



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
COMUNI DI VILLASOR E DECIMOPUTZU**
Provincia del Sud Sardegna (SU)



**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO AVANZATO DENOMINATO VILLASOR Z**

Loc. "Sartu Is Coccus" 09034 Villasor (SU) e Loc. Mitza Cannas 09010 Decimoputzu (SU) - Sardegna, Italia

Potenza Nominale: Impianto FV 62'080,98 kWp

	Committente - Sviluppo progetto FV: Apollo Villasor S.r.l. Viale della Stazione n. 7 - 39100 Bolzano (BZ) P.IVA 03167130214, PEC: apollovillasor@legalmail.it	Gruppo di lavoro La SIA S.p.A. Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico Giulio Alberto Arca - Archeologo Marta Camba - Geologo Francesco Paolo Pinchera - Biologo
	Coordinamento Progettisti Innova Service S.r.l. Via Santa Margherita n. 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaserviceca@pec.it	Progettazione Agronomica (La SIA S.p.A.) Agr. Stefano Atzeni - Agronomo Agr. Franco Milito - Agronomo
	Coordinamento gruppo di lavoro La SIA S.p.a. Viale Luigi Schiavonetti n. 286 - Roma (RM) P.IVA 08207411003, PEC: direzione.lasia@pec.it	Progettazione Elettrica Ing. Silvio Matta - Ing. Elettrico

Elaborato

RELAZIONE IDRAULICA

Codice elaborato REL_SP_IDRA			Scala -	Formato A4
REV.	DATA	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Maggio 2024	Ing. Antonio Dedoni	Innova Service S.r.l.	Apollo Villasor S.r.l.

Note

INDICE

1	PREMESSA	2
2	CALCOLI IDROLOGICI.....	3
2.1	Determinazione dell'altezza di pioggia critica	4
2.2	Portate di piena bacini interni all'impianto.....	5
3	CALCOLI IDRAULICI	7
4	CONCLUSIONI	11

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce relazione di dimensionamento idraulico della rete di regimazione delle acque meteoriche interne di un impianto produzione di energia elettrica Agrovoltaiico avanzato in località “Mitza Canna” e “Sartu Is Coccus” nella zona agricola dei Comuni di VILLASOR (SU) e Decimoputzu (SU).

E' prevista una rete di smaltimento delle acque meteoriche delle nuove strade dell'impianto, progettata per tempi di ritorno dei fenomeni temporaleschi $TR = 2$ anni, costituita da canalette continue in terra, con pendenza minima dello 1.00%, con sezione triangolare, base 500 mm (larghezza), 200 mm (altezza); per gli attraversamenti stradali, di collegamento tra le canalette in terra situate sul lato opposto della strada, sono previste delle canalette di drenaggio in calcestruzzo polimerico, con griglia in ghisa D400, altezza esterna 309 mm, larghezza nominale 200 mm, pendenza minima 0,50%.

Le portate sono poi convogliate mediante canalette in terra o tubazioni in cemento rotocompresso ai corpi ricettori presenti nell'area.

