





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
COMUNE DI DECIMOPUTZU
Provincia del Sud Sardegna (SU)



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO AVANZATO DENOMINATO DECIMOPUTZU

Loc. "Mitza Canna" e "Coddu Serra Gureu", Decimoputzu (SU) - 08020, Sardegna, Italia

Potenza Nominale: Impianto FV 18'589,22 kWp -- Sistema di accumulo 8,25 MW

	<p>Committente - Sviluppo progetto FV:</p> <p>Apollo Decimoputzu S.r.l. Viale della Stazione n. 7 - 39100 Bolzano (BZ) P.IVA 03168500217, PEC: apollodecimoputzu@legalmail.it</p>	<p>Gruppo di lavoro - VIA (La SIA S.p.A.)</p> <p>Riccardo Sacconi - Ingegnere Civile Antonio Dedoni - Ingegnere Idraulico Alberto Mossa - Archeologo Simone Manconi - Geologo Francesco Paolo Pinchera - Biologo</p> <p>Progettazione Agronomica (La SIA S.p.A.)</p> <p>Agr. Franco Milito - Agronomo Agr. Rita Bosi - Agronomo Agr. Stefano Atzeni - Agronomo</p> <p>Progettazione Elettrica</p> <p>Ing. Silvio Matta - Ing. Elettrico</p>
	<p>Coordinamento Progettisti</p> <p>Innova Service S.r.l. Via Santa Margherita n. 4 - 09124 Cagliari (CA) P.IVA 03379940921, PEC: innovaserviceca@pec.it</p>	
	<p>Coordinamento gruppo di lavoro VIA</p> <p>La SIA S.p.a. Viale Luigi Schiavonetti n. 286 - Roma (RM) P.IVA 08207411003, PEC: direzione.lasia@pec.it</p>	

Elaborato

RELAZIONE IDRAULICA

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

Note

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	CALCOLI IDROLOGICI.....	4
2.1	<i>Determinazione dell'altezza di pioggia critica</i>	4
2.2	<i>Portate di piena bacini interni all'impianto</i>	5
3	CALCOLI IDRAULICI.....	8
4	CONCLUSIONI	11

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce relazione di dimensionamento idraulico della rete di regimazione delle acque meteoriche interne di un impianto agrovoltaico avanza denominato "Decimoputzu", della potenza nominale di 18.589,22 kWp, nel comune di Decimoputzu.

Dall'utilizzo del modello digitale del terreno, passo 10 m, fornito dal portale della Regione Sardegna, sono stati individuate le curve di livello al fine di determinare la direzione delle acque meteoriche che cadono sulle strade dell'impianto.



Figura 1 – Planimetria dell'impianto

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 $TR = 1$ anni ed è costituita da canalette continue in terra, con pendenza minima dello 0,5%, con sezione triangolare, base 400 mm (larghezza), 200 mm (altezza); le portate sono poi convogliate mediante delle tubazioni in cemento rotocompresso, diametro interno pari a 600 mm e pendenza 1%, di collegamento tra le canalette oppure ai corpi ricettori presenti nell'area.



Figura 2 – Sezione trasversale strada con indicazione della cunetta

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:

- a) la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- b) 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;
- c) la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;
- d) 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_{T_c} 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	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=-0.19060+0.264438 \cdot \text{Log}(T)-3.8969 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$ $n=1.4929 \cdot 10^{-2}+7.1973 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$

