



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI BOLZANO
Dr. Ing. WALTER GOSTNER
Nr. 1191
INGENIEURKAMMER
DER PROVINZ BOZEN

Committente

tecnici

Progetto definitivo

FRI-EL S.p.a.
Piazza della Rotonda 2
I-00186 Roma (RM)

committente

Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio denominato
"Gravina - Serra del Corvo" e relative opere connesse ed infrastrutture
indispensabili avente potenza pari a 200 MW nei Comuni di Genzano di
Lucania (PZ) e Gravina in Puglia (BA)

progetto

contenuto Relazione Idraulica sfioratore superficiale

redatto		modificato			scala	elaborato n.
ddp	20.05.2022	a	ddp	19.07.2022	Revisione	PD-R.4.3
controllato		b				
wag	20.07.2022	c				
pagine	12	n. progetto	21-208		21_208_PSW_Gravina\einr1\text\PD-R.4.3_Relazione_idraulica_sfioratore_superficiale_02.docx	

GM

Studio di Geologia Applicata e Geofisica Applicata
Dott. Geol. Gianpiero Monti

Dott. Geol. Gianpiero Monti
Via C. Battisti 21 – 83053 Sant'Andrea di Conza (AV)
tel. +39 0827 35 247
gianpiero.monti@alice.it



BETTIOL ING. LINO SRL
Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)
S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)
Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273
E-mail: bettiolinglinosrl@legalmail.it

patscheiderpartner

ENGINEERS

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.
i-39024 mals/malles (bz) - glurnserstraße 5/k via glorenza
i-39100 bozen/bolzano - negrellistraße 13/c via negrelli
a-6130 schwaz - mindelheimerstraße 6
tel. +39 0473 83 05 05 – fax +39 0473 83 53 01
info@ipp.bz.it – www.patscheiderpartner.it

Indice

1. Introduzione	2
1.1 Committente	2
1.2 Studi tecnici incaricati.....	2
2. Premessa	3
3. Scarichi di superficie	3
3.1 Introduzione.....	3
3.2 Invaso di Serra del Corvo.....	3
3.2.1 Descrizione delle opere.....	3
3.2.2 Dimensionamento idraulico.....	4
3.2.3 Interferenze con le opere da progetto	4
3.3 Bacino di Monte Marano	5
3.3.1 Descrizione delle opere.....	5
3.3.2 Dimensionamento idraulico.....	5

1. Introduzione

1.1 Committente

FRI-EL S.p.a.

Piazza della Rotonda 2

I-00186 Roma (RM)

1.2 Studi tecnici incaricati

Coordinatore di progetto:

Dr. Ing. Walter Gostner

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

Opere civili ed idrauliche

Ingegneri Patscheider & Partner Srl

Via Glorenza 5/K

39024 Malles (BZ)

Responsabile opere idrauliche:

Responsabile opere civili:

Coordinamento interno:

Progettisti:

Via Negrelli 13/C

39100 Bolzano (BZ)

Dr. Ing. Walter Gostner

Dott. Ing. Ronald Patscheider

Dott. Ing. Corrado Lucarelli

Dott. Ing. David Di Pauli

MSc Alex Balzarini

Geom. Stefania Fontanella

Geom. Luciano Fiozzi

Geologia e geotecnica

Consulenti specialistici:

Dott. Geol. Gianpiero Monti

Via C. Battisti 21

I-83053 Sant'Andrea di Conza (AV)

Opere elettriche – Impianto Utenza per la Connessione

Progettista e consulente specialista:

Bettiol Ing. Lino S.r.l.

Dr.ssa Ing. Giulia Bettiol

Società di Ingegneria

Via G. Marconi 7

I-31027 Spresiano (TV)

2. Premessa

La presente Relazione Idraulica ha lo scopo di giustificare le scelte effettuate in fase di progettazione definitiva in merito alle opere idrauliche progettate. Nei paragrafi successivi si illustreranno le assunzioni ed i calcoli effettuati per il dimensionamento dello sfioratore di superficie.

