



# COMUNE DI CARAPELLE



## PROGETTO DEFINITIVO

### PROGETTO IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO FOTOVOLTAICO UTILITY SCALE

Committente:

**Green Genius Italy Utility 12 srl**

Corso Giuseppe Garibaldi, 49  
20121 Milano (MI)



**StudioTECNICO**  
**Ing. Marco G Balzano**

Via Canello Rotto, 3  
70125 BARI | Italy  
+39 331.6794367  
www.ingbalzano.com



Spazio Riservato agli Enti:

REV	DATA	ESEGUITO	VERIFICA	APPROV	DESCRIZ
R1	11/05/2021	Geol. Gigante G.	Geol. De Giorgio G.	MBG	Seconda Emissione

Numero Commessa:

**SV317b**

Data Elaborato:

**11/05/2021**

Revisione:

**R1**

Titolo Elaborato:

**Relazione Idraulica**

Progettista:

**ing. Marco G. Balzano**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.9341  
Professionista Antincendio Elenco Ministero degli Interni BA09341101837  
Consulente Tecnico d'Ufficio (CTU) Tribunale Bari

Elaborato:

**V.04**

## Sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. UBICAZIONE DELL'AREA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CALCOLO DELLE PORTATE .....</b>	<b>8</b>
<b>5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....</b>	<b>9</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione idraulica, redatta dal sottoscritto dott. Geol. Giuseppe GIGANTE su incarico di STUDIO TECNICO Ing. Marco Balzano, integra la documentazione a corredo del *Progetto per la Realizzazione di impianto fotovoltaico Utility Scale* da realizzare su lotto posizionato nel territorio comunale di Carapelle, in provincia di Foggia, su cui verranno installati pannelli fotovoltaici e denominato “**CAR01 – La Pescia**”. L’iniziativa nello specifico, prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico destinato alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili integrato da un progetto agronomico.

Per ottimizzare la produzione agronomica e la produzione energetica, è stato scelto di realizzare l’impianto fotovoltaico mediante strutture ad inseguimento mono-assiale N-S (trackers). L’impianto fotovoltaico, avrà una potenza nominale pari a 24 MWn ed una potenza di picco di 30.66336 MWp e comprenderà 96 inverter da 250 kVA @30°C. Gli inverter saranno connessi a gruppi a un trasformatore 800/30.000 V. Presso l’impianto verranno realizzate le cabine di campo e la cabina principale di impianto, dalla quale si dipartiranno le linee di collegamento di media tensione interrate verso la Sotto Stazione Utente AT/MT – Punto di Consegna RTN Terna.

Il sito in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici in particolare, di cui si occupa principalmente la presente relazione, è diviso in due settori. Il primo, quello più ampio posizionato a nord, e chiamato Area 1, occupa una superficie complessiva di 0.478533 km<sup>2</sup>, mentre il secondo, di estensione ridotta, occupa una superficie complessiva di 0.321574 km<sup>2</sup>.

Il terreno su cui saranno posizionati non subirà alcun tipo di trasformazione ad eccezione delle zone perimetrali, dove saranno realizzate stradine interne di percorrenza mediante azioni di compattazione del terreno esistente e saranno posizionati ai lati di tali stradine delle piantumazioni arboree.

Sarà quindi preservata l’attuale conformazione plano altimetrica della superficie topografica e saranno conservati gli attuali coefficienti di permeabilità del suolo in quanto non sono previste opere di impermeabilizzazione delle superfici.

Nel presente documento saranno comunque calcolate e quantificate le portate delle acque meteoriche che insistono su ciascuno dei siti di progetto propedeutico alle eventuali opere di regimazione e canalizzazione delle stesse acque qualora se ne rendesse opportuna la realizzazione.

## 2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area interessata dall'opera in parola è situata nella zona orientale del Comune di Carapelle (Fg), nell'area interna del Tavoliere delle Puglie. Nelle seguenti immagini si riporta la cartografia di riferimento:

- Stralcio della Carta Topografica d'Italia IGMI: F°164 II SO "Stazione di Ortanova" e F°164 II NO "Borgo Mezzanone": fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it) (fig.1);
- Immagine satellitare anno 2015; fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it) (fig.2).
- Carta Tecnica Regionale elemento 409144, 409143 e 422024 della Regione Puglia (fig.3).

