

COMUNE DI AVISE

REALIZZAZIONE DI N.2 IMPIANTI IDROELETTRICI IN CESSIONE TOTALE SU IMPIANTO IRRIGUO IN ESERCIZIO IN FRAZ. BAULIN CON LE ACQUE DEL CMF RUNAZ E CMF BAISE PIERRE, LO LAIR E PLAN RAFFORT, NEL COMUNE DI AVISE

INTEGRAZIONI AL PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI INCARICATI:



Studio Clusaz Clément
Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta
Tel: 349 54.43.541
e-mail: c.clusaz@gmail.com



Studio tecnico di ingegneria GIERREVV s.r.l
Passage du Verger 5 - 11100 Aosta
Tel: 0165 40322 / fax 0165 40322
mail: studiogr@fastwebnet.it
pec: gierrevu@pecvda.it

COMMITTENTI:

EDILLUBOZ s.r.l.

E-LECTRIQUE s.r.l.

ELABORATI DOCUMENTALI:

RELAZIONE IDRAULICA

data:	scala:	codice elaborato:
29/09/2022	-	INT.1DC.105.IDR

Revisione	Data	Descrizione	Progettisti



Handwritten signature in blue ink.



GIERREVVU srl
Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta
Pec: gierrevu@pecvda.it
Mail: studiogrv@fastwebnet.it
P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément
Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta
Tel: 349 54.43.541
e-mail: c.clusaz@gmail.com

RELAZIONE IDRAULICA

Codice elaborato: **INT.1DC.105.IDR**

REALIZZAZIONE DI N.2 IMPIANTI IDROELETTRICI IN CESSIONE TOTALE SU IMPIANTO IRRIGUO IN ESERCIZIO IN FRAZIONE BAULIN CON LE ACQUE DEL CMF RUNAZ E DEL CMF BAISE PIERRE, LO LAIR E PLAN RAFFORT

Comune di Avise

Committenti: **EDILUBOZ srl**
E-LECTRIQUE srl

Data: settembre 2022

Revisione	Data	Note	Redatto da:	Verificato da:
REV 00	29.09.2022	Prima emissione	A.Grimod	C.Clusaz



GIERREVVU srl

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.it

Mail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément
Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta
Tel: 349 54.43.541
e-mail: c.clusaz@gmail.com

INDICE

1. Premessa	3
2. Descrizione delle opere idrauliche in progetto	4
3. Considerazione sugli organi di carico e scarico esistenti.....	5
4. Dimensionamento del condotto di scarico	6
5. Verifica allo schiacciamento del condotto di scarico	8

**GIERREVVU srl**

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.it

Mail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément
Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta
Tel: 349 54.43.541
e-mail: c.clusaz@gmail.com

1. Premessa

L presente relazione si pone l'obiettivo del dimensionamento idraulico delle opere in progetto, al fine di fornire gli elementi progettuali alla base del progetto in oggetto.

Si procederà quindi alla definizione degli aspetti seguenti:

- Descrizione delle opere in progetto
- Considerazioni sugli organi di carico e scarico esistenti
- Dimensionamento del condotto di scarico

**GIERREVVU srl**

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.it

Mail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément
Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta
Tel: 349 54.43.541
e-mail: c.clusaz@gmail.com

2. Descrizione delle opere idrauliche in progetto

Le opere idrauliche costituenti il presente progetto sono composte da:

- ➔ Una **tubazione di carico ad uso irriguo**, che preleva l'acqua dal Torrente in loc. Glacier e la trasporta verso la vasca di carico del consorzio.
Considerando che tale condotta è già completamente autorizzata e parte dei lavori sono già stati realizzati e che non verrà modificato né in diametro, né in tracciato, la presente relazione non entrerà nel merito del suo dimensionamento.
- ➔ La **centralina in progetto per la produzione dell'energia** è sita più a valle rispetto all'opera di presa, in prossimità dell'attuale vasca consortile.
- ➔ A valle della centralina è prevista una **tubazione di scarico** in PEAD DN.630 mm che si getta direttamente nella vasca di suddivisione delle acque di proprietà dei consorzi, da cui partono i canali in parte a cielo aperto ed in parte intubati esistenti (che non verranno modificati né in geometria, né in tracciato rispetto all'attuale situazione).

