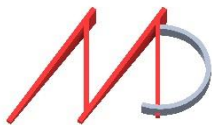
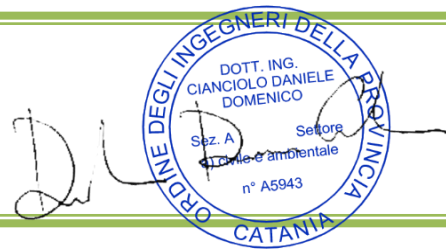


# RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO" DI POTENZA DI  
GENERAZIONE PARI A 49,08 MWP E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 45 MW,  
DENOMINATO "MELILLI", UBIcato TRA LE CONTRADE DI CASITTE E SAN  
GIULIANO SNC, NEL COMUNE DI MELILLI (SR)**



**MADA**  
ENGINEERING



**Melilli 1 Solar s.r.l.**

Società proponente

1. INTRODUZIONE .....	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
3. CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO .....	4
4. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	4
5. ANALISI IDROLOGICA .....	5
5.1. Metodo di Gumbel .....	6
5.2. Metodo TCEV .....	6
6. STUDIO PER LA PROGETTAZIONE DI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA .....	12
7. MISURE IDRAULICHE DI MITIGAZIONE .....	15
7.1. Realizzazione di trincee drenanti di compensazione idraulica .....	16
8. CONCLUSIONI.....	18

## 1. INTRODUZIONE

Il presente studio è redatto al fine di definire la compatibilità idraulica per la realizzazione di un impianto agrovoltaico di potenza di generazione pari a 49,08 Mwp e potenza in immissione pari a 45 MW, denominato "Melilli", ubicato tra le contrade di Casitte e San Giuliano snc, nel Comune di Melilli (SR).

La presente relazione riporta i risultati dell'analisi idrologica ed idraulica.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le due aree di progetto si collocano nel settore sud-orientale della Sicilia, all'interno del territorio comunale di Melilli (SR), nello specifico si sviluppano tra le località di Contrada Casitte e Contrada San Giuliano.

Il LOTTO 1 dista, in linea d'aria, circa 700 m NW dalle prime case della Frazione di Villasmundo, più di 4 km dal Comune di Carlentini e meno di 450 m Nord dalla Strada Provinciale-95.

il LOTTO 2 si ritrova appena a Nord delle Frazioni di San Giuliano e Mungina, a 2 km NE della Frazione di Villasmundo e a circa 840 m Ovest dall'autostrada E45; tra le due aree, inoltre, vi scorre il fiume Vallone Porcaria.

Il LOTTO 1 è posto ad una quota media di 200 m s.l.m., il LOTTO 2 ad una quota media di 155 m s.l.m., rispettivamente ricoprono un'area di 59,45 ha e di 24,93 ha, per un'area progettuale complessiva di 84,38 ha. Nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare i siti di progetto rientrano nella Tavolettta IV-NO denominata "Lentini" e nella Tavolettta IV-NE denominata "Brucoli", in scala 1:25.000, del Foglio 274 (Fig. 2); mentre nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 le due aree rientrano nel Foglio 641090 "Carlentini" e nel Foglio 641100 "Villasmundo".

Coordinate geografiche (WGS84), riferite ad un punto centrale di ciascuna area in studio:

Lotto 1: LAT. 37°15'57" N – LONG. 15°04'24" E

Lotto 2: LAT. 37°16'10" N – LONG. 15°06'50" E

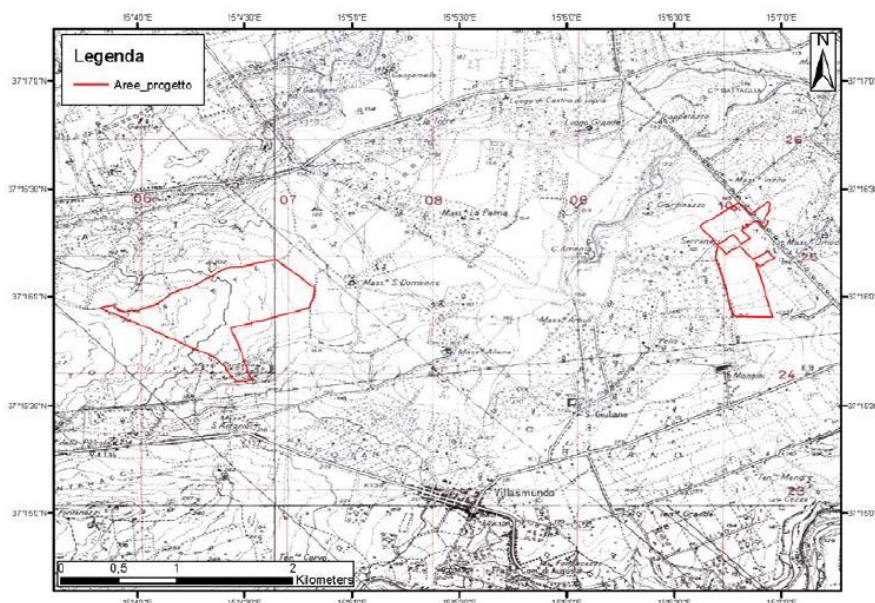


Figura 2.1: Ubicazione delle aree di progetto nello stralcio delle Tavolette IGM

### 3. CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO

Il bacino di pertinenza dell'area di interesse ricade nella zona ad Est dell' "Area territoriale tra il Bacino del Fiume San Leonardo e il Bacino del fiume Anapo" censita dal PAI al numero 092.

Il bacino in oggetto ha una superficie pari a 17,077 km<sup>2</sup>.

Le principali caratteristiche morfometriche del bacino idrografico e le valutazioni idrologiche ed idrauliche, sono di seguito riportate.

Tabella 3.1 - Caratteristiche morfometriche del bacino

Area (km <sup>2</sup> )	H <sub>med</sub> (m.s.l.m.)	H <sub>0</sub> (m.s.l.m.)	L asta principale (km)	i (%)
11,3	125.5	54	9,4	1.5

### 4. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Prima di effettuare l'analisi statistica delle piogge è necessario conoscere il tempo di corrivazione del bacino, ovvero il tempo che impiega la particella idraulicamente più lontana a raggiungere la sezione di chiusura.

A tal fine si possono utilizzare differenti formule:

- **Formula di Giandotti:**

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 L_a}{0.8 \sqrt{H_{med} - H_0}}$$

dove:

- t<sub>c</sub> (ore) è il tempo di corrivazione;
- S (km<sup>2</sup>) l'area del bacino idrografico;
- L<sub>a</sub> (km) la lunghezza dell'asta principale;
- H<sub>med</sub> (m) l'altitudine media del bacino;
- H<sub>0</sub> (m) la quota della sezione di chiusura.

- **Formula di Puglisi e Zanframundo:**

$$t_c = 6 \frac{L_a^{2/3}}{d^{1/3}}$$

dove:

- d (m) è il dislivello dell'asta principale.

