

**STUDIO PD s.r.l.** - società di ingegneria

C.so Viganò 5 - 15011 Acqui Terme (AL) - P.I.: 01377640063

Contatti:

Tel.: 0144/323777

Fax: 0144/324557

email: info@studio-pd.it

PROGETTAZIONE E CONSULENZA

Ingegneria

Architettura

Energia e Servizi

**Regione Piemonte**

**Provincia di Cuneo**

**CONSORZIO D'IRRIGAZIONE BEALERA MAESTRA - DESTRA STURA**  
con sede in Via Roma, 101 - Bene Vagienna (CN)

**PSRN 2014-2020 - TIPOLOGIA DI OPERAZIONE 4.3.1**  
**INVESTIMENTI IN INFRASTRUTTURE IRRIGUE**

**PROGETTO  
ESECUTIVO**

**1° LOTTO FUNZIONALE** DELLE OPERE DI RAZIONALIZZAZIONE,  
RIORGANIZZAZIONE E RISTRUTTURAZIONE DEGLI IMPIANTI  
IRRIGUI - COMPENSORI DI CASTELLETTO STURA E MONTANERA

**OGGETTO**

**RELAZIONE IDRAULICA**

**I TECNICI:**



**ELABORATO:**  
**02.04**

**DATA 1° LOTTO:**  
giugno 2017

## Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DEL BACINO IRRIGUO E DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE ESISTENTE	3
2.1 INQUADRAMENTO FISICO-IDROGRAFICO DEL COMPENSORIO.....	3
2.3 QUADRO DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO ESISTENTI .....	7
2.4 QUADRO DEGLI UTILIZZI ESISTENTI.....	8
2.5 PORTATE DI CONCESSIONE .....	9
3. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE IN PROGETTO NEL 1° LOTTO FUNZIONALE DI OPERE.....	11
3.1 CONDOTTE IN PRESSIONE .....	11
3.2 VASCA DI CARICO DELLA CONDOTTA DORSALE 1.1 .....	13
3.3 STAZIONE DI POMPAGGIO DI CASTELLETTO STURA.....	16
3.4 DISPOSITIVI PER LA MISURAZIONE DELLA PORTATA NELLE CONDOTTE	18
3.5 FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN PROGETTO	18

## **1. PREMESSA**

Con il presente documento si intende verificare i dispositivi idraulici dei manufatti previsti nel 1° lotto funzionale di opere, facenti parte di un più ampio progetto di riordino irriguo previsto dal Consorzio Bealera Maestra – Destra Stura.

Verranno inoltre illustrate le caratteristiche del bacino irriguo e della rete esistente sul comprensorio generale.

Il 1° lotto funzionale del progetto interesserà i comprensori di Castelletto Stura e Montanera. I principali manufatti previsti in progetto sono:

- vasca di carico della condotta dorsale;
- condotta dorsale tra vasca di carico e derivazione per comprensorio di Montanera;
- stazione di pompaggio per il comprensorio di Castelletto Stura;
- stazione di pompaggio per il comprensorio di Montanera;
- condotte di distribuzione a servizio del comprensorio di Castelletto Stura;
- condotte di distribuzione a servizio del comprensorio di Montanera.

## **2. DESCRIZIONE DEL BACINO IRRIGUO E DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE ESISTENTE**

### **2.1 INQUADRAMENTO FISICO-IDROGRAFICO DEL COMPRESORIO**

Le opere in progetto occupano la parte di comprensorio compreso tra i Comuni di Cuneo e Cherasco. Il Consorzio Bealera Maestra attualmente irriga tale territorio, di estensione pari a circa 11.000 ha, tramite una fitta rete di canali alimentati dal principale canale Bealera Maestra.

La presa del Consorzio è situata in Comune di Cuneo, in sponda destra del torrente Stura, immediatamente a monte della confluenza del torrente Gesso, il quale viene poi attraversato a guado, da sinistra verso destra, e contribuisce ad integrare le portate derivate. Dalla sponda destra del torrente Gesso, in Località Tetto del Lupo, sempre in Comune di Cuneo, deriva il succitato canale Bealera Maestra.

