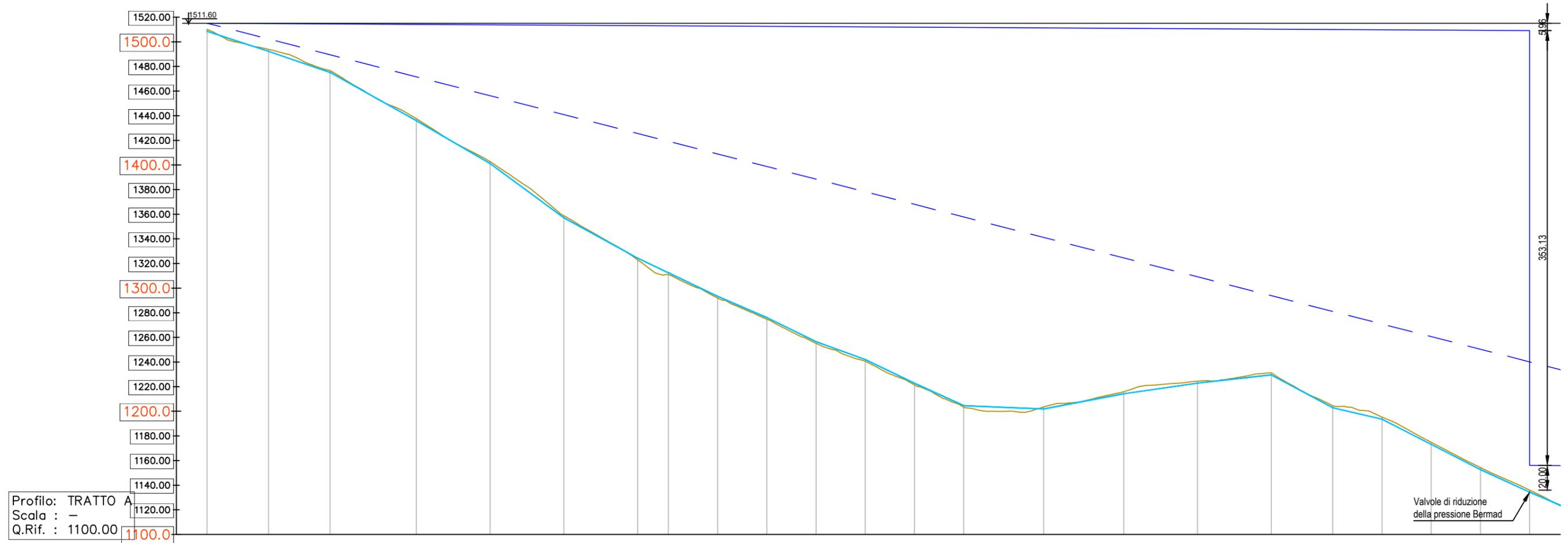


NUOVA VASCA SEZIONE E-E  
SCALA 1:100





TRACCIATO CONDOTTA  
ORSIERA-CENTRICO IN PROGETTO



NUMERO SEZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	50,00	100,00	170,00	230,00	280,01	300,00	325,00	365,00	405,00	445,00	485,00	525,00	565,00	600,00	665,00	725,00	785,00	845,00	905,00	965,00	1025,00	1085,00
DISTANZE PARZIALI		50,00	50,00	70,00	60,00	60,01	59,99	25,00	40,00	39,99	40,01	40,00	40,00	40,02	64,98	65,00	60,00	60,00	50,00	40,00	40,00	40,00	40,00
QUOTE TERRENO	1511,60	1481,00	1478,79	1437,85	1402,81	1358,75	1323,03	1311,14	1291,83	1274,68	1255,15	1240,05	1221,99	1204,24	1182,20	1215,83	1224,49	1231,17	1234,65	1185,20	1174,79	1154,89	1138,07
QUOTE PROGETTO	1511,60	1481,00	1478,79	1437,85	1402,81	1358,75	1323,03	1311,14	1291,83	1274,68	1255,15	1240,05	1221,99	1204,24	1182,20	1215,83	1224,49	1231,17	1234,65	1185,20	1174,79	1154,89	1138,07
BLOCCHI ANCORAGGIO		A2	PA3	A4	A5	A6	PA7	PA8	A9	PA10	A11	PA12	A13	PA14	A15	PA16	A17	PA18	PA19	PA20	A21	PA22	A23

PROFILO DI PROGETTO  
 TRATTO A



## **ALLEGATO 3**

**Calcoli di dimensionamento delle condotte.**

Caratteristiche condotta							
Tratto	Lunghezza orizz.	Salto	Lunghezza effettiva	Perdite di carico	d <sub>esterno</sub>	Spessore	d <sub>interno</sub>
-	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]
1	50.0	16.3	52.6	0.2824	219	5	209
2	50.0	17.1	52.8	0.2824	219	5	209
3	70.0	39.1	80.2	0.3954	219	5	209
4	60.0	34.9	69.4	0.3389	219	5	209
5	60.0	44.1	74.5	0.3389	219	5	209
6	60.0	32.7	68.3	0.3389	219	5	209
7	25.0	11.9	27.7	0.1412	219	5	209
8	40.0	19.2	44.4	0.2259	219	5	209
9	40.0	17.3	43.6	0.2259	219	5	209
10	40.0	19.5	44.5	0.2259	219	5	209
11	40.0	14.5	42.5	0.2259	219	5	209
12	40.0	19.3	44.4	0.2259	219	5	209
13	40.0	18.1	43.9	0.2259	219	5	209
14	65.0	2.7	65.1	0.3672	219	5	209
15	65.0	-12.3	66.2	0.3672	219	5	209
16	60.0	-8.7	60.6	0.3389	219	5	209
17	60.0	-6.7	60.4	0.3389	219	5	209
18	50.0	26.7	56.7	0.2824	219	5	209
19	40.0	9.3	41.1	0.2259	219	5	209
20	40.0	20.4	44.9	0.2259	219	5	209
21	40.0	20.5	44.9	0.2259	219	5	209
22	40.0	18.3	44.0	0.2259	219	5	209
23	40.0	17.1	43.5	0.2259	219	5	209
24	50.0	3.1	50.1	0.2824	219	5	209
25	40.0	2.8	40.1	0.2259	219	5	209
26	40.0	8.6	40.9	0.2259	219	5	209
27	60.6	14.0	62.2	0.3423	219	5	209
28	55.0	23.7	59.9	0.3107	219	5	209
29	55.0	19.4	58.3	0.3107	219	5	209
30	45.0	11.3	46.4	0.2542	219	5	209
31	45.0	11.2	46.4	0.2542	219	5	209
32	70.0	19.4	72.6	0.3954	219	5	209
33	45.0	11.1	46.4	0.2542	219	5	209
34	70.0	35.9	78.7	0.3954	219	6.3	206.4
35	50.0	12.6	51.6	0.2824	219	6.3	206.4
36	25.0	5.0	25.5	0.1412	219	6.3	206.4
37	12.0	0.1	12.0	0.0678	219	6.3	206.4
38	50.0	13.4	51.8	0.2824	219	6.3	206.4
39	50.0	3.9	50.2	0.2824	219	6.3	206.4
40	50.0	3.4	50.1	0.2824	219	6.3	206.4
41	50.0	1.9	50.0	0.2824	219	6.3	206.4
42	42.5	8.2	43.3	0.2401	219	6.3	206.4
43	42.5	10.6	43.8	0.2401	219	6.3	206.4
44	35.0	2.6	35.1	0.1977	219	6.3	206.4
45	40.0	13.0	42.1	0.2259	219	6.3	206.4
46	20.0	8.1	21.6	0.1130	219	6.3	206.4

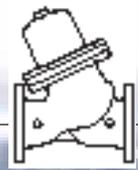
47	40.3	6.5	40.8	0.2276	219	6.3	206.4
48	40.0	3.8	40.2	0.2259	219	6.3	206.4
49	50.0	6.4	50.4	0.2824	219	6.3	206.4
50	50.0	4.1	50.2	0.2824	219	6.3	206.4
51	50.0	4.8	50.2	0.2824	219	6.3	206.4
52	40.0	7.8	40.8	0.2259	219	6.3	206.4
53	40.0	-0.4	40.0	0.2259	219	6.3	206.4
54	40.0	3.9	40.2	0.2259	219	6.3	206.4
55	30.0	6.0	30.6	0.1695	219	6.3	206.4
56	40.0	13.0	42.0	0.2259	219	6.3	206.4
57	40.0	1.0	40.0	0.2259	219	6.3	206.4
58	40.0	3.5	40.2	0.2259	219	6.3	206.4
59	37.5	3.2	37.6	0.2118	219	6.3	206.4
60	37.5	-2.4	37.6	0.2118	219	6.3	206.4
Totale	2732.9	695.7	2875.7	15.4			

Funzione di costo									
DN	d <sub>esterno</sub>	Portata	Velocità	Perdite di carico a tubi nuovi	Perdite di carico a tubi vecchi	Potenza installabile	Mancati ricavi	Costi	Funzione di costo
-	[mm]	[l/s]	[m/s]	[m]	[m]	[kW]	[€]	[€]	[€]
DN100	114	22.53	3.49	511.7	799.3	-21.2	155320	5348	160670
DN125	139	22.53	2.14	138.8	216.7	96.2	42120	6754	48870
DN150	168	22.53	1.45	48.9	76.4	124.5	14840	8242	23090
DN200	219	22.53	0.79	9.9	15.4	136.8	3000	12064	15060
DN250	273	22.53	0.50	2.9	4.6	139	890	17086	17970
DN300	323	22.53	0.35	1.1	1.7	139.6	330	22794	23120
DN350	355	22.53	0.25	0.5	0.7	139.8	140	30050	30190
DN400	406	22.53	0.20	0.2	0.4	139.9	70	41646	41720

## **ALLEGATO 4**

---

**Schede tecniche valvole Bermad.**



# High Pressure, Proportional Pressure Reducing Valve

### Model 820-PP

- Long downhill lines
  - Serial pressure reduction
  - Leakage and burst protection
- High differential pressure systems
  - Protection against cavitation damage
  - Throttling noise reduction

The Model 820-PP High Pressure, Proportional Pressure Reducing Valve is a hydraulically operated, piston actuated control valve that reduces higher upstream pressure to lower downstream pressure at a fixed ratio.