Inoltre il sito ricade nel Foglio 409 "Zapponeta" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 per la parte relativa all'elettrodotto e la sottostazione di servizio, mentre ricade nel Foglio 422 "Cerignola" in corrispondenza dell'area su cui saranno installati i pannelli fotovoltaici. Il sito in cui saranno installati gli impianti fotovoltaici è caratterizzato da una superficie sub-pianeggiante che si eleva a circa 35-40 metri s.l.m.,

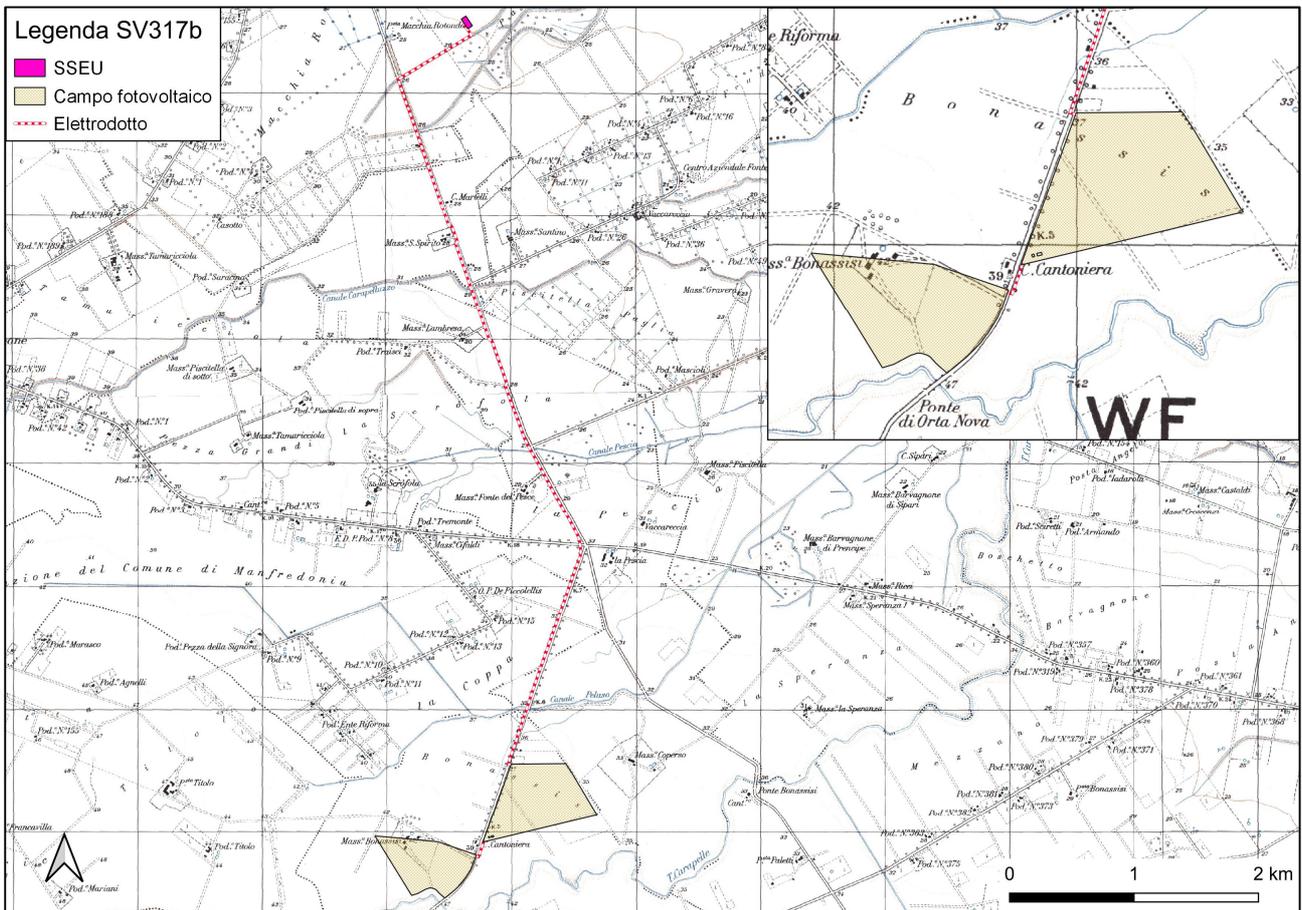


Fig. 1 - Stralcio delle Tavole IGMI F°164 II SO "Stazione di Ortanova" e F°164 II NO "Borgo Mezzanone". Fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it).