Si rimanda altresì alla Relazione Idrologica (Elaborato PD-R.3.1) per una quantificazione delle grandezze idrologiche pioggia e portata su scala di bacino imbrifero per quanto riguarda i torrenti Roviniero e Basentello e nello specifico sull'area del bacino di monte.

3. Scarichi di superficie

3.1 Introduzione

Lo sfioratore di superficie ha lo scopo di smaltire le portate naturali affluenti al bacino di monte quando il livello sia alla quota di regolazione. La dimensione dello sfioratore è quella da garantire che la quota di massimo invaso (quella dalla quale si conta il franco) non venga superata. L'evento di piena di riferimento è generalmente assunto con un periodo di ritorno di $Tr = 1.000$ anni per le dighe di calcestruzzo e di $Tr = 3.000$ anni per le dighe di materiali sciolti.

3.2 Invaso di Serra del Corvo

3.2.1 Descrizione delle opere

La diga dell'invaso Serra del Corvo esistente è dotata di n° 2 scarichi di superficie:

- scarico di superficie n°1: è ubicato in sponda sinistra ed è costituito da una soglia libera sfiorante confermata a "U" posta a quota 269,00 m s.l.m. avente lunghezza pari a 71,00 m.
- scarico di superficie n°2: è ubicato in sponda sinistra ed è costituito da una soglia sfiorante rettilinea posta a quota 267,50 m s.l.m., suddivisa in quattro luci controllate da altrettante paratoie a ventola di dimensioni 10,0 m x 1,50 m a funzionamento automatico.

A servizio degli sfioratori sono presenti due distinte gallerie a volta semicircolare con piedritti verticali, ciascuna con base ed altezza di 6,50 m. Le due gallerie immettono in due vasche di dissipazione munite di risalti.

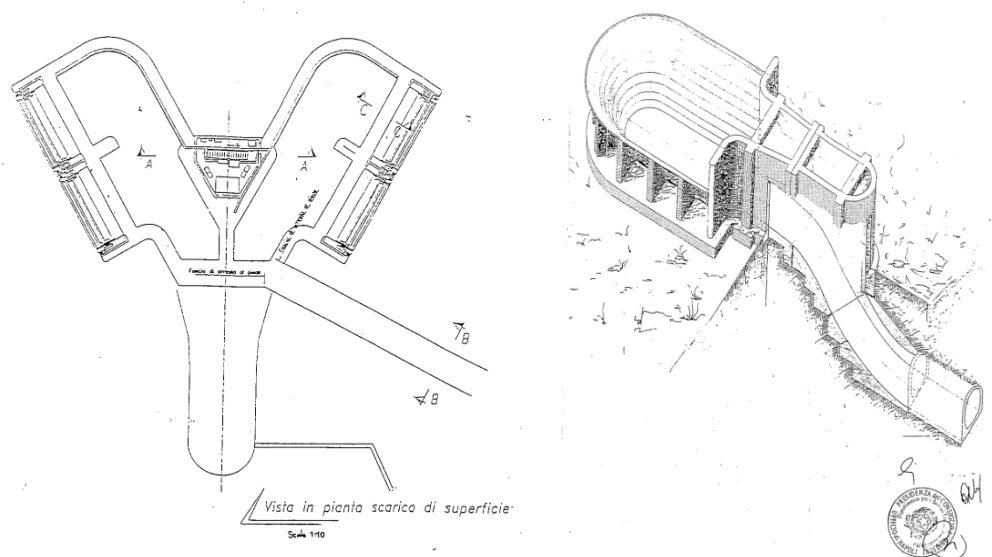


Figura 3.1. Scarichi di superficie esistenti. Scarico di superficie n°2 (sinistra) e n°1 (destra).



Figura 3.2. Vista dall'alto degli scarichi di superficie esistenti.

3.2.2 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico degli scarichi di superficie è stato approvato dal Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali Dighe – Ufficio di Napoli, prima della loro costruzione. Essendo le opere di scarico non oggetto del presente progetto non si intende approfondire ulteriormente la questione.