- **Formula di Kirpich:**

$$t_c = 0.066 \frac{L_a^{0.77}}{i^{0.385}}$$

dove:

- $L_a$  (km) è la lunghezza dell'asta principale;
- $i$  (-) è la pendenza media dell'asta principale;

Tabella 4.1 - Calcolo del tempo di corrivazione

Giandotti (ore)	Puglisi (ore)	Kirpich (ore)	Media (ore)	tc progetto (ore)
4.07	5.11	1.86	3.68	<b>3.70</b>

## 5. ANALISI IDROLOGICA

Per la valutazione dei deflussi sulla superficie di scolo in esame è necessario preliminarmente effettuare uno studio degli eventi meteorici caratterizzati da prefissati tempi di ritorno e durata.

I risultati dello studio vengono usualmente sintetizzati nelle curve di probabilità pluviometrica, le quali sono caratterizzate da un valore di probabilità o tempo di ritorno (di seguito indicato con il simbolo  $T_r$  ed espresso in anni) e che rappresentano le massime altezze di pioggia ( $h$ ) espresse in [mm] in funzione della durata dell'evento meteorico ( $t$ ) espresso in [ore]; proprio per questo motivo esse vengono talvolta riferite come curve altezze-durata-probabilità.

In particolare l'analisi delle piogge ha lo scopo di identificare le curve di possibilità pluviometrica nella consueta forma monomia:

$$h = a t^n$$

A tale scopo, in questo progetto, si fa riferimento alla metodologia suggerita dal CNR-GNDCI a seguito degli studi svolti nel progetto VA.PI. (Valutazione delle Piene) riportati nella pubblicazione: "La valutazione delle piene in Sicilia".

Il progetto VA.PI. esegue l'analisi delle serie storiche delle piogge registrate in tutte le stazioni di misura della regione Sicilia e fornisce delle tavole che permettono di calcolare agevolmente le curve di possibilità climatica. L'analisi delle piogge presuppone la scelta di una funzione di probabilità che rappresenti la distribuzione tipica della variabile aleatoria in oggetto: la precipitazione massima annua  $h$  per eventi di una certa durata  $t$ .

La letteratura tecnica classica consiglia di utilizzare allo scopo la funzione doppio esponenziale o "di Gumbel" mentre il VA.PI. sceglie una funzione più complessa chiamata TCEV (Two Component Extreme Value).

Essa consiste sostanzialmente nella somma di due distribuzioni di Gumbel, conseguenza dell'assunzione concettuale secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (outliers), legati a differenti fenomeni meteorologici.

## 5.1. Metodo di Gumbel

La variabile casuale  $h_t$ , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria viene descritta, nel metodo di Gumbel, dalla funzione di probabilità doppio esponenziale avente la seguente forma:

$$F(h_t) = e^{-e^{-\alpha(h_t - \varepsilon)}}$$

I parametri  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  possono essere stimati, sulla base dei campioni a disposizione, sia attraverso il metodo dei momenti sia attraverso il metodo della massima verosimiglianza.

## 5.2. Metodo TCEV

La funzione di probabilità per la variabile casuale  $h_t$ , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria proposta dal metodo TCEV ha la seguente forma:

$$F(h_t) = e^{-\Lambda_1 e^{\frac{h_t}{\Theta_1}} - \Lambda_2 e^{\frac{h_t}{\Theta_2}}}$$

e dipende dunque da quattro parametri che sono rispettivamente:

$$\Lambda_1, \Lambda_2, \Theta_1 \text{ e } \Theta_2.$$

Tuttavia ponendo:

$$\theta^* = \frac{\Theta_2}{\Theta_1} \quad D^* = \frac{D_2}{\frac{1}{D_1^{\theta^*}}}$$

Essa diviene:

$$F(h_t) = e^{-\Lambda_1 e^{\frac{h_t}{\Theta_1}} - \Lambda_2 \Lambda_1^{\theta^*} e^{-\frac{h_t}{\Theta_1 \theta^*}}}$$

Ed i parametri da stimare sono  $D^*$ ,  $\theta^*$ ,  $D_1$  e  $\theta_1$

Si osserva che la media della distribuzione può essere così calcolata:

$$\mu_{h_t} = \left[ \ln \Lambda_1 + 0.5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_1^j}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\theta^*}\right) \right] \Theta_1 = \eta \cdot \Theta_1$$

Dove  $\eta$  dipende dai primi tre parametri.

Se si indica con  $k$  il rapporto adimensionale tra la variabile aleatoria  $h_t$  e la sua media ( $k = \frac{h_t}{\mu_{h_t}}$ )

Allora l'espressione della funzione di probabilità diviene:

$$F(k) = e^{-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_2 \Lambda_1^{\theta^*} e^{\frac{\eta k}{\theta^*}}}$$

Ed i parametri da determinare sono  $D^*$ ,  $\theta^*$ ,  $D_1$  e  $\mu_{h_t}$

Rispetto al metodo di Gumbel, dunque, raddoppiano i parametri da identificare. La loro stima sulla base di una sola serie storica risulta spesso inattendibile per il ridotto numero di campioni a disposizione.

Per contro la funzione si presta ad essere specificata nei suoi parametri a diversi livelli di omogeneità regionale utilizzando contemporaneamente più serie storiche.

Il VAPI ha analizzato i dati della rete pluviografica siciliana gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) di Palermo. Essa risulta composta da 172 stazioni di misura con almeno 10 anni di osservazione, con una densità media di una stazione per 150 km<sup>2</sup>.

Ciò ha permesso di stimare i parametri secondo vari livelli di regionalizzazione. I parametri  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  da cui dipende il coefficiente di simmetria della curva possono essere ritenuti costanti su tutta la Sicilia (regione omogenea), mentre il parametro  $\Lambda_1$  è stato stimato costante entro tre zone omogenee che corrispondono sommariamente ai tre "corni" della Sicilia.