SEZIONE STRADALE TIPO - SCALA 1:15

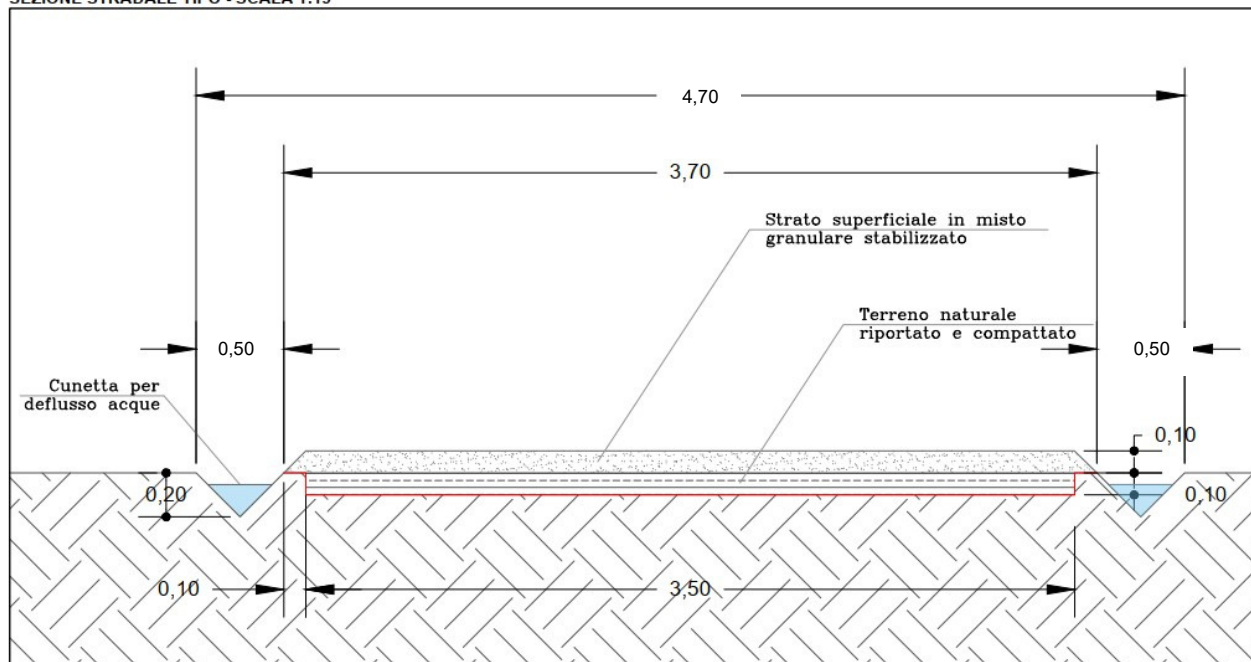
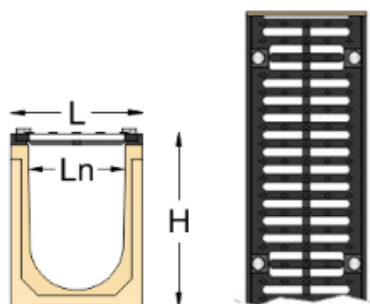


Figura 1 – Sezione trasversale strada con indicazione delle cunette



Larghezza nominale Ln mm	200
Larghezza esterna L mm	260
Altezza canale H mm	309

Figura 2 – Canalette in calcestruzzo

Dall'utilizzo del modello digitale del terreno, passo 10 m, fornito dal portale della Regione Sardegna, sono state individuate le curve di livello dell'area dell'impianto. In fase esecutiva si procederà alla verifica della rete di smaltimento sulla base di un rilievo di dettaglio.

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.

Il metodo cinematico solitamente ben si adatta alle stime di portata di piena dei piccoli bacini, fra i quali, con un criterio del tutto empirico possono essere classificati i bacini di estensione massima pari a qualche centinaio di Km^2 , mentre per bacini di maggiori dimensioni fornisce risultati che in genere risultano sovrastimati.

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

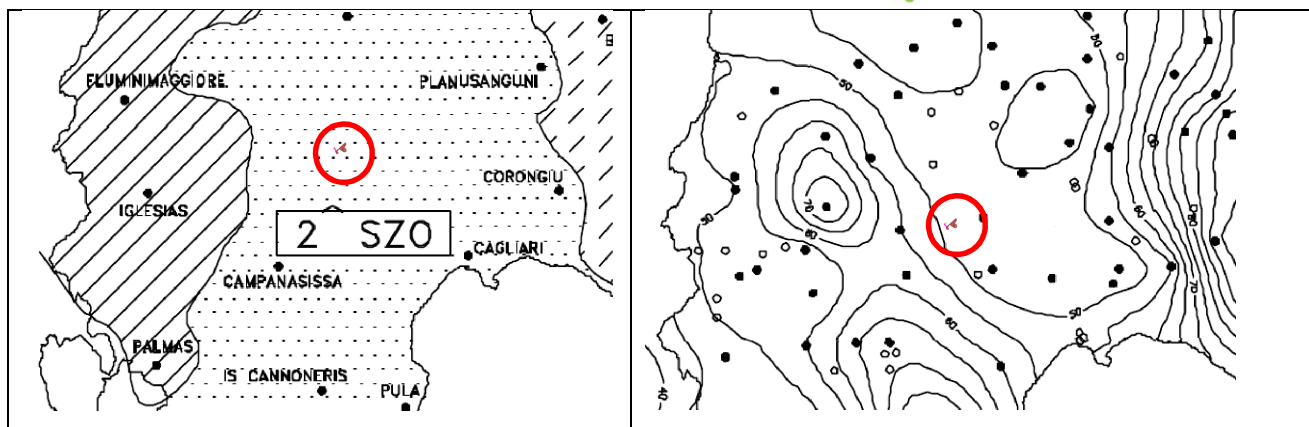
I valori di a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

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

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

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 Sardegna¹.