**GIERREVVU srl**

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.itMail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073

**Studio Clusaz Clément**
Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta
Tel: 349 54.43.541
e-mail: c.clusaz@gmail.com

3. Considerazione sugli organi di carico e scarico esistenti

Come evidenziato in precedenza, la centralina idroelettrica verrà alimentata esclusivamente con l'acqua derivata con concessione irrigua.

L'infrastruttura di carico e scarico, quindi sono già dimensionate per ricevere la portata d'acqua che verrà addotta dal torrente stesso. Infatti, la tubazione di alimentazione dell'impianto idroelettrico in progetto e il canale di scarico a valle della vasca consortile sono esistenti e non necessitano alcun dimensionamento.

Alla luce di quanto sopra, si conclude che gli organi di immissione (tubazione di derivazione dell'acqua dal torrente alla vasca del consorzio) e di ricezione (vasca del consorzio e canali a cielo aperto) sono e saranno in grado di ricevere la quantità d'acqua necessaria alla produzione di energia idroelettrica.

**GIERREVVU srl**

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.itMail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément

Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta

Tel: 349 54.43.541

e-mail: c.clusaz@gmail.com

4. Dimensionamento del condotto di scarico

La condotta di scarico dal locale centrale alla vasca del consorzio verrà realizzata con un tubo in PEAD diametro 630mm ed avrà una lunghezza di circa 15-20 m.

Dal punto di vista idraulico si dimensiona tale tubazione considerando un canale a pelo libero capace di trasportare l'intera portata derivabile dal torrente in loc. Glacier (a favore di sicurezza), che corrisponde & 174 l/sec.

Di seguito si fornisce la verifica della tubazione che verrà dimensionato affinché la sua sezione occupata dall'acqua non vada oltre, per la portata massima di verifica, ai 1/2 dell'altezza del canale stesso in modo da garantire che si verifichi sempre la condizione di pelo libero, e permettere il deflusso di un'eventuale portata aggiuntiva legata alle acque meteoriche che possono defluire nel canale.

Si indicherà quindi, con il termine Sezione Parzializzata la sezione del collettore occupata dal liquido.

I calcoli verranno effettuati con l'equazione proposta da Manning:

$$v = \frac{R^{2/3} \sqrt{i}}{n} \text{ [m/s]}$$

Dove:

- v: velocità dell'acqua nel canale;
- R: raggio idraulico (area bagnata/contorno bagnato) della sezione [m];
- i: perdita di carico idraulico, che può essere posta pari alla pendenza del canale nel tratto in esame, che a favore di sicurezza si pone pari a 1%;
- n: coefficiente di scabrezza di Manning, che è funzione del tipo di materiale che compone la tubazione = tra 0.008 e 0.010 s/m^{1/3} (fonte Chow 1959). Nel presente calcolo si prenderà in conto, a favore di sicurezza, il valore massimo (0.010 s/m^{1/3}).

Una volta ricavata la velocità del flusso all'interno del canale è possibile ricavare la portata che il canale stesso riesce a far defluire al suo interno così da confrontarla con la portata massima di verifica:

$$Q\text{-tubazione} = v * A_{\text{bagnata}} \text{ [m}^3\text{/s]} \geq Q_{\text{max}}$$

**GIERREVVU srl**

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.itMail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément

Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta

Tel: 349 54.43.541

e-mail: c.clusaz@gmail.com**Dove:**

- Q-tubazione: portata massima che può passare nel canale;
- Qmax: portata massima che passa nel canale = 174 l/sec (portata massima derivabile per fini irrigui).

Considerando un tubo in PEAD con diametro esterno pari a 630 mm e un diametro interno di 533 mm la condotta di scarico risulta pienamente verificata con una sezione parzializzata pari a ½ della sezione del tubo; infatti, la tubazione di scarico così progettata sarà in grado di trasportare una portata di 287 l/sec.

VERIFICA IDRAULICA			DATI INPUT	
			RISULTATO	
PORTATA MASSIMA				
portata massima derivabile	Qmax	0.174 m3/s	174 l/s	
portata accidentale meteorica	qn_min	0.000 m3/s	0 l/s	
portata massima di progetto	Qmax-p	0.174 m3/s	174 l/s	
VERIFICA DELLA TUBAZIONE				
portata di verifica	Qv_max'	0.174 m3/s		
forma del collettore	circolare			
diametro interno	D	530 mm		
altezza dell'acqua	ζ	1/2		
franco non bagnato	f	1/2 dell'altezza		
altezza della sezione parzializzata	hp	0.27 m		
tipo collettore	canale a pelo libero			
tipo di canale	Tubazioni o Gallerie a pelo libero			
tipo di superficie	PEAD			
valore del coefficiente di scabrezza	MAX			
coefficiente di scabrezza di Manning	n	0.010 s/m ^{1/3}	Fonte Chow V.T., 1959	
pendenza del canale	i	1.00% adim.		
area bagnata	A	0.110 m2		
perimetro bagnato	Pb	0.833 m		
raggio idraulico	R	0.133 m		
velocità della corrente	v	2.599 m/s		
portata nella sezione	Q	0.287 m3/s	287 l/s	
Verifica della portata	la verifica è soddisfatta			