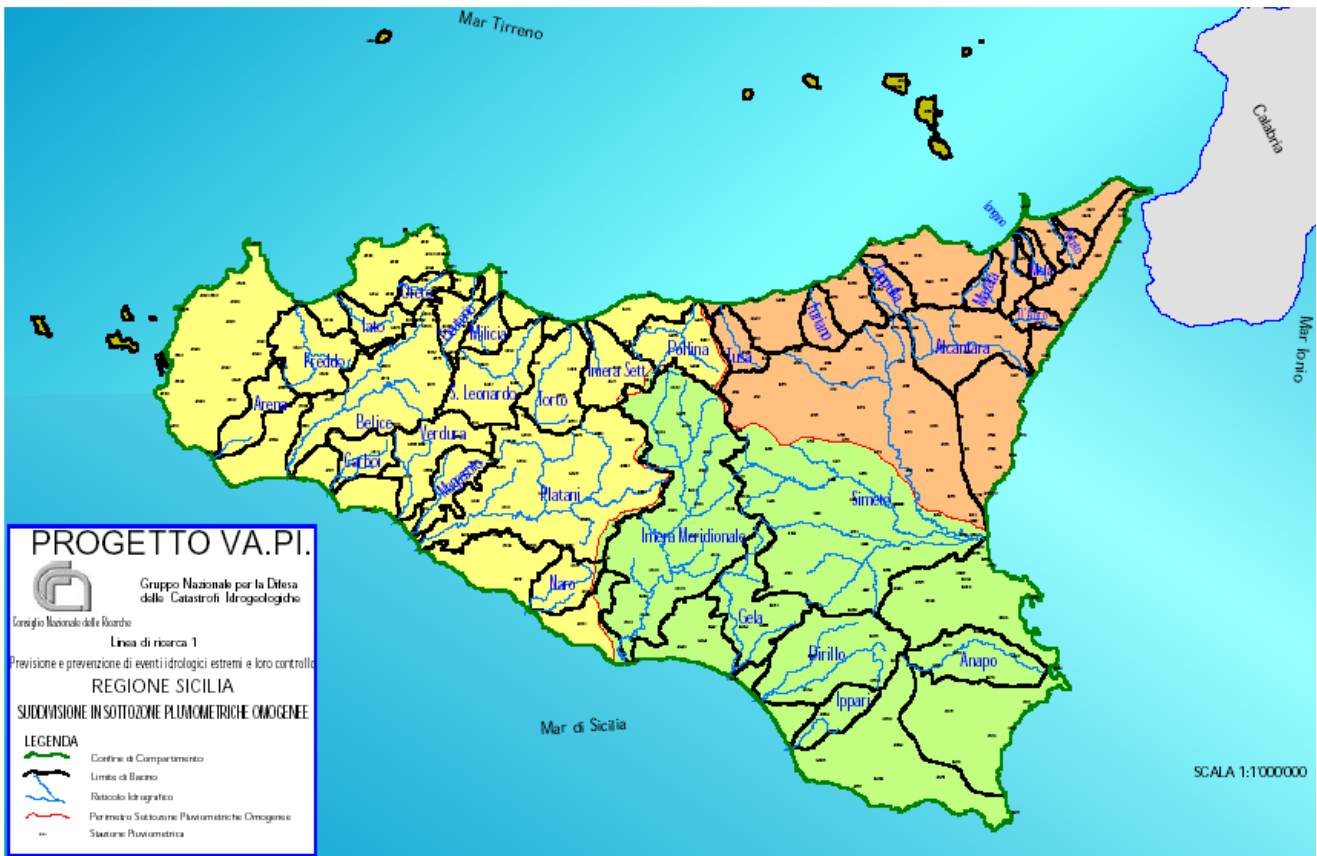


Figura 5.2.1 – Suddivisione in sottozone pluviometriche omogenee: A (giallo), B (arancio), C (verde)

Per piogge di durata giornaliera i valori calcolati dal VAPI sono:

Sottozona	$\Lambda^*$	$\Theta^*$	$\Lambda_1$	$\eta(\Lambda^*, \Theta^*, \Lambda_1)$
A	0.455	2.632	12	4.001
B			16	4.288
C			23	4.651

Per piogge di durata oraria, invece, si osserva che i parametri hanno una certa dipendenza dalla durata stessa secondo le seguenti leggi:

Sottozona	$\Lambda^*$	$\Theta$	$\Lambda_1$	$\eta(\Lambda^*, \Theta^*, \Lambda_1)$
A	$0.175 t^{0.301}$	$1.95+0.0284 t$	$14.55 t^{0.2419}$	Da calcolare per ogni caso.
B			$12.40 t^{0.1802}$	
C			$11.96 t^{0.0960}$	

L'ultimo parametro che definisce compiutamente la funzione di probabilità TCEV è  $\mu_{ht}$ . Esso può essere stimato come media aritmetica della serie storica di pari durata  $t$  della stazione di misura più vicina. Tuttavia il VA.PI. fornisce una tavola della Sicilia con le linee di iso- $\mu_{h1}$  ossia dei valori medi per piogge della durata di un'ora. Per le altre durate il valore medio è direttamente calcolato tramite la relazione:

$$\mu_{h_t} = \mu_{h_1} t^n$$

che segue dall'aver applicato l'operatore di media alla formula dell'equazione di possibilità pluviometrica.

Anche i valori di  $n$  sono forniti dal VA.PI. secondo una apposita tavola, per tutto il territorio siciliano.

Una volta nota la distribuzione di probabilità della variabile aleatoria  $ht$  (ovvero  $k$ ) il problema tipico è quello di conoscere il valore della variabile, assegnato il tempo di ritorno ( $Tr$ ) dell'evento.

Il tempo di ritorno  $Tr$  è legato alla probabilità cumulata di non superamento secondo la relazione:

$$T_r = \frac{1}{1 - F(k)}$$

tuttavia non è possibile esplicitare analiticamente  $k$ , se non in forma approssimata.

Il VAPI, tenuto conto della dipendenza dei parametri da  $t$ , suggerisce le seguenti approssimazioni per  $k(Tr)$ :

Zona	$K_T(t, Tr)$ per piogge orarie
A	$0.5391-0.001635 \cdot t+(0.0002212 \cdot t^2+0.00117 \cdot t+0.9966) \cdot \log(Tr)$
B	$0.5135-0.002264 \cdot t+(0.0000198 \cdot t^2+0.00329 \cdot t+1.0508) \cdot \log(Tr)$
C	$0.5015-0.003516 \cdot t+(0.0003720 \cdot t^2+0.00102 \cdot t+1.0101) \cdot \log(Tr)$

$k(Tr)$  è spesso indicato come  $KT$  e viene chiamato fattore di crescita perché esprime il rapporto tra un valore indice della variabile precipitazione, in questo caso la media, ed il valore effettivo crescente con il tempo di ritorno.

Le espressioni per  $KT(t, Tr)$  valgono solo per  $t > 1$  ora.

Osservando che il bacino interessato dal progetto appartiene alla sottozona omogenea C, si possono definire le curve di possibilità pluviometrica secondo le seguenti leggi.



Per ognuna delle sottozone di cui alla figura precedente è stata individuata una legge, detta curva di crescita, che fornisce la variabile adimensionale  $X = X_T(t)$ .

Nel caso in esame, il bacino ricade nella sottozona C, per la quale la legge della curva di crescita assume la seguente forma:

$$X_T(t) = 0.5015 - 0.003516 t + (0.0003720 t^2 + 0.00102 t + 1.0101) \log T \quad T \geq 10 \text{ anni}$$

