

Relazione idrologica e idraulica

Progetto definitivo

Impianto agrivoltaico "F-SASSA"

Comune di Sassari (SS)

Località Predda Bianca



N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	IT/FTV/F-SASSA/PDF/A/RS/008-a
a	Emissione	IAT	Asja Sassari S.r.l.	GF – IAT S.r.l.	19/02/2024 Corso Vittorio Emanuele II, 6 10123 Torino - Italia asja.sassari@pec.it

PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:

Aspetti geologici e geotecnici: Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Alessio Musu

Caratterizzazione agro-pedologica: Dott. Agronomo Federico Corona

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti archeologici: Dott.ssa Anna Luisa Sanna

INDICE

1	PREMESSA	4
2	CALCOLI IDROLOGICI	5
2.1	Determinazione dell'altezza di pioggia critica	9
3	CALCOLI IDRAULICI	12

1 PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento e la verifica della rete di smaltimento delle acque meteoriche connessa alla realizzazione di un impianto agrivoltaico, denominato "F-SASSA", con moduli installati su inseguitori solari monoassiali ubicato in Comune di Sassari (Regione Sardegna - Città Metropolitana di Sassari) in località "Predda Bianca".

Il proponente è la società Asja Sassari s.r.l., avente sede legale a Torino (TO) in Corso Vittorio Emanuele II n. 6.

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato con il metodo cinematico per il calcolo dei deflussi meteorici applicato alla curva di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV. La rete di smaltimento delle acque meteoriche dell'impianto, progettata per tempi di ritorno dei fenomeni temporaleschi $TR = 10$ anni, è costituita da canalette continue in terra, con pendenza minima dello 0,5%, con sezione trapezoidale, base 500 mm (larghezza), 700 mm (altezza) e pendenza delle sponde 1/3; le portate sono poi convogliate mediante delle tubazioni in cemento rotocompresso, diametro interno pari a 800 mm e pendenza 0.05%, di collegamento tra le canalette oppure ai corpi ricettori presenti nell'area.

2 CALCOLI IDROLOGICI

La portata sarà stimata simulando, mediante un modello deterministico a fondamento cinematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino idrografico.

Le ipotesi di base del metodo sono:

la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;

ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione in cui essa è caduta;

la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;

la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{T_c}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

- T_c = tempo di corrivazione [ore]
- S = superficie del bacino [km^2]
- h_{T_c} = pioggia critica di durata T_c [mm]
- Ψ = coefficiente di deflusso.

Lo ietogramma di progetto per la stima del coefficiente di afflusso è di tipo rettangolare, ovvero l'intensità della pioggia si suppone costante durante tutta la durata dell'evento meteorico. Questa ipotesi è applicabile al regime idrologico della Sardegna poiché le piogge presentano prevalentemente breve durata e alta intensità. L'evento di precipitazione considerato ai fini della verifica della rete di scarico delle acque meteoriche è dato da uno ietogramma di durata T di 10 minuti (stimato come la somma del tempo di accesso in rete più il tempo di percorrenza della rete).

Sulla base della caratterizzazione dell'area è stato attribuito un coefficiente di afflusso pari a 0,7.

Sulla base delle pendenze dei bacini e delle canalette in progetto sono stati individuati 23 diverse superfici scolanti individuate nelle figure sotto riportate:

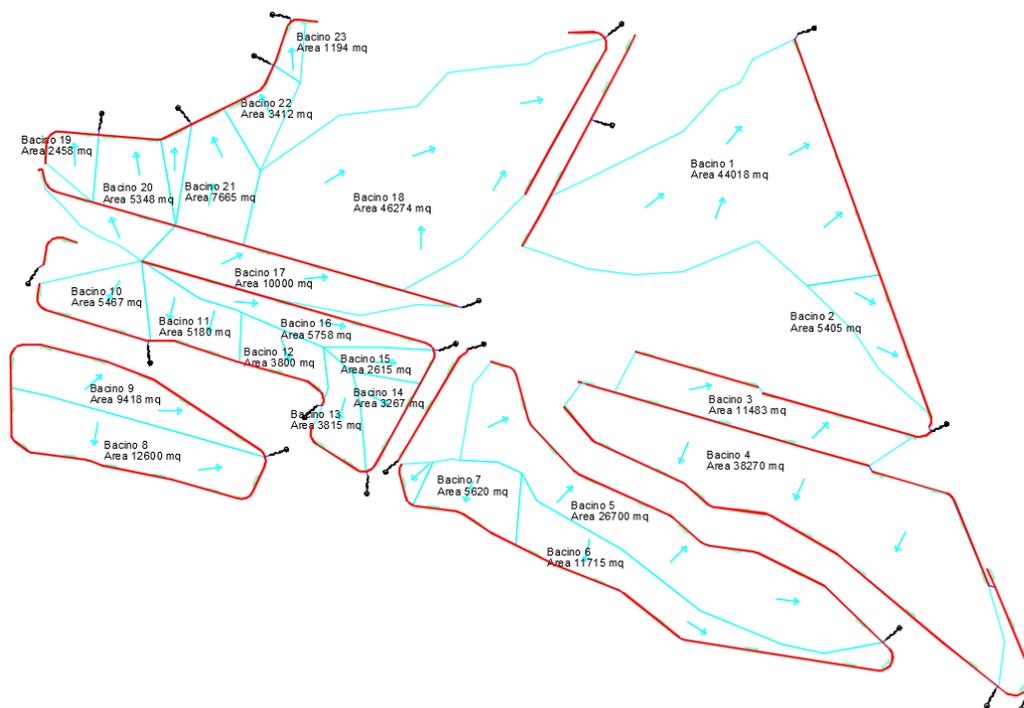


Figura 2.1 – Planimetrie con individuazione dei bacini



Figura 2.2 – Planimetrie con individuazione dei bacini su ortofoto

Tabella 2.1 – Tabella superfici scolanti

Bacino	Superficie [mq]
1	44018
2	5405
3	11483
4	38270
5	26700
6	11715
7	5620
8	12600
9	9418
10	5467
11	5180
12	3800
13	3815
14	3267
15	2615
16	5758
17	10000
18	46274
19	2458
20	5348
21	7665
22	3412
23	1194

2.1 Determinazione dell'altezza di pioggia critica

Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda h_{Tc} da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

La pioggia lorda h viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.18488+0.22960 \cdot \text{Log}(T)-3.3216 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-1.0469 \cdot 10^{-2}-7.8505 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.18722+0.24862 \cdot \text{Log}(T)-3.36305 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-6.3887 \cdot 10^{-3}-4.5420 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.19060+0.264438 \cdot \text{Log}(T)-3.8969 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=1.4929 \cdot 10^{-2}+7.1973 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$

I valori di a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda a_2 e n_2 si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno TR maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia T_p maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna.

Le superfici scolanti che interessano l'area di intervento ricadono nella SZO 2. E' stato utilizzato un coefficiente μ_g pari a 47.