Figura 2 - Ubicazione del sito su Immagine satellitare del 2015. Fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it)

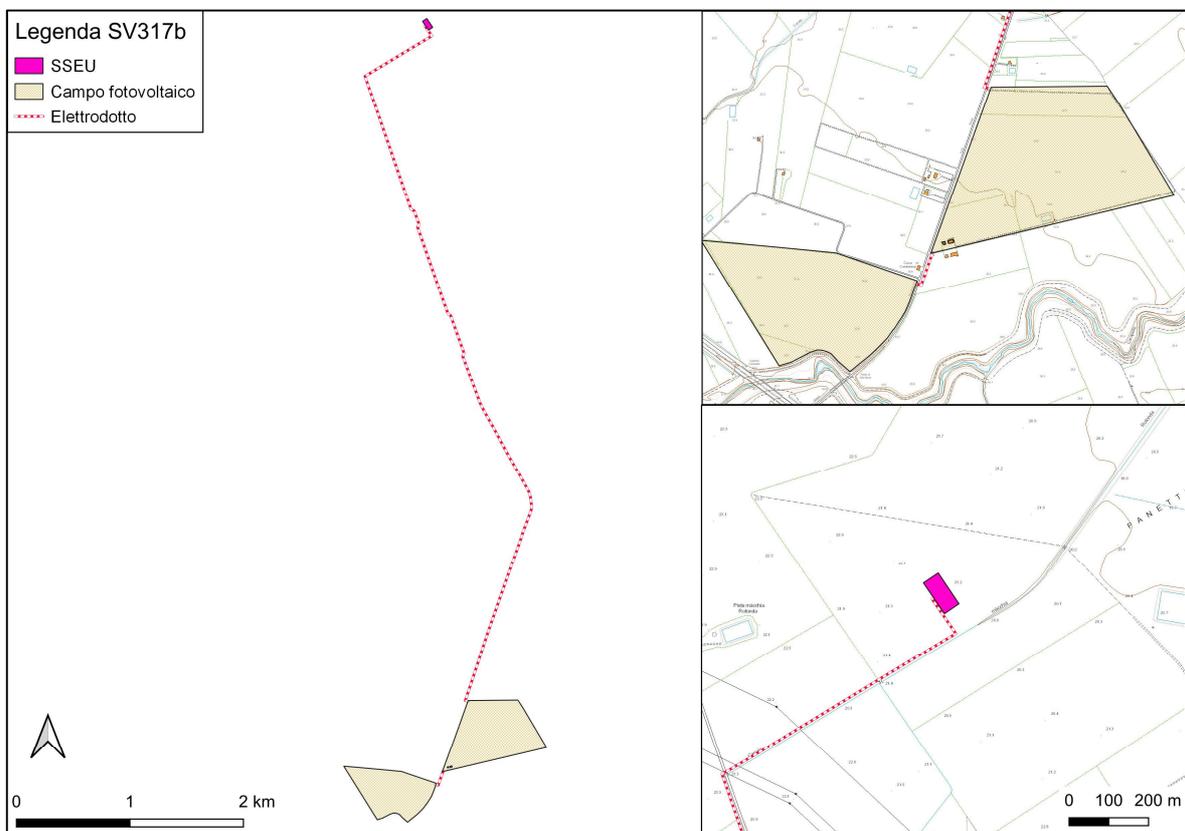


Figura 3 - Ubicazione del sito su CTR Regionale. Fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it)

### 3. ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI

Per la determinazione delle altezze critiche di pioggia con il metodo di Gumbel si è provveduto alla individuazione delle altezze massime di pioggia per la durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. I dati utilizzati per l'elaborazione della curva di probabilità pluviometrica, riportati in tabella 1, si riferiscono alla stazione termopluviometrica di Manfredonia del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano e riguardano 57 anni di osservazione, dal 1934 al 2000.

Tab.1 – Dati della stazione termopluviometrica di Foggia.

Anno	DURATA (h)				
	1	3	6	12	24
1934	14.0	25.0	38.4	53.4	83.2
1935	13.8	47.6	51.8	55.8	58.8
1936	17.6	27.8	28.2	28.4	32.8
1937	19.6	22.0	22.0	25.8	27.6
1938	31.0	19.2	26.4	30.2	40.8
1939	18.2	28.8	29.4	33.0	35.4
1940	31.2	22.8	22.8	31.2	49.8
1941	20.0	31.4	46.0	59.4	95.6
1942	42.4	12.4	16.2	27.6	45.2
1947	19.0	28.8	28.8	28.8	34.4
1948	24.6	40.2	40.2	40.4	40.4
1949	14.4	56.4	63.2	72.2	72.6
1950	34.0	21.8	21.8	30.8	45.0
1951	14.0	17.6	27.0	27.6	38.0
1952	14.0	22.6	36.0	36.8	43.0
1953	21.2	14.4	28.0	33.2	40.4
1954	23.2	27.0	46.8	50.2	55.2
1955	22.2	17.8	24.4	38.6	70.2
1956	20.8	32.2	45.2	53.6	58.6
1961	17.2	42.6	51.8	58.8	66.0
1962	14.2	22.8	31.8	40.2	40.4
1963	22.0	31.2	43.4	50.8	56.8
1964	19.8	21.4	28.8	35.6	39.0
1965	39.6	71.0	71.0	71.0	75.4
1966	36.2	19.0	19.0	24.2	24.6
1967	33.8	35.6	37.2	40.4	55.2
1968	12.2	20.2	31.4	32.4	47.6
1969	31.2	68.0	68.2	74.6	80.6
1970	10.2	30.6	40.0	51.4	53.6
1971	13.6	26.4	36.4	44.2	48.8
1972	20.0	26.8	35.8	41.4	41.4
1974	50.0	24.8	30.2	41.8	49.2
1975	33.0	22.8	24.4	33.8	37.8
1976	20.0	23.4	24.4	36.6	38.4
1977		17.2	18.6	23.4	28.0
1978		15.2	24.4	28.6	31.4
1980	16.2	22.0	22.4	28.2	35.0
1981	11.8	23.0	25.2	25.4	27.8