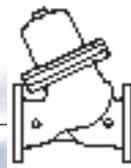


### Features and Benefits

- Robust structure, piston actuated – High pressure service
- **Line pressure driven** – Independent operation
- **Elegant simplicity**
  - Most cost effective
  - Simple to maintain
  - Minimal external accessories
- **Built-in check feature** – Replacing line sized check valve
- **In-line serviceable** – Easy maintenance
- **Double chamber** – Moderated valve reaction
- **Flexible design** – Easy addition of features
- **Semi-straight flow** – Non-turbulent flow
- **Stainless Steel raised seat** – Cavitation damage resistant
- **Obstacle free, full bore** – Uncompromising reliability
- **V-Port Throttling Plug** – Low flow stability

### Major Additional Features

- Solenoid control – **820-PP-55**
- Closing & opening speed control – **820-PP-03**
- Emergency pressure reducing valve – **820-PP-59**
- Pressure sustaining – **823-PB**



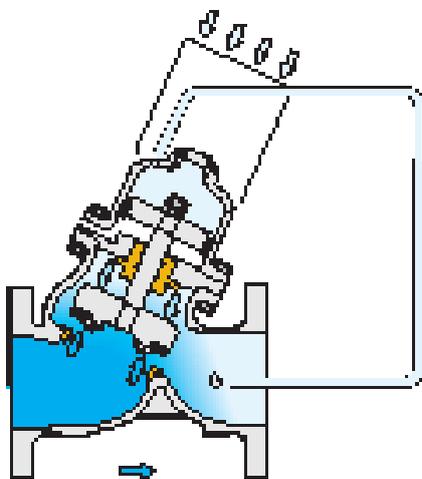
## Operation

The Model 820-PP is a pilotless, double chambered control valve. The downstream pressure is applied as the closing force on the top side of both the piston and the seal disk areas. The upstream pressure is applied as the opening force on the bottom side of the seal disk area.

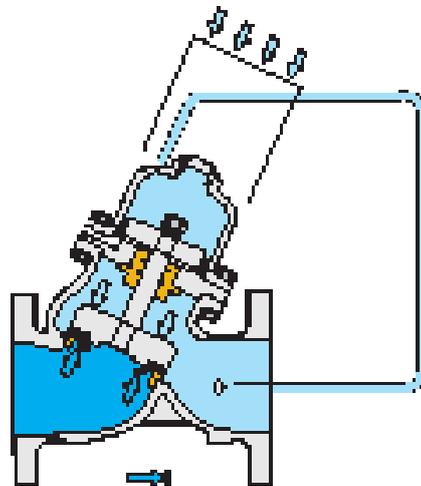
The net force, resulting from the two opposing dynamic forces acting on the actuator's piston and seal, determines the degree to which the valve is open. The valve seeks the point where these forces are equal. As the ratio of the areas of the seal disk and the piston is constant, the ratio of the upstream and downstream pressures is constant as well.

A rise in downstream pressure causes a momentary increase of the closing force. As a result, the valve throttles closed reducing downstream pressure according to the constant ratio.

When demand is zero, downstream pressure rises in proportion to the ratio, causing the valve to shut off.



Valve Regulates



Valve Closed  
(no system demand)

## Pilot System Specifications

### Standard Materials:

#### Tubing & Fittings:

Stainless Steel 316 or Copper & Brass

#### Accessories:

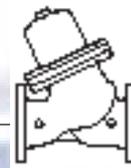
Stainless Steel 316 or Brass

### Notes:

- Recommended continuous flow velocity:  
0.3-6.0 m/sec ; 1-20 ft/sec
- Minimum operating pressure: 2.0 bar; 30 psi

## Reduction Ratios Table

Valve Size		Reduction Ratio
inch	mm	
1.5"	40	2.3
2"	50	2.3
2.5"	65	2.3
3"	80	2.3
4"	100	2.5
6"	150	2.2
8"	200	2.3
10"	250	2.3
12"	300	2.1
14"	350	2.1
16"	400	2.2
18"	450	2.2
20"	500	2.2



### Technical Data

**Size Range:** DN40-500 ; 1 1/2-20"

**End Connections (Pressure Ratings):**

**Flanged:** ISO PN16, PN25, PN40 ; ANSI Class 150, 300, 400

**Threaded:** BSP or NPT

**Others:** Available on request

**Valve Patterns:** "Y" (globe) & angle

**Working Temperature:** Water up to 80°C ; 180°F

**Standard Materials:**

**Body:** Cast Carbon Steel; Ductile Iron; Stainless Steel 316

**Cover:** Stainless Steel 316; Bronze

**Internals:** Stainless Steel & Bronze

**Seals:** Synthetic Rubber

**Coating:** Fusion Bonded Epoxy, RAL 5005 (Blue) approved for drinking water or Electrostatic Polyester Powder

### Differential Pressure Calculation

$$\Delta P = \left( \frac{Q}{(Kv; Cv)} \right)^2$$

$\Delta P$  = Differential Pressure for fully open valve (bar; psi)

$Q$  = Flow rate (m<sup>3</sup>/h; gpm)

$Kv$  = Metric system - valve flow coefficient  
(flow in m<sup>3</sup>/h at 1 bar  $\Delta P$  with 15°C water)

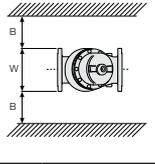
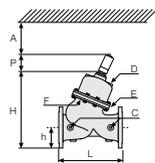
$Cv$  = US system - Valve flow coefficient  
(flow in gpm at 1 psi  $\Delta P$  with 60°F water)

$$Cv = 1.155 Kv$$

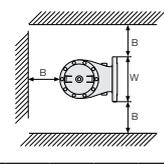
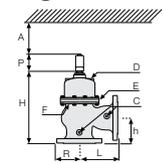
### Flow Data & Dimensions Table

Flow Data		DN / Size	40	1.5"	50	2"	65	2.5"	80	3"	100	4"	150	6"	200	8"	250	10"	300	12"	350	14"	400	16"	450	18"	500	20"	
800 Yv	Kv / Cv - "Y" Flat		42	49	50	58	55	64	115	133	200	230	460	530	815	940	1,250	1,440	1,850	2,140	1,990	2,300	3,310	3,820	3,430	3,960	3,550	4,100	
			36	41	43	49	47	54	98	113	170	200	391	450	693	800	1,063	1,230	1,573	1,820	1,692	1,950	2,814	3,250	2,916	3,370	3,018	3,490	
800 Angle	Kv / Cv - "A" Flat		46	53	55	64	61	70	127	146	220	250	506	580	897	1,040	1,375	1,590	2,035	2,350	2,189	2,530	3,641	4,210	3,773	4,360	-	-	
			39	45	47	54	51	59	108	124	187	220	430	500	762	880	1,169	1,350	1,730	2,000	1,861	2,150	3,095	3,580	3,207	3,710	-	-	
800 Yv, Flanged	PN10; 16 Class 150	L (mm / inch)	205	8.1	210	8.3	222	8.7	250	9.8	320	12.6	415	16.3	500	19.7	605	23.8	725	28.5	733	28.9	990	39.0	1,000	39.4	1,100	43.3	
		W (mm / inch)	156	6.1	166	6.5	190	7.5	200	7.9	229	9.0	286	11.3	344	13.5	408	16.1	484	19.1	536	21.1	600	23.6	638	25.1	716	28.2	
		h (mm / inch)	78	3.1	83	3.3	95	3.7	100	3.9	115	4.5	143	5.6	172	6.8	204	8.0	242	9.5	268	10.6	300	11.8	319	12.6	358	14.1	
		H (mm / inch)	260	10.2	265	10.4	278	10.9	327	12.9	409	16.1	526	20.7	650	25.6	763	30.0	942	37.1	969	38.1	1,154	45.4	1,173	46.2	1,211	47.7	
		P (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	5.3	135	5.3	142	5.6	154	6.1	154	6.1	191	7.5	191	7.5	191	7.5
		Weight (Kg/lb)	10.7	24	13	29	16	35	28	62	48	106	94	207	162	356	272	598	455	1,001	482	1,060	1,000	2,200	1,074	2,363	1,096	2,411	
		L (mm / inch)	205	8.1	210	8.3	222	8.7	264	10.4	335	13.2	433	17.0	524	20.6	637	25.1	762	30.0	767	30.2	1,024	40.3	1,030	40.6	1,136	44.7	
		W (mm / inch)	156	6.1	166	6.5	190	7.5	210	8.3	254	10.0	318	12.5	382	15.0	446	17.6	522	20.6	590	23.2	650	25.6	714	28.1	778	30.6	
		h (mm / inch)	78	3.1	83	3.3	95	3.7	105	4.1	127	5.0	159	6.3	191	7.5	223	8.8	261	10.3	295	11.6	325	12.8	357	14.1	389	15.3	
		H (mm / inch)	260	10.2	265	10.4	278	10.9	332	13.1	422	16.6	542	21.3	666	26.2	783	30.8	961	37.8	996	39.2	1,179	46.4	1,208	47.6	1,241	48.9	
P (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141	5.6	141	5.6	156	6.1	156	6.1	195	7.7	195	7.7	195	7.7			
800 Angle, Flanged	PN10; 16 Class 150	L (mm / inch)	124	4.9	124	4.9	149	5.9	152	6.0	190	7.5	225	8.9	265	10.4	320	12.6	396	15.6	400	15.7	450	17.7	450	17.7	-	-	
		W (mm / inch)	156	6.1	166	6.5	190	7.5	200	7.9	229	9.0	285	11.2	344	13.5	408	16.1	496	19.5	528	20.8	598	23.5	640	25.2	-	-	
		R (mm / inch)	78	3.1	83	3.3	95	3.7	100	3.9	115	4.5	143	5.6	172	6.8	204	8.0	248	9.8	264	10.4	299	11.8	320	12.6	-	-	
		h (mm / inch)	85	3.3	85	3.3	109	4.3	102	4.0	127	5.0	152	6.0	203	8.0	219	8.6	273	10.7	279	11.0	369	14.5	370	14.6	-	-	
		H (mm / inch)	252	9.9	252	9.9	271	10.7	308	12.1	390	15.4	476	18.7	619	24.4	717	28.2	911	35.9	915	36.0	1,144	45.0	1,144	45.0	-	-	
		P (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141	5.6	141	5.6	156	6.1	156	6.1	195	7.7	195	7.7	-	-	
		Weight (Kg/lb)	10.7	24.0	13	29.0	16	35.0	26	57.0	46	101	90	198	153	337	259	570	433	953	459	1,010	950	2,090	1,020	2,244	-	-	
		L (mm / inch)	124	4.9	124	4.9	149	5.9	159	6.3	200	7.9	234	9.2	277	10.9	336	13.2	415	16.3	419	16.5	467	18.4	467	18.4	-	-	
		W (mm / inch)	150	5.9	155	6.1	190	7.5	200	7.9	254	10.0	318	12.5	381	15.0	446	17.6	522	20.6	586	23.1	650	25.6	716	28.2	-	-	
		R (mm / inch)	78	3.1	85	3.3	95	3.7	105	4.1	127	5.0	159	6.3	191	7.5	223	8.8	261	10.3	293	11.5	325	12.8	358	14.1	-	-	
h (mm / inch)	85	3.3	85	3.3	109	4.3	109	4.3	135	5.3	165	6.5	216	8.5	236	9.3	294	11.6	299	11.8	386	15.2	386	15.2	-	-			
H (mm / inch)	252	9.9	264	10.4	271	10.7	315	12.4	398	15.7	491	19.3	632	24.9	733	28.9	930	36.6	935	36.8	1,160	45.7	1,160	45.7	-	-			
P (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141	5.6	141	5.6	156	6.1	156	6.1	195	7.7	195	7.7	-	-			
Weight (Kg/lb)	11.8	26	15	33	18.4	40	30	66	54	119	101	222	179	394	292	642	481	1,058	523	1,151	1,017	2,237	1,051	2,312	-	-			