3.2.3 Interferenze con le opere da progetto

Non si prevedono interferenze di nessun tipo con le opere da progetto. In caso di eventi di piena, tali da chiamare in servizio gli scarichi di superficie si prevede o la messa fuori servizio

temporanea dell'impianto o l'attivazione delle pompe per alleggerire il carico idraulico sull'invaso di Serra del Corvo, qualora possibile.

3.3 Bacino di Monte Marano

3.3.1 Descrizione delle opere

Il futuro bacino di Monte Marano sarà dotato di uno sfioratore di superficie, che si attiverà non appena il livello idrico nell'invaso raggiungerà la quota di massima regolazione. La struttura verrà installata sul paramento O del nuovo rilevato, dove l'argine si presenta di altezze molto contenute. Lo scarico è costituito da una soglia sfiorante rettilinea libera posta a quota 487,80 m s.l.m., di larghezza libera di 4,00 m. A servizio dello sfioratore sarà presente il fosso di guardia che inserirà le acque sfiorate nel reticolo idrografico presente.

Per una rappresentazione dettagliata dello sfioratore si rimanda alla tavola del PD-EP.16.4.

3.3.2 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico dell'opera è stato effettuato considerando la rispettiva normativa di settore (D. Min.II.TT. 26 giugno 2014 – NT Dighe): *Gli scarichi di superficie della diga devono essere dimensionati per l'onda con portata al colmo di piena corrispondente al periodo di ritorno di 1.000 anni, per le dighe in calcestruzzo, e di 3.000 anni per le dighe di materiali sciolti.* Il bacino di monte, essendo artificiale, non sottende un bacino imbrifero naturale. Per questo motivo gli unici apporti idrici attesi sono imputabili al contributo diretto delle precipitazioni meteoriche che cadono sulla sua superficie.

Per determinare il sovrizzo del livello idrico, dovuto ad una pioggia con tempo di ritorno $Tr = 3.000$ anni, sono state considerate le curve di possibilità pluviometrica note della vicina stazione di Spinazzola, estrapolando la curva caratteristica per l'evento estremo ($Tr = 3.000$ anni) come indicato in Figura 3.3.

Si determina in tal modo una precipitazione cumulata nelle 24 ore pari a 241,41 mm. Si è successivamente considerata una distribuzione temporale alternata a blocchi e simmetrica del fenomeno di precipitazione. Lo ietogramma risultante (Figura 3.4), è stato assunto come evento di progetto per il dimensionamento dell'opera.

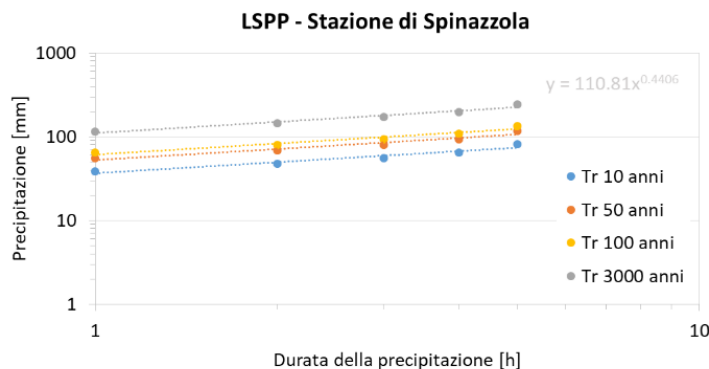


Figura 3.3. Curve di possibilità pluviometria per la stazione di Spinazzola.

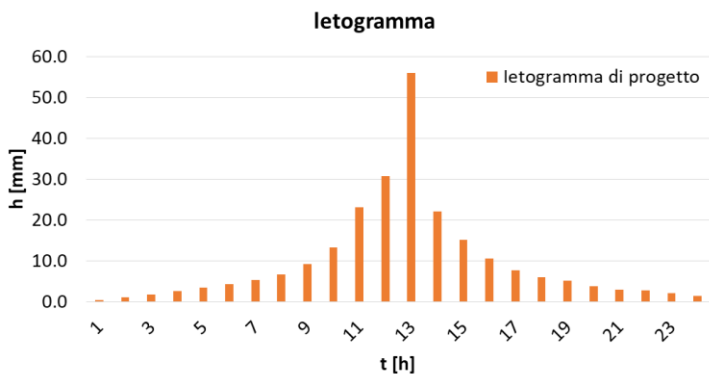


Figura 3.4. Ietogramma di progetto per Tr 3000 per il dimensionamento dello sfioratore di superficie a servizio dell'invaso di monte.