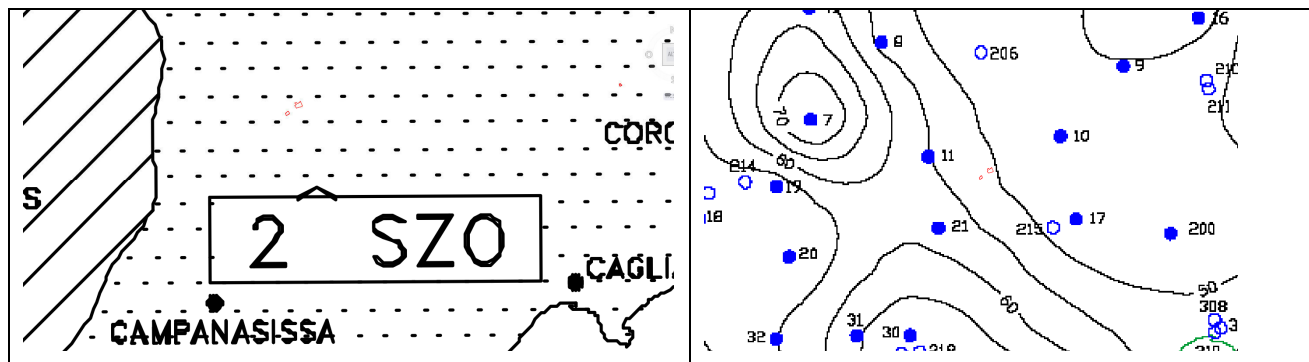
I valori di a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

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

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

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 Sardegna¹.

Le superfici scolanti che interessano l'area di intervento ricadono nella SZO 2. E' stato utilizzato un coefficiente μ_g pari a 53.



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 0,8.

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

Tratti di strada

Tratto di strada	Superficie [mq]	Portata tempo di ritorno 1 anno [l/s]
1-2	1704.5	13.8
1-6	770.0	9.3
5-6	332.5	5.3
6-4	1487.5	15.2
3-4	332.5	5.3
4-2	2275.0	15.1
7-14	2800.0	16.7
7-8	1575.0	13.4
13-14	542.5	3.2
14-12	3867.5	20.6
11-12	752.5	9.1
12-10	5215.0	24.7
9-10	822.5	9.6
10-8	6597.5	28.4

Attraversamenti

Tratto di strada	Tratti interessati di viabilità [mq]	Portata tempo di ritorno 1 anno [l/s]
Attr. 1	7-8 + 10-8	41.8
Attr. 2	12-10 + 9-10	34.3
Attr. 3	14-12 + 11-12	29.7
Attr. 4	7-14 + 13-14	19.9
Attr. 5	1-2 + 2-4	28.9
Attr. 6	6-4 + 3-4	20.5
Attr. 7	1-6 + 5-6	14.5

