



REGIONE
SARDEGNA



PROVINCIA DI
SASSARI



COMUNE DI
SASSARI

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Impianto FV: Potenza nominale cc: 38,372 MWp - Potenza in immissione ca: 35 MVA
Sistema di accumulo: Potenza nominale ca: 10,00 MVA

ELABORATO

RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Pratica AU	Documento	Codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
PD		R	2.22	1	31	R_2.22_IDRO.pdf	Novembre 2022	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	12/11/2022	I Emissione	F4 INGEGNERIA	SCARDIGNO	AMBRON

PROGETTAZIONE:

MATE System S.r.l.

Via G. Mameli, n.5 70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 5746758
mail: info@matesystemsrl.it pec: matesystem@pec.it



DIRITTI Questo elaborato è di proprietà della Marmaria Solare 1 S.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

PROPONENTE:
MARMARIA SOLARE 1 S.r.l.
Via TEVERE n° 41
00198 ROMA





REGIONE
SARDEGNA



COMUNE DI
SASSARI



PROVINCIA DI
SASSARI

PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Titolo elaborato

Relazione idrologica e idraulica

Codice elaborato

F0543AR01A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Gruppo di lavoro

Ing. Manuela NARDOZZA
Ing. Cristina GUGLIELMI



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente



Mate System srl

Via Papa Pio XII 8, 70020 Cassano delle Murge (BA)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Novembre 2022	Prima emissione	MNA	CGU	GZU

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Relazione idrologica e idraulica

Sommario

1	Premessa	4
2	Analisi idrologica	6
2.1	Bacini idrografici	6
2.2	Tempi di corrivazione	8
2.3	Portate al colmo di piena	8
3	Analisi idraulica dello stato di fatto	13
3.1	Geometria del modello idrodinamico	13
3.2	Portata di piena	15
3.3	Condizioni al contorno	15
3.4	Parametri di scabrezza	16
3.5	Risultati delle simulazioni della configurazione pre intervento	16
4	Interventi in progetto	22
5	Conclusioni	30

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

1 Premessa

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN.

I lotti di interesse sono situati nell'area a sud-ovest del comune e dista oltre 20 km dal centro più densamente popolato.

Per le finalità della presente analisi, sono stati considerati diversi impluvi del reticolo idrografico che attraversano e lambiscono l'impianto. Tali impluvi afferiscono al bacino idrografico del Barca, come definito dall'Autorità di Bacino regionale della Sardegna.

La presente, pertanto, è stata redatta ai sensi delle Norme di Attuazione del PAI (allegato 2 alla Delib. G.R. n. 2/8 del 20.1.2022) al fine di delimitare l'estensione delle aree allagabili, con particolare riferimento all'art. 21 in merito agli indirizzi per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture.

L'area non è attraversata da elementi già perimetrati secondo la pericolosità idraulica, come mostrato nell'immagine di seguito.

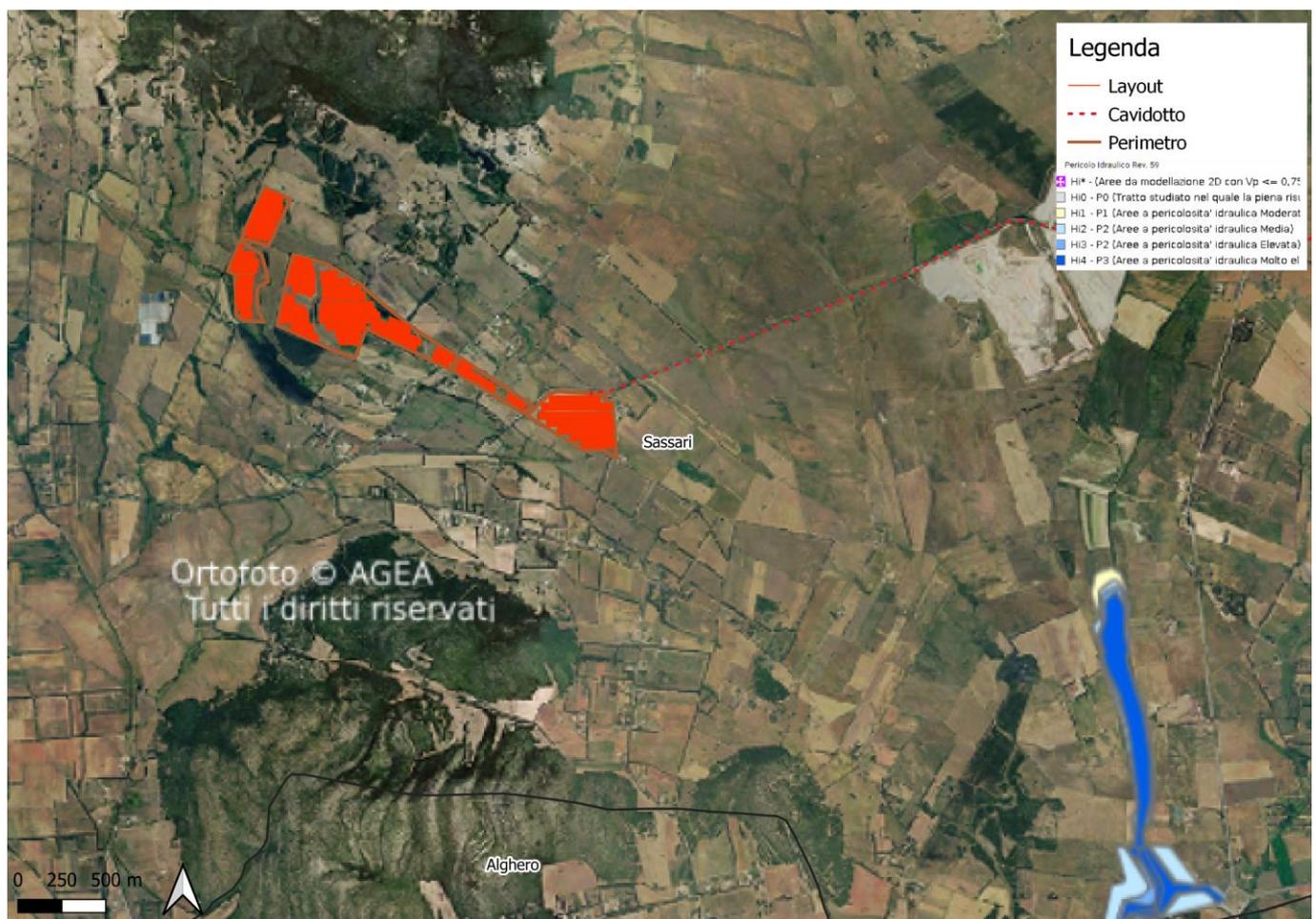


Figura 1: Planimetria dell'area di interesse con reticolo idrografico e delimitazione delle fasce PAI

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Come è possibile osservare, l'area di impianto non interferisce direttamente con le aree già mappate, ma solo con rami del reticolo di minore entità, evidenziati nell'inquadramento su base IGM in scala 1: 25.000, riportato nell'immagine di seguito.

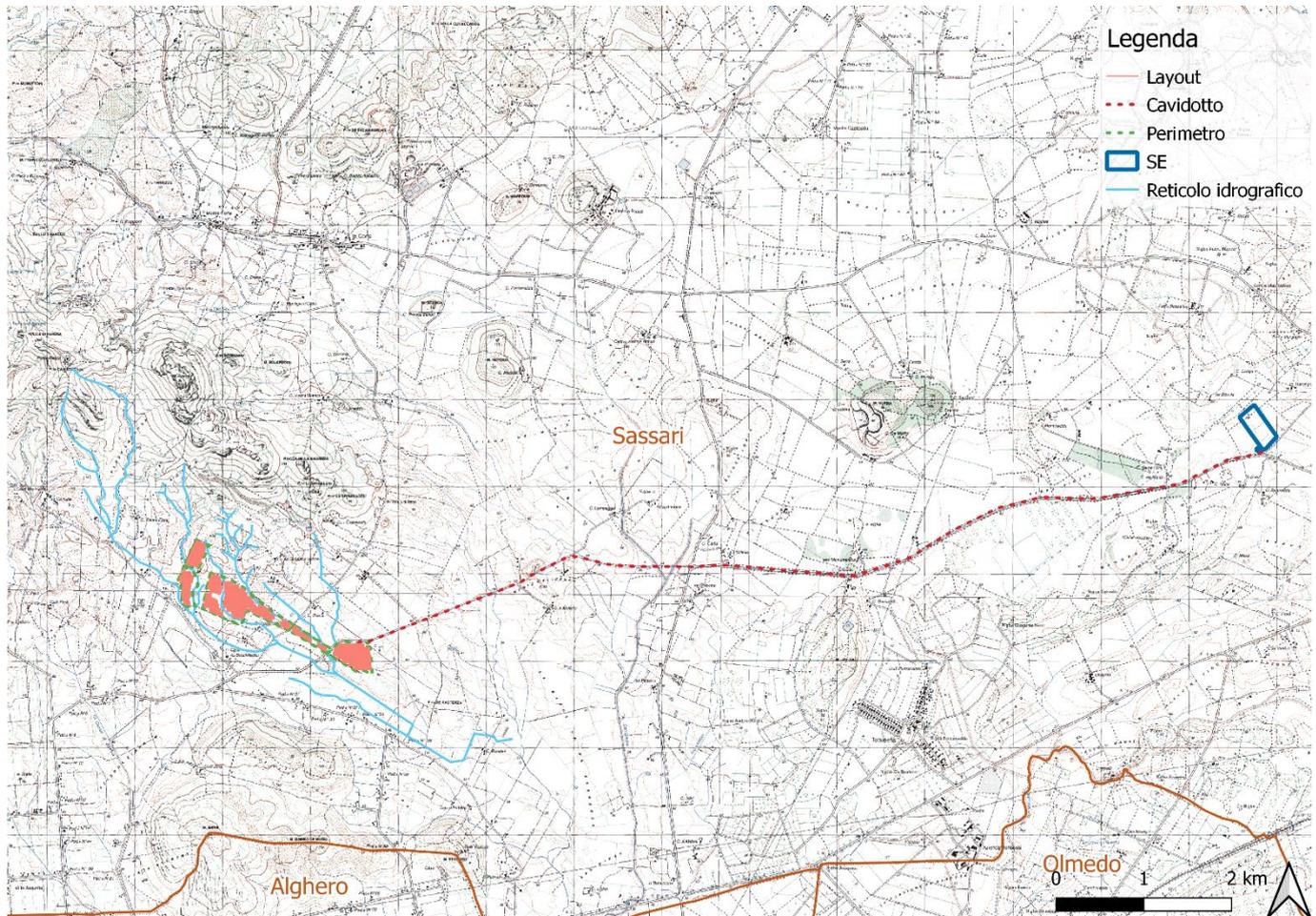


Figura 2: Inquadramento dell'area di interesse su base IGM

Le analisi idrologiche, illustrate in dettaglio nel seguito, sono state condotte mediante l'utilizzo del metodo VAPI Sardegna, come previsto nelle Norme di Attuazione (NTA) del PAI al fine di stabilire le portate al colmo di piena per eventi con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica che, grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers, è finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, di valutare le effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica.

2 Analisi idrologica

Nella presente analisi idrologica sono state determinate le portate al colmo di piena mediante l'utilizzo del metodo VAPI Sardegna come illustrato all'interno della Relazione di Piano del PAI, redatto dall' Autorità di Bacino regionale della Sardegna.

Per tali scopi, sono state individuate le caratteristiche dei bacini idrografici che, successivamente, sono state utilizzate per la definizione dei tempi di corrivazione. Grazie al metodo VAPI, infine, sono state calcolate le massime altezze della precipitazione critica per i bacini individuati e, mediante l'utilizzo del metodo razionale, sono state valutate le portate al colmo di piena.

2.1 Bacini idrografici

Nella figura seguente sono mostrati gli impluvi in esame con i bacini idrografici sottesi dalla sezione di chiusura individuata dalle aree di interesse. La delimitazione è stata effettuata utilizzando sia la cartografia IGM in scala 1:25.000 che il Modello Digitale del Terreno (Digital Terrain Model, DTM) messo a disposizione dalla sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia con dimensioni di cella 10 x 10 m.