Le superfici scolanti che interessano l'area di intervento ricadono nella SZO 2. E' stato utilizzato un coefficiente μ_g pari a 49.


 Figura 3 – Planimetria SZO e pioggia indice μg

2.2 Portate di piena bacini interni all'impianto

L'evento di precipitazione considerato ai fini della verifica della rete di scarico delle acque meteoriche è dato da uno istogramma di durata T stimato come la somma del tempo di accesso in rete più il tempo di percorrenza della rete.

Sulla base della tipologia di strada è stato attribuito un coefficiente di afflusso pari a 0,7.

Nella tabella sotto riportata sono indicate le portate per ciascun tratto di strada:

Tratto di strada	Superficie [mq]	Portata tempo di ritorno 2 anni [l/s]
1-2	2805	30.0
2-3	6412	35.3
3-4	9853	38.4
4-5	12386	40.2
6-5	2405	29.1
6-7	1850	27.7
7-8	5957	34.8
10-9	3700	31.7
9-8	6660	35.6
1-11	1073	24.9
13-14	2220	28.7
13-12	2128	28.4
15-14	1739	27.3
13-12	518	21.6
15-12	703	22.9

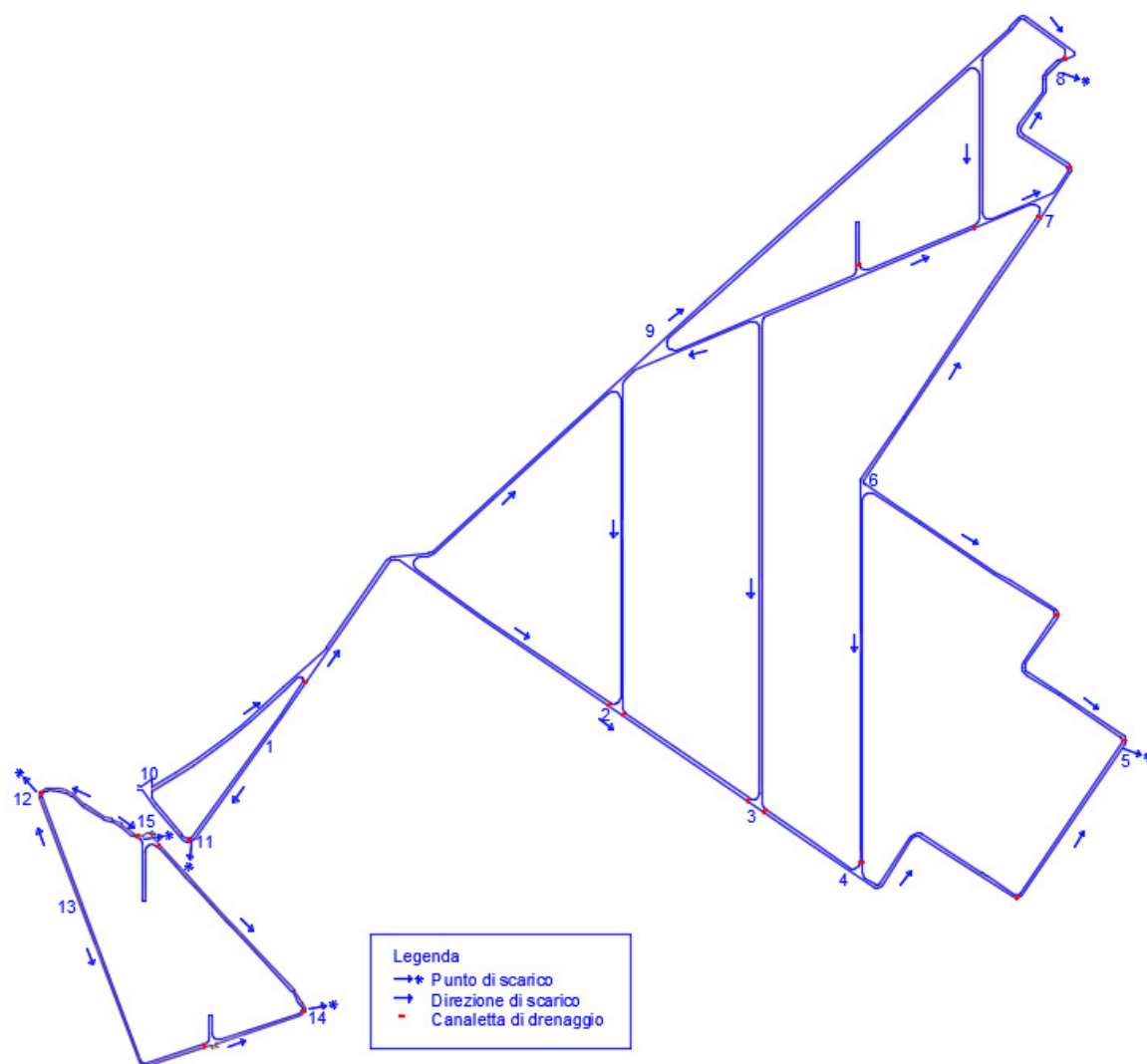


Figura 4 – Planimetria delle canalette e attraversamenti viabilità

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 DELLE TUBAZIONI

La verifica idraulica dei tratti 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:

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

k_s = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si é adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 60 per le canalette in terra e pari a 80 per le canalette in calcestruzzo.