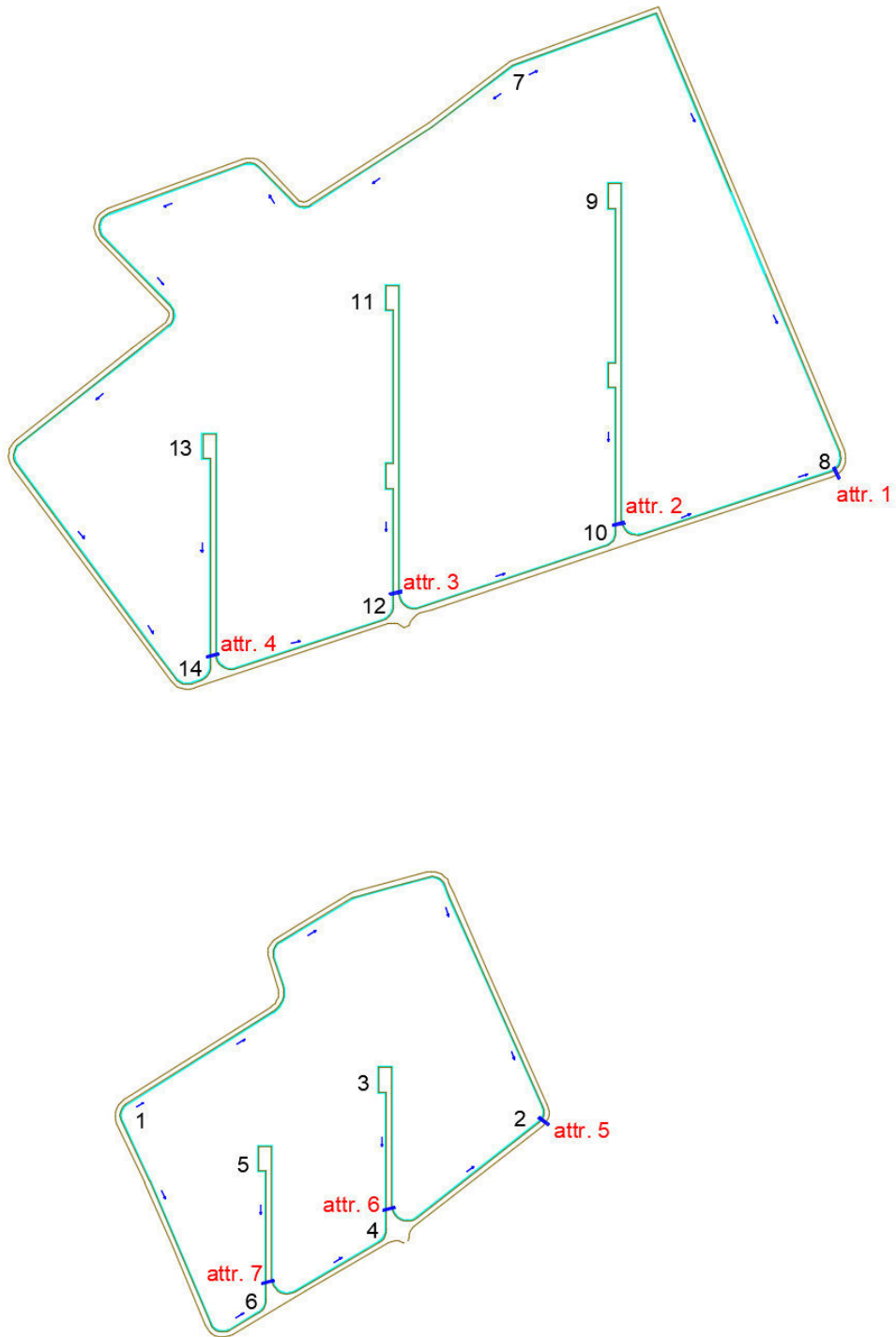


Figura 3 – Planimetria delle cunette e attraversamenti viabilità

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, 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:

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

ks = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si è adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 60 per le canalette in terra ed una valore pari a 80 per le tubazioni in cemento in stato di esercizio.

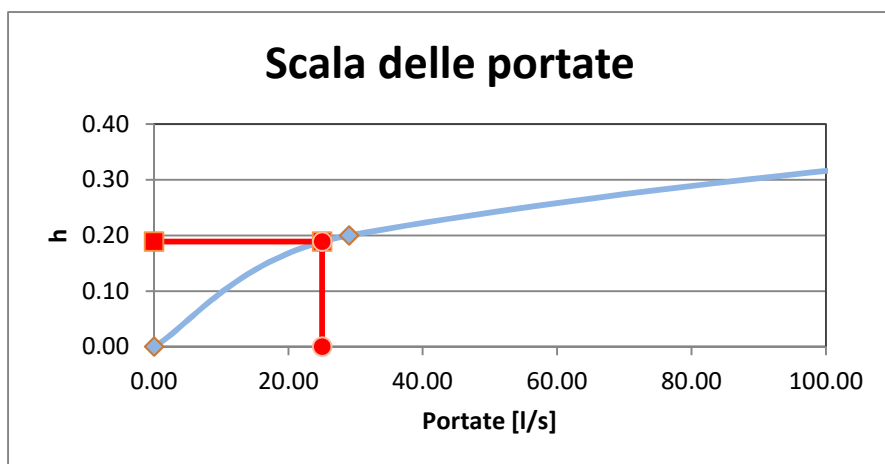
Sono state verificati i tratti principali del sistema di canalette (quelli con portate maggiori) e le tubazione di attraversamento e di scarico diametro interno 600 mm.

Le canalette continue sono realizzate in terra, con pendenza minima dello 0,5%, con sezione triangolare, base 400 mm (larghezza), 200 mm (altezza).