I bacini idrografici, riportati nell'immagine di seguito, vedono sezioni di chiusura nei punti più prossimi all'impianto.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

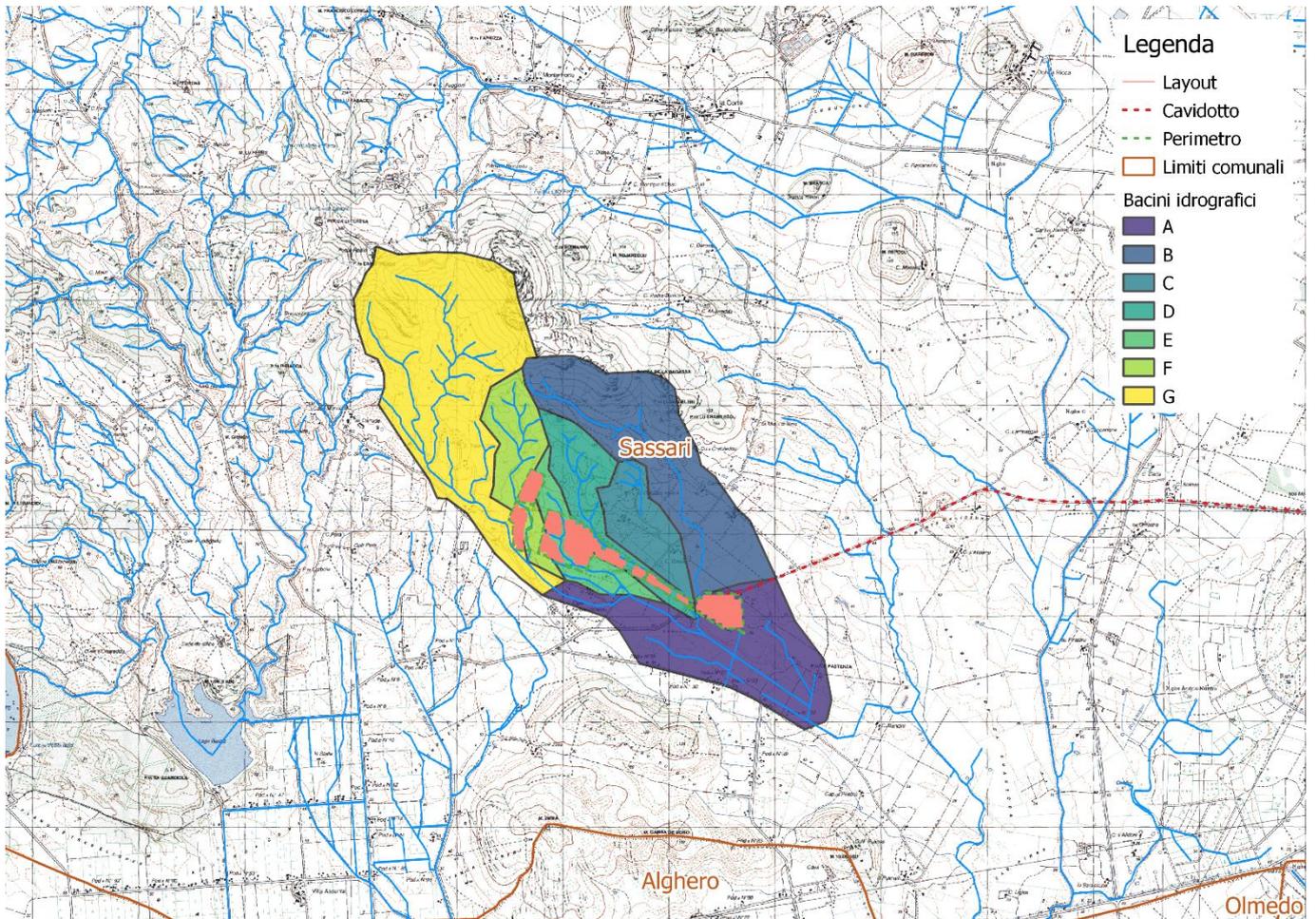


Figura 3: Bacini idrografici

Nella tabella seguente sono indicate le caratteristiche fisiografiche dei bacini ricavate dal DTM sopra citato.

Tabella 1

Caratteristiche fisiografiche							
Bacino idrografico	S (km ²)	Hmax (mslm)	Hmed (mslm)	Hmin (mslm)	L (km)	i (%)	y (%)
Bacino A	9.015	461.96	125.27	39.07	6.65	6.36	8.94
Bacino B	1.911	298.12	118.84	51.11	1.51	16.38	10.48
Bacino C	0.567	146.72	79.52	53.13	1.24	7.56	5.38
Bacino D	0.683	196.23	101.61	50.00	2.31	6.34	8.50
Bacino E	0.485	154.57	81.74	59.46	1.63	5.84	3.81
Bacino F	0.671	252.11	121.02	70.19	2.18	8.36	9.02
Bacino G	2.983	461.96	194.46	70.00	3.73	10.51	13.71

Nella precedente tabella sono state indicate le seguenti grandezze:

- "S" (km²): superficie del bacino;
- "Hmax" (mslm): quota massima;

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

- "Hmed" (mslm): quota media;
- "Hmin" (mslm): quota minima;
- "L" (km): lunghezza dell'asta principale;
- "i" (%): pendenza dell'asta principale;
- "y" (%): pendenza media del versante;

2.2 Tempi di corrivazione

In funzione delle caratteristiche fisiografiche dei bacini individuati, sono stati riportati, nella tabella seguente, differenti valori per i tempi di corrivazione in base a diverse formulazioni.

Tabella 2

Tempi di corrivazione								
Bacino idrografico	Giandotti (h)	Kirpich (h)	Ventura (h)	Pezzoli (h)	Pasini (h)	Viparelli (h)	VAPI (h)	SCS (h)
Bacino A	2.96	0.83	1.51	1.45	1.68	0.74	3.16	3.61
Bacino B	1.18	0.18	0.43	0.20	0.38	0.79	1.65	1.02
Bacino C	1.18	0.21	0.35	0.25	0.35	2.18	1.39	1.21
Bacino D	1.18	0.37	0.42	0.50	0.50	3.38	1.64	1.59
Bacino E	1.38	0.29	0.37	0.37	0.41	3.36	1.46	1.79
Bacino F	1.15	0.31	0.36	0.41	0.42	3.24	1.58	1.47
Bacino G	1.40	0.44	0.68	0.63	0.74	1.25	2.40	1.84

Alla luce delle caratteristiche dimensionali dei bacini idrografici individuati, il tempo di corrivazione scelto per il calcolo delle portate è quello relativo al metodo SCS, adottato per i bacini con superficie inferiore ai 60 km².

2.3 Portate al colmo di piena

Ai fini del calcolo delle portate al colmo di piena è stato utilizzato il metodo VAPI Sardegna così come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI (redatto dall'Autorità di Bacino regionale della Sardegna).

Nella figura seguente è mostrata una corografia della Sardegna con l'individuazione delle zone pluviometriche omogenee del metodo VAPI. Il sito di interesse, in particolare, è situato nella "zona pluviometrica omogenea 2".

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

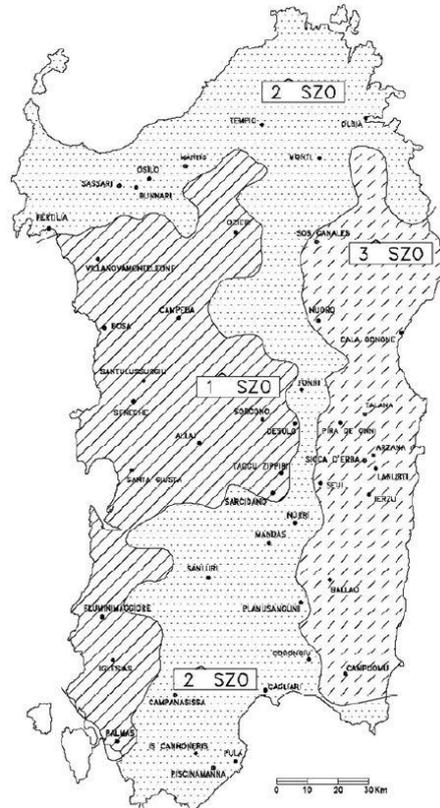


Figura 4: Corografia della Sardegna con la delimitazione delle zone pluviometriche omogenee del VAPI

Il metodo scelto prevede il calcolo della pioggia indice $\mu(t)$ di durata t tramite la seguente espressione:

$$\mu(t) = a_1 \cdot t^{n_1}$$

dove a_1 e n_1 si calcolano tramite le seguenti espressioni in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g :

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0.886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0.493 + 0.476 \log_{10}(\mu_g)$$

dove μ_g si stima in base alla carta delle isoiete riportata nella seguente figura.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

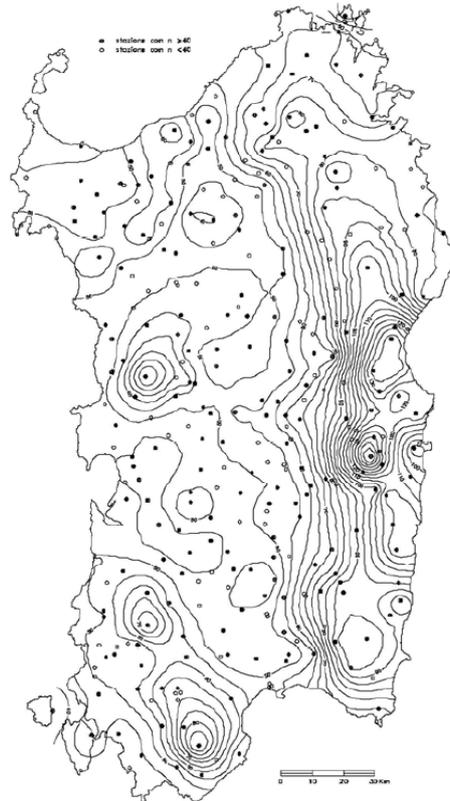


Figura 5: Carta delle isoiete per l'identificazione di μ_g

Per il sito di interesse, il valore di μ_g è pari a 50 mm.

L'altezza di pioggia $h_T(t)$ con tempo di ritorno T si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(tc)$ per il coefficiente di crescita $K_T(t)$ definito, in funzione del tempo di ritorno T , dalla seguente espressione:

$$K_T(t) = a_2 \cdot t^{n_2}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 definiti dalle seguenti formule valide per la sottozona 1 e per un tempo di ritorno maggiore di 10 anni:

$$SZO 2: \quad a_2 = 0.44182 + 1.0817 \cdot \log_{10}(T)$$

$$n_2 = -0.18676 + 0.24310 \cdot \log_{10}(T) - 3.5453 \cdot 10^{-2} \cdot (\log_{10}(T))^2 \quad \text{per } t \leq 1 \text{ ora}$$

$$n_2 = -5.6593 \cdot 10^{-2} - 4.0872 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10}(T) \quad \text{per } t \geq 1 \text{ ora}$$

Nella seguente tabella si riportano i valori ottenuti per i parametri a_1 , n_1 , a_2 e n_2 .

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 3

	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a1	20.69	20.69	20.69	20.69
a2'=a2''	2.280	2.605	2.931	3.361
n1	0.316	0.316	0.316	0.316
n2'	0.1	0.2	0.2	0.2
n2''	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02

Nella seguente tabella sono riportati i valori ottenuti per le altezze di pioggia, per ogni bacino considerato, per tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni.

Tabella 4

Curve di possibilità pluviometrica ed altezze di precipitazione (VAPI pluviometria)									
Bacino idrografico	K2 (-)	K50 (-)	K100 (-)	K200 (-)	K500 (-)	h50 (mm)	h100 (mm)	h200 (mm)	h500 (mm)
Bacino A	0.9	2.3	2.6	2.9	3.4	69.6	79.4	89.2	102.1
Bacino B	0.9	2.3	2.6	2.9	3.4	47.4	54.2	61.0	69.9
Bacino C	0.9	2.3	2.6	2.9	3.4	50.0	57.1	64.3	73.7
Bacino D	0.9	2.3	2.6	2.9	3.4	54.3	62.0	69.7	79.9
Bacino E	0.9	2.3	2.6	2.9	3.4	56.3	64.3	72.3	82.8
Bacino F	0.9	2.3	2.6	2.9	3.4	53.0	60.6	68.1	78.1
Bacino G	0.9	2.3	2.6	2.9	3.4	56.7	64.8	72.8	83.4

Utilizzando il metodo razionale, infine, è possibile valutare le portate di piena da utilizzare come riferimento per l'analisi idraulica. Tale metodo calcola la portata al colmo di piena mediante la formula:

$$Q_T = \frac{S \cdot c \cdot i_T}{3.6} = \frac{S \cdot c \cdot h_T}{3.6 \cdot t}$$

dove:

- "S" (km²): superficie del bacino;
- "i" (mm/h): intensità di precipitazione;
- "c" (-): coefficiente di deflusso che, considerate le caratteristiche dei bacini in esame, è stato posto pari a 0.6.