#### "Y" Pattern



#### Angle Pattern



### Specify when ordering:

- Size
  - Main model
  - Additional features
  - Pattern
  - Body material
  - End connection
  - Coating
  - Voltage & main valve position
  - Tubing & Fittings materials
  - Operational data (according to model)
  - Pressure data
  - Flow data
  - Reservoir level data
  - Settings
- \* Use BERMAD's Waterworks Ordering Guide

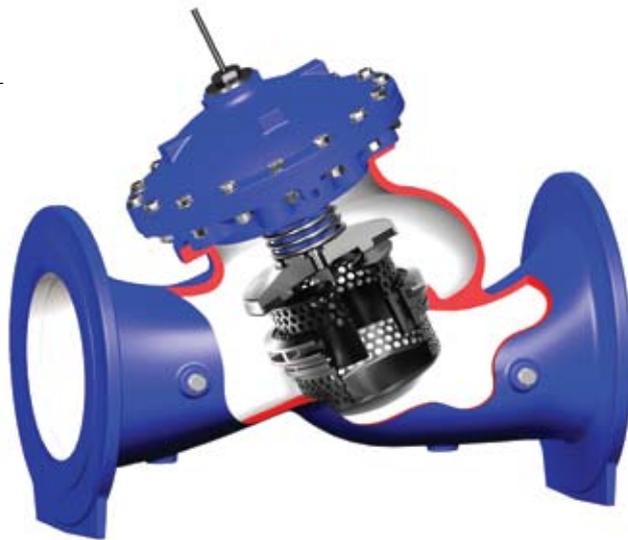




## Valvola anticavitazione

### Modello 700-C2

- Elimina i danni causati dagli effetti della cavitazione
- Funzionamento ad alti valori di pressione differenziale
- Riduce rumori e vibrazioni
- Funzionamento eccellente anche a bassissimi valori di portata
- Perfetta tenuta della sede – nessun trafilemento
- Manutenzione eseguibile in linea
- Possibilità di adattamento alle valvole 700 e 800 precedentemente installate



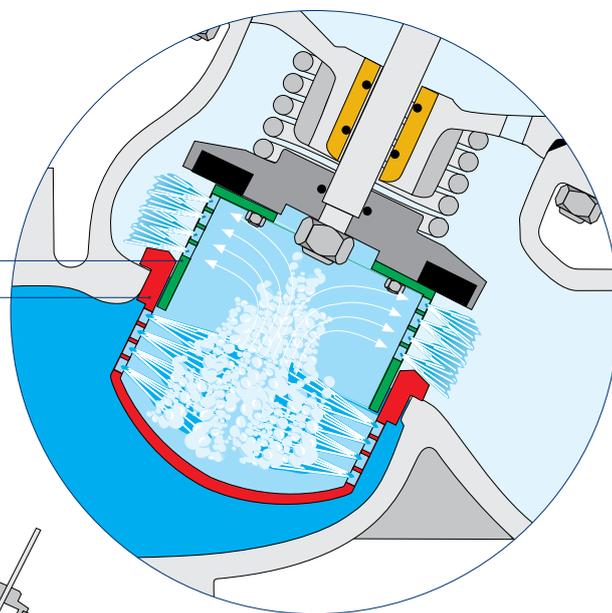
La valvola di controllo anticavitazione Bermad modello 700-C2 è stata progettata per funzionare a condizioni di elevata pressione differenziale, riducendo e limitando i danni causati dagli effetti della cavitazione

### Applicazioni tipiche

Sistemi ad elevata pressione differenziale, quali:

- riduzione della pressione
- scarico della pressione
- controllo del livello
- controllo della portata

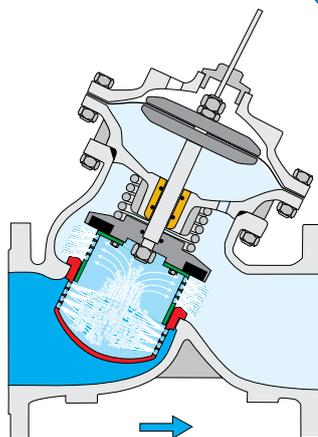
Gabbia anticavitazione  
Sede della valvola

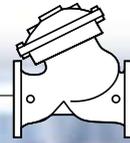


### Funzionamento

L'energia dell'alta pressione viene dissipata col passaggio del flusso che segue queste tre fasi:

- Fase 1: passaggio del flusso attraverso una speciale gabbia integrata alla sede della valvola e provvista di una serie di fori radiali.
- Fase 2: convergenza del flusso nell'area di cavitazione protetta dalla speciale sede della valvola.
- Fase 3: uscita del flusso dalla speciale gabbia anti-cavitazione attraverso i fori radiali presenti nella gabbia superiore dell'otturatore di regolazione.





## Caratteristiche tecniche

### Serie disponibili, gamma di modelli e configurazioni

Serie	700		700ES	800	
Configurazione	Y	Angolo	Y	Y	Angolo
Pressione nominale	PN16/25 ANSI Classe #150 / #300		PN25	PN40 ANSI Classe #150 / #300 / #400	
Gamma di dimensioni	1 1/2"-20" DN40-500	1 1/2"-18" DN40-450	1 1/2"-24" DN40-600	1 1/2"-20" DN40-500	1 1/2"-18" DN40-450

### Dati d'esercizio

- Pressione differenziale massima: 25 bar
  - Pressione differenziale massima per scarico atmosferico: 10 bar
  - Velocità del flusso raccomandata: 3 m/sec
  - Velocità massima del flusso: 5,5 m/sec
  - Temperatura dell'acqua: fino a 80°C
- \* Consultare il produttore, in caso di condizioni d'esercizio differenti a quelle sopra riportate.  
\* Specificare: pressioni d'ingresso/d'uscita, portata, diametro del tubo e funzione della valvola

### Materiali standard

- Sede della valvola e Gabbia anticavitazione: acciaio inossidabile 316 o 304
- Corpo e coperchio della valvola principale: ghisa sferoidale, acciaio al carbonio, acciaio inossidabile
- Componenti interni della valvola principale: acciaio inossidabile, bronzo e acciaio rivestito in resina epossidica
- Elastomeri: gomma sintetica
- Rivestimento: resina epossidica, blu RAL 5005, 250µ
- Disponibilità di altri tipi di materiali: a richiesta in base all'applicazione

### Dimensioni

Fare riferimento al catalogo Bermad Water Works, Sezione Engineering

Certificati e approvazioni

IQNET ISO9001-2000, NSF, WRAS, DVGW, GOST.

## Specifiche tecniche

La valvola principale e' idonea per funzionare in condizioni di elevata pressione differenziale, senza rischio di danni dovuti agli effetti della cavitazione.

**Valvola principale:** e' una valvola di regolazione con attuatore a diaframma a funzionamento idraulico, con disegno del corpo obliquo (Y) o angolare. Il corpo della valvola e' dotato di una speciale gabbia e relativa sede di tenuta realizzata in acciaio inossidabile sostituibile. Il corpo e il coperchio sono realizzati in ghisa sferoidale.

E' possibile accedere ed eseguire la manutenzione di tutti i componenti della valvola, senza necessità di rimuovere la valvola dalla tubazione.

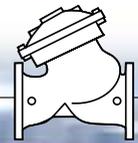
**Attuatore:** L'attuatore e' del tipo a doppia camera, cioè diviso dal diaframma in due distinte camere in pressione che fornisce una risposta immediata e un controllo accurato insieme ad una azione smorzata in fase di chiusura per prevenire effetti di "chattering" e/o colpi d'ariete. Tutto il complessivo dell'attuatore (dal disco di tenuta al coperchio superiore) e' rimovibile dalla valvola, come gruppo integrale. L'albero d'acciaio inossidabile della valvola e' guidato centralmente da un cuscinetto nella sezione di separazione. Il disco di tenuta radiale e' sostituibile ed include una tenuta elastica.

**Caratteristica di anticavitazione:** Corpo e cappello valvola progettato secondo criteri idrodinamici tali da garantire alta resistenza alla cavitazione.

Il profilo anticavitazione include due elementi: una "gabbia" fissata alla sede di tenuta quale parte integrante del corpo valvola, e una "gabbia" superiore anticavitazione quale parte del complesso otturatore. Entrambe le parti includono una serie di fori radiali equamente distanziati attorno alla circonferenza.

La struttura del profilo anticavitazione e' realizzata in acciaio inossidabile.

**Assicurazione qualità:** il produttore della valvola è certificato secondo la normative ISO 9001 sull'assicurazione della qualità. La valvola è conforme alla normativa ANSI/AWWA C530-07 e certificata per utilizzo su acqua potabile, secondo NSF, WRAS e/o altre normative riconosciute.



# Pressure Reducing Valve

### Model 720

- Flow and leakage reduction
- Cavitation damage protection
- Throttling noise reduction
- Burst protection
- System maintenance savings

The Model 720 Pressure Reducing Valve is a hydraulically operated, diaphragm actuated control valve that reduces higher upstream pressure to lower constant downstream pressure regardless of fluctuating demand or varying upstream pressure.