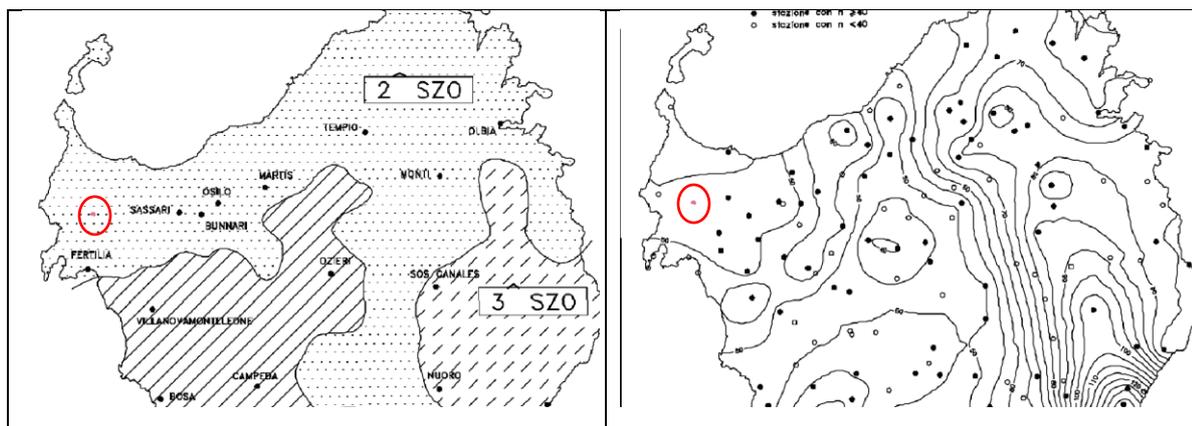


Figura 2.3 – Planimetrie con individuazione della SZO e della pioggia indice

Risultati calcolo idrologico

Nella Tabella 2.2 sono indicate le portate per ciascun bacino:

Tabella 2.2 – Tabella portate bacini

Bacino	Superficie [mq]	Portata tempo di ritorno 10 anni [l/s]
1	44018	878.35
2	5405	107.85
3	11483	229.14
4	38270	763.65
5	26700	532.78
6	11715	233.76
7	5620	112.16
8	12600	251.42
9	9418	187.93
10	5467	109.09
11	5180	103.36

Bacino	Superficie [mq]	Portata tempo di ritorno 10 anni [l/s]
12	3800	75.83
13	3815	76.13
14	3267	65.19
15	2615	52.18
16	5758	114.9
17	10000	199.54
18	46274	923.37
19	2458	49.05
20	5348	106.72
21	7665	152.95
22	3412	68.08
23	1194	23.83

3 CALCOLI IDRAULICI

Per la verifica idraulica della rete sono stati individuati le superfici scolanti relativi a ciascun tratto della rete.

VERIFICA IDRAULICA A PELO LIBERO DELLE CANALETTE E TUBAZIONI

La verifica idraulica dei tratti di canalette e tubazioni a pelo libero in progetto è stata effettuata utilizzando la formula di Chezy-Bazin che assume la seguente formula:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Dove:

- Q = portata (mc/s);
- A = sezione bagnata
- C = contorno bagnato
- R = raggio idraulico = A/C
- i = pendenza del collettore
- χ = coefficiente di scabrezza calcolato come segue:

$$\chi = ks \cdot R^{1/6} \quad \text{dove:}$$

ks = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si é adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 40 per le canalette in terra ed un valore pari a 80 per le tubazioni in cemento in stato di esercizio.

Sono state verificati i tratti principali del sistema di canalette (quelli con portate maggiori) e le tubazioni di attraversamento e di scarico diametro interno 800 mm.

Si riporta di seguito una planimetria ed una tabella con indicazione dei tratti oggetto di verifica.

Le canalette sono realizzate in terra, sezione trapezoidale con base 500 mm, altezza 700 mm, pendenza delle sponde 1/3 e pendenza longitudinale minima del 0,5%.

Nei tratti A-B, C-D e E-F l'altezza interna delle canalette è di 1000mm.