La pioggia insistente che è stata distribuita uniformemente sullo specchio d'acqua e sulle sponde interne degli argini provoca un innalzamento del livello idrico nel bacino nel tempo che è funzione dello ietogramma della pioggia di progetto e della portata sfiorata. Quest'ultima è a sua volta proporzionale alla larghezza della soglia ed all'altezza del tirante idrico sopra la soglia di sfioro:

$$Q_{out} = \frac{2}{3} \mu L \sqrt{(2g)h^3}$$

dove

- Q_{out} è la portata defluita attraverso lo sfioratore (m^3/s);
- μ è il coefficiente di deflusso adimensionale (pari a 0,5);
- L è la larghezza della soglia di sfioro (m);
- g è il valore dell'accelerazione di gravità ($9,8 m/s^2$);
- h è il tirante idrico sopra la soglia (m)

Assumendo una larghezza della soglia sfiorante di 4 m si determina l'idrogramma in uscita rappresentato in Figura 3.5 ed un sovrizzo massimo della superficie libera pari a 18,9 cm, utilizzato successivamente per la determinazione del franco idraulico netto di legge. Il volume complessivo di pioggia che cade sulla superficie dell'invaso è pari a 78.817 m³. In uscita si determina una portata massima di 484 l/s. Si rimanda a quanto riportato nell'Allegato per i calcoli effettuati.

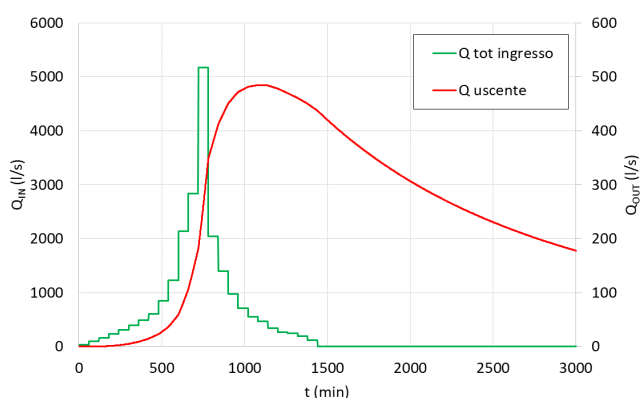


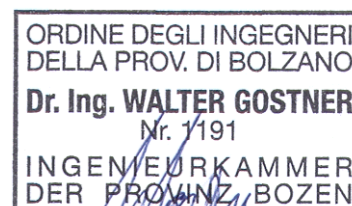
Figura 3.5. Idrogramma equivalente in ingresso (verde) e idrogramma in uscita dallo sfioratore di superficie (in rosso).

Lo sfioratore superficiale sarà pertanto costituito da una soglia sfiorante fissa di luce L=4 m ubicata sul lato O del bacino alla quota di massima regolazione. L'opera di scarico è realizzata con una struttura scatolare che scarica all'interno di un pozzetto inglobato nel corpo arginale. Dal pozzetto una tubazione DN500 scarica le acque nei fossi di guardia, dotati al punto di immissione di dissipatore idraulico, che poi le convogliano in un fosso naturale che scende verso valle in direzione Est e che con opportuna manutenzione risulta essere in grado di recepire le portate di progetto. Come si evince da quanto sopra riportato, il contributo di piena addotto al reticolo naturale risulta marginale e comunque in linea con il contributo di piena che avrebbe generato il bacino naturale sotteso alla sezione di restituzione delle acque nel reticolo stesso.