Sono state verificati i tratti principali del sistema di canalette (quelli con portate maggiori) e le canalette in corrispondenza degli attraversamenti stradali con portata maggiore.

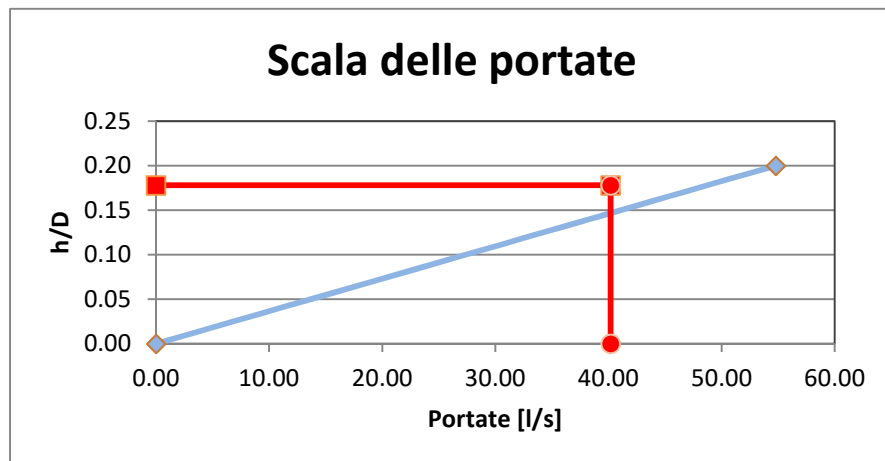
Le canalette continue sono realizzate in terra, con pendenza minima dello 1,0 %, con sezione triangolare, base 500 mm (larghezza), 200 mm (altezza).

Per gli attraversamenti stradali, di collegamento tra le canalette in terra situate sul lato opposto della strada, sono previste delle canalette di drenaggio in calcestruzzo polimerico, con griglia in ghisa D400, altezza esterna 309 mm, larghezza nominale 200 mm, pendenza minima 0,50%.

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

Canaletta o tubazione	Superfici raccolte	Portata [l/s]	Caratteristiche geometriche
Canaletta tratto 4-5	12386	40.2	Sezione triangolare B= 500 mm H= 200mm, Pendenza minima 1,0%
Canaletta tratto 8-9	6660	35.6	Sezione triangolare B= 500 mm H= 200mm, Pendenza minima 1,0%
Canaletta Attraversamento 2	1390	15.0	Canaletta drenaggio, H=309 mm, B= 200 mm, Pendenza minima 0,5%

Canaletta tratto 4-5							
Materiale attraversamento				Terra			
BASE [m]				0			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]				60			
Pendenza sponde				1.25			
Pendenza [m/m]				0.010			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.18	0.04	0.57	0.07	38.47	40.20	1.01	79.26



Legenda:

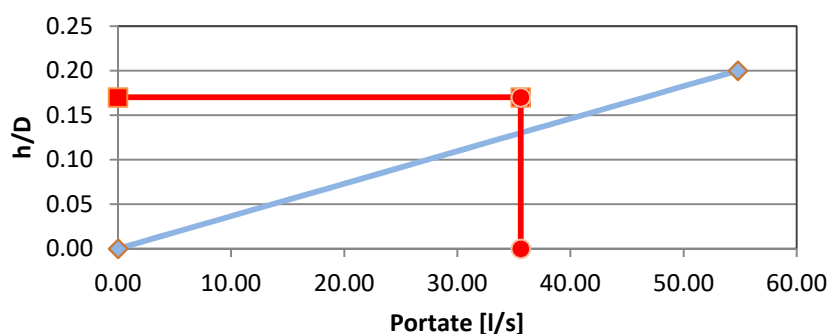
h: altezza idrica
A: area bagnata
B: contorno bagnato
R: raggio idraulico
χ : coefficiente scabrezza
Q: portata
V: velocità

Scala delle portate

h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.05	0.64	0.08	39.23	54.81	1.10	100.00

Canaletta tratto 8-9

Materiale attraversamento				Terra			
BASE [m]				0			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]				60			
Pendenza sponde				1.25			
Pendenza [m/m]				0.010			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.17	0.04	0.54	0.07	38.18	35.60	0.98	72.35

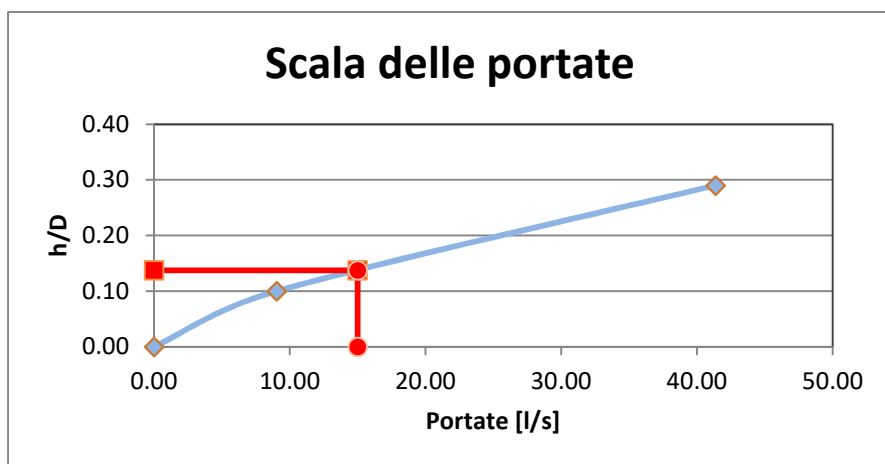
Scala delle portate

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.05	0.64	0.08	39.23	54.81	1.10	100.00

Canaletta 2							
Materiale attraversamento				Calcestruzzo			
BASE [m]				0.2			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]				80			
Pendenza sponde							
Pendenza [m/m]				0.005			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.14	0.02	0.39	0.06	37.50	15.00	0.65	43.16



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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.02	0.31	0.05	36.41	9.04	0.58	29.24
0.29	0.05	0.69	0.08	39.17	41.36	0.77	100.00

4 CONCLUSIONI

La rete di smaltimento delle acque meteoriche delle nuove strade dell'impianto (al fine di captare le sole acque che cadono sulla viabilità) è stata progettata per tempi di ritorno dei fenomeni temporaleschi $TR = 2$ anni ed è costituita da canalette continue in terra, con pendenza minima dello 1%, con sezione triangolare, base 500 mm (larghezza), 200 mm (altezza); per gli attraversamenti stradali, di collegamento tra le canalette situate sui lati opposti della strada, sono previste delle canalette di drenaggio in calcestruzzo polimerico, con griglia in ghisa D400, altezza esterna 309 mm, larghezza nominale 200 mm, pendenza minima 0,50%.

Le portate sono poi convogliate mediante canalette in terra o tubazioni in cemento rotocompresso ai corpi ricettori presenti nell'area.

Ai fini della verifica idraulica sono stati considerati i tratti principali del sistema di canalette (quelli con portate maggiori) e le canalette in corrispondenza degli attraversamenti stradali con portata maggiore.

La verifica idraulica, eseguita utilizzando la formula di Chezy-Bazin, ha determinato ai seguenti risultati:

Canaletta o tubazione	Portata di dimensionamento [l/s]	V [m/s]	Riempimento [%]	Verifica
Canaletta tratto 4-5	40.2	1.01	79.26	POSITIVA
Canaletta tratto 8-9	35.6	0.98	72.36	POSITIVA
Canaletta Attraversamento 2	15.0	0.65	43.16	POSITIVA