Nella tabella seguente sono presenti i valori delle portate al colmo di piena per i tempi di ritorno considerati.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 5

Portate al colmo di piena (VAPI pluviometria)				
Bacino idrografico	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)	Q200 (m³/s)	Q500 (m³/s)
Bacino A	29.0	33.0	37.1	42.5
Bacino B	14.8	17.0	19.1	21.9
Bacino C	3.9	4.5	5.0	5.7
Bacino D	3.9	4.4	5.0	5.7
Bacino E	2.5	2.9	3.3	3.7
Bacino F	4.0	4.6	5.2	5.9
Bacino G	15.4	17.5	19.7	22.6

Le portate di riferimento per l'analisi idraulica sono quelle riportate nella tabella precedente. Nella tabella seguente sono riportati i relativi coefficienti udometrici.

Tabella 6

Coefficienti udometrici				
Bacino idrografico	u50 (m³/s·km²)	u100 (m³/s·km²)	u200 (m³/s·km²)	u500 (m³/s·km²)
Bacino A	3.2	3.7	4.1	4.7
Bacino B	7.8	8.9	10.0	11.4
Bacino C	6.9	7.9	8.8	10.1
Bacino D	5.7	6.5	7.3	8.4
Bacino E	5.2	6.0	6.7	7.7
Bacino F	6.0	6.9	7.7	8.8
Bacino G	5.1	5.9	6.6	7.6

3 Analisi idraulica dello stato di fatto

Nella presente analisi idraulica sono illustrate le condizioni di deflusso del corso d'acqua che lambisce l'area di interesse.

L'analisi è stata effettuata mediante l'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers. Per ragioni cautelative le portate, immesse come condizioni al contorno di monte all'interno del modello, sono state considerate costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

I tempi di ritorno utilizzati, pari a 50, 100, 200 e 500 anni, corrispondono ai tempi di ritorno di riferimento per la delimitazione delle aree a Moderata Pericolosità, Media Pericolosità, Elevata Pericolosità e Molto Elevata Pericolosità, così come definite dal PAI.

All'interno del modello di calcolo sono state inserite le seguenti informazioni:

- geometria dei corsi d'acqua;
- portate di piena;
- condizioni al contorno;
- coefficienti di scabrezza.

3.1 Geometria del modello idrodinamico

Per gli scopi della presente analisi è stato utilizzato il DTM della Regione Sardegna.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 7

Stato di fatto - Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
A0	0	0.00	220.69	51.57	0.0115
A1	-1	220.69	253.62	49.03	0.0074
A2	-2	474.31	204.82	47.16	0.0089
A3	-3	679.13	168.59	45.34	0.0027
A4	-4	847.72	-847.72	44.89	0.0079
B0	0	0.00	175.95	64.87	0.0253
B1	-1	175.95	256.15	60.42	0.0039
B2	-2	432.10	347.45	59.41	0.0104
B3	-3	779.54	460.00	55.81	0.0118
B4	-4	1,239.54	-1,239.54	50.40	0.0117
C1	-1	0.00	109.08	76.52	0.0672
C2	-2	109.08	125.70	69.19	0.0461
C3	-3	234.79	166.16	63.40	0.0291
C4	-4	400.95	203.61	58.56	0.0094
C5	-5	604.56	162.42	56.65	0.0125
C6	-6	766.97	132.14	54.62	0.0111
C7	-7	899.11	117.61	53.16	0.0040
C8	-8	1,016.72	-1,016.72	52.69	0.023
D1	-1	0.00	137.83	85.42	0.027
D2	-2	137.83	162.72	81.63	0.032
D3	-3	300.55	155.19	76.35	0.022
D4	-4	455.74	100.30	72.97	0.035
D5	-5	556.04	96.45	69.47	-0.001
D6	-6	652.49	97.46	69.62	0.033
D7	-7	749.94	100.62	66.39	0.036
D8	-8	850.57	151.96	62.76	0.031
D9	-9	1,002.53	-1,002.53	58.10	0.027
E1	-1	0.00	148.63	105.38	0.088
E2	-2	148.63	139.37	92.35	0.046
E3	-3	288.00	148.21	85.93	0.034
E4	-4	436.21	119.48	80.90	0.025
E5	-5	555.69	216.54	77.96	0.010
E6	-6	772.23	135.84	75.88	0.043
E7	-7	908.07	205.39	70.00	0.020
E8	-8	1,113.46	156.39	65.88	0.014
E9	-9	1,269.85	118.08	63.71	0.026
E10	-10	1,387.94	113.35	60.64	0.022
E11	-11	1,501.29	172.21	58.14	0.009
E12	-12	1,673.50	178.52	56.67	0.014
E13	-13	1,852.01	156.23	54.20	0.010
E14	-14	2,008.24	-2,008.24	52.64	0.0054
F1	-1	0.00	172.68	99.04	0.021
F2	-2	172.68	147.92	95.37	0.030
F3	-3	320.60	165.01	90.97	0.029
F4	-4	485.61	120.97	86.17	0.036
F5	-5	606.59	145.37	81.76	0.012
F6	-6	751.96	209.59	80.08	0.029
F7	-7	961.55	-961.55	73.97	0.026
G1	-1	0.00	160.58	89.13	0.034
G2	-2	160.58	300.26	83.71	0.023
G3	-3	460.84	188.89	76.86	0.019
G4	-4	649.73	-649.73	73.24	0.0245

Nella figura seguente è presente la planimetria dell'area in esame con l'indicazione delle tracce delle sezioni trasversali utilizzate.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Le sezioni trasversali sono state riportate nella tabella precedente con l'indicazione del nome della sezione inserito nel modello ("station") delle distanze parziali e progressive, delle quote di fondo e delle pendenze.

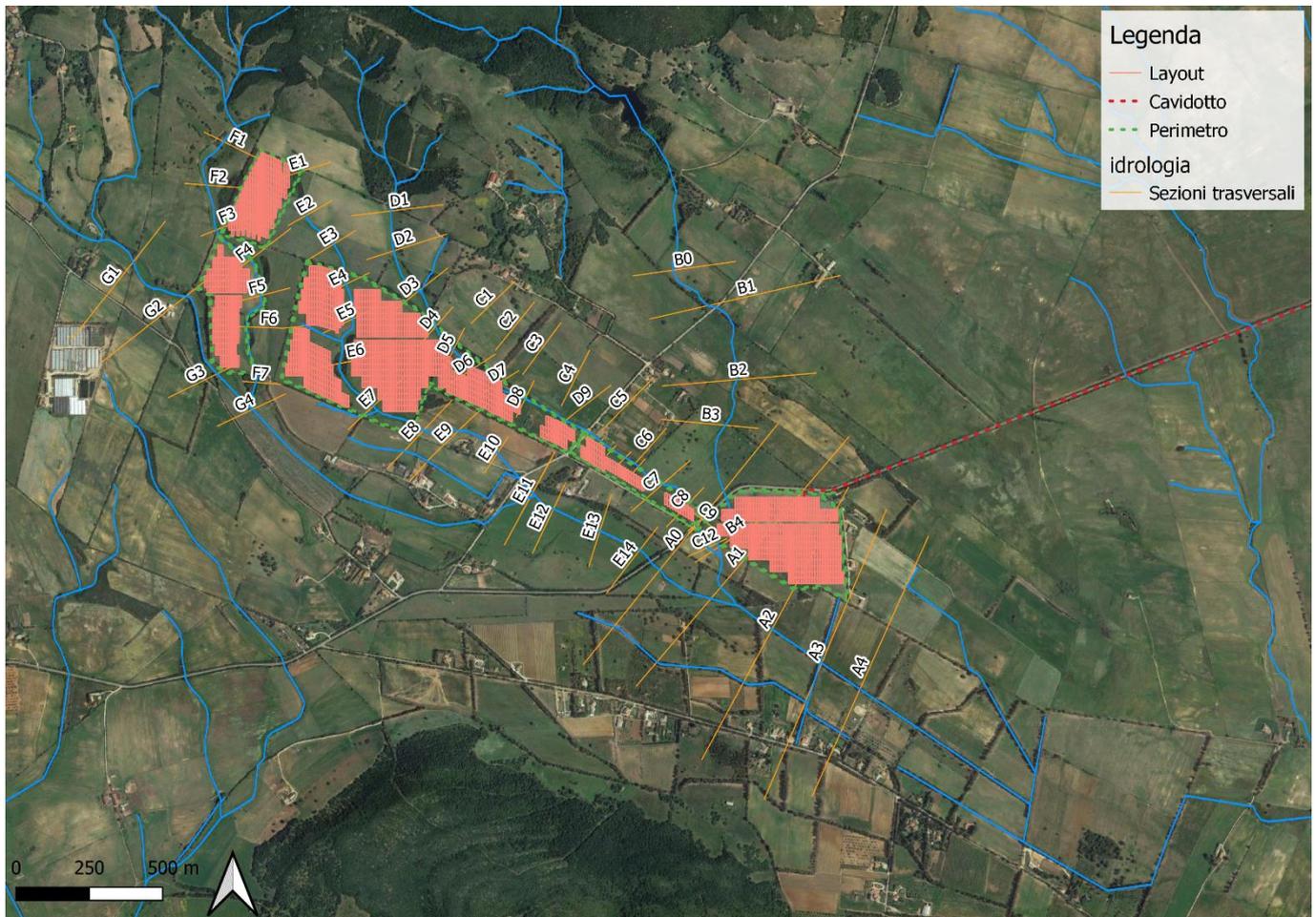


Figura 6: Planimetria del corso d'acqua analizzato con individuazione delle sezioni trasversali

3.2 Portata di piena

Come portate al colmo di piena sono state considerate quelle ricavate nella precedente analisi idrologica (cfr. la precedente Tabella 5).

Come precisato in precedenza, le portate sono state considerate, per ragioni cautelative, costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

3.3 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno, necessarie per l'esecuzione di simulazioni idrodinamiche con il modello, sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza pari a quella media del ramo rilevato;

- condizione al contorno di valle: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza pari a quella media del ramo rilevato.

3.4 Parametri di scabrezza

Come parametro di scabrezza è stato utilizzato un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (corrispondente ad un coefficiente secondo Manning pari a $0.050 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$).

Tale coefficiente è stato determinato in base a quanto stabilito nelle tabelle parametriche riportate all'interno del "Manuale dell'Ingegnere" (83^a edizione, Nuovo Colombo, Hoepli, 2001) in corrispondenza di "piccoli corsi di pianura, puliti, diritti e senza ristagni d'acqua".

3.5 Risultati delle simulazioni della configurazione pre intervento

Come già anticipato in precedenza, le simulazioni sono state effettuate utilizzando il modello di calcolo HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers. Tali simulazioni sono state effettuate, per ragioni cautelative, in regime di moto permanente della corrente.

Si è anche verificato come tali condizioni risultino molto cautelative dato che, in caso di simulazioni non stazionarie, i livelli di pelo libero riscontrabili siano nettamente inferiori a causa del fenomeno della laminazione dei colmi di piena.

Nelle figure seguenti, in particolare, sono mostrati il profilo longitudinale e le planimetrie delle aree allagabili del tratto di impluvio analizzato, mentre nella tabella seguente sono presenti tutti i valori numerici ottenuti dal modello nella configurazione pre intervento.

Per la delimitazione delle aree allagabili per gli eventi con i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, in particolare, è stato utilizzato il DTM della Regione Puglia.

La metodologia seguita, ripetuta per ciascun evento di piena, è la seguente:

- in base ai risultati forniti dal modello idrodinamico monodimensionale sono stati assegnati i valori dei livelli di pelo libero a ciascuna sezione trasversale;
- è stato realizzato un TIN ("triangulated irregular network", rete irregolare di triangoli) in grado di rappresentare la superficie del pelo libero;
- il TIN precedente è stato convertito in GRID delle stesse dimensioni del DTM;
- è stata effettuata una sottrazione, cella per cella, tra il GRID della superficie del pelo libero e il DTM in modo da ottenere il GRID delle altezze d'acqua.