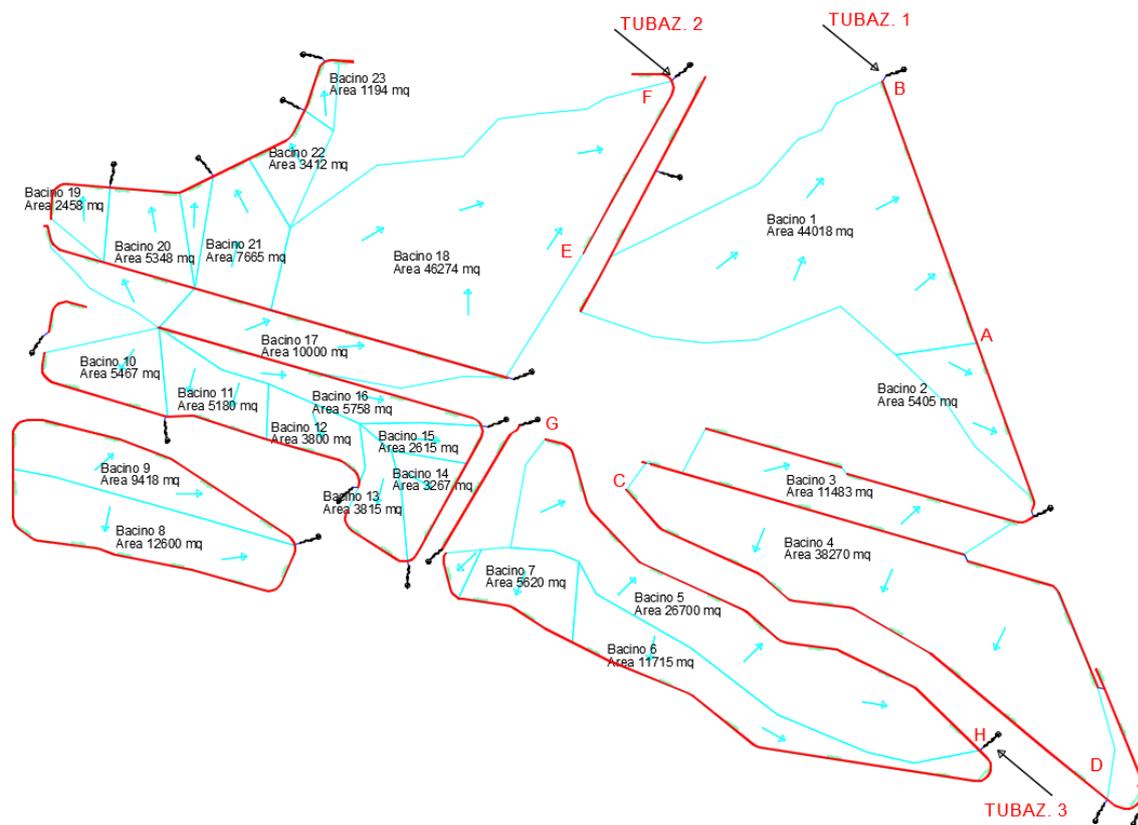
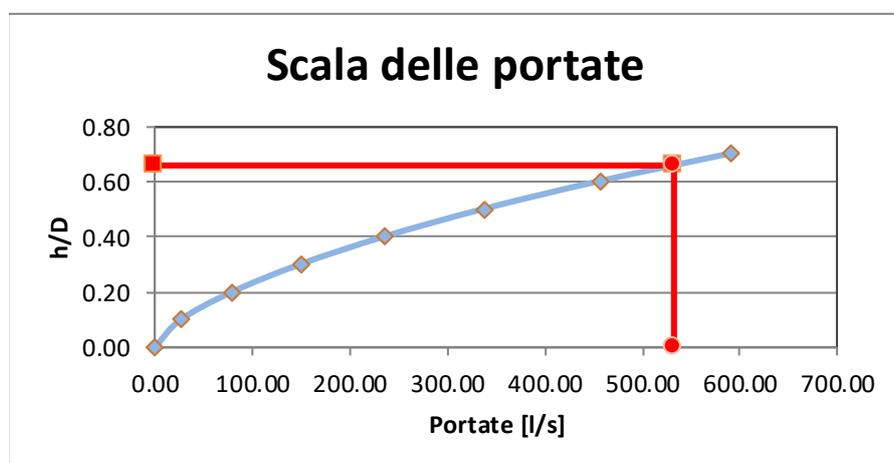


Figura 3.1 - Planimetrie con individuazione dei tratti oggetto di verifica

Tabella 3.1 – Tabella portate di verifica

Canaletta o tubazione	Superfici raccolte	Portata [l/s]	Caratteristiche geometriche
Canaletta tratto G-H	Bacino 5	532.78	Sezione trapezia B= 500 m H= 700 mm Pendenza sponde 1/3
Canaletta tratto A-B	Bacino 1	878.35	Sezione trapezia B= 500 m H= 1000 mm Pendenza sponde 1/3
Canaletta tratto E-F	Bacino 18	923.37	Sezione trapezia B= 500 m H= 1000 mm Pendenza sponde 1/3
Tubazione 1	Bacino 1	878.35	Tubazione in cemento diametro 800 mm
Tubazione 2	Bacino 18	923.37	Tubazione in cemento diametro 800 mm
Tubazione 3	Bacino 5 + Bacino 6	766.54	Tubazione in cemento diametro 800 mm