### Features and Benefits

- **Designed to** – stand up to the toughest conditions
  - Excellent anti-cavitation properties
  - Silent operation suitable for urban and high rise applications
  - Wide flow range
  - High stability and accuracy
- **Double chamber design**
  - Moderated valve reaction
  - Protected diaphragm
- **Flexible design** – Easy addition of features
- **Obstacle free, full bore** – Free flow pass
- **V-Port Throttling Plug** – Very stable at low flow
- **Complies with EN-1074 standards**
  - High quality materials
  - Stainless steel trim components
- **In-line serviceable** – Easy maintenance

### Major Additional Features

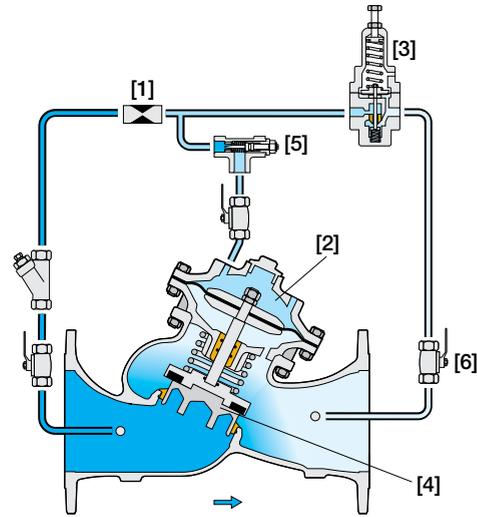
- Pressure management valve – **7PM**
- Solenoid control – **720-55**
- Check valve – **720-20**
- Solenoid control & check valve – **720-25**
- Proportional – **720-PD**
- High sensitivity pilot – **720-12**
- Downstream over pressure guard – **720-48**
- Electrically selected multi-level setting – **720-45**
- Electronic multi-level setting, Type 4T – **720-4T**
- Electronic pressure reducing valve – **728-03**

See relevant BERMAD publications.



## Operation

The Model 720 is a pilot controlled valve equipped with an adjustable, 2-way pressure reducing pilot. The restriction [1] continuously allows flow from the valve inlet into the upper control chamber [2]. The pilot [3] senses downstream pressure. Should this pressure rise above pilot setting, the pilot throttles, enabling pressure in the upper control chamber to accumulate, causing the main valve to throttle closed, decreasing downstream pressure to pilot setting. Should downstream pressure fall below pilot setting, the pilot releases accumulated pressure, and the main valve modulates open. The V-Port plug (optional) [4] increases the ratio of flow to stem travel, providing more accurate, stable and smooth regulation. The integral orifice between the lower control chamber and valve outlet moderates valve reactions. The one-way flow control needle valve [5] stabilizes the valve's reaction in hard regulation conditions, by restricting the flow out of the control chamber. The downstream cock valve [6] enables manual closing.



## Pilot System Specifications

### Standard Materials:

#### Pilot:

Body: Stainless Steel 316 or Bronze  
 Elastomers: Synthetic Rubber  
 Spring: Galvanized Steel or Stainless Steel

#### Tubing & Fittings:

Stainless Steel 316 or Copper & Brass

#### Accessories:

Stainless Steel 316, Brass and Synthetic Rubber Elastomers

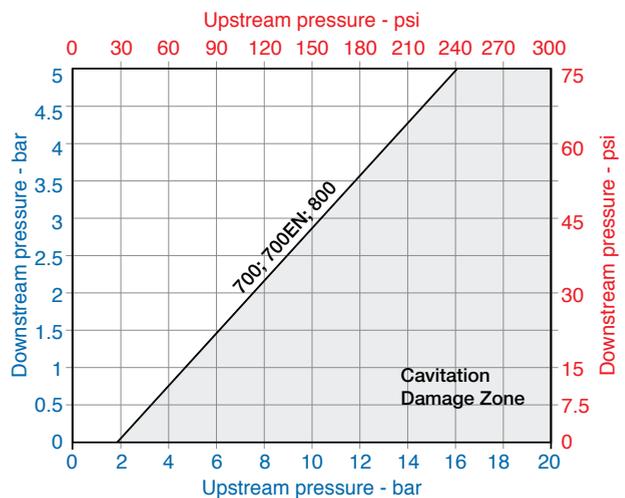
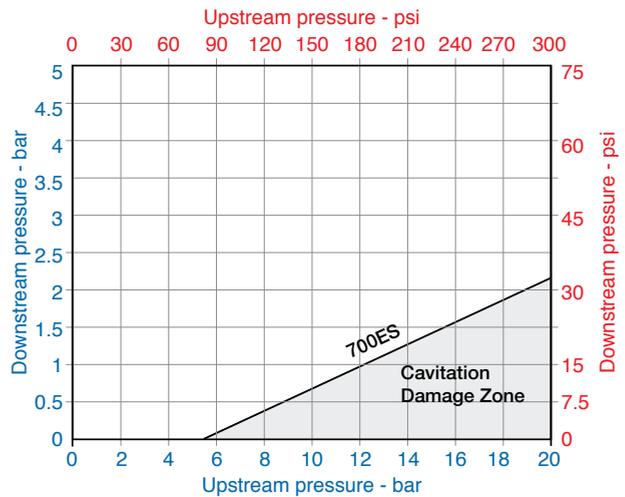
#### Pilot Adjustment Range:

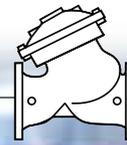
0.5 to 3.0 bar ; 7 to 40 psi  
 0.8 to 6.5 bar ; 11 to 95 psi  
 1 to 16 bar ; 15 to 230 psi  
 5 to 25 bar ; 70 to 360 psi

#### Notes:

- Inlet pressure, outlet pressure and flow rate are required for optimal sizing and cavitation analysis
- Recommended continuous flow velocity: 0.1-6.0 m/sec ; 0.3-20 ft/sec
- Minimum operating pressure: 0.7 bar ; 10 psi. For lower pressure requirements consult factory

## Cavitation Chart





### Technical Data

- Size Range:** DN40-900 ; 1 1/2-36"
- End Connections (Pressure Ratings):**
- Flanged:** ISO PN16, PN25 (ANSI Class 150, 300)
- Threaded:** BSP or NPT
- Others:** Available on request
- Valve Patterns:** "Y" (globe) & angle, globe (DN600-900 ; 24"-36")
- Working Temperature:** Water up to 80°C ; 180°F
- Standard Materials:**
- Body & Actuator:** Ductile Iron
- Internals:** Stainless Steel, Bronze & coated Steel
- Diaphragm:** Synthetic Rubber Nylon fabric-reinforced
- Seals:** Synthetic Rubber
- Coating:** Fusion Bonded Epoxy, RAL 5005 (Blue) approved for drinking water or Electrostatic Polyester Powder

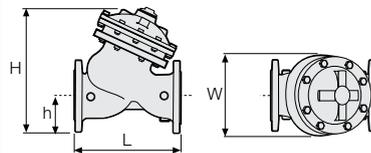
### Differential Pressure Calculation

$$\Delta P = \left( \frac{Q}{(Kv; Cv)} \right)^2$$

- $\Delta P$  = Differential Pressure for fully open valve (bar; psi)
- $Q$  = Flow rate (m<sup>3</sup>/h; gpm)
- $Kv$  = Metric system - valve flow coefficient (flow in m<sup>3</sup>/h at 1 bar  $\Delta P$  with 15°C water)
- $Cv$  = US system - Valve flow coefficient (flow in gpm at 1 psi  $\Delta P$  with 60°F water)
- $Cv = 1.155 Kv$

### Flow Data & Dimensions Table

DN / Size	40	1.5"	50	2"	65	2.5"	80	3"	100	4"	150	6"	200	8"	250	10"	300	12"	350	14"	400	16"	450	18"	500	20"	
Flow Data 700-ES 700-EN	Kv / Cv - Flat	54	62	57	66	60	69	65	75	145	167	395	456	610	705	905	1,045	1,520	1,756	-	-	2,250	2,599	-	-	4,070	4,701
	Kv / Cv - V-Port	46	53	48	56	51	59	55	64	123	142	336	388	519	599	769	888	1,292	1,492	-	-	1,913	2,209	-	-	3,460	3,996
	Kv / Cv - "Y" Flat	42	49	50	58	55	64	115	133	200	230	460	530	815	940	1,250	1,440	1,850	2,140	1,990	2,300	3,310	3,820	3,430	3,960	3,550	4,100
	Kv / Cv - "Y" V-Port	36	41	43	49	47	54	98	113	170	200	391	450	693	800	1,063	1,230	1,573	1,820	1,692	1,950	2,814	3,250	2,916	3,370	3,018	3,490
700-ES PN16; 25	L (mm / inch)	230	9.1	230	9.1	290	11.4	310	12.2	350	13.8	480	18.9	600	23.6	730	28.7	850	33.5	-	-	1,100	43.3	-	-	1,250	49.2
	W (mm / inch)	150	5.9	165	6.5	185	7.3	200	7.9	235	9.3	300	11.8	360	14.2	425	16.7	530	20.9	-	-	626	24.6	-	-	838	33
	h (mm / inch)	80	3.1	90	3.5	100	3.9	105	4.1	125	4.9	155	6.1	190	7.5	220	8.7	250	9.8	-	-	320	12.6	-	-	385	15.2
	H (mm / inch)	240	9.4	250	9.8	250	9.8	260	10.2	320	12.6	420	16.5	510	20.1	605	23.8	725	28.5	-	-	895	35.2	-	-	1,185	46.7
700-EN PN16; 25	Weight (Kg/lb)	10	22	10.8	23.8	13.2	29	15	33	26	57.2	55	121	95	209	148	326	255	561	-	-	437	960	-	-	1,061	2,334
	L (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	310	12.2	350	13.8	480	18.9	600	23.6	730	28.7	850	33.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	W (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	200	7.9	235	9.3	320	12.6	390	15.4	480	18.9	550	21.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	h (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	100	3.9	118	4.6	150	5.9	180	7.1	213	8.4	243	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-
700 Flanged "Y" PN16 Class 150	H (mm / inch)	-	-	-	-	-	-	305	12	369	14.5	500	19.7	592	23.3	733	28.9	841	33.1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Weight (Kg/lb)	-	-	-	-	-	-	21	46.2	31	68.2	70	154	115	253	198	436	337	741	-	-	-	-	-	-	-	-
	L (mm / inch)	205	8.1	210	8.3	222	8.7	250	9.8	320	12.6	415	16.3	500	19.7	605	23.8	725	28.5	733	28.9	990	39	1,000	39.4	1,100	43.3
	W (mm / inch)	155	6.1	165	6.5	178	7	200	7.9	223	8.8	320	12.6	390	15.4	480	18.9	550	21.7	550	21.7	740	29.1	740	29.1	740	29.1
700 Flanged "Y" PN25 Class 300	h (mm / inch)	78	3.1	83	3.3	95	3.7	100	3.9	115	4.5	143	5.6	172	6.8	204	8	242	9.5	268	10.6	300	11.8	319	12.6	358	14.1
	H (mm / inch)	239	9.4	244	9.6	257	10.1	305	12	366	14.4	492	19.4	584	23	724	28.5	840	33.1	866	34.1	1,108	43.6	1,127	44.4	1,167	45.9
	Weight (Kg/lb)	9.1	20	10.6	23	13	29	22	49	37	82	75	165	125	276	217	478	370	816	381	840	846	1,865	945	2,083	962	2,121
	L (mm / inch)	205	8.1	210	8.3	222	8.7	264	10.4	335	13.2	433	17	524	20.6	637	25.1	762	30	767	30.2	1,024	40.3	1,030	40.6	1,136	44.7
700 Threaded Angle PN16; 25 Class 150; 300	W (mm / inch)	155	6.1	165	6.5	185	7.3	207	8.1	250	9.8	320	12.6	390	15.4	480	18.9	550	21.7	570	22.4	740	29.1	740	29.1	750	29.5
	h (mm / inch)	78	3.1	83	3.3	95	3.7	105	4.1	127	5	159	6.3	191	7.5	223	8.8	261	10.3	295	11.6	325	12.8	357	14.1	389	15.3
	H (mm / inch)	239	9.4	244	9.6	257	10.1	314	12.4	378	14.9	508	20	602	23.7	742	29.2	859	33.8	893	35.2	1,133	44.6	1,165	45.9	1,197	47.1
	Weight (Kg/lb)	10	22	12.2	27	15	33	25	55	43	95	85	187	146	322	245	540	410	904	434	957	900	1984	967	2,132	986	2,174