Bolzano, Malles, Roma, li 20.07.2022

Il Tecnico

Dr. Ing. Walter Gostner

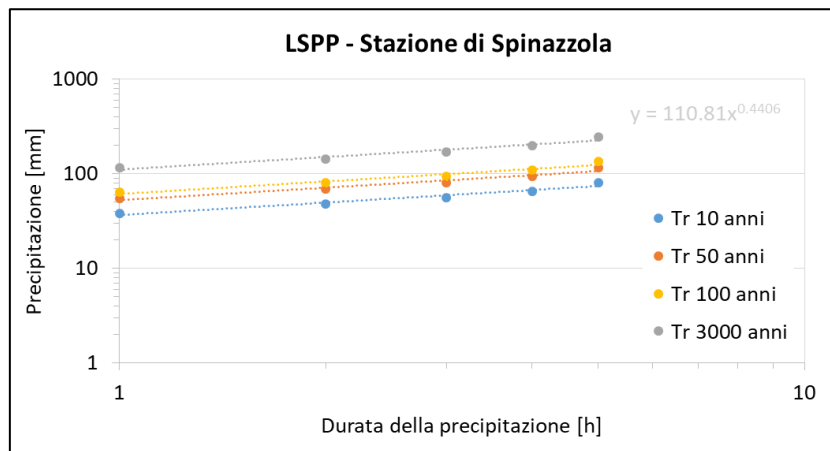


ALLEGATO – Dimensionamento idraulico dello sfioratore di superficie

- Determinazione dell'evento di progetto (Tr = 3.000 anni)

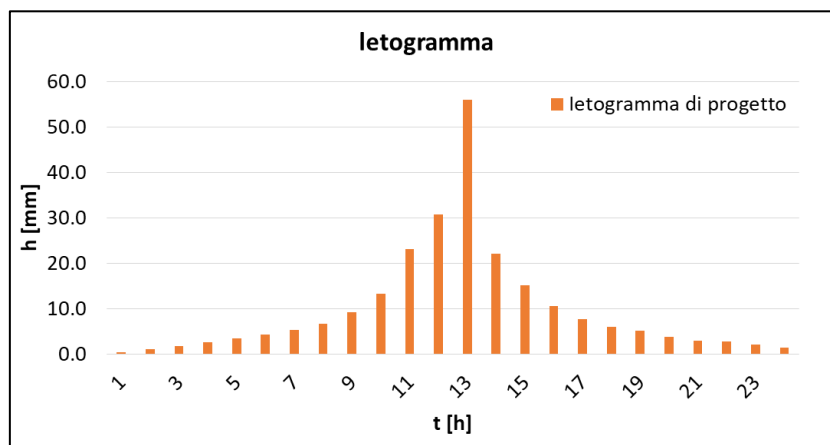
Stazione pluviometrica Spinazzola: media dei massimi annuali delle piogge brevi					
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Media [mm]	25.78	32.04	37.41	43.77	54.39
Eventi [-]	61	61	61	61	61

media dei massimi annuali delle piogge brevi [mm] SP Spinazzola						
Tr	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	
10	38.41	47.74	55.75	65.22	81.04	
20	37.90	47.10	55.00	64.34	79.95	
25	47.18	58.63	68.47	80.10	99.53	
40	52.33	65.04	75.95	88.85	110.41	
50	55.17	68.56	80.06	93.67	116.39	
100	64.19	79.78	93.16	108.99	135.42	
200	75.02	93.23	108.87	127.37	158.27	
500	90.23	112.14	130.95	153.20	190.35	
1000	102.35	127.20	148.53	173.77	215.92	
3000	115.86	143.98	171.73	196.70	244.41	