Nelle tabelle successive sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 8

Stato di fatto - T = 50 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A0	0	0.00	51.57	29.0	52.26	0.69	25.69	2.24	12.95	154.52	1.01
A1	-1	220.69	49.03	29.0	49.73	0.70	98.09	0.65	44.71	13.41	0.31
A2	-2	474.31	47.16	29.0	47.73	0.57	42.21	1.90	15.25	124.55	1.01
A3	-3	679.13	45.34	29.0	46.08	0.74	82.40	0.74	39.13	17.26	0.34
A4	-4	847.72	44.89	29.0	45.20	0.31	198.58	0.65	44.31	17.31	0.44
B0	0	0.00	64.87	14.8	65.61	0.74	52.32	1.42	10.44	84.36	1.01
B1	-1	175.95	60.42	14.8	60.90	0.48	104.18	0.51	29.04	9.75	0.31
B2	-2	432.10	59.41	14.8	59.76	0.35	149.95	0.51	29.13	10.92	0.37
B3	-3	779.54	55.81	14.8	56.21	0.40	53.81	1.15	12.90	51.92	0.75
B4	-4	1,239.54	50.40	14.8	51.03	0.63	27.60	1.24	11.95	49.69	0.60
C1	-1	0.00	76.52	3.9	76.84	0.32	16.14	1.52	2.57	104.63	1.22
C2	-2	109.08	69.19	3.9	69.61	0.42	13.57	1.61	2.42	113.38	1.22
C3	-3	234.79	63.40	3.9	63.63	0.23	27.03	1.11	3.52	59.20	0.98
C4	-4	400.95	58.56	3.9	58.77	0.21	36.31	0.77	5.08	27.83	0.66
C5	-5	604.56	56.65	3.9	56.92	0.27	45.09	0.47	8.34	9.40	0.35
C6	-6	766.97	54.62	3.9	54.95	0.33	18.14	1.29	3.01	74.77	1.01
C7	-7	899.11	53.16	7.8	53.87	0.71	36.01	0.59	13.20	11.97	0.31
C8	-8	1,016.72	52.69	7.8	53.01	0.32	47.11	0.95	8.23	39.42	0.72
D1	-1	0.00	85.42	3.9	85.82	0.40	16.63	1.04	3.75	43.68	0.70
D2	-2	137.83	81.63	3.9	81.89	0.26	14.34	1.39	2.80	82.32	1.01
D3	-3	300.55	76.35	3.9	76.75	0.40	23.02	0.81	4.81	27.17	0.57
D4	-4	455.74	72.97	3.9	73.23	0.26	16.58	1.33	2.93	77.42	1.01
D5	-5	556.04	69.47	3.9	70.14	0.67	21.26	0.40	9.79	5.04	0.19
D6	-6	652.49	69.62	3.9	69.80	0.18	28.72	0.97	4.03	44.21	0.83
D7	-7	749.94	66.39	3.9	66.76	0.37	17.24	1.16	3.36	56.83	0.84
D8	-8	850.57	62.76	3.9	63.03	0.27	20.61	1.24	3.15	70.46	1.01
D9	-9	1,002.53	58.10	3.9	58.37	0.27	28.34	0.92	4.22	39.45	0.76
E1	-1	0.00	105.38	2.5	105.85	0.47	4.81	2.22	1.12	198.04	1.47
E2	-2	148.63	92.35	2.5	92.52	0.17	14.37	1.47	1.70	107.56	1.36
E3	-3	288.00	85.93	2.5	86.29	0.36	14.10	1.01	2.49	44.20	0.76
E4	-4	436.21	80.90	2.5	81.20	0.30	13.77	1.22	2.04	69.43	1.02
E5	-5	555.69	77.96	2.5	78.48	0.52	17.18	0.54	4.61	11.17	0.33
E6	-6	772.23	75.88	2.5	76.24	0.36	10.34	1.35	1.86	78.80	1.01
E7	-7	908.07	70.00	2.5	70.23	0.23	18.25	0.98	2.56	45.14	0.83
E8	-8	1,113.46	65.88	2.5	66.17	0.29	33.28	0.59	4.27	16.68	0.52
E9	-9	1,269.85	63.71	2.5	63.94	0.23	19.72	0.75	3.32	25.24	0.59
E10	-10	1,387.94	60.64	2.5	60.92	0.28	14.94	1.19	2.10	66.87	1.01
E11	-11	1,501.29	58.14	2.5	58.41	0.27	111.17	0.17	15.00	1.33	0.14
E12	-12	1,673.50	56.67	21.9	57.35	0.68	69.99	0.91	24.18	28.67	0.49
E13	-13	1,852.01	54.20	21.9	54.96	0.76	32.92	1.62	13.51	86.71	0.81
E14	-14	2,008.24	52.64	21.9	53.53	0.89	63.81	0.82	26.66	22.13	0.41
F1	-1	0.00	99.04	4.0	99.50	0.46	17.72	0.89	4.48	31.01	0.57
F2	-2	172.68	95.37	4.0	95.81	0.44	12.07	1.49	2.68	90.08	1.01
F3	-3	320.60	90.97	4.0	91.37	0.40	15.61	1.09	3.66	47.41	0.72
F4	-4	485.61	86.17	4.0	86.64	0.47	11.00	1.54	2.59	94.56	1.01
F5	-5	606.59	81.76	4.0	82.44	0.68	14.95	0.80	5.03	22.35	0.44
F6	-6	751.96	80.08	4.0	80.30	0.22	24.88	1.17	3.41	65.51	1.01
F7	-7	961.55	73.97	4.0	74.30	0.33	18.04	1.10	3.62	51.13	0.79
G1	-1	0.00	89.13	15.4	89.59	0.46	127.64	1.05	16.59	36.70	0.81
G2	-2	160.58	83.71	15.4	84.01	0.30	61.09	1.36	11.33	79.50	1.01
G3	-3	460.84	76.86	15.4	77.59	0.73	28.49	1.47	10.50	73.66	0.77
G4	-4	649.73	73.24	15.4	73.90	0.66	30.04	1.52	10.15	81.14	0.83

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 9

Stato di fatto - T = 100 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A0	0	0.00	51.57	33.0	52.31	0.74	26.65	2.31	14.28	161.24	1.01
A1	-1	220.69	49.03	33.0	49.77	0.74	99.81	0.68	48.57	14.39	0.31
A2	-2	474.31	47.16	33.0	47.77	0.61	43.73	1.95	16.93	127.87	1.00
A3	-3	679.13	45.34	33.0	46.11	0.77	84.78	0.78	42.23	18.88	0.35
A4	-4	847.72	44.89	33.0	45.22	0.33	199.49	0.69	47.97	18.66	0.45
B0	0	0.00	64.87	17.0	65.63	0.76	55.29	1.46	11.68	87.18	1.01
B1	-1	175.95	60.42	17.0	60.93	0.51	105.95	0.54	31.69	10.55	0.31
B2	-2	432.10	59.41	17.0	59.78	0.37	156.59	0.53	32.21	11.57	0.37
B3	-3	779.54	55.81	17.0	56.23	0.42	56.06	1.19	14.29	54.71	0.75
B4	-4	1,239.54	50.40	17.0	51.07	0.67	28.74	1.29	13.20	52.69	0.61
C1	-1	0.00	76.52	4.5	76.86	0.34	17.03	1.58	2.86	110.42	1.23
C2	-2	109.08	69.19	4.5	69.63	0.44	14.57	1.66	2.71	118.32	1.23
C3	-3	234.79	63.40	4.5	63.64	0.24	28.04	1.17	3.84	65.35	1.01
C4	-4	400.95	58.56	4.5	58.79	0.23	37.91	0.79	5.67	29.12	0.66
C5	-5	604.56	56.65	4.5	56.94	0.29	46.80	0.49	9.20	10.08	0.35
C6	-6	766.97	54.62	4.5	54.97	0.35	19.27	1.33	3.40	76.78	1.01
C7	-7	899.11	53.16	8.9	53.90	0.74	37.56	0.62	14.43	12.83	0.32
C8	-8	1,016.72	52.69	8.9	53.03	0.34	49.14	0.98	9.06	41.60	0.73
D1	-1	0.00	85.42	4.4	85.84	0.42	17.03	1.09	4.04	47.11	0.72
D2	-2	137.83	81.63	4.4	81.91	0.28	14.66	1.44	3.07	85.16	1.00
D3	-3	300.55	76.35	4.4	76.76	0.41	23.81	0.84	5.22	28.91	0.58
D4	-4	455.74	72.97	4.4	73.24	0.27	16.78	1.38	3.19	81.17	1.01
D5	-5	556.04	69.47	4.4	70.17	0.70	21.69	0.42	10.38	5.64	0.20
D6	-6	652.49	69.62	4.4	69.82	0.20	29.42	0.94	4.69	39.86	0.75
D7	-7	749.94	66.39	4.4	66.76	0.37	17.23	1.31	3.35	72.79	0.95
D8	-8	850.57	62.76	4.4	63.06	0.30	22.19	1.16	3.79	59.61	0.90
D9	-9	1,002.53	58.10	4.4	58.39	0.29	29.35	0.96	4.60	41.53	0.77
E1	-1	0.00	105.38	2.9	105.87	0.49	5.09	2.31	1.26	209.38	1.48
E2	-2	148.63	92.35	2.9	92.53	0.18	14.55	1.55	1.87	116.94	1.38
E3	-3	288.00	85.93	2.9	86.31	0.38	14.85	1.05	2.76	47.48	0.78
E4	-4	436.21	80.90	2.9	81.22	0.32	14.63	1.26	2.31	71.80	1.01
E5	-5	555.69	77.96	2.9	78.51	0.55	17.77	0.57	5.10	12.02	0.34
E6	-6	772.23	75.88	2.9	76.26	0.38	10.97	1.39	2.09	82.05	1.01
E7	-7	908.07	70.00	2.9	70.24	0.24	18.67	1.03	2.80	49.33	0.85
E8	-8	1,113.46	65.88	2.9	66.19	0.31	35.30	0.60	4.79	17.46	0.52
E9	-9	1,269.85	63.71	2.9	63.95	0.24	20.20	0.79	3.65	27.38	0.60
E10	-10	1,387.94	60.64	2.9	60.94	0.30	15.86	1.23	2.36	69.58	1.01
E11	-11	1,501.29	58.14	2.9	58.43	0.29	117.76	0.17	16.95	1.37	0.14
E12	-12	1,673.50	56.67	25.0	57.38	0.71	72.44	0.94	26.67	30.06	0.49
E13	-13	1,852.01	54.20	25.0	55.00	0.80	34.56	1.68	14.87	91.84	0.82
E14	-14	2,008.24	52.64	25.0	53.57	0.93	66.56	0.85	29.36	23.35	0.41
F1	-1	0.00	99.04	4.6	99.52	0.48	18.21	0.94	4.91	33.29	0.58
F2	-2	172.68	95.37	4.6	95.84	0.47	12.74	1.54	2.99	94.18	1.01
F3	-3	320.60	90.97	4.6	91.39	0.42	15.92	1.15	4.00	51.50	0.73
F4	-4	485.61	86.17	4.6	86.67	0.50	11.65	1.58	2.91	97.68	1.01
F5	-5	606.59	81.76	4.6	82.45	0.69	15.22	0.88	5.21	27.41	0.48
F6	-6	751.96	80.08	4.6	80.33	0.25	25.90	1.07	4.29	51.39	0.84
F7	-7	961.55	73.97	4.6	74.32	0.35	18.73	1.15	4.00	54.35	0.80
G1	-1	0.00	89.13	17.5	89.61	0.48	146.98	1.01	19.20	37.34	0.80
G2	-2	160.58	83.71	17.5	84.02	0.31	62.79	1.41	12.43	83.32	1.01
G3	-3	460.84	76.86	17.5	77.63	0.77	29.85	1.52	11.54	77.47	0.78
G4	-4	649.73	73.24	17.5	73.94	0.70	31.44	1.57	11.16	85.24	0.84