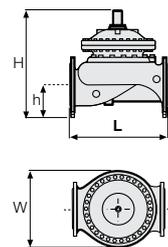


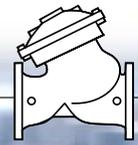
### Specify when ordering:

- Size
- Main model
- Additional features
- Pattern
- Body material
- End connection
- Coating
- Voltage & main valve position
- Tubing & Fittings materials
- Operational data (according to model)
- Pressure data
- Flow data
- Reservoir level data
- Settings

\* Use Bermad's Waterworks Ordering Guide

DN / Size	600	24"	700	28"	750	30"	800	32"	900	36"	
Globe PN16 Class 150	L (mm / inch)	1,450	57.1	1,650	65	1,750	68.9	1,850	72.8	1,850	72.8
	W (mm / inch)	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2
	h (mm / inch)	470	18.5	490	19.3	520	20.5	553	21.8	600	23.6
	H (mm / inch)	1,965	77.4	1,985	78.1	2,015	79.3	2,048	80.6	2,095	82.5
Globe PN25 Class 300	Weight (Kg/lb)	3,250	7,150	3,700	8,140	3,900	8,580	4,100	9,020	4,250	9,350
	L (mm / inch)	1,500	59.1	1,650	65	1,750	68.9	1,850	72.8	1,850	72.8
	W (mm / inch)	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2
	h (mm / inch)	470	18.5	490	19.3	520	20.5	553	21.8	600	23.6
Globe PN25 Class 300	H (mm / inch)	1,965	77.4	1,985	78.1	2,015	79.3	2,048	80.6	2,095	82.5
	Weight (Kg/lb)	3,500	7,700	3,700	8,140	3,900	8,580	4,100	9,020	4,250	9,370





## Level Control Valve with Modulating Vertical Float

### Model 750-67

- Reservoir filling
  - Low volume reservoirs
  - Large surface area reservoirs
  - Hydraulic backup
- Reservoir outlet
  - Reservoir level sustaining
  - Pump flow modulating

The Model 750-67 Level Control Valve with Modulating Vertical Float is a hydraulically controlled, diaphragm actuated control valve that controls reservoir filling to maintain constant water level, regardless of fluctuating demand.

The modified Model 75A-67, installed at reservoir outlet, sustains minimum reservoir level.



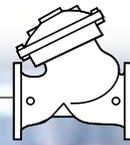
### Features and Benefits

- **Line pressure driven** – Independent operation
- **Modulating hydraulic float control**
  - “Always Full” reservoir
- **Double chamber**
  - Full powered closing
  - Non-slam closing characteristic
  - Protected diaphragm
- **External installation**
  - Easy access to valve and float
  - Easy level setting
  - Less wear and tear
- **Balanced seal disk** – High flow capacity
- **In-line serviceable** – Easy maintenance
- **Flexible design** – Easy addition of features

### Major Additional Features

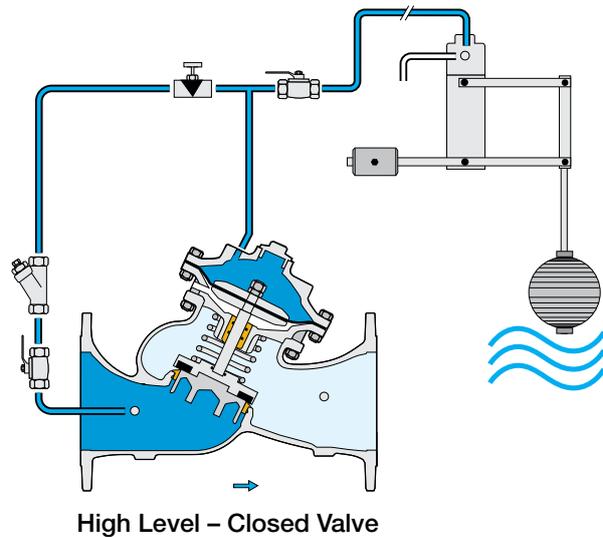
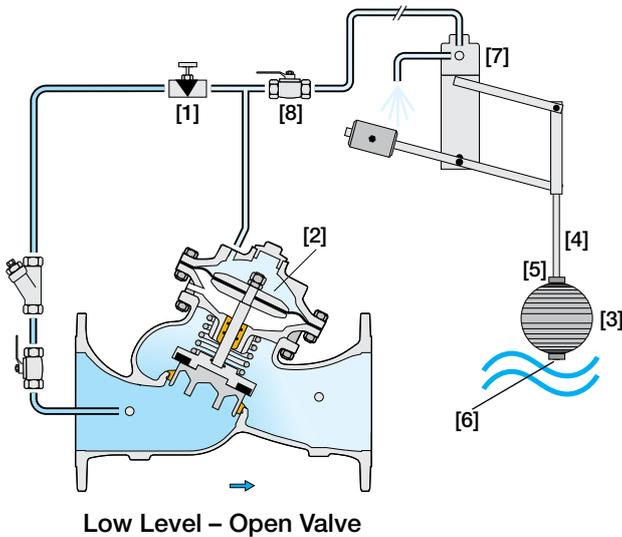
- Pressure sustaining – **753-67**
- Electric float backup – **750-67-65**
- Flow control – **757-67-U**
- Level sustaining – **75A-67**

See relevant BERMAD publications.



## Operation

The Model 750-67 is a float controlled valve equipped with an adjustable, 2-Way vertical float pilot assembly. The needle valve [1] continuously allows flow from valve inlet into the upper control chamber [2]. The float [3] is locked on the float assembly rod [4] between two adjustable stoppers [5] and [6]. Should level rise towards setting, the float pilot [7] throttles, pressure in the upper control chamber accumulates causing the main valve to throttle closed, reducing filling rate, and eventually closing drip tight. Should level fall, the float pilot releases pressure from the upper control chamber causing the main valve to modulate open. The needle valve controls the closing speed. Cock valve [8] enables manual closing.



## Pilot System Specifications

### Standard Materials:

#### Float Pilot:

Body: Brass or Stainless Steel 316  
 Elastomers: Synthetic Rubber  
 Internal parts: Stainless Steel 316 & Brass  
 Lever system: Brass or Stainless Steel 316  
 Float: Plastic  
 Float rod: Stainless Steel  
 Base plate: Fusion bonded epoxy coated Steel or Stainless Steel 316

#### Tubing & Fittings:

Stainless Steel 316 or Copper & Brass

#### Accessories:

Stainless Steel 316, Bronze, Brass and Synthetic Rubber Elastomers

### Notes:

- Rod length: 54 cm (21")
- Each extension rod adds 56 cm (22"). One extension rod supplied
- Extra counterweight might be required depending on rod length and high operating pressure
- If inlet pressure is below 0.7 bar (10 psi) or above 10 bar (150 psi), consult factory
- Minimum operating pressure: 0.7 bar ; 10 psi. For lower pressure requirements consult factory
- Recommended continuous flow velocity: 0.3-6.0 m/sec ; 1-20 ft/sec
- See BERMAD float installation recommendations



### Technical Data

**Size Range:** DN40-900 ; 1½-36"

**End Connections (Pressure Ratings):**

**Flanged:** ISO PN16, PN25 (ANSI Class 150, 300)

**Threaded:** BSP or NPT

**Others:** Available on request

**Valve Patterns:** "Y" (globe) & angle, globe (DN600-900 ; 24"-36")

**Working Temperature:** Water up to 80°C ; 180°F

**Standard Materials:**

**Body & Actuator:** Ductile Iron

**Internals:** Stainless Steel, Bronze & coated Steel

**Diaphragm:** Synthetic Rubber Nylon fabric-reinforced

**Seals:** Synthetic Rubber

**Coating:** Fusion Bonded Epoxy, RAL 5005 (Blue) approved for drinking water or Electrostatic Polyester Powder

### Differential Pressure Calculation

$$\Delta P = \frac{Q}{(Kv; Cv)^2}$$

$\Delta P$  = Differential Pressure for fully open valve (bar; psi)

$Q$  = Flow rate (m³/h; gpm)

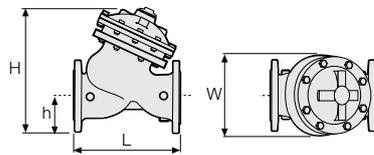
$Kv$  = Metric system - valve flow coefficient  
(flow in m³/h at 1 bar  $\Delta P$  with 15°C water)