GIERREVVU srl

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.it

Mail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément

Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta

Tel: 349 54.43.541

e-mail: c.clusaz@gmail.com

5. Verifica allo schiacciamento del condotto di scarico

La stabilità di una condotta interrata rispetto ai carichi esterni risulta fortemente condizionata dalle sue condizioni di posa, secondo un duplice aspetto:

- le sollecitazioni agenti sulla condotta;
- la risposta del materiale della condotta.

Le sollecitazioni su un tubo interrato dipendono infatti dall'interazione tubo-terreno, che è fortemente legata alla deformabilità relativa dei due elementi: se il tubo si deforma più del terreno che lo circonda, sarà sollecitato in modo minore, poiché deformandosi sensibilmente coinvolge il terreno di rinfianco a collaborare alla resistenza.

È quindi possibile effettuare una distinzione tra cosiddetti tubi "rigidi" e tubi "flessibili", in funzione del tipo di risposta alla sollecitazione; tale classificazione viene effettuata sulla scorta della rigidezza anulare (SN) della tubazione.

$$SN = E * s^3 / (D_m^3 * 12);$$

dove:

- D_m/s : rapporto tra diametro medio e spessore del tubo;
- E: modulo elastico a flessione della condotta (modulo di Young)

Il rapporto tra la rigidezza anulare ed il modulo elastico del terreno (E_g) fornisce il coefficiente di elasticità in sito (R):

$$R = SN / E_g;$$

il cui valore permette di distinguere tra:

- ➔ Tubo RIGIDO: $R \geq 1/12$;
- ➔ Tubo FLESSIBILE: $R < 1/12$.



La rigidità di una tubazione dipende dunque dal confronto tra le caratteristiche del materiale e quelle del terreno; con riferimento ai materiali comunemente utilizzati per le condotte, a parità di terreno di posa, è tuttavia possibile classificare le tubazioni nel seguente modo:

→ Tubazioni rigide:

- calcestruzzo
- gres
- fibrocemento

→ Tubazioni semirigide:

- acciaio
- ghisa

→ Tubazioni flessibili:

- PVC
- **PEAD**
- PRFV

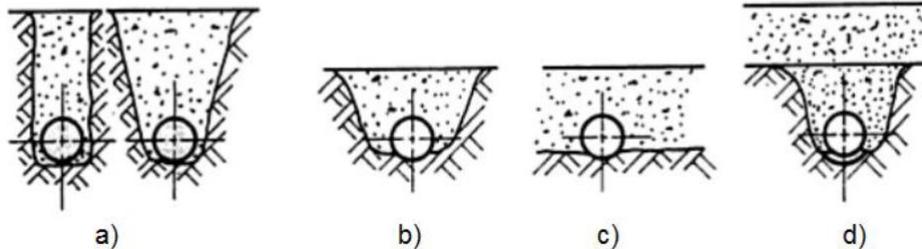
Sotto l'azione dei carichi verticali, le tubazioni rigide non subiscono significative deformazioni sopportando la maggior parte del carico con un meccanismo di resistenza di tipo flessionale.

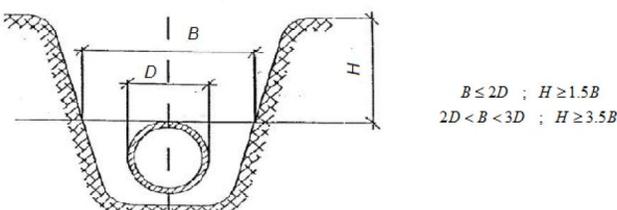
Le tubazioni flessibili, invece, nelle stesse condizioni si deformano nel piano laterale assumendo una configurazione trasversale grossolanamente ellittica, con asse minore verticale. Questo fenomeno, che prende il nome di ovalizzazione, innesca una deformazione del terreno circostante che a sua volta inizia a reagire, riducendo lo stato di sollecitazione della condotta e contribuendo a migliorarne la stabilità.