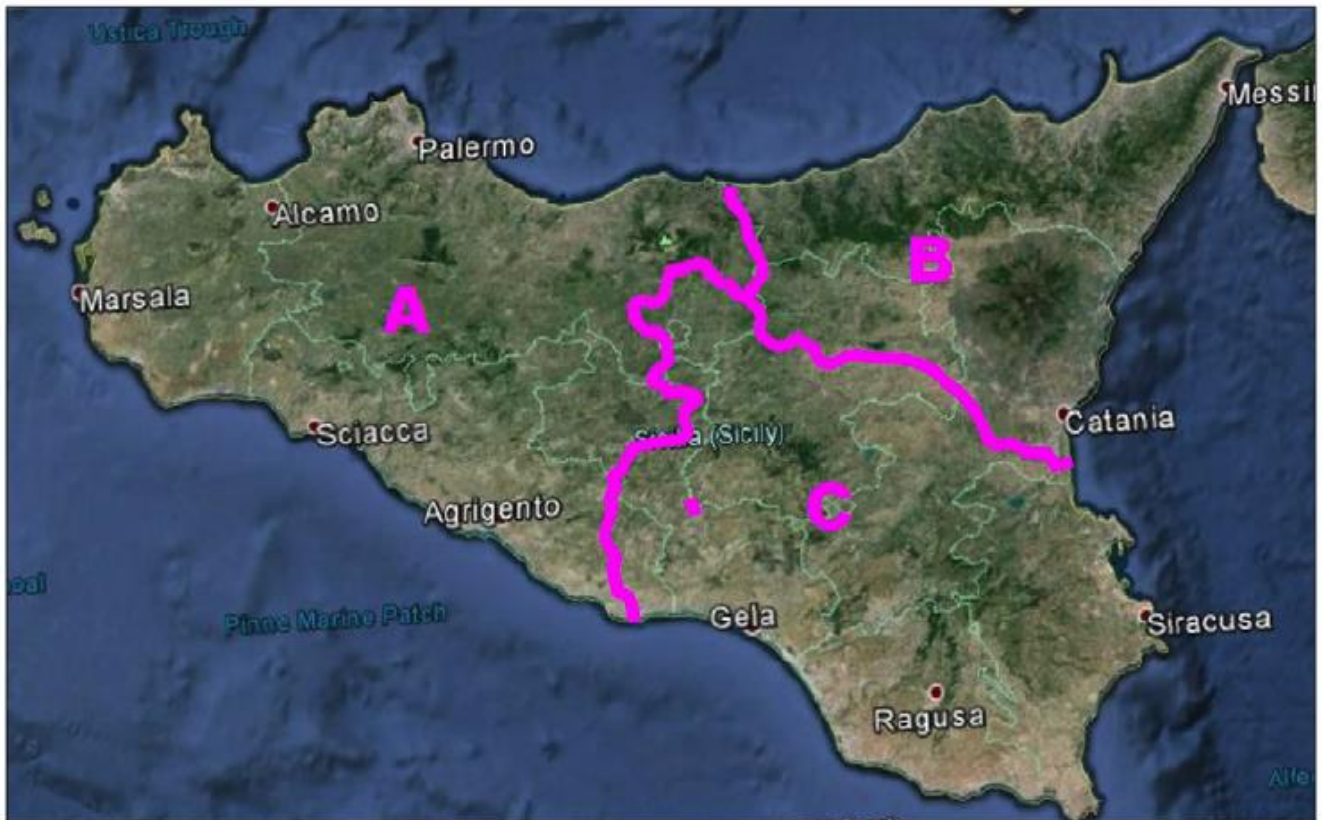


Figura 5.2.2 – Individuazione della sottozona di appartenenza (Sottozona C)

Per passare dalla relazione di cui sopra alla curva di probabilità pluviometrica  $h = h(t)$  in forma completa, si applica la seguente relazione:

$$h = h(t) = X_T(t) \cdot a \cdot t^n \quad (\text{mm})$$

Cod.	Stazione	Bacino di appartenenza	a	n
119	Vittoria	Ippari	29,9	0,2345
120	Ragusa	Irrinio	28,0	0,3213
121	Modica	Soicli	25,2	0,3232
122	Castelluccio	Tellaro	38,7	0,2956
123	Noto	Noto	32,5	0,3423
124	Melilli	Anapo	30,8	0,3305
125	Palazzo Acreide	Anapo	27,6	0,3567
126	Presà S. Nicola	Anapo	29,7	0,4174
127	Siracusa	Anapo	32,3	0,2909
128	Augusta	Anapo	38,9	0,2975
129	Carlentini	Lentini	27,2	0,4573
130	Lentini città	Lentini	32,4	0,3698
131	Lentini bonifica	Lentini	38,3	0,3644
132	Maniaci	Simeto	17,6	0,2845
133	Buffali	Simeto	27,1	0,3123
134	Cesarò	Simeto	27,3	0,2578
135	Troina	Simeto	25,9	0,3697
136	Ancipa	Simeto	27,3	0,3390
137	Maletto	Simeto	25,6	0,2288
138	Bronte	Simeto	22,1	0,2777
139	Borgonuovo	Simeto	24,4	0,2854
140	Nicosia	Simeto	28,0	0,3676
141	Capizzi	Simeto	33,2	0,2511
142	Cerami	Simeto	28,2	0,2699
143	Salamone	Simeto	25,0	0,2680
144	Gagliano Castelferrato	Simeto	22,4	0,3448
145	Agira	Simeto	24,8	0,3448

Cod.	Stazione	Bacino di appartenenza	a	n
146	Ragalina	Simeto	22,0	0,3930
147	Centuripe	Simeto	20,8	0,4075
148	Adrano	Simeto	27,2	0,2734
149	Paternò	Simeto	25,3	0,2975
150	Simeto	Simeto	32,7	0,3312
151	Leonforte	Simeto	31,1	0,2990
152	Valguarnera	Simeto	25,9	0,4093
153	Torricchia	Simeto	19,7	0,2941
154	Raddusa	Simeto	24,8	0,2522
155	Caltagirone	Simeto	25,0	0,2679
156	Mineo	Simeto	30,2	0,3149
157	Ramacca	Simeto	31,0	0,2769
158	Zafferana Etnea	Simeto	37,4	0,4879
159	Linguaglossa	Simeto	35,1	0,4473
160	Viagrande	Simeto	39,1	0,3516
161	Piedimonte Etneo	Simeto	35,8	0,3554
162	Acireale	Simeto	41,5	0,3455
163	Catania (G. Civile)	Simeto	32,3	0,3266
164	Catania Osservatorio	Simeto	43,3	0,3536
165	Randazzo	Simeto	27,8	0,3752
166	Francavilla di Sicilia	Alcantara	41,0	0,4229
167	Alcantara	Alcantara	33,0	0,3216
168	Taormina	Alcantara	40,9	0,2990
169	Camaro	Fiumedinisi	38,5	0,3030
170	Messina	Fiumedinisi	33,8	0,2598
171	Ganzirri	Fiumedinisi	34,4	0,2121
172	Aliterme	Fiumedinisi	32,7	0,2764

Figura 5.2.3 – Valori delle costanti a e n per le stazioni pluviografiche siciliane

Per l'area in esame, si prende in considerazione come stazione più vicina quella di Melilli.

Si individuano quindi i seguenti valori di a ed n:

- **a = 30.8**
- **n = 0.3305**

Il grafico di seguito riporta l'andamento delle curve di probabilità pluviometrica.