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 10

Stato di fatto - T = 200 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A0	0	0.00	51.57	37.1	52.36	0.79	27.60	2.37	15.64	166.81	1.01
A1	-1	220.69	49.03	37.1	49.81	0.78	101.37	0.71	52.14	15.49	0.32
A2	-2	474.31	47.16	37.1	47.81	0.65	45.46	1.96	18.91	126.44	0.97
A3	-3	679.13	45.34	37.1	46.15	0.81	87.08	0.82	45.31	20.43	0.36
A4	-4	847.72	44.89	37.1	45.23	0.34	199.85	0.72	51.51	19.99	0.45
B0	0	0.00	64.87	19.1	65.65	0.78	57.82	1.49	12.79	90.36	1.01
B1	-1	175.95	60.42	19.1	60.96	0.54	118.38	0.54	35.30	10.75	0.32
B2	-2	432.10	59.41	19.1	59.80	0.39	162.46	0.54	35.05	12.14	0.37
B3	-3	779.54	55.81	19.1	56.25	0.44	58.08	1.23	15.59	57.08	0.76
B4	-4	1,239.54	50.40	19.1	51.11	0.71	29.75	1.33	14.36	55.33	0.61
C1	-1	0.00	76.52	5.0	76.87	0.35	17.27	1.63	3.06	116.60	1.24
C2	-2	109.08	69.19	5.0	69.65	0.46	15.33	1.70	2.95	122.29	1.23
C3	-3	234.79	63.40	5.0	63.66	0.26	29.04	1.20	4.17	67.49	1.01
C4	-4	400.95	58.56	5.0	58.80	0.24	39.07	0.82	6.11	30.50	0.66
C5	-5	604.56	56.65	5.0	56.96	0.31	48.20	0.50	9.93	10.54	0.35
C6	-6	766.97	54.62	5.0	54.99	0.37	20.06	1.36	3.68	79.60	1.01
C7	-7	899.11	53.16	10.0	53.93	0.77	38.99	0.64	15.61	13.65	0.32
C8	-8	1,016.72	52.69	10.0	53.05	0.36	51.02	1.01	9.86	43.61	0.74
D1	-1	0.00	85.42	5.0	85.86	0.44	17.52	1.14	4.40	50.23	0.72
D2	-2	137.83	81.63	5.0	81.93	0.30	14.99	1.49	3.35	90.07	1.01
D3	-3	300.55	76.35	5.0	76.78	0.43	24.71	0.88	5.70	30.79	0.58
D4	-4	455.74	72.97	5.0	73.26	0.29	17.02	1.43	3.49	85.39	1.01
D5	-5	556.04	69.47	5.0	70.21	0.74	22.26	0.45	11.18	6.17	0.20
D6	-6	652.49	69.62	5.0	69.82	0.20	29.53	1.04	4.79	48.95	0.83
D7	-7	749.94	66.39	5.0	66.79	0.40	18.16	1.27	3.95	65.49	0.87
D8	-8	850.57	62.76	5.0	63.07	0.31	22.25	1.31	3.81	75.99	1.01
D9	-9	1,002.53	58.10	5.0	58.40	0.30	30.48	0.99	5.04	43.89	0.78
E1	-1	0.00	105.38	3.3	105.90	0.52	5.34	2.38	1.38	219.79	1.49
E2	-2	148.63	92.35	3.3	92.54	0.19	14.72	1.63	2.03	125.70	1.40
E3	-3	288.00	85.93	3.3	86.32	0.39	15.54	1.09	3.02	50.54	0.79
E4	-4	436.21	80.90	3.3	81.24	0.34	15.42	1.29	2.56	73.99	1.01
E5	-5	555.69	77.96	3.3	78.53	0.57	18.33	0.59	5.57	12.80	0.34
E6	-6	772.23	75.88	3.3	76.28	0.40	11.56	1.42	2.32	84.89	1.01
E7	-7	908.07	70.00	3.3	70.26	0.26	19.05	1.09	3.04	53.43	0.87
E8	-8	1,113.46	65.88	3.3	66.20	0.32	36.80	0.62	5.28	18.26	0.53
E9	-9	1,269.85	63.71	3.3	63.97	0.26	20.65	0.83	3.97	29.39	0.61
E10	-10	1,387.94	60.64	3.3	60.95	0.31	16.70	1.26	2.62	72.02	1.01
E11	-11	1,501.29	58.14	3.3	58.44	0.30	120.22	0.18	18.61	1.44	0.14
E12	-12	1,673.50	56.67	28.1	57.41	0.74	74.74	0.97	29.08	31.35	0.49
E13	-13	1,852.01	54.20	28.1	55.04	0.84	36.08	1.74	16.19	96.51	0.83
E14	-14	2,008.24	52.64	28.1	53.61	0.97	69.11	0.88	31.96	24.51	0.41
F1	-1	0.00	99.04	5.2	99.54	0.50	18.65	0.98	5.33	35.48	0.58
F2	-2	172.68	95.37	5.2	95.86	0.49	13.38	1.58	3.30	97.36	1.01
F3	-3	320.60	90.97	5.2	91.41	0.44	16.22	1.20	4.33	55.10	0.74
F4	-4	485.61	86.17	5.2	86.69	0.52	12.23	1.62	3.20	101.18	1.01
F5	-5	606.59	81.76	5.2	82.50	0.74	16.36	0.86	6.03	25.51	0.45
F6	-6	751.96	80.08	5.2	80.32	0.24	25.69	1.27	4.11	72.35	1.01
F7	-7	961.55	73.97	5.2	74.34	0.37	19.38	1.19	4.36	57.32	0.80
G1	-1	0.00	89.13	19.7	89.62	0.49	163.60	0.99	21.63	38.21	0.80
G2	-2	160.58	83.71	19.7	84.04	0.33	64.47	1.45	13.56	86.94	1.01
G3	-3	460.84	76.86	19.7	77.66	0.80	31.19	1.56	12.61	81.00	0.78
G4	-4	649.73	73.24	19.7	73.97	0.73	32.80	1.62	12.18	89.21	0.85

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 11

Stato di fatto - T = 500 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A0	0	0.00	51.57	42.5	52.42	0.85	28.74	2.45	17.34	174.57	1.01
A1	-1	220.69	49.03	42.5	49.85	0.82	103.30	0.75	56.61	16.89	0.32
A2	-2	474.31	47.16	42.5	47.87	0.71	47.60	1.98	21.47	125.26	0.94
A3	-3	679.13	45.34	42.5	46.19	0.85	89.89	0.86	49.18	22.39	0.37
A4	-4	847.72	44.89	42.5	45.26	0.37	200.29	0.76	55.94	21.65	0.46
B0	0	0.00	64.87	21.9	65.67	0.80	61.52	1.53	14.33	93.05	1.01
B1	-1	175.95	60.42	21.9	61.01	0.59	147.77	0.53	41.39	10.49	0.32
B2	-2	432.10	59.41	21.9	59.82	0.41	169.95	0.57	38.75	12.82	0.38
B3	-3	779.54	55.81	21.9	56.28	0.47	61.78	1.26	17.39	59.32	0.76
B4	-4	1,239.54	50.40	21.9	51.16	0.76	31.01	1.38	15.85	58.57	0.62
C1	-1	0.00	76.52	5.7	76.89	0.37	17.45	1.71	3.32	125.35	1.25
C2	-2	109.08	69.19	5.7	69.67	0.48	16.30	1.74	3.27	127.53	1.24
C3	-3	234.79	63.40	5.7	63.67	0.27	30.37	1.24	4.61	70.14	1.01
C4	-4	400.95	58.56	5.7	58.82	0.26	40.63	0.85	6.72	32.09	0.67
C5	-5	604.56	56.65	5.7	56.98	0.33	49.75	0.52	10.87	11.19	0.36
C6	-6	766.97	54.62	5.7	55.01	0.39	21.13	1.40	4.08	82.63	1.01
C7	-7	899.11	53.16	11.5	53.97	0.81	40.78	0.67	17.16	14.70	0.33
C8	-8	1,016.72	52.69	11.5	53.07	0.38	53.40	1.05	10.92	46.14	0.74
D1	-1	0.00	85.42	5.7	85.88	0.46	18.01	1.19	4.78	54.34	0.74
D2	-2	137.83	81.63	5.7	81.95	0.32	15.38	1.54	3.70	93.67	1.00
D3	-3	300.55	76.35	5.7	76.81	0.46	25.69	0.91	6.23	32.86	0.59
D4	-4	455.74	72.97	5.7	73.28	0.31	17.28	1.49	3.83	89.85	1.01
D5	-5	556.04	69.47	5.7	70.24	0.77	22.75	0.48	11.90	6.99	0.21
D6	-6	652.49	69.62	5.7	69.85	0.23	30.32	1.03	5.56	45.35	0.76
D7	-7	749.94	66.39	5.7	66.80	0.41	18.26	1.42	4.01	82.28	0.97
D8	-8	850.57	62.76	5.7	63.10	0.34	23.96	1.25	4.56	66.57	0.91
D9	-9	1,002.53	58.10	5.7	58.42	0.32	31.69	1.03	5.54	46.36	0.79
E1	-1	0.00	105.38	3.7	105.92	0.54	5.57	2.45	1.51	229.42	1.51
E2	-2	148.63	92.35	3.7	92.55	0.20	14.88	1.70	2.18	133.97	1.42
E3	-3	288.00	85.93	3.7	86.34	0.41	16.21	1.13	3.29	52.89	0.80
E4	-4	436.21	80.90	3.7	81.25	0.35	15.92	1.33	2.78	77.60	1.02
E5	-5	555.69	77.96	3.7	78.56	0.60	18.85	0.61	6.02	13.54	0.35
E6	-6	772.23	75.88	3.7	76.30	0.42	12.10	1.46	2.54	87.51	1.01
E7	-7	908.07	70.00	3.7	70.35	0.35	21.85	0.76	4.87	23.31	0.51
E8	-8	1,113.46	65.88	3.7	66.15	0.27	29.73	1.08	3.42	59.09	1.02
E9	-9	1,269.85	63.71	3.7	63.98	0.27	21.06	0.87	4.27	31.28	0.61
E10	-10	1,387.94	60.64	3.7	60.97	0.33	17.48	1.29	2.87	74.24	1.01
E11	-11	1,501.29	58.14	3.7	58.46	0.32	121.78	0.18	20.78	1.40	0.14
E12	-12	1,673.50	56.67	32.2	57.46	0.79	82.63	0.98	32.95	31.81	0.49
E13	-13	1,852.01	54.20	32.2	55.08	0.88	37.94	1.80	17.88	102.25	0.84
E14	-14	2,008.24	52.64	32.2	53.65	1.01	72.26	0.91	35.31	25.89	0.42
F1	-1	0.00	99.04	5.9	99.57	0.53	19.14	1.02	5.79	37.92	0.59
F2	-2	172.68	95.37	5.9	95.88	0.51	14.07	1.62	3.65	100.61	1.01
F3	-3	320.60	90.97	5.9	91.43	0.46	16.53	1.26	4.67	59.70	0.76
F4	-4	485.61	86.17	5.9	86.72	0.55	12.90	1.66	3.56	103.34	1.01
F5	-5	606.59	81.76	5.9	82.51	0.75	16.62	0.95	6.22	30.69	0.50
F6	-6	751.96	80.08	5.9	80.36	0.28	26.74	1.17	5.05	58.40	0.86
F7	-7	961.55	73.97	5.9	74.36	0.39	20.09	1.24	4.77	60.51	0.81
G1	-1	0.00	89.13	22.6	89.64	0.51	176.15	1.01	24.15	40.33	0.81
G2	-2	160.58	83.71	22.6	84.06	0.35	66.60	1.50	15.03	90.99	1.01
G3	-3	460.84	76.86	22.6	77.70	0.84	32.62	1.62	13.93	85.73	0.79
G4	-4	649.73	73.24	22.6	74.01	0.77	34.46	1.67	13.49	94.05	0.85

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Nella figura successiva è mostrata la perimetrazione della pericolosità idraulica per i quattro tempi di ritorno considerati. Tali tempi di ritorno, in linea con il PAI Sardegna, corrispondono rispettivamente alle aree a Moderata Pericolosità, Media Pericolosità, Elevata Pericolosità e Molto Elevata Pericolosità.

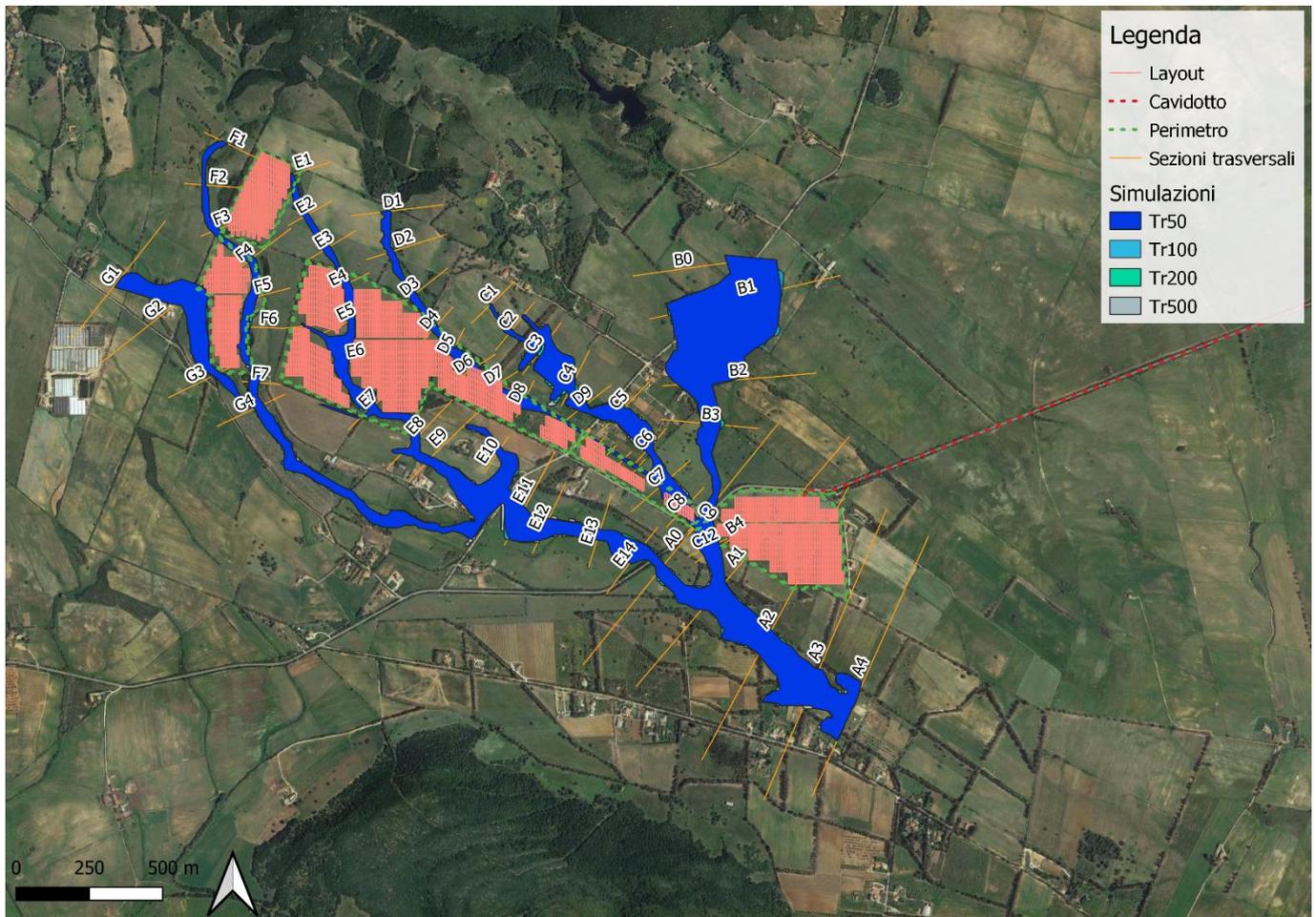


Figura 7: Planimetria delle aree allagabili nella configurazione pre intervento

Nella figura precedente si nota come il lotto di intervento sia interessato dalle aree a pericolosità idraulica e pertanto, nelle aree perimetrate, non sarà possibile predisporre moduli fotovoltaici.