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 10-8	Strada 10-8	28.5	Sezione triangolare B= 400 mm H= 200mm, Pendenza minima 0,05%
Tubazione Attraversamento 1	Strada 7-8 + 10-8	41.8	Tubazione in cemento diametro 600 mm (stessa dimensione per gli altri attraversamenti)

Canaletta tratto 10-8							
Materiale attraversamento				Terra			
BASE [m]				0			
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]				60			
Pendenza sponde				1			
Pendenza [m/m]				0.005			
h	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.20	0.04	0.56	0.07	38.54	28.50	0.72	98.65



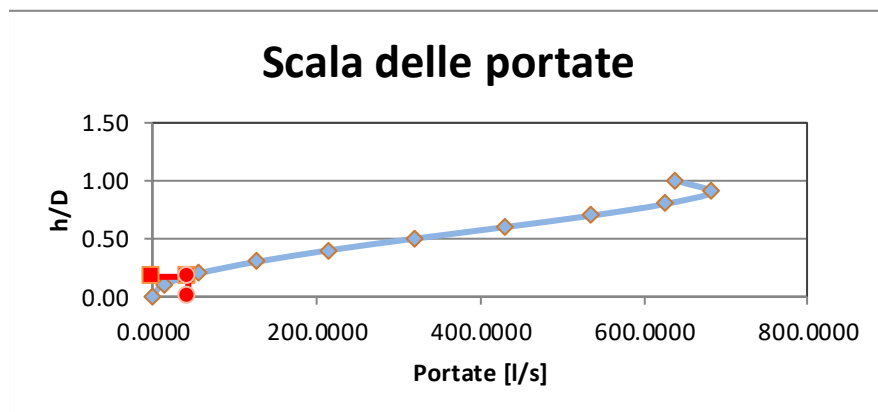
Legenda:

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	0.04	0.57	0.07	38.58	29.02	0.73	100.00

Tubazione attraversamento 1							
Materiale tubazione					CEMENTO		
Diametro interno (mm)					600		
Coefficiente di scabrezza di Strikler [$m^{1/3}/s$]					80		
Pendenza [m/m]					0.010		
Portata progetto [l/s]					41.800		
h /D	A [m ²]	B [m]	R [m]	χ	Q [l/s]	V [m/s]	% Riempimento
0.17	0.03	0.52	0.06	50.55	41.80	1.27	11.60



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	0.01	0.39	0.04	46.41	13.3320	0.91	5.20
0.20	0.04	0.56	0.07	51.64	55.9206	1.39	14.24
0.30	0.07	0.70	0.10	54.73	125.0523	1.75	25.23
0.40	0.11	0.82	0.13	56.83	215.1910	2.04	37.35
0.50	0.14	0.94	0.15	58.31	319.2860	2.26	50.00
0.60	0.18	1.06	0.17	59.34	429.0183	2.42	62.65
0.70	0.21	1.19	0.18	59.99	534.6365	2.53	74.77
0.80	0.24	1.33	0.18	60.25	624.1830	2.57	85.76
0.90	0.27	1.50	0.18	60.05	680.5883	2.54	94.80
1.00	0.28	1.88	0.15	58.31	638.5720	2.26	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 $TR = 1$ anni ed è costituita da canalette continue in terra, con pendenza minima dello 0,5%, con sezione triangolare, base 400 mm (larghezza), 200 mm (altezza); le portate sono poi convogliate mediante delle tubazioni in cemento rotocompresso, diametro interno pari a 600 mm e pendenza 1%, di collegamento tra le canalette oppure ai corpi ricettori presenti nell'area.

Ai fini della verifica idraulica sono stati considerati i tratti principali del sistema di canalette, che raccolgono le portate maggiori, e le tubazioni di attraversamento e di scarico, diametro interno 600 mm.

Canaletta o tubazione	Superfici raccolte	Portata [l/s]	Caratteristiche geometriche
Canaletta tratto 10-8	Strada 10-8	28.5	Sezione triangolare B= 400 mm H= 200mm, Pendenza minima 0,05%
Tubazione Attraversamento 1	Strada 7-8 + 10-8	41.8	Tubazione in cemento diametro 600 mm (stessa dimensione per gli altri attraversamenti)

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 10-8	28.5	0.72	98.65	POSITIVA
Tubazione Attraversamento 1	41.8	1.27	11.60	POSITIVA