Il bacino imbrifero preso in considerazione è, perciò, quello del torrente Stura con sezione di chiusura in località Tetto del Lupo, immediatamente a valle della confluenza del torrente Gesso: è possibile individuare due sottobacini, quello dello Stura di Demonte, di ampiezza pari a circa 690 kmq, e quello del Gesso, paria circa 550 kmq, a sua volta comprendente il bacino imbrifero del torrente Vermenagna. Tali sottobacini fanno parte del bacino imbrifero del Fiume Tanaro, più precisamente del medio Tanaro, del quale il Torrente Stura di Demonte è un affluente in sponda sinistra. La valle della Stura di Demonte divide le Alpi Marittime a sud dalle Alpi Cozie a nord.

La Stura di Demonte ha uno sviluppo complessivo di circa 111 km, dalla sorgente alla confluenza in Tanaro. Il tratto montano (56 km) si sviluppa dalla sorgente fino a Vignolo (Borgo S. Dalmazzo) in un fondovalle stretto, inciso in alluvioni grossolane e saltuariamente in roccia; tale conformazione giustifica la presenza di numerosi invasi essenzialmente di tipo idroelettrico

Il tratto di pianura (55 km) prosegue fino alla confluenza in Tanaro e presenta caratteristiche di alveo tipo a canali intrecciati fino a S. Albano Stura e sinuoso fino alla confluenza in Tanaro, con sezione irregolare e di larghezza variabile.

## 2.2 SITUAZIONE ESISTENTE DEI CANALI

Il comprensorio del Consorzio Bealera Maestra è attraversato da numerosissimi canali artificiali utilizzati, fin dai tempi più antichi, per il trasporto e la distribuzione dell'acqua irrigua.

I canali principali sono:

Canale Bealera Mestra;

Canale Sarmassa;

Canale Bealerasso;

Canale Nuovo;

Canale Roncaglia;

Canale Corva.

Essi convogliano l'acqua in tutto il territorio consortile derivandola, principalmente, dai torrenti Stura di Demonte e Gesso (come detto, il Canale Bealera Maestra ha la presa in sponda destra della Stura e attraversa a guado il Gesso, in Loc. Tetto del Lupo in Comune di Cuneo) , ma anche da risorgive come nel caso del Bealerasso, alimentato da fontanili in Loc. Tetti Pesio in Comune di Cuneo, e del Canale Nuovo che raccoglie, anch'esso, acque di affioramento superficiale. Il canale Sarmassa, invece, deriva direttamente dalla sponda sinistra del Canale Bealera Maestra. I canali Roncaglia e Corva, sono i due vettori irrigui in cui si dirama la Bealera Maestra in Loc. Casali dei Molini in Comune di Bene Vagienna.

Tali canali percorrono il territorio consorziale, che ha uno sviluppo longitudinale di più di 30 km, distribuendo l'acqua tramite antichissimi partitori che dividono la portata circolante in misura percentuale sempre uguale rispetto a quella totale. Le quote d'acqua ripartite vengono pertanto distribuite nei consorzi di primo grado mediante una fitta rete di canali secondari che attraversano capillarmente tutto il territorio irriguo.

Gran parte di tali canali, essendo molto antichi, presentano ancora le caratteristiche costruttive del tempo con fondo e pareti in terra. Tuttavia, negli ultimi anni, a causa delle sempre più frequenti crisi idriche che affliggono tale zona, si sono resi necessari interventi di impermeabilizzazione dei canali, localizzati in punti particolari, per ridurre al minimo le perdite per infiltrazione.

Oggi, pertanto, alcuni tratti di canali risultano rivestiti in calcestruzzo, sia sulle pareti che sul fondo: l'impermeabilizzazione dei canali, oltre a limitare gli sprechi d'acqua, ne hanno migliorato le caratteristiche idrauliche.

I canali in terra, infatti, presentano scabrezze molto elevate a causa dei materiali depositati sul fondo, della ruvidezza delle pareti e della fitta vegetazione presente sulle sponde.

Tale situazione, dal punto di vista idraulico, rappresenta un aspetto molto negativo in quanto una scabrezza elevata è ostacolo al deflusso della corrente che, rallentando, aumenta di altezza (aumenta il tirante idrico), con evidenti rischi di esondazione nei periodi di morbida o durante eventi meteorici particolarmente intensi.

La rete di canalizzazioni, secondarie e primarie, rappresenta da secoli il principale sistema idraulico di raccolta e smaltimento verso i recapiti naturali, delle acque piovane. In pratica le portate di pioggia defluiscono dalla rete secondaria, e da parte dei fossi stradali, ai canali principali e da questi vengono poi riversate nei corsi naturali, che a loro volta recapitano nel Tanaro.