$Cv$  = US system - Valve flow coefficient  
(flow in gpm at 1 psi  $\Delta P$  with 60°F water)

$$Cv = 1.155 Kv$$

### Flow Data & Dimensions Table

DN / Size		40	1.5"	50	2"	65	2.5"	80	3"	100	4"	150	6"	200	8"	250	10"	300	12"	350	14"	400	16"	450	18"	500	20"																													
Flow Data	700 & 700ES	Kv / Cv - Flat																												54	62	57	66	60	69	65	75	145	167	395	456	610	705	905	1,045	1,520	1,756	-	-	2,250	2,599	-	-	4,070	4,701	
	700 & 700EN	Kv / Cv - V-Port																												46	53	48	56	51	59	55	64	123	142	336	388	519	599	769	888	1,292	1,492	-	-	1,913	2,209	-	-	3,460	3,996	
	700 & 700EN	Kv / Cv - "Y" Flat																												42	49	50	58	55	64	115	133	200	230	460	530	815	940	1,250	1,440	1,850	2,140	1,990	2,300	3,310	3,820	3,430	3,960	3,550	4,100	
700-ES	PN16; 25	Kv / Cv - "Y" V-Port																												36	41	43	49	47	54	98	113	170	200	391	450	693	800	1,063	1,230	1,573	1,820	1,692	1,950	2,814	3,250	2,916	3,370	3,018	3,490	
		L (mm / inch)																												230	9.1	230	9.1	290	11.4	310	12.2	350	13.8	480	18.9	600	23.6	730	28.7	850	33.5	-	-	1,100	43.3	-	-	1,250	49.2	
		W (mm / inch)																												150	5.9	165	6.5	185	7.3	200	7.9	235	9.3	300	11.8	360	14.2	425	16.7	530	20.9	-	-	626	24.6	-	-	838	33	
		h (mm / inch)																												80	3.1	90	3.5	100	3.9	105	4.1	125	4.9	155	6.1	190	7.5	220	8.7	250	9.8	-	-	320	12.6	-	-	385	15.2	
		H (mm / inch)																												240	9.4	250	9.8	250	9.8	260	10.2	320	12.6	420	16.5	510	20.1	605	23.8	725	28.5	-	-	895	35.2	-	-	1,185	46.7	
Weight (Kg/lb)																												10	22	10.8	23.8	13.2	29	15	33	26	57.2	55	121	95	209	148	326	255	561	-	-	437	960	-	-	1,061	2,334			
700-EN	PN16; 25	L (mm / inch)																												-	-	-	-	-	-	310	12.2	350	13.8	480	18.9	600	23.6	730	28.7	850	33.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
		W (mm / inch)																												-	-	-	-	-	-	200	7.9	235	9.3	320	12.6	390	15.4	480	18.9	550	21.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		h (mm / inch)																												-	-	-	-	-	-	100	3.9	118	4.6	150	5.9	180	7.1	213	8.4	243	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		H (mm / inch)																												-	-	-	-	-	-	305	12	369	14.5	500	19.7	592	23.3	733	28.9	841	33.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Weight (Kg/lb)																												-	-	-	-	-	-	21	46.2	31	68.2	70	154	115	253	198	436	337	741	-	-	-	-	-	-	-	-	-
700 Flanged	"Y" PN16 Class 150	L (mm / inch)																												205	8.1	210	8.3	222	8.7	250	9.8	320	12.6	415	16.3	500	19.7	605	23.8	725	28.5	733	28.9	990	39	1,000	39.4	1,100	43.3	
		W (mm / inch)																												155	6.1	165	6.5	178	7	200	7.9	223	8.8	320	12.6	390	15.4	480	18.9	550	21.7	550	21.7	740	29.1	740	29.1	740	29.1	
		h (mm / inch)																												78	3.1	83	3.3	95	3.7	100	3.9	115	4.5	143	5.6	172	6.8	204	8	242	9.5	268	10.6	300	11.8	319	12.6	358	14.1	
		H (mm / inch)																												239	9.4	244	9.6	257	10.1	305	12	366	14.4	492	19.4	584	23	724	28.5	840	33.1	866	34.1	1,108	43.6	1,127	44.4	1,167	45.9	
		Weight (Kg/lb)																												9.1	20	10.6	23	13	29	22	49	37	82	75	165	125	276	217	478	370	816	381	840	846	1,865	945	2,083	962	2,121	
	"Y" PN25 Class 300	L (mm / inch)																												205	8.1	210	8.3	222	8.7	264	10.4	335	13.2	433	17	524	20.6	637	25.1	762	30	767	30.2	1,024	40.3	1,030	40.6	1,136	44.7	
		W (mm / inch)																												155	6.1	165	6.5	185	7.3	207	8.1	250	9.8	320	12.6	390	15.4	480	18.9	550	21.7	570	22.4	740	29.1	740	29.1	750	29.5	
		h (mm / inch)																												78	3.1	83	3.3	95	3.7	105	4.1	127	5	159	6.3	191	7.5	223	8.8	261	10.3	295	11.6	325	12.8	357	14.1	389	15.3	
		H (mm / inch)																												239	9.4	244	9.6	257	10.1	314	12.4	378	14.9	508	20	602	23.7	742	29.2	859	33.8	893	35.2	1,133	44.6	1,165	45.9	1,197	47.1	
		Weight (Kg/lb)																												10	22	12.2	27	15	33	25	55	43	95	85	187	146	322	245	540	410	904	434	957	900	1,984	967	2,132	986	2,174	
700 Threaded	"Y" PN16; 25 Class 150; 300	L (mm / inch)																												155	6.1	155	6.1	212	8.3	250	9.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		W (mm / inch)																												122	4.8	122	4.8	122	4.8	163	6.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		h (mm / inch)																												40	1.6	40	1.6	48	1.9	56	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H (mm / inch)																												201	7.9	202	8	209	8.2	264	10.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Weight (Kg/lb)																												5.5	12	5.5	12	8	18	17	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		L (mm / inch)																												-	-	121	4.8	140	5.5	159	6.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		W (mm / inch)																												-	-	122	4.8	122	4.8	163	6.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
700 Threaded	Angle PN16; 25 Class 150; 300	R (mm / inch)																												-	-	40	1.6	48	1.9	55	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		h (mm / inch)																												-	-	83	3.3	102	4	115	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		H (mm / inch)																												-	-	225	8.9	242	9.5	294	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Weight (Kg)																												-	-	5.5	12	7	15	15	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

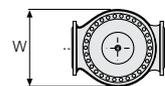
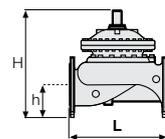


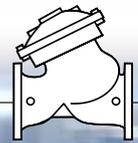
### Specify when ordering:

- Size
- Main model
- Additional features
- Pattern
- Body material
- End connection
- Coating
- Voltage & main valve position
- Tubing & Fittings materials
- Operational data (according to model)
- Pressure data
- Flow data
- Reservoir level data
- Settings

\* Use BERMAD's Waterworks Ordering Guide

DN / Size		600	24"	700	28"	750	30"	800	32"	900	36"
Globe PN16 Class 150	L (mm / inch)	1,450	57.1	1,650	65	1,750	68.9	1,850	72.8	1,850	72.8
	W (mm / inch)	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2
	h (mm / inch)	470	18.5	490	19.3	520	20.5	553	21.8	600	23.6
	H (mm / inch)	1,965	77.4	1,985	78.1	2,015	79.3	2,048	80.6	2,095	82.5
	Weight (Kg/lb)	3,250	7,150	3,700	8,140	3,900	8,580	4,100	9,020	4,250	9,350
Globe PN25 Class 300	L (mm / inch)	1,500	59.1	1,650	65	1,750	68.9	1,850	72.8	1,850	72.8
	W (mm / inch)	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2
	h (mm / inch)	470	18.5	490	19.3	520	20.5	553	21.8	600	23.6
	H (mm / inch)	1,965	77.4	1,985	78.1	2,015	79.3	2,048	80.6	2,095	82.5
	Weight (Kg/lb)	3,500	7,700	3,700	8,140	3,900	8,580	4,100	9,020	4,250	9,370





## Quick Pressure Relief Valve

### Model 73Q

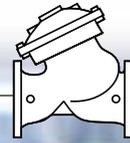
- Immediately eliminates pressure peaks
- Visual indication of system over pressure
- Filtration system burst protection
- Thermal expansion over-pressure relief
- System maintenance savings

The Model 73Q Quick Pressure Relief Valve is a hydraulically operated, diaphragm actuated control valve that relieves excessive system pressure when this pressure rises above the pre-set value. It immediately, accurately, and with high repeatability responds to system pressure rise by fully opening. The Model 73Q provides smooth drip tight closing.



### Features and Benefits

- **Hydraulic actuation**
  - Independent operation
  - Long term drip-tight sealing
  - Long term setting stability
  - Wide setting range
  - Tight setting window
  - Minimal hysteresis
- **Double chamber design**
  - Moderated valve closing (no surges)
  - Protected diaphragm
- **Obstacle free, full bore** – Uncompromising reliability
- **Balanced seal disk** – High relief flow capacity
- **Manual test valve** – No setting change required



## Operation

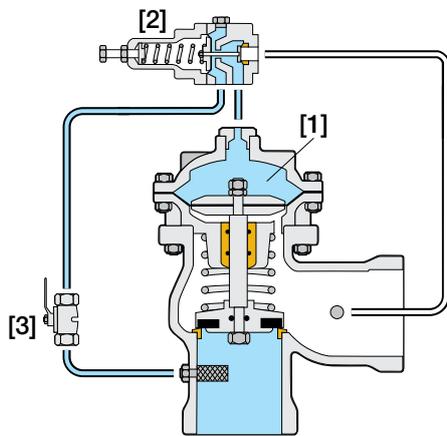
The Model 73Q is a pilot controlled valve equipped with an adjustable 2-Way pressure relief pilot.

The pilot internal restriction continuously allows flow from the main valve inlet into the upper control chamber [1]. The pilot [2] senses upstream pressure.

Should this pressure abruptly rise above pilot setting, the pilot opens, and pressure in the upper control chamber is vented, causing the main valve to immediately open, thereby relieving excessive system pressure.