TRATTO G-H							
Materiale canaletta					Terra		
BASE [mm]					500		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]					40		
Pendenza sponde					0.33333333		
Pendenza [m/m]					0.005		
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.66	0.47	1.89	0.25	31.77	532.78	1.13	92.25



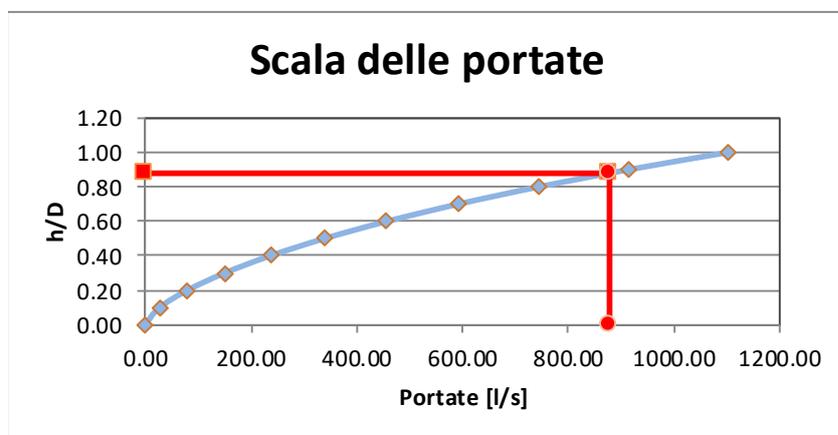
Legenda:

h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.05	0.71	0.08	25.98	26.84	0.50	10.39
0.20	0.11	0.92	0.12	28.21	79.27	0.70	22.08
0.30	0.18	1.13	0.16	29.44	149.39	0.83	35.06
0.40	0.25	1.34	0.19	30.29	235.64	0.93	49.35
0.50	0.33	1.55	0.21	30.95	337.82	1.01	64.94
0.60	0.42	1.76	0.24	31.49	456.19	1.09	81.82
0.70	0.51	1.98	0.26	31.95	591.19	1.15	100.00

TRATTO A-B							
Materiale canaletta					Terra		
BASE [mm]					500		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [m ^{1/3} /s]					40		
Pendenza sponde					0.33333333		
Pendenza [m/m]					0.005		
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.88	0.70	2.36	0.30	32.66	878.35	1.26	83.81



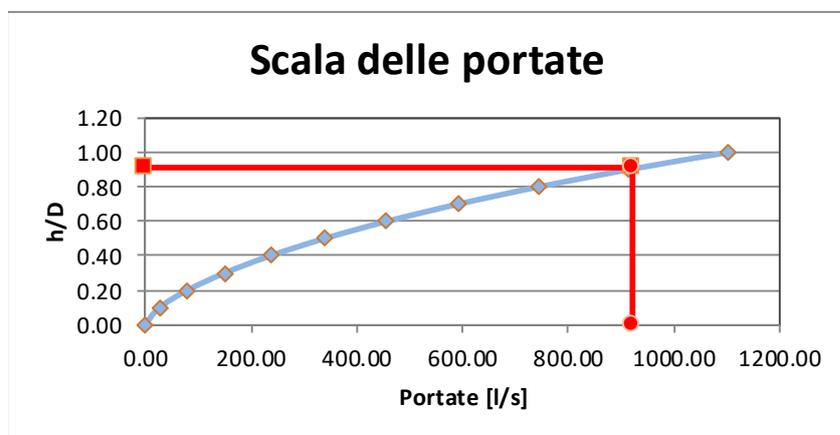
Legenda:

h:	altezza idrica
A:	area bagnata
B:	contorno bagnato
R:	raggio idraulico
χ :	coefficiente scabrezza
Q:	portata
V:	velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.05	0.71	0.08	25.98	26.84	0.50	6.40
0.20	0.11	0.92	0.12	28.21	79.27	0.70	13.60
0.30	0.18	1.13	0.16	29.44	149.39	0.83	21.60
0.40	0.25	1.34	0.19	30.29	235.64	0.93	30.40
0.50	0.33	1.55	0.21	30.95	337.82	1.01	40.00
0.60	0.42	1.76	0.24	31.49	456.19	1.09	50.40
0.70	0.51	1.98	0.26	31.95	591.19	1.15	61.60
0.80	0.61	2.19	0.28	32.36	743.36	1.21	73.60
0.90	0.72	2.40	0.30	32.73	913.29	1.27	86.40
1.00	0.83	2.61	0.32	33.07	1101.58	1.32	100.00