#### Caratteristiche idrauliche del canale Bealera Maestra

Il canale Bealera Maestra deriva la propria portata tramite tre paratoie con presa sotto battente. Il percorso di detto canale si estende per circa 20 km fino alla Località Casali dei Molini in Comune di Bene Vagienna, dove si dirama in due canali: il Roncaglia che vettoria l'acqua in direzione di Cherasco ed il Corva che scorre verso Lequio Tanaro.

Tra il punto di presa ed il punto di diramazione il dislivello coperto è pari a circa 100 metri; essendo presenti lungo il percorso numerosi salti idraulici per la presenza di centraline idroelettriche e per le derivazioni dei consorzi, la pendenza media dell'alveo viene ridotta 0,45 %.

Il canale, essendo il principale adduttore del Consorzio, presenta un alveo di larghezza che varia dagli 8 ai 10 metri ed una profondità compresa tra 1 metro e 1,5 metri.

Come già anticipato, il canale presenta, per la maggior parte del tragitto, fondo e pareti in terra e quindi scabrezze molto elevate: per tali tratti è stato assegnato un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 30.

I tratti di canali rivesti in calcestruzzo presentano scabrezze ridotte e pertanto un coefficiente di Strickler pari ad 80 (il coefficiente di scabrezza è inversamente proporzionale all'irregolarità delle pareti).

Dai dati sopra esposti è possibile determinare, applicando la formula di Gauckler-Strickler per i canali a cielo aperto, la portata massima teoricamente circolante nel Canale Bealera Maestra che risulta essere pari a circa 7 mc/s. Nei tratti a minor pendenza la portata si riduce a poco più di 6 mc/s.

Per il mantenimento delle normali condizioni di deflusso il Consorzio deve annualmente provvedere alla manutenzione dei canali mediante taglio della vegetazione, asporto del materiale depositato sul fondo ed in corrispondenza di ponticelli e tombinature. Tali operazioni, comunemente dette "curature" vengono generalmente effettuate nel mese di marzo e comportano la messa in asciutta dei canali medesimi per almeno 15 gg.

#### Caratteristiche idrauliche del canale Sarmassa

Il canale Sarmassa deriva in sponda sinistra del canale Bealera Maestra in Loc. Tetto del Conte in Comune di Cuneo. Detto canale corre parallelo al canale Bealera Maestra fino alla Loc. Casali dei Molini di Bene Vagienna, punto in cui la Sarmassa dirige il suo percorso verso Cherasco, fino ad arrivare alla Loc. Podio di Bene Vagienna, dove si divide in vari rami irrigatori del territorio del Consorzio Sarmassa.

Il dislivello esistente tra la presa del canale ed il suo punto terminale è pari a circa 130 m: la pendenza media del canale risulta quindi pari allo 0,4 %.

La sezione del canale presenta una larghezza variabile tra gli 2 ed i 3 metri per una profondità di 1-1,5 metri. Il canale risulta prevalentemente in terra (coefficiente di scabrezza pari a 30): pertanto, la portata massima, stimata con la relazione di Gauckler-Strickler ammonta a 2,5 mc/s., che si riduce a 2,0 mc/s nei tratti meno pendenti.

### Caratteristiche idrauliche del canale Bealerasso

Il canale Bealerasso è alimentato da alcune risorgive in Loc. Molino dei Tetti in Comune di Cuneo. Esso si divide in due rami irrigatori: il primo è destinato all'irrigazione del territorio dei consorzi di Morozzo, il secondo, invece, trasporta l'acqua dei consorzi di Castelletto Stura, Montanera e Tenimentari fino alla confluenza, in Loc. Consovero di Morozzo, nel canale Bealera Maestra. Entrambi i rami hanno una lunghezza di circa 8 km ed una pendenza media dello 0,7%.

I tratti di canale di monte, dopo la ripartizione nei due rami (Castelletto e Morozzo) presentano sezioni relativamente ampie, caratterizzate da larghezze fino 3 metri, con profondità fino a 1,3 metri. Proseguendo verso valle, per via della diminuzione della portata circolante dovuta alle numerose derivazioni, le sezioni dei canali si riducono, spesso fino alle dimensioni di fossi.

### Caratteristiche idrauliche del canale Nuovo

Il canale Nuovo è alimentato da alcuni fontanili in Loc. Cascina Pecollo in Comune di Cuneo. Tale canale corre parallelamente al canale Sarmassa fino a confluire, 9 km più a valle, nella Bealera Maestra in Comune di Montanera.