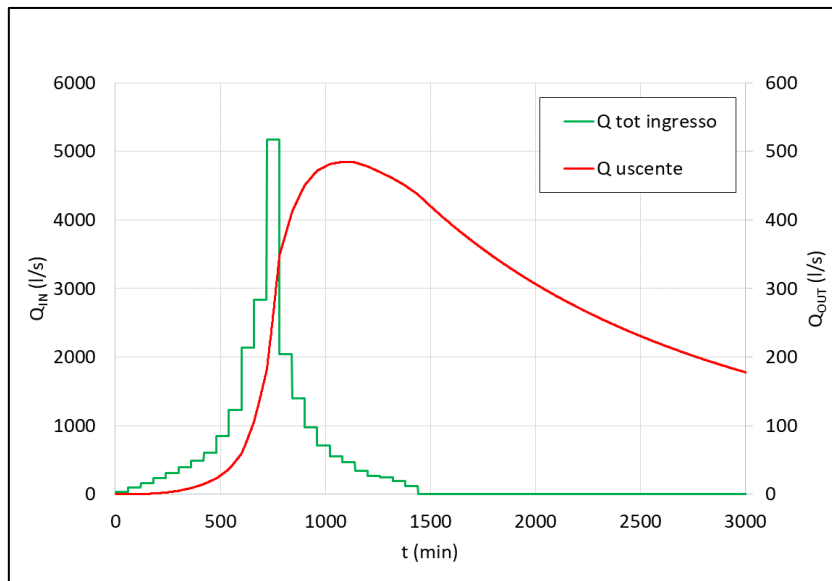
- Determinazione dello ietogramma a blocchi con $t_p = 24$ ore e picco posticipato

t [min]	t [h]	h [mm]	dh [mm]	ietogramma [mm]
60	1	114	114	0.4
120	2	133	20	1.1
180	3	147	13	1.8
240	4	157	10	2.6
300	5	165	8	3.4
360	6	172	7	4.3
420	7	178	6	5.3
480	8	184	6	6.6
540	9	189	5	9.3
600	10	194	5	13.3
660	11	198	4	23.1
720	12	202	4	30.8
780	13	206	4	56.1
840	14	210	4	22.1
900	15	213	3	15.1
960	16	216	3	10.6
1020	17	219	3	7.7
1080	18	222	3	6.0
1140	19	225	3	5.1
1200	20	228	3	3.7
1260	21	230	3	2.9
1320	22	233	2	2.7
1380	23	235	2	2.1
1440	24	237	2	1.3



- Verifica idraulica della portata sfiorata e del livello di sovrizzo massimo

Dati								
Superficie dello specchio d'acqua [m ²]		332 000						
Larghezza soglia di sfioro b [m]		4						
Coefficiente di soglia μ		0.5						
Portata scaricata [m ³ /s]		$Q = 0,667 \cdot \mu \cdot b \cdot (2g)^{0,5} \cdot h^{1,5}$						
Volume compl. di pioggia [m ³]		78 816						
ΔT	ΣT	ΣT	h	Q in (pioggia battente sul lago)	Q in (pioggia battente sul lago + contributi ext.)	s	Q out	Δs
[min]	[min]	[h]	[mm]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[l/s]	[mm]
1	1	0.0	0.01	38	38	0.00	0.000	0.01
1	2	0.03	0.01	38	38	0.01	0.000	0.01
1	3	0.05	0.01	38	38	0.01	0.000	0.01
1	4	0.07	0.01	38	38	0.02	0.001	0.01
1	5	0.08	0.01	38	38	0.03	0.001	0.01
1	6	0.10	0.01	38	38	0.03	0.001	0.01
1	7	0.12	0.01	38	38	0.04	0.002	0.01
⋮								
ΔT	ΣT	ΣT	h	Q in (pioggia battente sul lago)	Q in (pioggia battente sul lago + contributi ext.)	s	Q out	Δs
[min]	[min]	[h]	[mm]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[l/s]	[mm]
1	3171	52.85	0.00	0	0	91.51	163.501	-0.03
1	3172	52.87	0.00	0	0	91.48	163.422	-0.03
1	3173	52.88	0.00	0	0	91.46	163.343	-0.03
1	3174	52.90	0.00	0	0	91.43	163.264	-0.03
1	3175	52.92	0.00	0	0	91.40	163.185	-0.03
1	3176	52.93	0.00	0	0	91.37	163.106	-0.03
1	3177	52.95	0.00	0	0	91.34	163.027	-0.03
1	3178	52.97	0.00	0	0	91.31	162.948	-0.03
1	3179	52.98	0.00	0	0	91.28	162.869	-0.03
1	3180	53.00	0.00	0	0	91.25	162.790	-0.03
1	3181	53.02	0.00	0	0	91.22	162.712	-0.03
1	3182	53.03	0.00	0	0	91.19	162.633	-0.03
1	3183	53.05	0.00	0	0	91.16	162.554	-0.03