TRATTO E-F							
Materiale canaletta					Terra		
BASE [mm]					500		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [m ^{1/3} /s]					40		
Pendenza sponde					0.33333333		
Pendenza [m/m]					0.005		
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.91	0.73	2.41	0.30	32.75	923.37	1.27	87.14



Legenda:

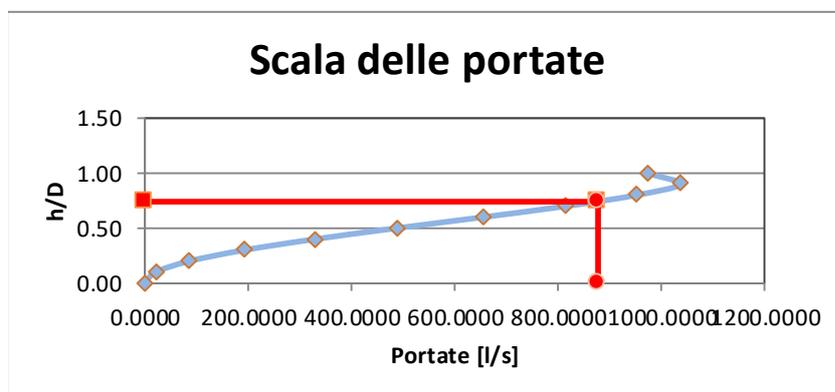
h:	altezza idrica
A:	area bagnata
B:	contorno bagnato
R:	raggio idraulico
χ :	coefficiente scabrezza
Q:	portata
V:	velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.05	0.71	0.08	25.98	26.84	0.50	6.40
0.20	0.11	0.92	0.12	28.21	79.27	0.70	13.60
0.30	0.18	1.13	0.16	29.44	149.39	0.83	21.60
0.40	0.25	1.34	0.19	30.29	235.64	0.93	30.40
0.50	0.33	1.55	0.21	30.95	337.82	1.01	40.00
0.60	0.42	1.76	0.24	31.49	456.19	1.09	50.40
0.70	0.51	1.98	0.26	31.95	591.19	1.15	61.60
0.80	0.61	2.19	0.28	32.36	743.36	1.21	73.60
0.90	0.72	2.40	0.30	32.73	913.29	1.27	86.40
1.00	0.83	2.61	0.32	33.07	1101.58	1.32	100.00

Tubazione 1	
Materiale tubazione	CEMENTO
Diametro interno (mm)	800
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]	80
Pendenza [m/m]	0.005
Portata progetto [l/s]	878.350

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.74	0.40	1.66	0.24	63.11	878.35	2.19	79.78



Legenda:

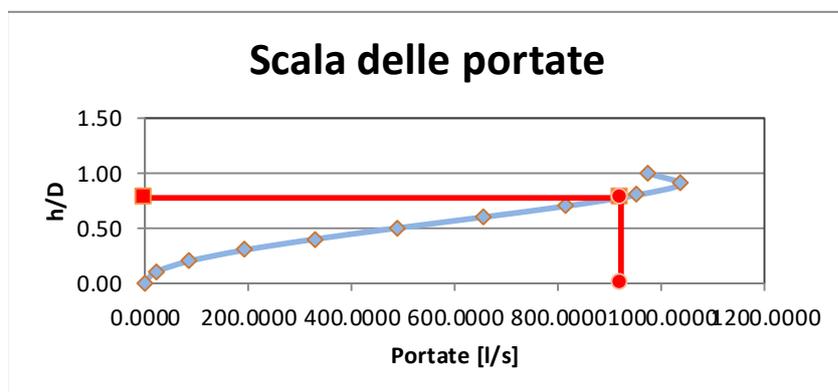
h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.03	0.51	0.05	48.69	20.3025	0.78	5.20
0.20	0.07	0.74	0.10	54.18	85.1582	1.19	14.24
0.30	0.13	0.93	0.14	57.42	190.4350	1.50	25.23
0.40	0.19	1.10	0.17	59.62	327.7019	1.75	37.35
0.50	0.25	1.26	0.20	61.18	486.2223	1.93	50.00
0.60	0.31	1.42	0.22	62.26	653.3273	2.07	62.65
0.70	0.38	1.59	0.24	62.93	814.1672	2.17	74.77
0.80	0.43	1.77	0.24	63.21	950.5323	2.20	85.76
0.90	0.48	2.00	0.24	63.00	1036.4288	2.18	94.80
1.00	0.50	2.51	0.20	61.18	972.4445	1.93	100.00