La portata massima vettoriata dal canale Nuovo non supera 1,5-2 mc/s anche a causa della poca pendenza che risulta mediamente pari allo 0,4 %, dato che deve recuperare la maggior quota della Bealera Maestra e della Sarmassa, per poterle alimentare.

## 2.3 QUADRO DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO ESISTENTI

Il comprensorio del Consorzio Bealera Maestra è irrigato attingendo da diverse fonti di acqua superficiale e sotterranea, come di seguito riepilogate:

- 1) Derivazione dal fiume Stura di Demonte e dal torrente Gesso (in corrispondenza della confluenza Gesso-Stura), in Località Tetto del Lupo del Comune di Cuneo (Bealera Maestra);
- 2) Sorgive in Località Tetti Pesio del Comune di Castelletto Stura (Bealerasso);



- 3) Sorgive in Località Pellegrino del Comune di Cuneo (Nuovo Canale);
- 4) Pozzi consortili di soccorso;
- 5) Fontanili minori;
- 6) Sollevamento dal fiume Stura del Consorzio Tavolera Savella di S.Albano;
- 7) Sollevamento dal fiume Tanaro del Consorzio Sarmassa e Lavatore.
- 8) Portata integrativa derivante dagli invasi ENEL della Valle Gesso (esclusivamente per 45 giorni consecutivi nei mesi di luglio e agosto).

Come si può notare, tra le fonti di approvvigionamento compaiono pozzi (di soccorso) e sollevamenti da fiumi e torrenti in quanto, a causa della scarsità d'acqua dei mesi estivi, il Consorzio deve ricorrere a tali risorse alternative nonostante esse comportino costi di funzionamento e gestione molto elevati; l'acqua pompata, attualmente viene riversata nei canali di distribuzione aggiungendosi a quella superficiale. Nonostante dette integrazioni la dotazione d'acqua complessiva risulta assai lontana da quella necessaria per soddisfare i fabbisogni dell'irrigazione a scorrimento.

#### 2.4 QUADRO DEGLI UTILIZZI ESISTENTI

Lungo le aste dei torrenti Stura di Demonte e Gesso sono presenti numerosi utilizzi dell'acqua superficiale derivata per diversi scopi come irrigazione, idroelettrico, potabile, industriale, piscicolo, igienico sanitario, forza motrice ecc., le cui concessioni sono registrate presso gli Uffici della Provincia di Cuneo.

Le derivazioni che impoveriscono maggiormente le disponibilità d'acqua sono quelle irrigue.

Si riportano di seguito le tabelle riepilogative del regime idrologico dei due corsi d'acqua interessati:

Caratteristiche del regime idrologico a livello di sottobacino idrografico minore →

Corpo idrico	DMV	Portata media	Deflusso medio annuo	Q10	Q91	Q182	Q274	Q355
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[mm]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
STURA DI DEMONTE A VINADIO	1,08	6,0	762	19,9	7,7	4,0	2,3	1,4
STURA DI DEMONTE A B. S. DALMAZZO	3,12	16,3	858	50,7	20,8	11,3	6,8	4,1
STURA DI DEMONTE A CUNEO	3,17	16,5	845	51,4	21,1	11,5	6,9	4,2
STURA DI DEMONTE A CASTELLETTO S.	6,60	32,9	878	98,5	42,3	23,7	14,4	8,8
STURA DI DEMONTE A FOSSANO	6,93	34,6	832	103,1	44,5	25,1	15,1	9,2
STURA DI DEMONTE CONFL.TANARO	7,18	35,8	768	106,5	46,3	26,2	15,7	9,4

↳ Caratteristiche del regime idrologico a livello di sottobacino idrografico minore →

Corpo idrico	DMV	Portata media	Deflusso medio annuo	Q10	Q91	Q182	Q274	Q355
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[mm]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
GESSO A B. S. DALMAZZO	3,21	14,4	819	45,1	18,4	10,0	5,9	3,6
VERMENAGNA A ROCCAIONE	0,79	4,5	847	15,0	5,6	2,9	1,7	1,0

A causa delle consistenti utilizzazioni di monte, la derivazione da parte del Consorzio Bealera Maestra risulta assai problematica nei mesi di luglio e agosto, di massima esigenza delle colture. In tale periodo, la portata che è possibile derivare risulta molto inferiore a quella di concessione e di gran lunga insufficiente alle esigenze irrigue con l'attuale sistema di adacquamento.