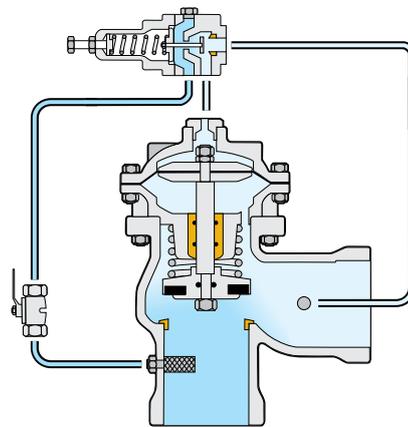
When upstream pressure decreases to below pilot setting, the pilot closes, enabling pressure to accumulate in the upper control chamber, causing the main valve to smoothly close. Vented cock valve [3] is used to perform manual operating test.

For sizes 6-14" use pilot #3HC. For sizes 16" and larger, consult BERMAD.



**Valve Closed**

(System pressure is below setting)



**Valve Open**

## Pilot System Specifications

### Standard Materials:

#### Pilot:

Body: Brass or Stainless Steel 316

Elastomers: Synthetic Rubber

Spring: Galvanized Steel or Stainless Steel

#### Tubing & Fittings:

Stainless Steel 316 or Copper & Brass

#### Accessories:

Stainless Steel 316, Brass and Synthetic

Rubber Elastomers

#### Pilot Adjustment Range:

1 to 7 bar ; 15 to 100 psi

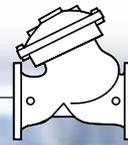
1 to 12 bar ; 15 to 175 psi

1 to 16 bar ; 15 to 230 psi

5 to 25 bar ; 70 to 360 psi

#### Note:

- Maximum flow velocity: 0.3-15 m/sec ; 1-50 ft/sec



### Technical Data

**Size Range:** DN40-900 ; 1½-36"

**End Connections (Pressure Ratings):**

**Flanged:** ISO PN16, PN25 (ANSI Class 150, 300)

**Threaded:** BSP or NPT

**Others:** Available on request

**Valve Patterns:** "Y" (globe) & angle, globe (DN600-900 ; 24"-36")

**Working Temperature:** Water up to 80°C ; 180°F

**Standard Materials:**

**Body & Actuator:** Ductile Iron

**Internals:** Stainless Steel, Bronze & coated Steel

**Diaphragm:** Synthetic Rubber Nylon fabric-reinforced

**Seals:** Synthetic Rubber

**Coating:** Fusion Bonded Epoxy, RAL 5005 (Blue) approved for drinking water or Electrostatic Polyester Powder

### Differential Pressure Calculation

$$\Delta P = \left( \frac{Q}{Kv; Cv} \right)^2$$

**ΔP** = Differential Pressure for fully open valve (bar; psi)

**Q** = Flow rate (m³/h; gpm)

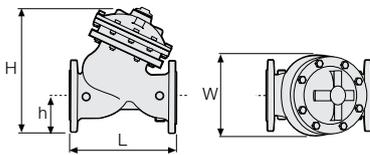
**Kv** = Metric system - valve flow coefficient  
(flow in m³/h at 1 bar ΔP with 15°C water)

**Cv** = US system - Valve flow coefficient  
(flow in gpm at 1 psi ΔP with 60°F water)

$$Cv = 1.155 Kv$$

### Flow Data & Dimensions Table

DN / Size		40	1.5"	50	2"	65	2.5"	80	3"	100	4"	150	6"	200	8"	250	10"	300	12"	350	14"	400	16"	450	18"	500	20"		
Flow Data	700 & 700ES	Kv / Cv - Flat																											
	700 & 700EN	Kv / Cv - "Y" Flat																											
	700 & 700EN	Kv / Cv - "Y" V-Port																											
700-ES	PN16; 25	L (mm / inch)																											
		W (mm / inch)																											
		h (mm / inch)																											
		H (mm / inch)																											
		Weight (Kg/lb)																											
700-EN	PN16; 25	L (mm / inch)																											
		W (mm / inch)																											
		h (mm / inch)																											
		H (mm / inch)																											
		Weight (Kg/lb)																											
700 Flanged	"Y" PN16 Class 150	L (mm / inch)																											
		W (mm / inch)																											
		h (mm / inch)																											
		H (mm / inch)																											
		Weight (Kg/lb)																											
	"Y" PN25 Class 300	L (mm / inch)																											
		W (mm / inch)																											
		h (mm / inch)																											
		H (mm / inch)																											
		Weight (Kg/lb)																											
700 Threaded	"Y" PN16; 25 Class 150; 300	L (mm / inch)																											
		W (mm / inch)																											
		h (mm / inch)																											
		H (mm / inch)																											
		Weight (Kg/lb)																											
	Angle PN16; 25 Class 150; 300	L (mm / inch)																											
		W (mm / inch)																											
		R (mm / inch)																											
		h (mm / inch)																											
		H (mm / inch)																											

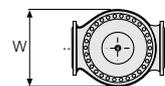
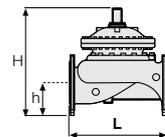


### Specify when ordering:

- Size
- Main model
- Additional features
- Pattern
- Body material
- End connection
- Coating
- Voltage & main valve position
- Tubing & Fittings materials
- Operational data (according to model)
- Pressure data
- Flow data
- Reservoir level data
- Settings

\* Use BERMAD's Waterworks Ordering Guide

DN / Size		600	24"	700	28"	750	30"	800	32"	900	36"
Globe PN16 Class 150	L (mm / inch)	1,450	57.1	1,650	65	1,750	68.9	1,850	72.8	1,850	72.8
	W (mm / inch)	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2
	h (mm / inch)	470	18.5	490	19.3	520	20.5	553	21.8	600	23.6
	H (mm / inch)	1,965	77.4	1,985	78.1	2,015	79.3	2,048	80.6	2,095	82.5
	Weight (Kg/lb)	3,250	7,150	3,700	8,140	3,900	8,580	4,100	9,020	4,250	9,350
Globe PN25 Class 300	L (mm / inch)	1,500	59.1	1,650	65	1,750	68.9	1,850	72.8	1,850	72.8
	W (mm / inch)	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2	1,250	49.2
	h (mm / inch)	470	18.5	490	19.3	520	20.5	553	21.8	600	23.6
	H (mm / inch)	1,965	77.4	1,985	78.1	2,015	79.3	2,048	80.6	2,095	82.5
	Weight (Kg/lb)	3,500	7,700	3,700	8,140	3,900	8,580	4,100	9,020	4,250	9,370





# COMBINATION AIR VALVE

## Model C70

BERMAD C70 is a high quality combination air valve for a variety of water networks and operating conditions. It evacuates air during pipeline filling, allows efficient release of air pockets from pressurized pipes, and enables large volume air intake in the event of network draining.

With its advanced aerodynamic design, double orifice and Surge Protection (Anti-slam / slow closing) device, this valve provides excellent protection against air accumulation, vacuum formation and pressure surges, with improved sealing in low pressure conditions. The valve minimizes water spraying during air release.



### Features & Benefits

- Straight flow body with nominal (equal) inlet and outlet size: Higher than usual flow rates.
- Aerodynamic full-body kinetic shield: Prevents premature closing without disturbing air intake or discharge.
- Dynamic sealing: Prevents leakage under low pressure conditions (1.5 psi; 0.1 bar).
- Minimizes water spraying during air release: Innovative 2-step function, automatic orifice (Patent Pending).
- Three optional outlets (sideways, downwards, circular-surround mushroom configuration) that can swivel 360°: Easy to install in a variety of site conditions.
- Compact, simple, robust and reliable structure with fully corrosion-resistant parts: Lower maintenance and increased life span.
- Designed in compliance with functional standards and water service standards.
- Factory approval and Quality Control: Performance and specification tested and measured with specialized test bench, including vacuum pressure conditions.

### Additional Features & Accessories

- Built in Adjustable Surge Protection (anti-slam): Smoother operation, preventing damage to the valve and the system. The conditions for partially closing the kinetic orifice (the "switching value") can be adjusted according to the specific system requirements (C70-SP, C70-AC, C70-AS).
- Inflow Prevention: Prevents intake of atmospheric air in cases where this could lead to damaged pumps, required re-priming, or disruption of siphons; prevents intake of flood water or contaminated water into potable water networks (C70-IP).
- Service Port fitted with 1/4"; DN6 plug (codes P, U)
- Drainage Valve (code Z)
- Insect Screen (code S)

### Typical Applications

- Pumping stations and deep well pumps: Air relief, surge protection and vacuum prevention.
- Pipelines: Protection against air accumulation and vacuum formation at elevations, slope change points and at road / river crossings.
- Water networks: Protection against vacuum formation, surge and water hammers at points likely to experience water column separation.

### Inlet and Outlet Connections

- Inlets: female threaded 2"; DN50, Flanged 2-8"; DN50-200
- Outlets:
  - Downwards, complies with additional feature of SP.
  - Sideways 2-3"; DN50-80 female threaded, 4-8"; DN100-200 Grooved. Complies with additional features of SP, AS, AC and IP.
  - Mushroom (circular surround), complies with additional feature of SP.