Progetto:	Impianto Idroelettrico Baulin				input
Committente:	Ediluboz - Electricque				calcolo
Progettista:	GIERREVVU srl				risultato
Caratteristiche della tubazione					
Diametro esterno	DN-e	630 mm	0.630 m		
Diametro interno	DN-i	533 mm	0.533 m		
Diametro medio	Dm	581.5 mm	0.582 m		
Spessore tubo	s	97 mm	0.097 m		
Rigidità anulare	SN	4 kPa			
Modulo elastico a flessione del tubo (modulo Young)	E	10341.30 kPa	103.413 kg/cm ²		
Modulo elastico del terreno (modulo di Young)	Eg	2500 kPa			
Coefficiente di elasticità in sito	R	0.0016 tubo FLESSIBILE: R < 1/12			

A questo punto bisogna considerare il tipo di trincea:

- a) posa in trincea stretta;
- b) posa in trincea larga
- c) posa in trincea con rinterro indefinito;
- d) posa in trincea stretta con rinterro indefinito.



Tipo di trincea per la posa dei tubi (UNI 7517)		<i>NOTA: La condizione più favorevole è rappresentata dalla posa in trincea stretta, che consente di trasmettere un'aliquota del carico sovrastante ai fianchi della trincea.</i>	
Diametro esterno tubo	D	0.63 m	
Altezza scavo da testa tubo	H	0.30 m	
Larghezza media scavo	B	1.50 m	
Verifica della condizione di trincea stretta			
verifica 1	$B \leq 2 \cdot D$	trincea larga	FAUX
verifica 2	$H \geq 1.5 \cdot B$	trincea larga	FAUX
verifica 3	$B > 2 \cdot D$	trincea stretta	VRAI
verifica 4	$B < 3 \cdot D$	trincea stretta	VRAI
verifica 5	$H \geq 3.5 \cdot B$	trincea larga	FAUX
La definizione di trincea stretta è condizionata al rispetto dei seguenti limiti geometrici:			
			

Nel caso in esame si poseranno i tubi in una tubazione "STRETTA", che presenta la condizione più favorevole, in quanto consente di trasmettere un'aliquota del carico sovrastante ai fianchi della trincea.

**GIERREVVU srl**

Passage du Verger, 5 - 11100 Aosta

Pec: gierrevu@pecvda.itMail: studiogrv@fastwebnet.it

P.iva: 01158000073



Studio Clusaz Clément

Fraz Runaz, 9 - Avise - Aosta

Tel: 349 54.43.541

e-mail: c.clusaz@gmail.com**ANALISI DEI CARICHI:**

i carichi che si analizzeranno saranno dovuti a:

- A. carico del terreno di ricoprimento;
- B. carico mobile (traffico);
- C. carico dovuto alla presenza di falda.

In linea teorica andrebbe considerato anche il peso del fluido convogliato, ma la sua entità è trascurabile.

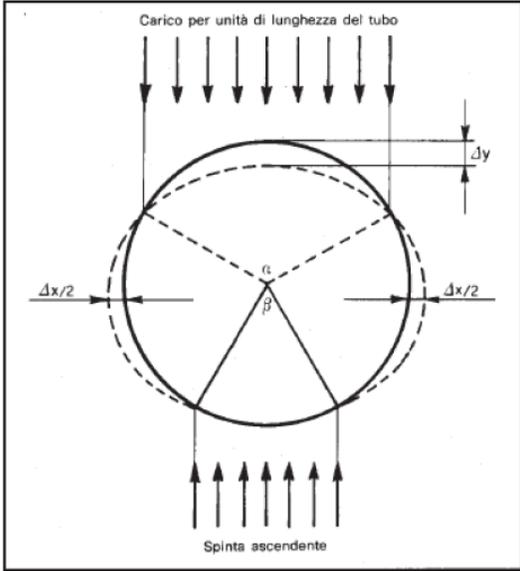
Analisi dei carichi			
CARICO DOVUTO AL TERRENO DI RICOPRIMENTO: modello di Marston			
Altezza di terreno (rinterro+riporto) sopra il tubo	H'	0.60 m	
Largezza scavo	B	1.50	
Carico dovuto al terreno di ricoprimento	qt	6.90 kN	
Coefficiente di carico di Marston per tubi in trincea stretta	Cd	0.365	
Peso specifico del terreno	gamma	20 kN/m ³	
Angolo di attrito tra materiale riempimento e pareti trincea	Teta	35 °	vedi tabella:
Coefficiente di spinta passiva del terreno	Kp	0.333	
Angolo di attrito interno del riempimento	phi	30 °	