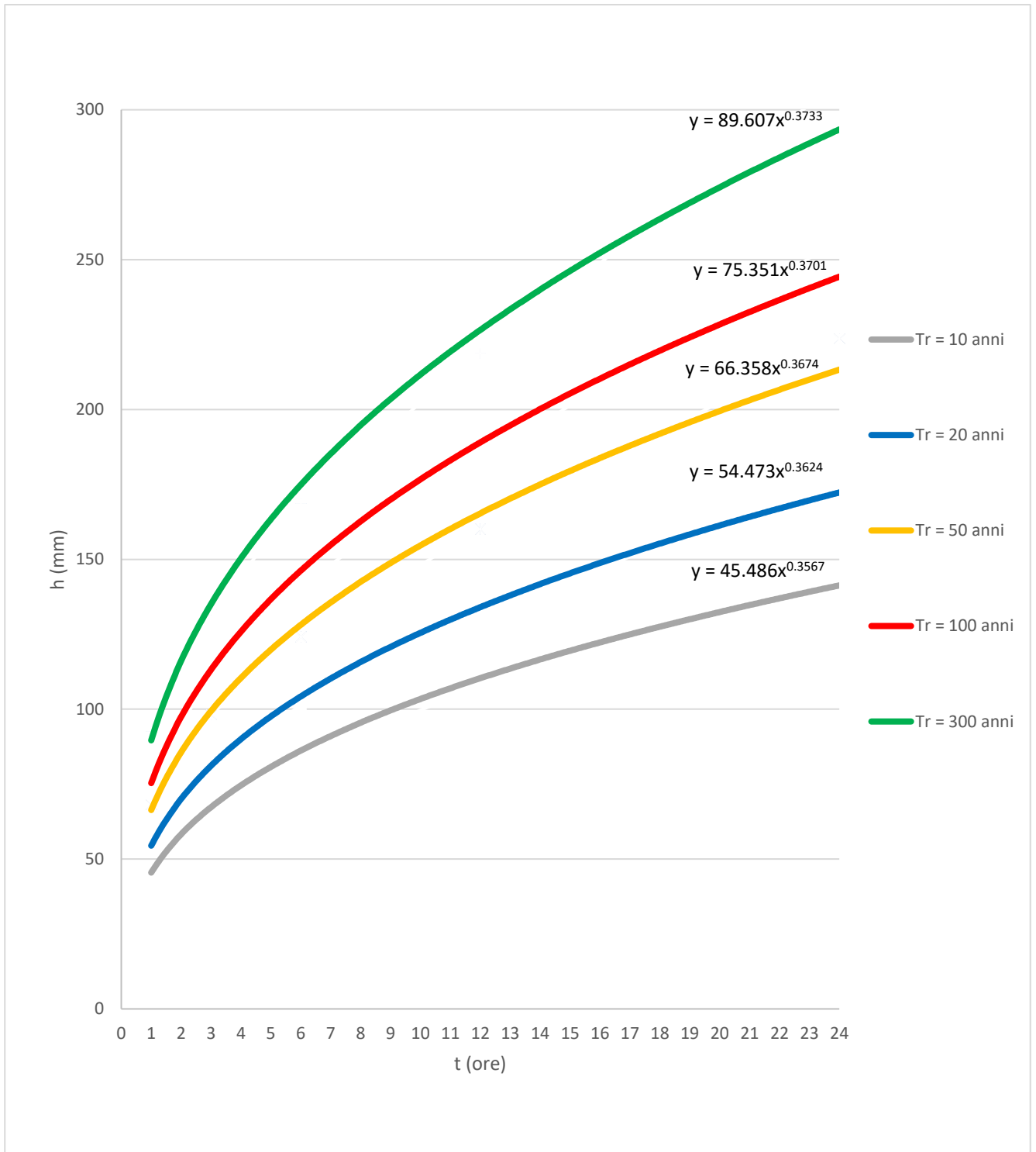


Figura 5.2.4 – Curve di probabilità pluviometrica (Stazione di Melilli)

## 6. STUDIO PER LA PROGETTAZIONE DI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA

Relativamente alla valutazione del "Principio dell'invarianza idraulica" in corrispondenza del sito interessato dall'impianto, come previsto dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, si effettua un'analisi di raffronto con stimato valore del coefficiente di deflusso sia nella fase dello stato di fatto, che nella previsione progettuale futura.

**Nello specifico si è fatto riferimento al Decreto della Regione Sicilia, D.D.G. n.102 del 23/06/2021 – Allegato 2 – Indirizzi tecnici per la progettazione di misure di invarianza idraulica e idrologica.**

In via cautelativa, per lo stato ante operam, si prende in considerazione il seguente coefficiente di deflusso  $\phi$ , riportato nel suddetto DDG:

- Incolto e uso agricolo  $\phi = 0$

Invece, per il calcolo dei diversi coefficienti di deflusso post operam, si è utilizzata da letteratura la tabella di seguito riportata.

*Tabella 6.I – Valori del coefficiente di deflusso. Allegato 1 della legge regionale 29 aprile 2015, n.11(Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque) del Friuli-Venezia Giulia.*

Uso del suolo	$\phi$
Tetti a falde	0.90-1.00
Tetti metallici	0.90-1.00
Tetti a tegole	0.80-0.90
Tetti piani con rivestimento in cls	0.70-0.80
Tetti piani ricoperti di terra	0.30-0.40
Coperture piane con ghiaietto	0.80-0.90
Coperture piane seminate ad erba	0.20-0.30
Rivestimenti bituminosi	0.90-1.00
Pavimentazioni asfaltate	0.80-0.90
Pavimentazioni con asfalto poroso	0.40-0.50
Massicciata in strade ordinarie	0.40-0.80
Pavimentazioni di pietra o mattonelle	0.80-0.90
Lastricature miste, clinker, piastrelle	0.70-0.80
Lastricature medio-grandi con fughe aperte	0.60-0.70
Strade e marciapiedi	0.80-0.90
Superfici semi-permeabili	0.60-0.70
Strade in terra	0.40-0.60
Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto	0.40-0.50
Viali e superfici inghiaiate	0.20-0.60
Zone con ghiaia non compressa	0.10-0.30
Superfici boscate	0.10-0.30
Superfici di giardini e cimiteri	0.10-0.30
Prati di campi sportivi	0.10-0.20
Terreni coltivati	0.20-0.60
Terreni incolti, sterrati non compatti	0.20-0.30
Prati, pascoli	0.10-0.50

Il coefficiente di deflusso dell'intera area di interesse è stato calcolato come media pesata dei coefficienti di deflusso delle aree omogenee costituenti il bacino analizzato:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i A_i}{A_{tot}}$$

Dove  $\varphi_i$  sono i coefficienti di deflusso delle aree elementari omogenee  $A_i$ .

La valutazione del coefficiente di deflusso si è svolta per le condizioni *ante* e *post operam*.

Con riferimento alla Tabella 6.I, come detto si è attribuito a queste aree un coefficiente di deflusso pari a 0 corrispondente al valore cautelativo tabellato per terreno incolto e uso agricolo.

Le informazioni appena illustrate relative all'area di progetto nella condizione *ante operam* vengono sintetizzate in Tabella 6.II

Tabella 6.II – Condizioni *ante* - *operam*

Utilizzo suolo Ante-Operam				
	Area Lotto 1 (ha)	Area Lotto 2 (ha)	Coeff. Deflusso $\phi$	Note
Area di intervento	84.39	24.94	0.00	Valore incolto e uso agricolo riportato in Allegato 2 del DDG 102 del 23/06/2021
			<b>Totale <math>\phi</math></b>	
<b>Media ponderata</b>			<b>0.00</b>	

In condizioni *post operam*, invece, si avrà una **variazione dell'uso del suolo** del lotto per effetto della realizzazione dell'impianto in progetto. In particolare, le superfici avranno la destinazione d'uso riportata in Tabella 6.III, in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali. Per ciascuna di queste superfici, **facendo riferimento alla Tabella 6.I**, si è individuato il pertinente coefficiente di deflusso.