### Materials

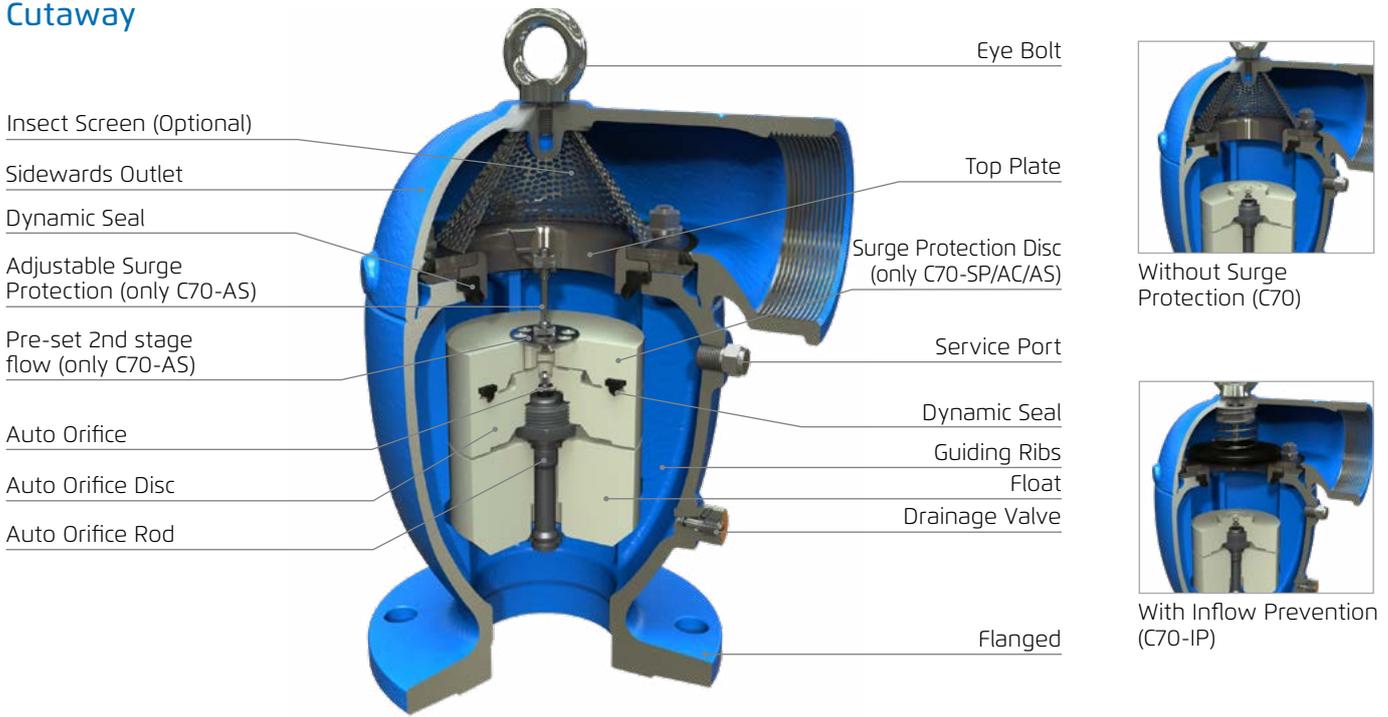
- Body and Cover:
  - Cast Ductile Iron (C70-C)
  - Stainless Steel (C70-N)
  - Cast Steel / WCB (C70-S)
- Coating: Fusion Bonded Epoxy, Blue
- Top Plate: Stainless Steel, Ductile Iron
- Float Assembly: Polypropylene, Glass-reinforced Nylon
- Automatic Orifice: Stainless Steel
- Elastomers: EPDM

### Operational Data

- Pressure Rating: 230 psi; ISO PN16, 360 psi; ISO PN25, 580 psi; ISO PN40
- Minimum operating pressure: 1.5 psi; 0.1 bar
- Maximum operating pressure: 230 psi; 16 bar, 360 psi; 25 bar, 580 psi; 40 bar
- Media and operating temperature: Water, 33-140°F; 1-60°C



Cutaway



Without Surge Protection (C70)



With Inflow Prevention (C70-IP)

C70 - Dimensions & Weights

		 Side outlet			 Down outlet			 Mushroom outlet		
Inlet Size	Connection	Width (D)	Height (H)	Weight	Width (D)	Height (H)	Weight	Width (D)	Height (H)	Weight
Inch	---	inch	inch	lbs	inch	inch	lbs	inch	inch	lbs
mm		mm	mm	Kg	mm	mm	Kg	mm	mm	Kg
2" DN50	Threaded	7.126	11.181	17.2	8.858	11.102	17.632	6.890	11.260	17.6
		181	284	7.8	225	282	8	175	286	8.0
2" DN50	Flanged	7.362	11.890	22.0	9.134	11.811	23.142	6.890	11.260	22.0
		187	302	10.0	232	300	11	175	286	10.0
3" DN80	Flanged	9.646	14.016	37.0	12.244	14.016	38.129	9.016	12.874	35.3
		245	356	16.8	311	356	17	229	327	16.0
4" DN100	Flanged	11.142	16.142	49.1	14.606	16.142	50.912	10.709	14.961	48.5
		283	410	22.3	371	410	23	272	380	22.0
6" DN150	Flanged	14.488	22.480	110.2	19.409	22.402	116.812	15.000	22.520	112.4
		368	571	50.0	493	569	53	381	572	51.0
8" DN200	Flanged	18.701	30.315	266.7	26.024	30.315	275.500	19.921	27.913	264.5
		475	770	121.0	661	770	125	506	709	120.0

## **ALLEGATO 5**

---

**Scheda tecnica turbina IREM.**

## IREM Ecowatt Hydro

Hydroelectric Turbine Generator Group

### Scheda tecnica

**Riferimento cliente: Gruppo IngTO-Chiomonte Impianto Monte Scn. A**  
**Modello: TPS024\100 022I M3 3SM**

#### Caratteristiche gruppo turbine generatore

Salto netto nominale (asse ingresso distributore)	80,25 m
Portata nominale	4,53 l/s
Potenza idraulica nominale	3,57 kw
Potenza elettrica nominale generata	2 kw
Dimensioni indicative gruppo turbina generatore (A x B x H)	470 x 460 x 600 mm
Diametro scarico turbina (ØA)	Ø225 mm
Peso indicativo gruppo turbina generatore (macchina completa)	45 kg
Peso indicativo del gruppo generatore girante	25 kg
Collegamento alla valvola generale/gruppo di alimentazione	2" filettato gas maschio
Temperatura ambiente	from +0°C to +40°C
Temperatura di stoccaggio	from -15°C to +50°C

#### Caratteristiche della turbina

Diametro nominale della girante	100 mm
Larghezza pale	024 mm
Velocità di rotazione	3000 rpm
N° di getti totali	6
N° di getti a portata fissa	3
N° di getti dotati di valvola on/off ad azionamento manuale	3
N° di getti dotati di valvola on/off ad azionamento con attuatore elettrico	0
Tensione e corrente nominali attuatore elettrico valvola on/off	N/A
N° di getti dotati di spina doble ad azionamento manuale	0
N° di getti dotati di spina doble ad azionamento con attuatore elettrico	0
Tensione e corrente nominali attuatore elettrico spina doble	N/A
Diametro indicativo bocchelli	Da 2,2 a 6,5 mm
Materiale della girante	Inox AISI316L
Materiale dei bocchelli	Inox AISI 304
Materiale del distributore	Inox AISI 304
Trattamento superficiale del distributore	Granigliatura e decappaggio

#### Caratteristiche del generatore

Tipologia	Sincrono brushless
Potenza nominale (di targa)	4,2 kVA (3,3 kW - cosφ 0,8)
Tensione nominale	230 V
Collegamento	Single phase
Frequenza	50 Hz
N° poli	2
Corrente nominale	15 A
Velocità di rotazione	3000 rpm
Regolazione dell'eccitazione	Compound
Sistema di raffreddamento	Autoventilato
Grado di protezione	IP23
Classe isolamento / classe temperatura	H/B
Cuscinetti	Cuscinetti a sfera lubrificati a vita

#### Certificazioni

Prodotto: **2006\42\CE (Direttiva Macchine)**; 2014\35\UE (Bassa tensione); 2014\30\UE (EMC)  
Aziendali: UNI EN ISO9001; UNI EN ISO14001; BS OHSAS 18001



IREM SpA a socio unico  
Sede / Headquarters  
Via Abegg 75 - 10050 Borgone (TO) ITALY  
Tel. +39 011 9648211 - Fax +39 011 9648222

Sede legale / Registered Office  
Via Rocciamelone 58  
10050 S. Antonino di Susa  
(TO) ITALY

Cap. soc. EUR 1.080.000 int. vers.  
Registro Imprese TO - C.F. e P.IVA  
00389630013 - VAT No. IT00389630013  
e-mail: irem@irem.it - www.irem.it



## IREM Ecowatt Hydro

Hydroelectric Turbine Generator Group

### Scheda tecnica

**Riferimento cliente: Cliente: Gruppo IngTo-Chiomonte Impianto Valle A**  
**Modello: TMPA 82/690 160I 315SMB4 SE**

#### Caratteristiche gruppo turbine generatore

Salto netto nominale (asse ingresso distributore)	666,75 m
Portata nominale	22,53 l/s
Potenza idraulica nominale	147 kw
Potenza elettrica nominale generata	119 kw
Dimensioni indicative gruppo turbina generatore (A x B x H)	1700 x 1900 x 2000 mm
Diametro scarico turbina (ØA)	Ø1600 mm
Peso indicativo gruppo turbina generatore (macchina completa)	2150 kg
Peso indicativo del gruppo generatore girante	1150 kg
Collegamento alla valvola generale/gruppo di alimentazione	DN100 PN64
Temperatura ambiente	from +0°C to +40°C
Temperatura di stoccaggio	from -15°C to +50°C

#### Caratteristiche della turbina

Diametro nominale della girante	690 mm
Larghezza pale	082 mm
Velocità di rotazione	1500 rpm
N° di getti totali	1
N° di getti dotati di spina doble ad azionamento manuale	0
N° di getti dotati di spina doble ad azionamento con attuatore elettrico	1
Tensione e corrente nominali attuatore elettrico spina doble	24Vdc - 1,25A
Diametro indicativo bocchello	19 mm
Materiale della girante	Inox AISI316L
Materiale dei bocchelli	Acciaio Inox AISI304
Materiale del distributore	Acciaio Inox AISI304
Trattamento superficiale del distributore	Granigliatura e decappaggio

#### Caratteristiche del generatore

Tipologia	Asincrono
Potenza nominale (di targa)	132 kw
Tensione nominale	400 V
Collegamento	Delta
Frequenza	50 Hz
N° poli	4
Corrente nominale	232 A
Velocità di rotazione	1500 rpm
Cos.f 4/4	1
Sistema di raffreddamento	Autoventilato
Grado di protezione	IP55
Classe isolamento / classe temperatura	F / B
Cuscinetti	A sfera con ingrassatore
Sensori temperatura PTC avvolgimenti	Inclusi (N°3 in serie)
Sensori temperatura PT100 avvolgimenti	Disponibili su richiesta
Sensori temperatura PT100 cuscinetti	Disponibili su richiesta

#### Certificazioni

Prodotto: 2006\42\CE (Direttiva Macchine); 2014\35\UE (Bassa tensione); 2014\30\UE (EMC)  
Aziendali: UNI EN ISO9001; UNI EN ISO14001; BS OHSAS 18001



IREM SpA a socio unico  
Sede / Headquarters  
Via Abegg 75 - 10050 Borgone (TO) ITALY  
Tel. +39 011 9648211 - Fax +39 011 9648222

Sede legale / Registered Office  
Via Roccamelone 58  
10050 S. Antonino di Susa  
(TO) ITALY

Cap. soc. EUR 1.080.000 int. vers.  
Registro Imprese TO - C.F. e P.IVA  
00389630013 - VAT No. IT00389630013  
e-mail: irem@irem.it - www.irem.it