## 2.5 PORTATE DI CONCESSIONE

Il presente progetto prevede la realizzazione di una rete di condotte in pressione per l'alimentazione di macchine irrigatrici come irrigatori fissi, rotoirrigatori, pivot ed il contestuale graduale passaggio dall'irrigazione da scorrimento ad aspersione.

La pratica irrigua in progetto consente, infatti, un miglioramento dell'efficienza ed una riduzione delle perdite d'acqua causate dall'infiltrazione, dalla percolazione e dall'evaporazione. L'irrigazione ad aspersione consentirà, perciò, di utilizzare al meglio le risorse idriche esistenti colmando il deficit irriguo, fin'ora causa di ingenti perdite di raccolto.

Il Consorzio Bealera Maestra è titolare di una Concessione per la derivazione di moduli 61 massimi e 30,5 medi dai torrenti Stura e Gesso e dal canale Bealerasso. La portata di cui sopra è integrata da quella derivata dal Nuovo Canale (circa 15 moduli), che sfrutta le risorgive in Loc. Pellegrino di Cuneo (concessione in istruttoria).

**Il presente progetto non prevede la derivazione di portate superiori a quelle fino ad oggi attinte dal Consorzio, bensì l'ottimizzazione dello sfruttamento di quelle attuali, con una sensibile riduzione degli attingimenti dai pozzi.**

### **3. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE IN PROGETTO NEL 1° LOTTO FUNZIONALE DI OPERE**

Le opere previste nel progetto del 1° lotto funzionale sono:

- vasca di carico della condotta dorsale;
- condotta dorsale tra vasca di carico e derivazione per compensorio di Montanera;
- stazione di pompaggio per il compensorio di Castelletto Stura;
- stazione di pompaggio per il compensorio di Montanera;
- condotte di distribuzione a servizio del compensorio di Castelletto Stura;
- condotte di distribuzione a servizio del compensorio di Montanera.

#### **3.1 CONDOTTE IN PRESSIONE**

L'attuale rete irrigua, costituita da canali e fossi a cielo aperto, verrà sostituita, sull'area oggetto del 1° lotto di opere, da una rete di condotte in pressione che alimenteranno impianti per l'irrigazione ad aspersione, diversificati a seconda delle colture in atto e delle caratteristiche fisiche e geomorfologiche dell'appezzamento da irrigare.

Le reti di distribuzione secondaria, saranno alimentate dalla condotta dorsale (tratto dors 1.1), DN 2200 in acciaio, alimentata dalla vasca di carico prevista in Loc. Torre del Prete di Castelletto Stura.

Coma la dorsale principale, anche le condotte di distribuzione (DN 500, DN 400 e DN 300) saranno realizzate con tubazioni in acciaio, con rivestimento esterno in polietilene o poliuretano ed interno in resina epossidica dello spessore di 250 micron; saranno dotate, inoltre, di protezione catodica ad energia impressa al fine di evitare corrosioni interne ed esterne.

Le reti saranno costituite, dove possibile, da maglie chiuse; questo sistema permette, infatti, l'ottimizzazione dei diametri utilizzati e la conseguente riduzione dei costi delle

tubazioni. Dove non è stato possibile creare degli anelli le reti sono state progettate con sistema ad albero.

La verifica idraulica è stata effettuata con il programma EPANET, software per l'analisi di reti di tubazioni in pressione, che permette di determinare numerosi parametri significativi della rete tra cui la portata d'acqua in ogni tubo, la pressione in ogni nodo ed il livello dell'acqua nei serbatoi. Per ogni tratto di condotta e nodo delle reti consortili è stato quindi determinato il valore delle pressioni nei punti di erogazione dell'acqua in modo da verificarne la compatibilità con le caratteristiche di funzionamento delle macchine irrigatrici previste in progetto (rotoirrigatori e pivot). (vedasi elaborato 06.05 "Verifica idraulica delle reti irrigue di Castelletto e Montanera").

Per il calcolo delle perdite di carico nelle condotte, è stata utilizzata la formula di Darcy-Weisbach:

$$J = \frac{\lambda \cdot V^2}{2gD}$$

dove:

J = perdita di carico unitaria

$\lambda$  = coefficiente adimensionale di resistenza

V = velocità media della corrente

D = diametro condotta

g = accelerazione di gravità

Il valore del coefficiente  $\lambda$  è stato calcolato mediante la formula di Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3.71D} \right) \quad (1)$$

dove:

$\lambda$  = coefficiente adimensionale di resistenza

D = diametro condotta

$\varepsilon$  = scabrezza della condotta

Re = numero di Reynolds

La perdita di carico totale  $\Delta$ , distribuita lungo tutto il tratto di condotta, è pertanto:

$\Delta = JL$ , dove L è la lunghezza della condotta e J la perdita di carico unitaria.