Tabella 6.III – Condizioni post - operam

Utilizzo suolo Post-Operam				
	Area Lotto 1 (ha)	Area Lotto 2 (ha)	Coeff. Deflusso $\phi$	Note
Area di intervento	84.39	24.94		
Proiezione al suolo a 0° dei pannelli	18.68	7.13	0.30	Valore riportato in normativa
Cabine di trasformazione, di servizi e di raccolta	0.0195	0.0112	1.00	Superficie impermeabile
Piazzole cabine di trasformazione, servizi e raccolta	0.0210	0.0121	1.00	Superficie impermeabile
Viabilità	2.10	3.24	0.50	Valore medio strade in terra
Fascia di mitigazione perimetrale	3.38	3.26	0.20	Valore medio superficie boscata
Zona conservazione	27.43	0.00	0.20	Valore medio superficie boscata
Prato polifita	12.22	0.00	0.20	Valore medio superficie di giardini
Area agricola	0.00	13.18	0.30	Valore medio terreni coltivati
Area libera da interventi	39.20	5.23	0.10	Valore dello stato di fatto cautelativamente aumentato
	<b>Totale media ponderata <math>\phi</math></b>	<b>Totale media ponderata <math>\phi</math></b>	<b>Totale complessivo media ponderata <math>\phi</math></b>	
<b>Media ponderata</b>	<b>0.229</b>	<b>0.359</b>	<b>0.258</b>	

Si evidenzia, dunque, che la realizzazione dell'impianto comporta un aumento del coefficiente di deflusso che passa da un valore di 0 che compete alle condizioni ante operam, a dei valori post-operam medi di 0.229 per il Lotto 1 e di 0.359 per il Lotto 2, con un totale complessivo ponderato di 0,258.

## 7. MISURE IDRAULICHE DI MITIGAZIONE

Si prevede la realizzazione di opere di compensazione che abbiano sia la funzione di favorire l'infiltrazione nel terreno che di accumulare temporaneamente i volumi di pioggia, offrendo un effetto di laminazione delle portate eccedenti, al fine di garantire l'invarianza idraulica.

Per il calcolo dei volumi minimi da laminare si fa riferimento alla formula riportata nel *DDG 102 del 23/06/2021 – Allegato 2*, adottando nello specifico il metodo semplificato delle piogge secondo cui il volume di laminazione è espresso dalla seguente relazione:

$$V_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left( \frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

dove:

- $V_{max}$  è il volume di invaso necessario per non superare la portata limite allo scarico;
- $S$  è la superficie scolante a monte dell'invaso di laminazione;
- $\varphi$  è coefficiente di deflusso medio ponderale dell'area drenante;
- $a$  ed  $n$  sono i parametri delle curve di possibilità pluviometrica;
- $Q_{IMP}$  è la portata limite ammessa allo scarico (in  $m^3/s$ ) corrispondente ad un coefficiente udometrico pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata dall'intervento di urbanizzazione.

Dalle elaborazioni, si ottengono i seguenti valori:

**Tabella 7.I** – Calcolo volumi di laminazione – fonte DDG 102/2021 – Allegato 2

ID AREA	Superficie (ha)	$\varphi$	a	n	$Q_{IMP}$ ( $m^3/s$ )	$V_{MAX}$ ( $m^3$ )
LOTTO 1	84.39	0.229	66.358	0.3674	1.6878	<b>1705.75</b>
LOTTO 2	24.94	0.359	66.358	0.3674	0.4988	<b>1617.32</b>

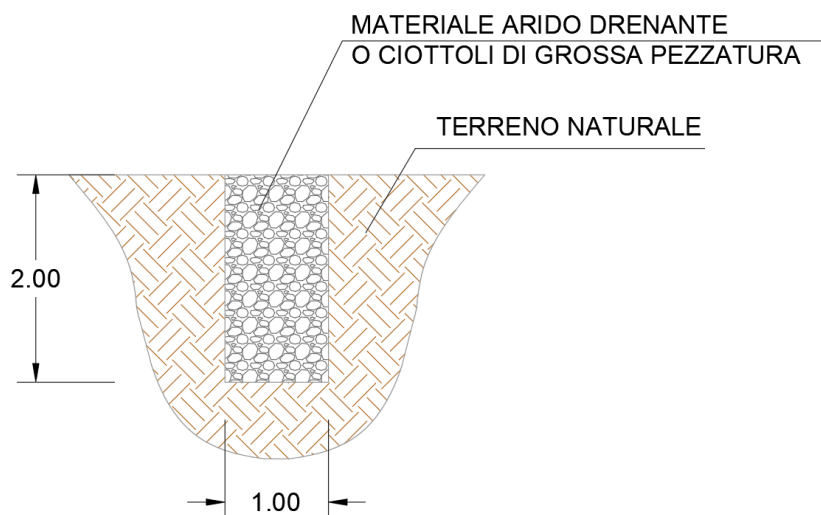
## 7.1. Realizzazione di trincee drenanti di compensazione idraulica

Al fine di assicurare l'invarianza idrologica e idraulica del sito in oggetto, si prevede **la realizzazione di trincee drenanti costituite mediante scavo e successivo riempimento con materiale arido drenante o con ciottoli/pietre di grossa pezzatura.**

**Nello specifico si prevede la realizzazione di trincee drenanti perimetrali con scavo in sezione pari a 1m di larghezza x 2m di profondità.**

Tali trincee drenanti in progetto hanno la funzione di accumulare i volumi di pioggia fungendo sia da disperdenti naturali che da opere di laminazione atte a compensare i volumi eccedenti calcolati precedentemente.

Di seguito, si riportano le caratteristiche geometriche della sezione trasversale di progetto:



**Figura 7.1.1** – Sezione trasversale fosso drenante in progetto

Per il calcolo del volume di invaso all'interno della trincea drenante perimetrale si fa riferimento ad un indice dei vuoti posto pari al 40%.

In ogni caso, si prevede una manutenzione periodica al fine di garantire all'intero sistema la corretta funzionalità ed evitare fenomeni di interrimento nel tempo.

Tabella 7.1.I – Calcolo opere di compensazione idraulica per la laminazione dei volumi in eccesso

Area trincea	Indice dei vuoti	Area effettiva trincea (m <sup>3</sup> )	Lungh. min. trincee drenanti (m)	Lungh. Trincee da progetto (m)	Vol. di laminazione in progetto (m)
2	0.4	0.80	2132.19	2228	1782.4
2	0.4	0.80	2021.65	2874	2299.2

**Vol. laminazione progetto > Vol. da laminare (DDG 102/2021)**



**L’inserimento delle trincee drenanti perimetrali consente di aumentare la capacità drenante del suolo garantendo l’infiltrazione delle acque nel terreno oltre che assicurare un effetto di laminazione dovuto ad un rilascio graduale delle portate accumulate, sfruttando la naturale pendenza del terreno.**

**Tali opere idrauliche così progettate, consentono di compensare i volumi derivanti dal calcolo, garantendo uno stoccaggio temporaneo ed una progressiva infiltrazione dei volumi d’acqua.**

**Risulta pertanto rispettato il principio di invarianza idraulica.**

La planimetria idraulica è riportata in allegato alla presente relazione.