In particolare, per salvaguardare l'area in prossimità delle aste C e D, sarà opportuno prevedere degli interventi di sistemazione idraulica in grado di ridurre l'area a pericolosità idraulica e salvaguardare l'impianto.

4 Interventi in progetto

Nel presente caso, si è osservato che il lotto di intervento risulta parzialmente lambito dalle aree a rischio idraulico generate dalla presenza degli impluvi C e D, i quali non riescono a garantire un sufficiente contenimento delle portate.

Al fine di **ridurre il rischio idraulico** nella suddetta area e poter procedere alla messa in sicurezza del lotto in progetto, pertanto, risulta necessario ricalibrare la sezione del canale mediante una sezione trapezoidale in terra di opportune dimensioni in modo che risulti sufficiente a garantire un adeguato franco di sicurezza.

Ai fini di un corretto dimensionamento del canale in progetto si considera un valore di riferimento per il franco di sicurezza corrispondente a quello prescritto dalla "Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) del 2001 che prevede:

- il 50% dell'altezza utile se questa non supera i 40 cm;
- 20 cm se l'altezza utile è compresa tra i 40 e i 100 cm;
- il 20% dell'altezza utile se questa è superiore a 100 cm.

Per il **presente caso, essendo presenti dei valori di altezza utile superiori a 100 cm, si procede con la valutazione di un franco minimo di sicurezza di almeno 20 cm.**

A tal proposito si ricorda che, in caso di interventi progettuali maggiormente significativi, l'Autorità di Bacino Distrettuale ha previsto un franco di sicurezza pari a 100 cm (norma derivata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po) che, per il presente caso, si ritiene non necessario in quanto le portate in gioco risultano ben al di sotto della soglia stabilita dalla Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 7 del 21.01.2019 che suggerisce una sorta di "soglia di separazione" tra impluvi minori e maggiori perché recita:

«Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s.».

È pacifico che tale indicazione riguardi gli attraversamenti stradali da realizzare al di sopra di corsi d'acqua naturali o artificiali, ma si ritiene opportuno, in assenza di un'indicazione analoga per la progettazione di canali a cielo aperto, considerarla anche per il presente caso.

Per gli scopi suddetti, pertanto, si prevede di dimensionare delle sezioni trapezoidali con una base minore di 3.00 m, un'altezza di 2.00 m e una pendenza delle sponde di 1/1.

Nella tabella successiva sono riportate le sezioni sulle quali effettuare gli interventi di risagomatura con le dimensioni di progetto verificate in condizioni di moto uniforme.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 12

Opera							
	Pendenza (-)	Scabrezza (m ^{1/2} /s)	Base minore (m)	Base maggiore (m)	Altezza (m)	Progressiva (m)	Fondo (m)
Sezione D6	0.0350	33.33	3.00	7.00	2.00	0.00	67.500
Sezione D7	0.0350	33.33	3.00	7.00	2.00	94.01	64.210
Sezione D8	0.0177	33.33	3.00	7.00	2.00	191.43	60.800
Sezione D9	0.0177	33.33	3.00	7.00	2.00	349.07	57.896
Sezione D10	0.0177	33.33	3.00	7.00	2.00	426.96	56.461
Sezione D11	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	435.98	56.301
Sezione D12	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	488.11	55.793
Sezione D13	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	536.42	55.323
Sezione D14	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	588.56	54.815
Sezione D15	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	643.26	54.283
Sezione C7	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	746.66	53.277
Sezione C8	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	858.50	52.188
Sezione C9	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	949.26	51.305
Sezione C10	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	985.79	50.949
Sezione C11	0.0097	33.33	3.00	7.00	2.00	994.68	50.863

Tabella 13

Opera	Calcoli						
	Franco di sicurezza (m)	Tirante idrico (m)	Pendenza di sponda (m/m)	Area (m ²)	Raggio idraulico (m)	Lunghezza Sponde sommers (m)	Perimetr o bagnato (m)
Sezione D6	1.55	0.45	1.00	1.57	0.37	0.642	4.284
Sezione D7	1.55	0.45	1.00	1.57	0.37	0.642	4.284
Sezione D8	1.45	0.55	1.00	1.97	0.43	0.784	4.569
Sezione D9	1.45	0.55	1.00	1.97	0.43	0.784	4.569
Sezione D10	1.45	0.55	1.00	1.97	0.43	0.784	4.569
Sezione D11	1.34	0.66	1.00	2.42	0.50	0.936	4.871
Sezione D12	1.34	0.66	1.00	2.42	0.50	0.936	4.871
Sezione D13	1.34	0.66	1.00	2.42	0.50	0.936	4.871
Sezione D14	1.34	0.66	1.00	2.42	0.50	0.936	4.871
Sezione D15	1.34	0.66	1.00	2.42	0.50	0.936	4.871
Sezione C7	1.01	0.99	1.00	3.93	0.68	1.396	5.791
Sezione C8	1.01	0.99	1.00	3.93	0.68	1.396	5.791
Sezione C9	1.01	0.99	1.00	3.93	0.68	1.396	5.791
Sezione C10	1.01	0.99	1.00	3.93	0.68	1.396	5.791
Sezione C11	1.01	0.99	1.00	3.93	0.68	1.396	5.791

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 14

SEZIONE	Output		
	Velocità media (m/s)	Portata defluita (m ³ /s)	Portata di progetto (m ³ /s)
Sezione D6	3.19	5.00	5.00
Sezione D7	3.19	5.00	5.00
Sezione D8	2.54	5.00	5.00
Sezione D9	2.54	5.00	5.00
Sezione D10	2.54	5.00	5.00
Sezione D11	2.06	5.00	5.00
Sezione D12	2.06	5.00	5.00
Sezione D13	2.06	5.00	5.00
Sezione D14	2.06	5.00	5.00
Sezione D15	2.06	5.00	5.00
Sezione C7	2.54	10.00	10.00
Sezione C8	2.54	10.00	10.00
Sezione C9	2.54	10.00	10.00
Sezione C10	2.54	10.00	10.00
Sezione C11	2.54	10.00	10.00

Come è possibile vedere dalle tabelle sopra riportate, la risagomatura del canale con sezione trapezoidale di base minore 3.00 m, altezza di 2.00 m e pendenza delle sponde di 1/1, permette di contenere una portata maggiore di quella affluente dal bacino di riferimento. Si ottiene pertanto una riduzione dell'area a rischio idraulico come mostrato nella figura di seguito.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

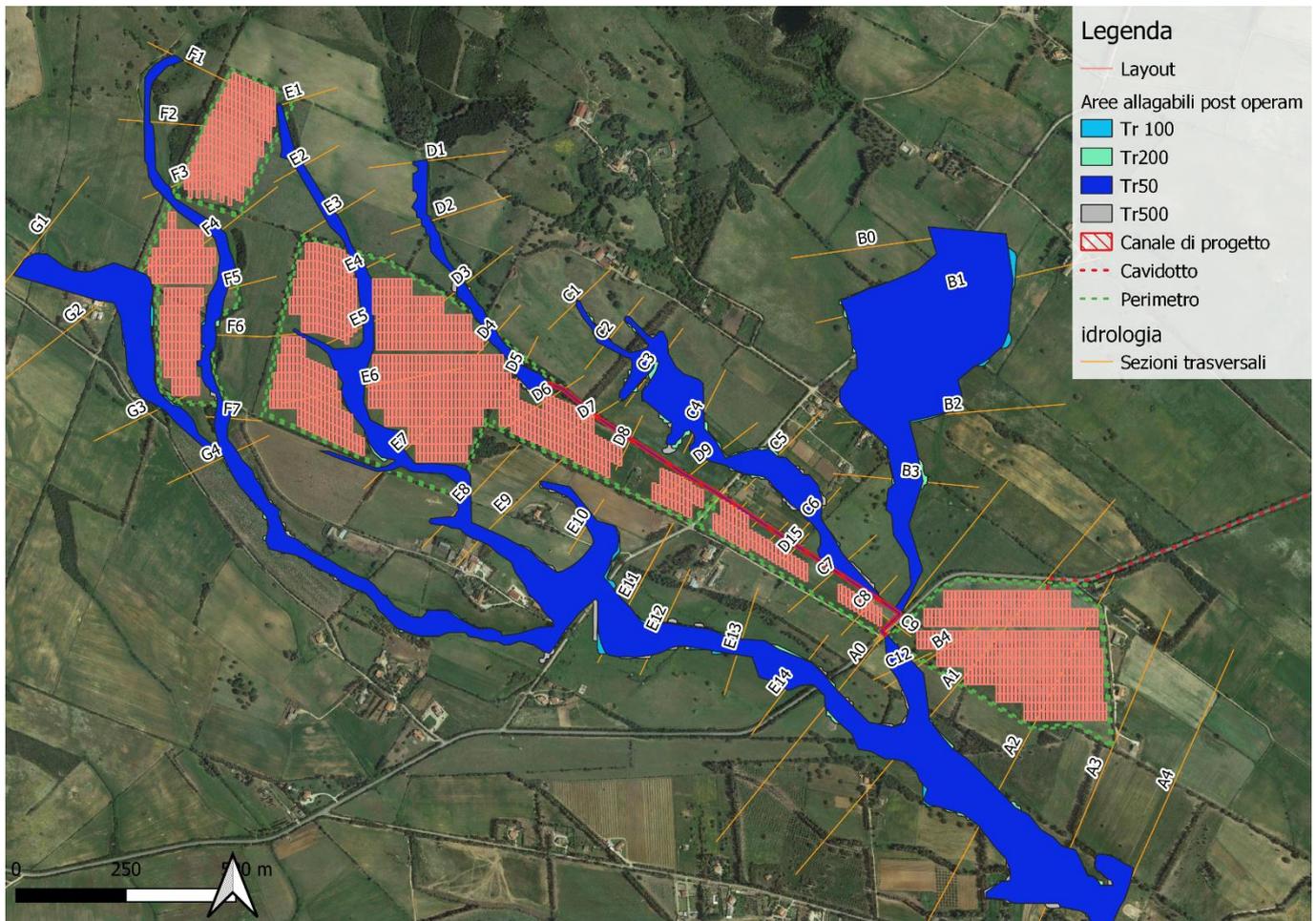


Figura 8: Planimetria delle aree allagabili post operam e canale di progetto

La nuova perimetrazione delle aree allagabili è stata ottenuta grazie ad una analisi in moto permanente, considerando la nuova configurazione delle sezioni e le portate calcolate analogamente all'analisi dello stato di fatto.