In particolare, per la condotta dorsale in acciaio DN 2200 si ha:

D = 2,2 m

Q = 6 mc/s

L = 4008,32 m

$\varepsilon = 0,1$  mm per le condotte in acciaio

V = 1,58 m/s

$\lambda = 0,0112281138$

J = 0,000648327 (m/m)

$$\Rightarrow \Delta = 2,6 \text{ m}$$

### 3.2 VASCA DI CARICO DELLA CONDOTTA DORSALE 1.1

Il progetto prevede la realizzazione di un manufatto di presa dal canale Bealera Maestra, in prossimità della località T.re del Prete di Castelletto Stura. L'intervento consisterà nella ristrutturazione di circa 90 ml di canale, mediante rivestimento in cemento armato di fondo e pareti e nella realizzazione, in sponda destra del canale, di una vasca di carico interrata in cemento armato.

La ristrutturazione del canale Bealera Maestra consisterà nel rivestimento di fondo e pareti in cemento armato. La verifica idraulica, sia per i tratti rivestiti che per quelli in terra, è stata effettuata utilizzando la formula di Gauckelr-Strickler sotto riportata:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

Q = portata del canale in mc/s (6 mc/s)

$k_s$  = coefficiente di scabrezza di Strickler (30 per il canale in terra e 50 per quello rivestito in c.a.)

A = area della sezione

R = raggio idraulico = A/P

P = perimetro bagnato della sezione

i = pendenza del canale ( 0,77 %)

I tiranti idrici corrispondenti sono:

$h = 61$  cm, per il canale in terra;

$h = 43$  cm, per il canale rivestito.

Il livello in vasca sarà però determinato dalla paratoia a ventola posizionata sul sedime del canale che, fungendo da sbarramento, consentirà l'ingresso della portata in arrivo nella vasca adiacente, mantenendo costante il livello prestabilito. Detto livello (pari a 467,65 m s.l.m.) consente il massimo immagazzinamento di acqua nella vasca pur garantendo un franco di sicurezza adeguato, pari a 0,70 m.

La vasca sarà dotata di uno sfiatore laterale di sicurezza, di lunghezza pari a 20 m, che, in caso di emergenza, scaricherà la portata in arrivo nel tratto di canale Bealera Maestra rivestito, a valle della paratoia a ventola.

Lo sfiatore è stato verificato con la seguente relazione:

$$Q = \mu_1 \cdot B \cdot h \sqrt{2gh}$$

dove:

$\mu$  = coefficiente di efflusso (0,385)

B = larghezza soglia di sfioro (20 m)

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

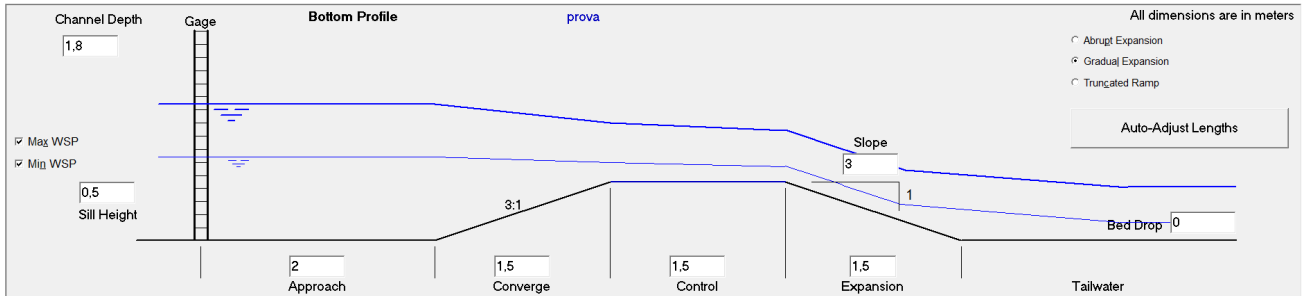
Inserendo i valori sopra indicati nella precedente espressione, si determina il tirante di sfioro h, che, per evacuare la massima portata di 6 mc/s, è pari a 0,31 m.