L’intervento in progetto non comporterà modifiche alla morfologia: saranno mantenute le attuali pendenze del lotto. Saranno svolte, inoltre, delle operazioni di manutenzione periodica in modo da garantire all’intero sistema la corretta funzionalità, evitando peraltro fenomeni di interrimento nel tempo.

## 8. CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati dello studio idrologico e idraulico e della modellazione idraulica è possibile concludere che:

- Le opere in progetto, secondo le Norme del PAI, rientrano fra quelle consentite, data la valutazione di rischio nullo ad esse associato e dall'analisi degli effetti indotti sulle aree limitrofe;
- L'impatto delle opere da realizzare sull'attuale assetto idraulico nelle zone limitrofe a monte e a valle non determina una variazione delle attuali nulle condizioni del rischio d'inondazione;
- Il raffronto tra le condizioni ante e post-operam evidenzia come la realizzazione dell'impianto comporti un aumento del coefficiente di deflusso medio del sito di progetto che, nello specifico, passa dal valore ante operam pari a 0 (valore cautelativo relativo a terreno incolto e uso agricolo riportato in Allegato 2 del DDG 102 del 23/06/2021), a dei valori medi di 0.229 per il Lotto 1 e di 0.359 per il Lotto 2, con un totale complessivo ponderato di 0,258, riferiti alle condizioni post-operam.

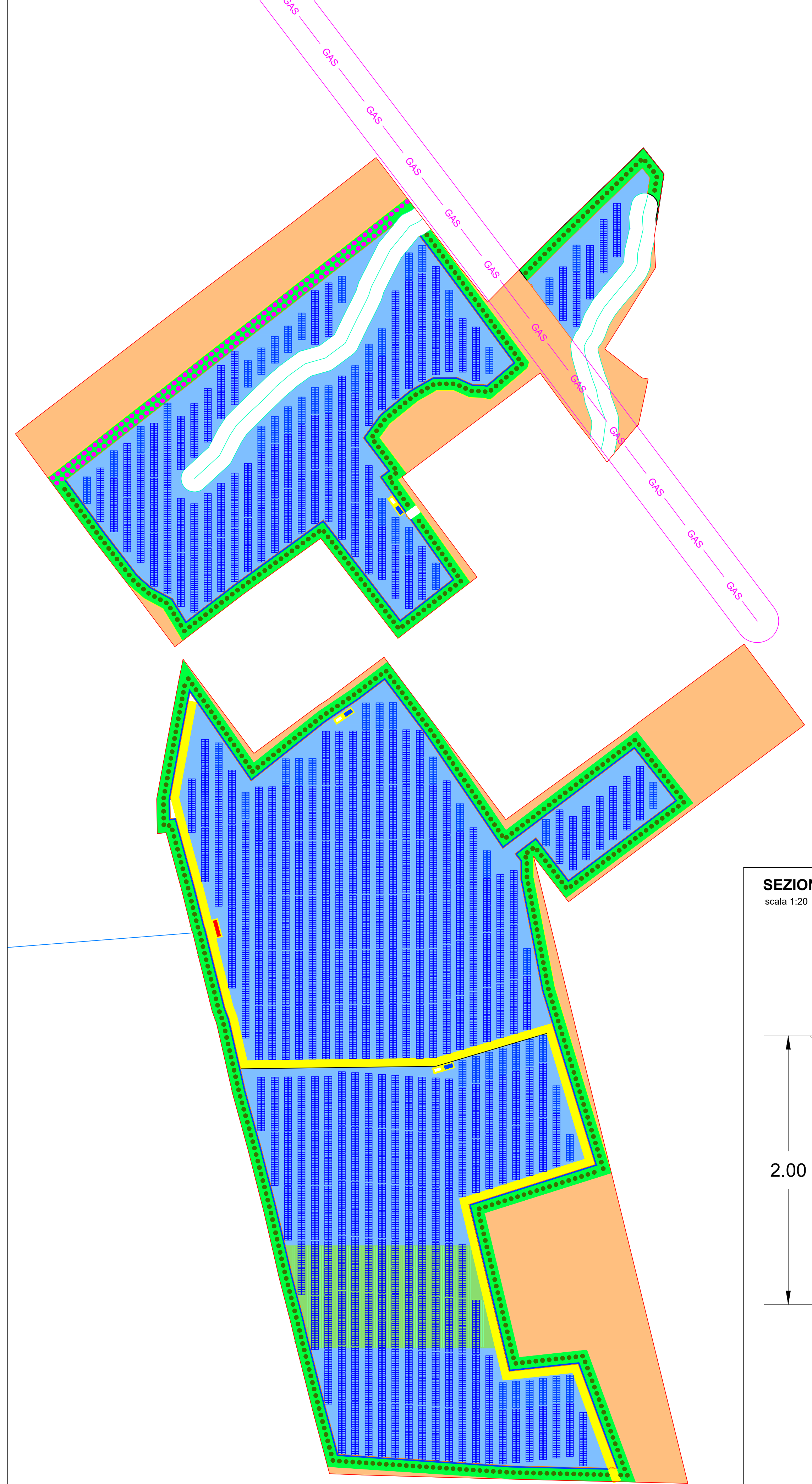
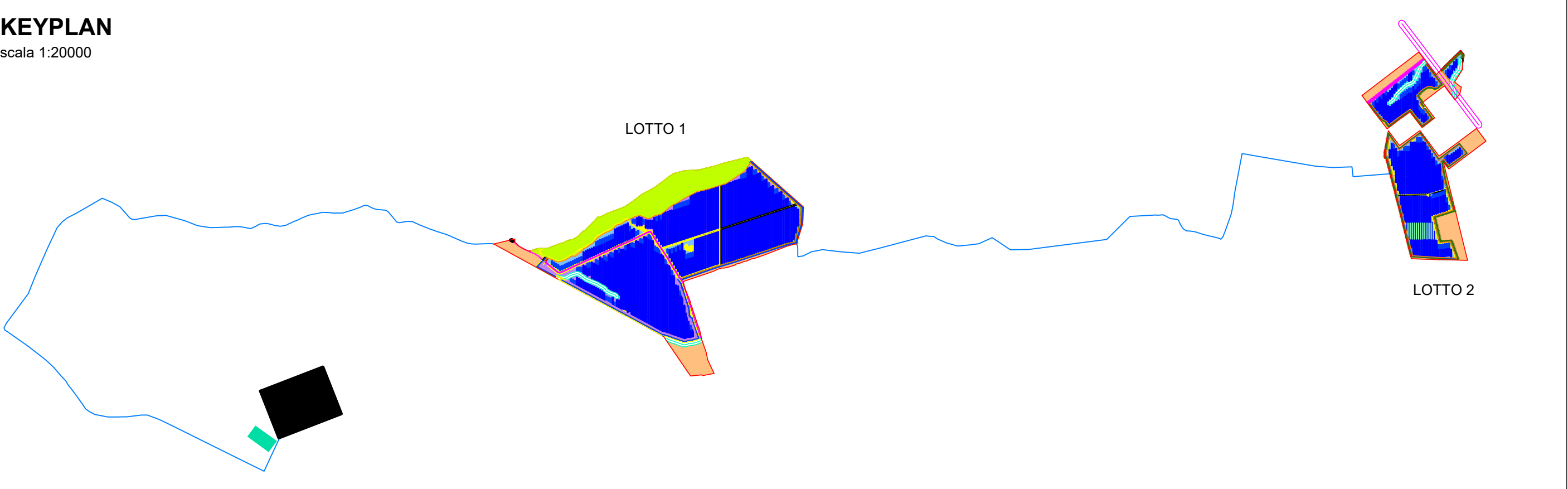
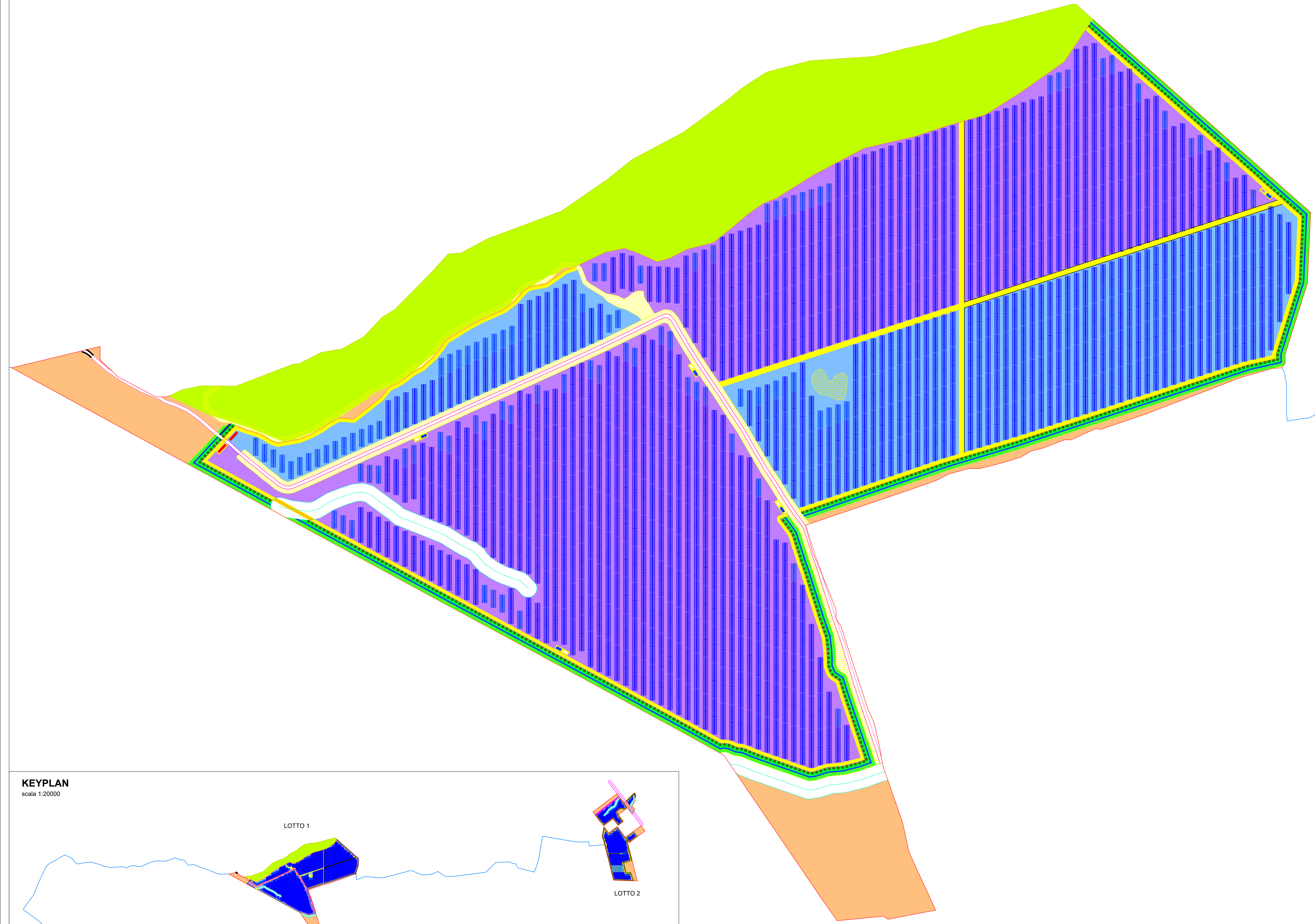
- Si prevede, pertanto, l'inserimento di opere di compensazione costituite nello specifico da trincee drenanti perimetrali aventi dimensioni in sezione pari a 2m x 1m.