Q in max (pioggia battente)	5171	l/s
Q out max (portata sfiorata)	484	l/s
Sovralzo massimo	18.88	cm

▪ Progetto e verifica della condotta a pelo libero

Costanti

$$g := 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \rho_{H_2O} := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \mu_{H_2O} := 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$$

Problema di Progetto

Caratteristiche geometriche

$$\varphi := 75 \text{ °}$$

$$S := 0.03$$

$$ks := 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q_d := \begin{bmatrix} 0.484 \\ 0.5 \end{bmatrix} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Tipo di sezione CIRCOLARE	Area bagnata A	Perimetro bagnato P	Larghezza pelo libero B
$\alpha = 2 \arccos(1 - 2 \cdot h/D)$	$\frac{D^2}{8} (\alpha - \sin \alpha)$	$\frac{D}{2} \cdot \alpha$	$D \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$

Con α in radianti

$$\text{find_DN}(Q, \varphi, ks, pend) := \begin{cases} \alpha := 2 \cdot \arccos(1 - 2 \cdot \varphi) \\ A := \frac{D^2}{8} \cdot (\alpha - \sin(\alpha)) \\ P := \frac{D}{2} \cdot \alpha \\ Rh := \frac{A}{P} \\ \text{FindRoot} \left(Q - ks \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot A = 0, D = 0.001 \text{ m} \right) \end{cases}$$

$$k := [1..length(Q_d)]$$

$$D_{teorico_k} := -\text{find_DN}(Q_{d_k}, \varphi, ks, S) = \begin{bmatrix} 0.419 \\ 0.424 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$\text{Clear}(\alpha, A, P, Rh, k, \varphi) = 1$$

Scelte progettuali

In questa fase di progetto ho scelto un tubo in PE DN500 PN10

$$D_i := [440.6] \text{ mm} \quad Q_p := 0.484 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad \text{valore di portata per le verifiche}$$

Problema di Verifica

Con i diametri scelti si determinano le effettive condizioni di moto.

$$\text{check_}\alpha(Q, D, ks, S) := \begin{cases} A := \frac{D^2}{8} \cdot (\beta - \sin(\beta)) \\ P := \frac{D}{2} \cdot \beta \\ Rh := \frac{A}{P} \\ \text{FindRoot} \left(Q = ks \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot A, \beta = 0.1 \right) \end{cases}$$

$$k := [1..length(D_i)]$$

$$\alpha_k := \text{check_}\alpha(Q_p, D_{i_k}, ks, S) = [3.857] \text{ rad}$$

$$\alpha = [3.857] \quad \text{Riporta un errore se il diametro è troppo piccolo}$$

$$A := \frac{D_i^2}{8} \cdot (\alpha - \sin(\alpha))$$

$$P := \frac{D_i}{2} \cdot \alpha$$

$$Rh := \frac{A}{P}$$

tiranti nelle condotte a secondo del diametro

$$h_{design} := \frac{D_i}{2} \cdot \left(1 - \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right) = [0.297] \text{ m}$$

tensioni tangenziali al fondo

$$\tau_{0_design} := \rho_{H_2O} \cdot g \cdot Rh \cdot S = [37.929] \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Grado di riempimento a secondo del diametro

$$\varphi_{design} := \frac{h_{design}}{D_i} = [67.5] \text{ °}$$

velocità in funzione dei diametri scelti

$$u_{Design} := \frac{Q_p}{A} = [4.42] \frac{\text{m}}{\text{s}}$$