A valle della paratoia a ventola, con la vasca di carico in funzione regolarmente, defluirà esclusivamente il DMV (1000 l/s) rilasciato dalla paratoia stessa. La presenza di un esistente soglia di fondo (utilizzata come misuratore a risalto per la misura del DMV rilasciato), interferisce con le condizioni di deflusso della portata che, senza detto manufatto, presenterebbe un tirante di soli 15 cm.

Il misuratore a risalto crea un innalzamento del tirante idrico a monte del dispositivo per permettere alla corrente di recuperare energia e superare la soglia. Il rigurgito che si viene a creare, sia in condizioni di portata minima (DMV = 1000 l/s) che di portata massima scaricata dallo sfiatore (6000 l/s), è comunque compatibile con la geometria del canale ( $H_{sponda} = 1,80$  m,  $H_{sfiatore} = 1,54$  m). I livelli massimi raggiunti sono:

h1 = 1,095 m per una portata di 6 mc/s

h2 = 0,674 m per una portata di 1 mc/s



Il pozzetto di raccolta fanghi verrà svuotato tramite due elettropompe sommerse a funzionamento alternato. La tubazione di scarico, in polietilene diametro 200 mm, scaricherà i fanghi raccolti nel sedime del canale Bealera Maestra a valle della vasca di carico.

Utilizzando la formula di Hazen-Williams

$$\Delta = JL = \frac{10,675 \cdot Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,8704}} L$$

dove:

D = diametro interno condotta (pari a 0,1762 m)

Q = portata circolante

C = coefficiente di scabrezza (per l'acciaio pari a 150 per il polietilene)

J = perdita di carico unitaria

L = lunghezza della condotta (pari a circa 30 m)

$\Delta$  = prevalenza impressa dall'elettropompa (pari a 10 m)

si determina la massima portata trasportabile dalla condotta, pari a circa 240 l/s.

La realizzazione della vasca comporterà l'intubamento di un canale irriguo esistente con tubazioni in cemento autoportante DN 600, verificato anch'esso tramite la relazione di Gauckelr-Strickler ( $K_s = 80$ ). La portata di progetto, pari a 300 l/s, defluirà con un tirante pari a 30 cm, ovvero il 50 % di riempimento, assicurando anche un adeguato franco di sicurezza.



### 3.3 STAZIONE DI POMPAGGIO DI CASTELLETTO STURA

La stazione di pompaggio di Castelletto Stura prevede una vasca interrata per la raccolta dell'acqua derivata dalla condotta dorsale principale e quella derivata dai canali irrigui di distribuzione secondaria.

La portata derivata dalla dorsale principale verrà immessa in vasca in pressione, tramite una condotta in acciaio DN 500. L'acqua circolante nei canali secondari del consorzio sarà intercettata grazie ad una paratoia a ventola posta sul canale irriguo che, fungendo da sbarramento, convoglierà la portata in un canale di derivazione a cielo aperto sul quale saranno installati uno sgrigliatore ed una paratoia automatica per la regolazione della portata.

La paratoia a ventola manterrà il livello nel canale irriguo pari a quello esistente, in modo da non creare rigurgito a monte, data la scarsa capacità del canale stesso.

La portata massima stimata circolante nel canale, costituito attualmente da una condotta in cemento DN 800, è pari a 420 l/s, cui corrisponde un tirante idrico pari a 46 cm, calcolato tramite la formula di Gauckelr-Strickler sotto riportata:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Dove:

Q = portata del canale in mc/s (0,42 mc/s)

$k_s$  = coefficiente di scabrezza di Strickler (80 per tubi in c.a.)

A = area della sezione

R = raggio idraulico = A/P

P = perimetro bagnato della sezione

i = pendenza del canale ( 0,3 %)

Nell'area circostante la stazione di pompaggio, la condotta in cemento DN 800 verrà sostituita da un canale a cielo aperto con base 1,20 m ed altezza 0,95 m, dove la portata di 420 l/s scorrerà, a paratoia a ventola completamente abbattuta, con un tirante pari a 28 cm (calcolato con la formula di Gauckelr-Strickler con  $K_s = 70$ ).