Le opere di compensazione, così calcolate, consentono sia di far infiltrare le acque negli strati più profondi del terreno, che di stoccare i volumi in eccesso derivanti dalla realizzazione delle opere, garantendo l'invarianza idraulica dell'intero sistema progettuale.

- Le sopracitate opere di mitigazione idraulica hanno quindi la funzione di laminare le portate eccedenti ed escludere la velocizzazione dello smaltimento delle acque fuori dal perimetro progettuale. Ai fini dell'invarianza idraulica ed alla scelta degli interventi di mitigazione idraulica ci si è attenuti al D.D.G. DRU e AdB n. 102/2021 con particolare riferimento a quanto indicato nell'allegato 2.
- All'interno dell'area di impianto non sono state previste variazioni del livello del suolo di calpestio tra la condizione attuale e quella di progetto, e verranno mantenuti i profili del terreno esistenti.
- Non sono stati previsti argini perimetrali, che risulterebbero una variazione del livello di suolo.
- Si realizzeranno, infine, delle operazioni di manutenzione periodica in modo da garantire all'intero sistema idraulico la corretta funzionalità, evitando peraltro fenomeni di interrimento nel tempo.

Catania, 07/07/2022





- Tracciato di rete
- SE 380 Carlentini
- Stazione Elettrica di Utenza a 150kV
- Area di progetto
- Recinzione
- Accesso
- Viabilità di progetto 4m
- Ponticello
- Viabilità esistente
- Cabina di raccolta
- Cabina di trasformazione
- Cabina di servizio
- Tracker
- Gasdotto
- Pietrame
- Trincea drenante 1mx2m
- Impluvi
- Area libera da interventi (parte di area a Sughero)
- Area libera da interventi
- Area espansione habitat
- Prato polifita di leguminose
- Coltivazione officinali (Origaneto):
  - distanza filari 1,5m;
  - interasse 0,50 m;
- Fascia di mitigazione 10m:
- Olea europaea n. alberi 1060\_interasse 5m
- Recupero alberature presenti in situ n. alberi 132\_interasse 5m

**SEZIONE TRASVERSALE TRINCEA DRENANTE**  
scala 1:20