Tubazione 2	
Materiale tubazione	CEMENTO
Diametro interno (mm)	800
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]	80
Pendenza [m/m]	0.005
Portata progetto [l/s]	923.370

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.78	0.42	1.73	0.24	63.19	923.37	2.20	83.44



Legenda:

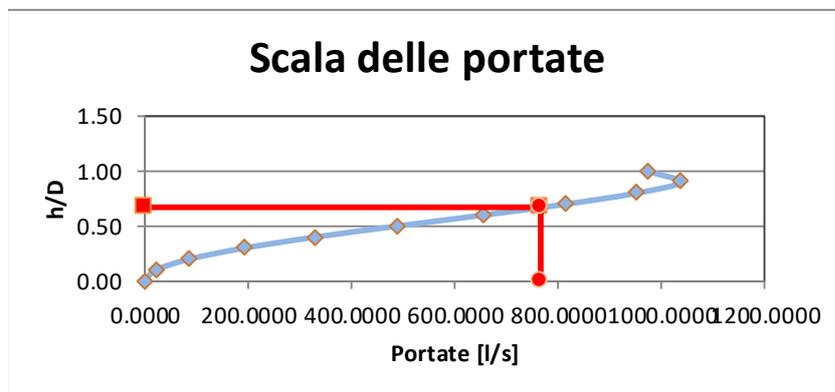
h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.03	0.51	0.05	48.69	20.3025	0.78	5.20
0.20	0.07	0.74	0.10	54.18	85.1582	1.19	14.24
0.30	0.13	0.93	0.14	57.42	190.4350	1.50	25.23
0.40	0.19	1.10	0.17	59.62	327.7019	1.75	37.35
0.50	0.25	1.26	0.20	61.18	486.2223	1.93	50.00
0.60	0.31	1.42	0.22	62.26	653.3273	2.07	62.65
0.70	0.38	1.59	0.24	62.93	814.1672	2.17	74.77
0.80	0.43	1.77	0.24	63.21	950.5323	2.20	85.76
0.90	0.48	2.00	0.24	63.00	1036.4288	2.18	94.80
1.00	0.50	2.51	0.20	61.18	972.4445	1.93	100.00

Tubazione 3	
Materiale tubazione	CEMENTO
Diametro interno (mm)	800
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]	80
Pendenza [m/m]	0.005
Portata progetto [l/s]	766.540

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.67	0.36	1.53	0.23	62.77	766.54	2.14	71.14



Legenda:

h/D: rapporto altezza/diametro
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate tubazione

h/D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.00
0.10	0.03	0.51	0.05	48.69	20.3025	0.78	5.20
0.20	0.07	0.74	0.10	54.18	85.1582	1.19	14.24
0.30	0.13	0.93	0.14	57.42	190.4350	1.50	25.23
0.40	0.19	1.10	0.17	59.62	327.7019	1.75	37.35
0.50	0.25	1.26	0.20	61.18	486.2223	1.93	50.00
0.60	0.31	1.42	0.22	62.26	653.3273	2.07	62.65
0.70	0.38	1.59	0.24	62.93	814.1672	2.17	74.77
0.80	0.43	1.77	0.24	63.21	950.5323	2.20	85.76
0.90	0.48	2.00	0.24	63.00	1036.4288	2.18	94.80
1.00	0.50	2.51	0.20	61.18	972.4445	1.93	100.00