Il livello nel canale di derivazione sarà pari a quello mantenuto dalla paratoia a ventola. La portata derivata sarà misurata tramite una paratoia con luce sotto battente:

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot Cc \cdot B \sqrt{2g} (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})$$

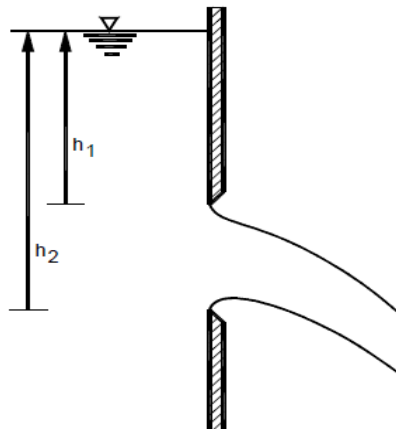
dove:

$Cc$  = coefficienti di contrazione pari a 0,61

$B$  = larghezza paratoia pari a 1,20 m

$g$  = accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>

$h_1$  e  $h_2$  = vedi schema sottostante



Essendo  $h_2 = 46$  cm e fissando  $h_1 = 22$  cm si ottiene un'apertura di 24 cm che consente il deflusso di circa 420 l/s.

In caso di malfunzionamenti, che potrebbero causare l'anomalo riempimento della vasca, la portata in eccesso sarà scaricata nel canale irriguo tramite una vasca con stramazzo, collegata alla stazione di pompaggio tramite una condotta in cemento armato interrata DN 1000

Lo stramazzo è stato verificato tramite la seguente formula:

$$Q = \mu_1 \cdot B \cdot h \sqrt{2gh}$$

dove:

$\mu$  = coefficiente di efflusso (0,385)

$B$  = larghezza soglia di sfioro (3,5 m)

$g$  = accelerazione di gravità (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Inserendo i valori sopra indicati nella precedente espressione, si determina il tirante di sfioro  $h$ , che, per evacuare la massima portata di 700 l/s, è pari a 0,24 m.

### 3.4 DISPOSITIVI PER LA MISURAZIONE DELLA PORTATA NELLE CONDOTTE

Per la misurazione della portata nelle condotte in pressione delle apparecchiature elettroniche basate sui principi dell'effetto Doppler.

Il sistema di misura è costituito da due trasduttori non invasivi da installare direttamente sulla condotta; l'installazione è semplice e veloce: basta fissare i trasduttori all'esterno della condotta i quali, sfruttando la variazione di lunghezza d'onda di un suono emesso verso un corpo in movimento (Effetto Doppler), determinano la velocità dell'acqua all'interno della tubazione. Essendo il tubo a sezione costante, è possibile determinare la portata.

Per i diametri minori (fino a 500 mm) si prevede l'utilizzazione di misuratori elettromagnetici che consentono misurazioni molto precise senza necessità di tarature in opera.

### 3.5 FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN PROGETTO

L'impianto irriguo in progetto in progetto ha la funzione principale di distribuire l'acqua, che attualmente scorre nei canali a cielo aperto, in condotte in pressione al fine di permettere la trasformazione dell'irrigazione da scorrimento ad aspersione.

Il funzionamento idraulico è il seguente.

L'acqua proveniente dall'opera di presa principale del consorzio, presso la confluenza del torrente Gesso nel fiume Stura, a valle dell'abitato di Cuneo, percorre per circa 5 Km l'esistente canale Bealera Maestra, fino alla località Torre del Prete del Comune di Castelletto Stura, dove è prevista la vasca di carico del primo tratto della condotta dorsale in acciaio DN 2200 mm. In corrispondenza della medesima vasca è già presente la cameretta di alimentazione della condotta secondaria del Consorzio Valle Gesso, per l'alimentazione del Canale Bealerasso, che non subisce modifiche.

Il primo tronco del 1° tratto della condotta dorsale, della lunghezza di circa 4 Km, previsto nel presente progetto, termina in corrispondenza della derivazione per il comprensorio di Montanera.

Lungo il percorso, la dorsale in progetto alimenta prima il sub-compensorio di Castelletto Stura e successivamente quello di Montanera, mediante condotte di derivazione in pressione. Dopo le derivazioni sono presenti le rispettive stazioni di pompaggio SP1.cas e SP1.mon, che assicurano la corretta pressione di esercizio nelle condotte di distribuzione. Nella stazione di pompaggio di Castelletto Stura confluisce anche l'acqua proveniente da alcuni fontanili.

La rete di distribuzione prevista nel presente lotto funzionale copre per oltre tre quarti i compensori di Castelletto Stura e Montanera e consente il graduale passaggio dall'attuale sistema irriguo a scorrimento a quello ad aspersione, che necessita di volumi d'acqua dimezzati rispetto a quello in corso.

L'acqua in pressione viene resa disponibile agli utenti mediante appositi gruppi di consegna, che consentono di prenotare, misurare e monitorare i prelievi, mediante un efficiente sistema informatizzato previsto in progetto.