Di seguito si riportano i valori di tale analisi per i quattro tempi di ritorno considerati.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 15

Stato di progetto - T = 50 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A1	-1	0.00	269.67	24.5	270.57	0.90	31.62	1.15	21.23	37.35	0.45
A2	-2	89.50	268.77	24.5	269.51	0.74	33.80	1.79	13.68	106.38	0.90
A3	-3	232.80	267.05	24.5	268.16	1.11	40.33	1.02	24.06	30.22	0.42
A4	-4	394.60	265.58	24.5	266.25	0.67	26.28	2.10	11.65	142.34	1.01
A5	-5	530.00	264.11	24.5	265.11	1.00	54.32	0.70	34.93	13.98	0.28
A6	-6	639.90	263.11	24.5	264.23	1.12	18.59	2.35	10.43	164.41	1.00
A7	-7	738.70	261.97	24.5	263.23	1.26	34.80	1.07	22.99	32.01	0.42
A8	-8	862.00	260.82	24.5	261.77	0.95	22.80	2.19	11.17	149.91	1.00
A9	-9	944.80	259.49	24.5	260.10	0.61	84.47	0.65	37.93	13.36	0.31
A10	-10	1,048.50	258.56	24.5	259.79	1.23	40.52	0.85	28.94	19.67	0.32
A11	-11	1,159.20	257.84	24.5	259.31	1.47	23.07	1.30	18.88	44.31	0.46
A12	-12	1,213.42	257.55	24.5	258.52	0.97	20.53	2.27	10.78	157.06	1.00
A13	-13	1,298.32	256.12	24.5	257.38	1.26	43.47	0.79	31.20	16.90	0.30
A14	-14	1,358.32	255.95	24.5	256.78	0.83	21.86	2.23	10.97	154.14	1.01
A15	-15	1,410.32	254.93	24.5	255.90	0.97	26.51	1.34	18.32	49.71	0.51
A16	-16	1,448.32	254.56	24.5	255.54	0.98	24.91	1.52	16.11	65.65	0.60
B1	-1	0.00	248.10	118.5	249.89	1.79	119.59	1.02	115.89	25.91	0.33
B2	-2	229.80	247.39	118.5	248.92	1.53	105.65	1.39	85.40	50.68	0.49
B3	-3	441.10	246.78	118.5	248.51	1.73	217.31	0.61	192.81	9.64	0.21
B4	-4	619.92	246.18	118.5	248.25	2.07	164.08	0.79	150.27	15.70	0.26
B5	-5	824.92	245.69	118.5	247.76	2.07	95.36	1.14	103.93	30.98	0.35
C1	-1	0.00	266.40	3.3	266.60	0.20	17.71	1.50	2.21	109.91	1.35
C2	-2	66.60	260.42	3.3	260.74	0.32	20.89	1.38	2.39	96.58	1.31
C3	-3	137.76	257.58	3.3	257.93	0.35	45.06	0.37	8.88	5.82	0.27
C4	-4	211.19	256.95	3.3	257.29	0.34	14.85	1.30	2.53	75.15	1.01
D1	-1	0.00	273.20	5.3	273.67	0.47	11.64	1.93	2.75	147.72	1.27
D2	-2	65.40	269.02	5.3	269.46	0.44	12.71	1.87	2.83	141.57	1.26
D3	-3	135.40	265.94	5.3	266.61	0.67	8.64	1.84	2.88	119.83	1.02
D4	-4	201.29	261.94	5.3	262.28	0.34	13.77	2.27	2.34	227.44	1.76
E1	-1	0.00	299.82	10.8	300.32	0.50	19.07	1.74	6.22	107.47	0.97
E2	-2	148.61	294.48	10.8	294.78	0.30	35.56	1.45	7.46	86.61	1.01
E3	-3	281.51	286.88	10.8	287.22	0.34	22.63	2.09	5.17	175.07	1.40
E4	-4	492.11	276.96	10.8	277.65	0.69	16.83	1.86	5.80	121.39	1.01
E5	-5	716.43	269.85	10.8	270.47	0.62	22.34	1.22	8.88	49.42	0.62
E6	-6	856.43	266.70	10.8	267.59	0.89	11.56	2.10	5.14	142.53	1.01
E7	-7	929.43	263.51	10.8	264.00	0.49	16.54	2.36	4.58	208.90	1.43
G1	-1	0.00	289.27	10.8	289.74	0.47	22.86	1.82	5.93	127.33	1.14
G2	-2	68.00	285.89	10.8	286.42	0.53	16.11	2.04	5.29	148.18	1.14
F1	-1	0.00	454.10	5.9	454.37	0.27	21.74	1.78	3.32	145.16	1.45
F2	-2	110.80	443.31	5.9	443.83	0.52	9.34	2.44	2.42	228.88	1.53
F3	-3	208.65	428.25	5.9	428.67	0.42	7.33	3.82	1.54	603.02	2.66
F4	-4	344.65	419.12	5.9	419.46	0.34	18.55	1.47	4.02	88.13	1.01
F5	-5	494.65	406.46	5.9	406.74	0.28	15.80	2.65	2.22	332.19	2.26
F6	-6	702.55	390.52	5.9	390.81	0.29	19.02	1.46	4.05	87.34	1.01
F7	-7	888.85	368.50	5.9	368.76	0.26	9.41	4.75	1.24	1089.48	4.18
F8	-8	1,058.45	354.07	5.9	354.79	0.72	8.64	1.90	3.10	125.34	1.01
F9	-9	1,173.75	346.83	5.9	347.33	0.50	8.24	2.87	2.05	322.65	1.84
F10	-10	1,274.35	338.98	5.9	339.46	0.48	12.52	1.85	3.19	132.36	1.17
F11	-11	1,398.85	332.69	5.9	333.28	0.59	10.60	1.89	3.12	132.57	1.12
H1	-1	0.00	276.23	1.8	276.59	0.36	8.77	1.14	1.58	56.32	0.86
H2	-2	86.00	272.95	1.8	273.27	0.32	9.00	1.26	1.42	72.48	1.01
H3	-3	181.00	267.15	1.8	267.48	0.33	6.51	1.69	1.07	128.00	1.33
H4	-4	252.00	261.23	1.8	261.56	0.33	6.25	1.75	1.03	138.13	1.38

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 16

Stato di progetto - T = 100 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A1	-1	0.00	269.67	28.0	270.63	0.96	32.33	1.22	22.98	40.86	0.46
A2	-2	89.50	268.77	28.0	269.56	0.79	35.18	1.84	15.25	109.27	0.43
A3	-3	232.80	267.05	28.0	268.21	1.16	42.20	1.06	26.48	32.05	0.63
A4	-4	394.60	265.58	28.0	266.30	0.72	27.37	2.17	12.90	148.43	0.47
A5	-5	530.00	264.11	28.0	265.18	1.07	55.75	0.73	38.51	14.66	0.69
A6	-6	639.90	263.11	28.0	264.29	1.18	19.61	2.41	11.61	170.16	0.59
A7	-7	738.70	261.97	28.0	263.30	1.33	36.43	1.11	25.30	33.95	0.69
A8	-8	862.00	260.82	28.0	261.83	1.01	23.82	2.26	12.38	156.07	0.52
A9	-9	944.80	259.49	28.0	260.16	0.67	86.17	0.65	42.82	13.24	0.50
A10	-10	1,048.50	258.56	28.0	259.86	1.30	41.45	0.88	32.00	20.49	0.77
A11	-11	1,159.20	257.84	28.0	259.38	1.54	23.88	1.36	20.61	47.70	0.85
A12	-12	1,213.42	257.55	28.0	258.57	1.02	21.36	2.36	11.87	166.09	0.55
A13	-13	1,298.32	256.12	28.0	257.45	1.33	46.19	0.81	34.47	17.85	0.74
A14	-14	1,358.32	255.95	28.0	256.83	0.88	22.73	2.31	12.12	161.65	0.53
A15	-15	1,410.32	254.93	28.0	255.97	1.04	27.14	1.40	20.06	52.92	0.73
A16	-16	1,448.32	254.56	28.0	255.61	1.05	25.95	1.58	17.75	69.38	0.68
B1	-1	0.00	248.10	135.1	249.98	1.88	122.73	1.07	126.44	27.72	1.03
B2	-2	229.80	247.39	135.1	249.00	1.61	110.47	1.44	93.86	53.63	0.85
B3	-3	441.10	246.78	135.1	248.60	1.82	223.90	0.63	212.95	10.03	0.95
B4	-4	619.92	246.18	135.1	248.35	2.17	168.36	0.81	167.01	16.09	0.99
B5	-5	824.92	245.69	135.1	247.87	2.18	100.64	1.18	114.87	32.46	1.14
C1	-1	0.00	266.40	3.8	266.61	0.21	18.13	1.57	2.42	117.90	0.13
C2	-2	66.60	260.42	3.8	260.76	0.34	26.80	1.32	2.87	90.68	0.11
C3	-3	137.76	257.58	3.8	257.95	0.37	47.16	0.39	9.85	6.16	0.21
C4	-4	211.19	256.95	3.8	257.31	0.36	15.71	1.34	2.83	78.09	0.18
D1	-1	0.00	273.20	6.0	273.70	0.50	12.19	1.99	3.02	154.77	0.25
D2	-2	65.40	269.02	6.0	269.49	0.47	13.32	1.93	3.11	148.39	0.23
D3	-3	135.40	265.94	6.0	266.64	0.70	9.09	1.88	3.19	123.37	0.35
D4	-4	201.29	261.94	6.0	262.29	0.35	14.31	2.38	2.53	246.68	0.18
E1	-1	0.00	299.82	12.3	300.35	0.53	19.41	1.85	6.64	120.37	0.34
E2	-2	148.61	294.48	12.3	294.80	0.32	36.46	1.50	8.21	90.54	0.22
E3	-3	281.51	286.88	12.3	287.24	0.36	23.29	2.19	5.61	189.84	0.24
E4	-4	492.11	276.96	12.3	277.69	0.73	17.71	1.91	6.43	126.10	0.36
E5	-5	716.43	269.85	12.3	270.50	0.65	22.97	1.27	9.69	52.76	0.42
E6	-6	856.43	266.70	12.3	267.64	0.94	12.20	2.15	5.72	146.36	0.46
E7	-7	929.43	263.51	12.3	264.02	0.51	16.85	2.50	4.93	230.28	0.29
G1	-1	0.00	289.27	12.3	289.77	0.50	23.79	1.89	6.52	134.31	0.27
G2	-2	68.00	285.89	12.3	286.45	0.56	16.51	2.12	5.79	157.05	0.35
F1	-1	0.00	454.10	6.8	454.39	0.29	22.46	1.86	3.66	155.04	0.16
F2	-2	110.80	443.31	6.8	443.85	0.54	9.86	2.52	2.70	240.53	0.27
F3	-3	208.65	428.25	6.8	428.69	0.44	7.73	3.96	1.72	636.94	0.22
F4	-4	344.65	419.12	6.8	419.49	0.37	19.29	1.52	4.46	92.72	0.23
F5	-5	494.65	406.46	6.8	406.75	0.29	16.56	2.78	2.44	359.75	0.15
F6	-6	702.55	390.52	6.8	390.83	0.31	19.55	1.51	4.50	91.49	0.23
F7	-7	888.85	368.50	6.8	368.77	0.27	9.74	5.11	1.33	1245.42	0.14
F8	-8	1,058.45	354.07	6.8	354.83	0.76	9.15	1.96	3.48	129.97	0.37
F9	-9	1,173.75	346.83	6.8	347.35	0.52	8.64	3.02	2.25	349.86	0.26
F10	-10	1,274.35	338.98	6.8	339.49	0.51	12.75	1.93	3.52	140.79	0.27
F11	-11	1,398.85	332.69	6.8	333.31	0.62	11.14	1.97	3.45	141.58	0.31
H1	-1	0.00	276.23	2.1	276.61	0.38	9.26	1.19	1.76	60.66	0.19
H2	-2	86.00	272.95	2.1	273.29	0.34	9.58	1.30	1.61	75.48	0.17
H3	-3	181.00	267.15	2.1	267.50	0.35	6.87	1.77	1.19	138.36	0.17
H4	-4	252.00	261.23	2.1	261.58	0.35	6.65	1.81	1.16	143.47	0.17