Natura del terreno	Materiale del riempimento	Angolo θ
Marna	Sabbia	30°
Marna	Ghiaia	35°
Marna	Ciotoli grossi	40°
Rocce lisce	Sabbia	25°
Rocce lisce	Ghiaia	30°
Rocce schistose	Sabbia	35°
Rocce schistose	Ghiaia	40°

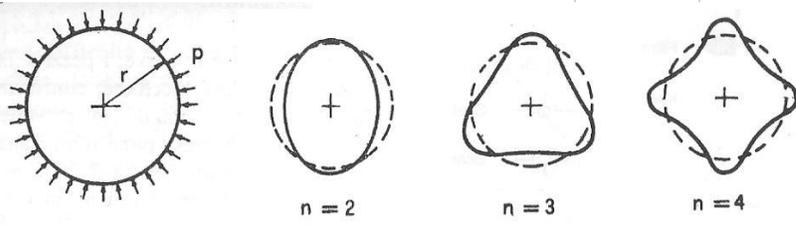
CARICO MOBILE DOVUTO AL TRAFFICO VEICOLARE			
Tipo di traffico		trascurabile (pista)	
Tipo di mezzi		mezzi stradali	
Pressione verticale sulla generatrice del tubo x carichi concentrati	Pv	400.00	
Fattore dinamico	gamma-m	1.5	
Sollecitazione dovuta al sovraccarico mobile	qm	3.78 kN	

CARICO DOVUTO ALLA PRESENZA DI FALDA			
Presenza della falda		no	
Pressione dovuta alla falda	qf	0.00 kN	
Peso specifico dell'acqua	gamma-w	10.00 kN/m ³	
Profondità del tetto della falda rispetto a piano campagna	hw	10.00 m	

Una volta definiti i carichi si può procedere con la verifica statica della tubazione, considerando, nel caso specifico, una tubazione di tipo flessibile.

Verifica statica - Tubo flessibile		VERIFICA DA CONSIDERARE PER IL CASO IN ESAME	
<u>Formula di Spangler</u>			
		$\Delta x = k_x \frac{QD^3}{8EI}$ $\Delta y = k_y \frac{QD^3}{8EI}$	
Deformazione del tubo	$\Delta x = \Delta y$		0.0118 m
Carico massimo totale agente sulla tubazione	Q		10.68 kN
Modulo elasticità del terreno di rinfianco	Et-pr		818.18 kPa
Valore Proctor	alpha		5.06
Tipo di compattazione	Compattaz	Proctor 75%	Riempimento alla rinfusa
VERIFICA:			
Valore MAX deformazione per ovalizzazione	$\Delta 0$		5% (valore fissato di norma)
$\Delta x / D \leq$ valore Max di deformazione	$\Delta x / D$		1.87%
	Verifica	VERIFICA SODDISFATTA: $Dx/D \leq D0$	
	FS		2.67
La deformazione si incrementa all'aumentare del carico, mentre si riduce aumentando:			
* il modulo elastico della condotta;			
* il rapporto spessore/diametro;			
* la profondità di posa;			
* il grado di costipamento del rinfianco.			

In ultima battuta si vuole verificare anche l'instabilità elastica (bulckling) della condotta:

Verifica dell'instabilità elastica (bulckling)			
<u>Formula di Allievi-Timoshenko</u>			
			
Raggio esterno del tubo	R		0.315 m
Spessore del tubo	s		0.097 m
Modulo di Young dela tubo	E		10341.30 kPa
Depressione max, considerando nulla la pressione interna	Delta-P		12.3 kPa
VERIFICA:			
$R/s < [E / (4*\delta\text{-}P)]^{1/3}$	R/s		3.25
	$[E / (4*\delta\text{-}P)]^{1/3}$		5.95
	Verifica	VERIFICA SODDISFATTA: $R/s < [E / (4*\delta\text{-}P)]^{1/3}$	
	FS		1.83

Da quanto esposto sopra, la tubazione in PEAD SN 4 (De 630 mm) risulta verificata allo schiacciamento.

Aosta, settembre 2022

ing. Alberto Grimod
 Gierrevu srl