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 17

Stato di progetto - T = 200 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A1	-1	0.00	269.67	31.4	270.68	1.01	32.96	1.28	24.59	44.15	0.47
A2	-2	89.50	268.77	31.4	269.60	0.83	36.45	1.88	16.74	111.81	0.88
A3	-3	232.80	267.05	31.4	268.27	1.22	43.88	1.09	28.75	33.70	0.43
A4	-4	394.60	265.58	31.4	266.34	0.76	28.37	2.23	14.10	153.68	1.01
A5	-5	530.00	264.11	31.4	265.24	1.13	57.02	0.75	41.77	15.37	0.28
A6	-6	639.90	263.11	31.4	264.35	1.24	20.53	2.47	12.72	175.52	1.00
A7	-7	738.70	261.97	31.4	263.36	1.39	37.97	1.14	27.50	35.62	0.43
A8	-8	862.00	260.82	31.4	261.87	1.05	24.74	2.32	13.54	161.48	1.00
A9	-9	944.80	259.49	31.4	260.22	0.73	87.76	0.66	47.49	13.15	0.29
A10	-10	1,048.50	258.56	31.4	259.93	1.37	42.31	0.90	34.85	21.25	0.32
A11	-11	1,159.20	257.84	31.4	259.45	1.61	24.59	1.41	22.20	50.96	0.48
A12	-12	1,213.42	257.55	31.4	258.62	1.07	22.16	2.42	12.96	172.46	1.01
A13	-13	1,298.32	256.12	31.4	257.52	1.40	48.85	0.84	37.56	18.71	0.30
A14	-14	1,358.32	255.95	31.4	256.88	0.93	23.56	2.37	13.27	166.51	1.01
A15	-15	1,410.32	254.93	31.4	256.03	1.10	27.72	1.45	21.66	56.02	0.52
A16	-16	1,448.32	254.56	31.4	255.67	1.11	26.79	1.63	19.26	72.90	0.61
B1	-1	0.00	248.10	151.7	250.06	1.96	125.65	1.11	136.48	29.47	0.34
B2	-2	229.80	247.39	151.7	249.08	1.69	115.08	1.48	102.32	56.05	0.50
B3	-3	441.10	246.78	151.7	248.69	1.91	230.54	0.65	232.71	10.39	0.21
B4	-4	619.92	246.18	151.7	248.45	2.27	172.47	0.83	182.99	16.52	0.26
B5	-5	824.92	245.69	151.7	247.97	2.28	105.48	1.21	125.49	33.82	0.35
C1	-1	0.00	266.40	4.2	266.62	0.22	18.45	1.62	2.59	123.92	1.38
C2	-2	66.60	260.42	4.2	260.77	0.35	28.57	1.34	3.12	92.77	1.30
C3	-3	137.76	257.58	4.2	257.97	0.39	48.79	0.40	10.62	6.38	0.27
C4	-4	211.19	256.95	4.2	257.32	0.37	16.34	1.37	3.06	80.46	1.01
D1	-1	0.00	273.20	6.8	273.72	0.52	12.78	2.05	3.31	162.22	1.29
D2	-2	65.40	269.02	6.8	269.51	0.49	13.96	1.99	3.41	155.61	1.29
D3	-3	135.40	265.94	6.8	266.68	0.74	9.55	1.93	3.53	127.63	1.01
D4	-4	201.29	261.94	6.8	262.31	0.37	14.90	2.48	2.74	266.04	1.85
E1	-1	0.00	299.82	13.8	300.37	0.55	19.84	1.92	7.18	127.28	1.02
E2	-2	148.61	294.48	13.8	294.82	0.34	37.32	1.54	8.93	94.20	1.01
E3	-3	281.51	286.88	13.8	287.25	0.37	23.90	2.29	6.03	203.65	1.46
E4	-4	492.11	276.96	13.8	277.72	0.76	18.56	1.96	7.06	129.61	1.01
E5	-5	716.43	269.85	13.8	270.54	0.69	23.57	1.32	10.48	55.74	0.63
E6	-6	856.43	266.70	13.8	267.68	0.98	12.78	2.20	6.28	150.56	1.00
E7	-7	929.43	263.51	13.8	264.04	0.53	17.15	2.62	5.27	249.25	1.51
G1	-1	0.00	289.27	13.8	289.79	0.52	24.59	1.95	7.08	141.25	1.16
G2	-2	68.00	285.89	13.8	286.48	0.59	16.90	2.20	6.28	165.08	1.15
F1	-1	0.00	454.10	7.6	454.40	0.30	23.06	1.92	3.95	163.08	1.48
F2	-2	110.80	443.31	7.6	443.88	0.57	10.29	2.59	2.93	250.30	1.55
F3	-3	208.65	428.25	7.6	428.71	0.46	8.06	4.07	1.87	663.70	2.70
F4	-4	344.65	419.12	7.6	419.51	0.39	19.94	1.56	4.87	95.43	1.01
F5	-5	494.65	406.46	7.6	406.76	0.30	17.08	2.92	2.60	392.81	2.39
F6	-6	702.55	390.52	7.6	390.85	0.33	19.99	1.56	4.88	95.21	1.01
F7	-7	888.85	368.50	7.6	368.78	0.28	10.05	5.37	1.42	1359.45	4.57
F8	-8	1,058.45	354.07	7.6	354.87	0.80	9.57	2.00	3.81	133.62	1.01
F9	-9	1,173.75	346.83	7.6	347.37	0.54	8.96	3.13	2.43	373.14	1.92
F10	-10	1,274.35	338.98	7.6	339.51	0.53	12.94	2.00	3.80	147.63	1.18
F11	-11	1,398.85	332.69	7.6	333.33	0.64	11.59	2.04	3.73	149.17	1.15
H1	-1	0.00	276.23	2.4	276.63	0.40	9.70	1.24	1.94	64.52	0.89
H2	-2	86.00	272.95	2.4	273.31	0.36	10.10	1.34	1.79	78.28	1.01
H3	-3	181.00	267.15	2.4	267.51	0.36	7.20	1.84	1.30	147.70	1.38
H4	-4	252.00	261.23	2.4	261.60	0.37	7.02	1.86	1.29	148.63	1.38

Realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN

Relazione idrologica e idraulica

Tabella 18

Stato di progetto - T = 500 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A1	-1	0.00	269.67	36.0	270.74	1.07	33.75	1.35	26.63	48.55	0.49
A2	-2	89.50	268.77	36.0	269.65	0.88	37.88	1.93	18.69	115.18	0.88
A3	-3	232.80	267.05	36.0	268.33	1.28	45.99	1.13	31.72	35.77	0.44
A4	-4	394.60	265.58	36.0	266.39	0.81	29.63	2.30	15.67	160.21	1.01
A5	-5	530.00	264.11	36.0	265.31	1.20	58.70	0.78	46.18	16.15	0.28
A6	-6	639.90	263.11	36.0	264.41	1.30	21.67	2.54	14.18	182.54	1.00
A7	-7	738.70	261.97	36.0	263.43	1.46	39.88	1.19	30.36	37.79	0.43
A8	-8	862.00	260.82	36.0	261.93	1.11	25.91	2.39	15.06	168.02	1.00
A9	-9	944.80	259.49	36.0	260.29	0.80	89.20	0.67	53.71	13.05	0.28
A10	-10	1,048.50	258.56	36.0	260.02	1.46	43.39	0.93	38.54	22.28	0.32
A11	-11	1,159.20	257.84	36.0	259.53	1.69	25.50	1.48	24.26	55.11	0.49
A12	-12	1,213.42	257.55	36.0	258.68	1.13	23.19	2.50	14.41	179.48	1.01
A13	-13	1,298.32	256.12	36.0	257.60	1.48	52.18	0.86	41.68	19.72	0.31
A14	-14	1,358.32	255.95	36.0	256.94	0.99	24.57	2.45	14.71	174.48	1.01
A15	-15	1,410.32	254.93	36.0	256.10	1.17	28.44	1.52	23.73	60.04	0.53
A16	-16	1,448.32	254.56	36.0	255.74	1.18	27.71	1.70	21.19	77.57	0.62
B1	-1	0.00	248.10	173.7	250.16	2.06	129.24	1.16	149.13	31.72	0.35
B2	-2	229.80	247.39	173.7	249.17	1.78	121.03	1.53	113.72	58.41	0.50
B3	-3	441.10	246.78	173.7	248.80	2.02	240.46	0.67	258.89	10.77	0.21
B4	-4	619.92	246.18	173.7	248.57	2.39	177.67	0.85	203.80	17.02	0.25
B5	-5	824.92	245.69	173.7	248.10	2.41	111.45	1.25	139.16	35.48	0.36
C1	-1	0.00	266.40	4.8	266.64	0.24	19.58	1.67	2.87	129.57	1.39
C2	-2	66.60	260.42	4.8	260.78	0.36	28.78	1.41	3.39	100.07	1.32
C3	-3	137.76	257.58	4.8	257.99	0.41	51.01	0.41	11.71	6.72	0.27
C4	-4	211.19	256.95	4.8	257.34	0.39	17.24	1.41	3.41	83.21	1.01
D1	-1	0.00	273.20	7.7	273.75	0.55	13.39	2.12	3.64	169.95	1.30
D2	-2	65.40	269.02	7.7	269.53	0.51	14.62	2.05	3.75	163.16	1.30
D3	-3	135.40	265.94	7.7	266.72	0.78	10.05	1.97	3.90	131.46	1.01
D4	-4	201.29	261.94	7.7	262.32	0.38	15.48	2.60	2.96	288.62	1.90
E1	-1	0.00	299.82	15.8	300.41	0.59	20.38	2.01	7.87	135.83	1.03
E2	-2	148.61	294.48	15.8	294.84	0.36	38.33	1.61	9.82	99.91	1.01
E3	-3	281.51	286.88	15.8	287.28	0.40	24.73	2.39	6.61	217.51	1.48
E4	-4	492.11	276.96	15.8	277.77	0.81	19.68	1.99	7.94	131.71	1.00
E5	-5	716.43	269.85	15.8	270.58	0.73	24.37	1.37	11.57	58.70	0.63
E6	-6	856.43	266.70	15.8	267.73	1.03	13.44	2.28	6.94	158.82	1.01
E7	-7	929.43	263.51	15.8	264.07	0.56	17.58	2.74	5.78	266.06	1.52
G1	-1	0.00	289.27	15.8	289.82	0.55	25.59	2.02	7.80	149.38	1.17
G2	-2	68.00	285.89	15.8	286.52	0.63	17.37	2.29	6.90	175.40	1.16
F1	-1	0.00	454.10	8.7	454.42	0.32	23.84	2.00	4.34	173.41	1.50
F2	-2	110.80	443.31	8.7	443.91	0.60	10.83	2.67	3.25	262.36	1.56
F3	-3	208.65	428.25	8.7	428.74	0.49	8.48	4.21	2.06	698.96	2.73
F4	-4	344.65	419.12	8.7	419.53	0.41	20.76	1.61	5.40	99.67	1.01
F5	-5	494.65	406.46	8.7	406.78	0.32	17.83	3.07	2.83	427.74	2.46
F6	-6	702.55	390.52	8.7	390.88	0.36	20.56	1.62	5.39	100.06	1.01
F7	-7	888.85	368.50	8.7	368.79	0.29	10.46	5.67	1.53	1497.97	4.73
F8	-8	1,058.45	354.07	8.7	354.91	0.84	10.10	2.06	4.23	139.03	1.01
F9	-9	1,173.75	346.83	8.7	347.40	0.57	9.39	3.27	2.66	399.12	1.96
F10	-10	1,274.35	338.98	8.7	339.54	0.56	13.19	2.09	4.17	157.29	1.19
F11	-11	1,398.85	332.69	8.7	333.36	0.67	12.18	2.12	4.11	157.93	1.16
H1	-1	0.00	276.23	2.7	276.65	0.42	10.12	1.28	2.11	68.13	0.90
H2	-2	86.00	272.95	2.7	273.32	0.37	10.59	1.37	1.97	80.85	1.02
H3	-3	181.00	267.15	2.7	267.53	0.38	7.50	1.91	1.41	156.43	1.41
H4	-4	252.00	261.23	2.7	261.62	0.39	7.35	1.90	1.42	153.50	1.38

5 Conclusioni

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Sassari (SS) e delle relative opere di connessione nel Comune di Sassari (SS) per la connessione alla Stazione Elettrica RTN.

I lotti di interesse sono situati nell'area a sud-ovest del comune e dista oltre 20 km dal centro più densamente popolato.

Per le finalità della presente analisi, sono stati considerati diversi impluvi del reticolo idrografico che attraversano e lambiscono l'impianto. Tali impluvi afferiscono al bacino idrografico del fiume Barca, come definito dall'Autorità di Bacino regionale della Sardegna.

La presente, pertanto, è stata redatta ai sensi delle Norme di Attuazione del PAI (allegato 2 alla Delib. G.R. n. 2/8 del 20.1.2022) al fine di delimitare l'estensione delle aree allagabili, con particolare riferimento all'art. 21 in merito agli indirizzi per la progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture.

Le analisi idrologiche sono state condotte mediante l'utilizzo del metodo VAPI Sardegna (come previsto all'interno del citato PAI) al fine di stabilire le portate al colmo di piena per eventi con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, mentre le analisi idrauliche sono state effettuate grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*.

A valle delle analisi condotte è risultata la presenza di aree allagabili interne all'impianto e per garantire la salvaguardia dell'area, pertanto, è prevista la realizzazione di un canale perimetrale al fine di deviare il corso degli impluvi C e D e sversare nell'attraversamento idraulico a valle del primo lotto di progetto. Tale canale avrà base minore pari a 3.00 metri e altezza pari a 2.00 m.

Inoltre, nelle aree di allagamento non sarà prevista la predisposizione di moduli fotovoltaici.