1982	40.0	39.6	39.6	39.6	39.6
1983		48.4	48.6	48.6	48.6
1984	44.0	54.6	67.0	70.6	81.6
1985		25.6	45.2	57.2	66.8
1986		43.4	48.4	53.2	55.6
1987	13.6	15.2	19.4	31.0	46.0
1988		19.8	23.2	32.4	36.6
1989	21.2	26.4	37.4	40.4	40.6
1990		67.0	67.0	69.2	80.0
1991		46.0	46.0	46.0	46.0
1992	25.2	22.8	23.4	23.4	24.4
1993	9.6	16.2	22.2	22.2	33.0
1994		17.8	23.0	26.2	27.4
1995		40.2	40.4	40.4	42.6
1996		59.6	59.6	61.4	61.4
1997		18.6	19.2	30.2	46.4
1998		21.6	23.6	27.4	33.6
1999		32.2	32.2	32.2	38.4
2000		16.6	27.0	42.4	42.8

La determinazione della curva di possibilità climatica per l'area in esame è il passo successivo alla raccolta dei dati pluviometrici. Tale risultato scaturisce dalla distribuzione di probabilità per i campioni in esame, ossia le piogge massime annuali di durata pari a 1 h, 3 h, 6 h, 12 h e 24 h.

Tra tutte le distribuzioni di probabilità disponibili in letteratura è stata utilizzata quella relativa ai valori massimi di Gumbel.

### Distribuzione di Gumbel

La distribuzione di probabilità di Gumbel è espressa dalla relazione:

$$P(h) = e^w \text{ (equazione 1)}$$

dove

$$w = -e^{-\alpha(h-\beta)} \text{ (equazione 2)}$$

dove

$$\alpha = 1,283/\sigma$$

$$\beta = \mu - 0,450 \cdot \sigma$$

essendo  $\mu$  e  $\sigma$  rispettivamente media e scarto quadratico medio di ciascuna serie storica; per cui per ciascuna serie storica si ha:

Durata	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
$\mu$	22.9	30.0	35.6	41.3	48.2
$\sigma$	10.15926	14.28849	14.11585	14.24028	16.42623
$\alpha$	0.126289	0.089793	0.090891	0.090097	0.078107
$\beta$	18.34487	23.53047	29.21848	34.86595	40.80667

Dalla relazione

$$P(h) = (T_r - 1)/T_r$$

dove  $T_r$  è definito tempo di ritorno e rappresenta il tempo ipotizzato nel progetto che deve intercorrere tra il verificarsi di due eventi sfavorevoli successivi, fissando un tempo di ritorno pari a 5 anni, come imposto dalla normativa vigente, precisamente dall'art. 7, appendice A1 del Piano Direttore a stralcio del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (2009), è possibile conoscere  $P(h) = (5-1)/5 = 0,8$

Noti questi dati, dalle equazioni 1 e 2 si ricava, in corrispondenza di ciascuna durata, l'altezza della pioggia massima che ha l'80% di probabilità di essere superata 1 volta ogni 5 anni.

Durata (h)	1	3	6	12	24
h (mm)	30.22954	40.24567	45.73172	51.52475	60.02267

La curva di possibilità pluviometrica è quella che interpola i dati precedenti, ed è descritta da una funzione del tipo:

$h = a T^n$ , dove a ed n sono i parametri caratteristici della curva.

Nel caso in esame quindi, il suo andamento è graficamente riportato nella figura 6 ed analiticamente è espresso dalla seguente funzione esponenziale:

$$h \text{ (mm)} = 30.938 t^{0,2108}$$

nella quale t rappresenta il tempo di pioggia in ore e h rappresenta la corrispondente altezza di pioggia che si verifica mediamente una volta ogni 5 anni.

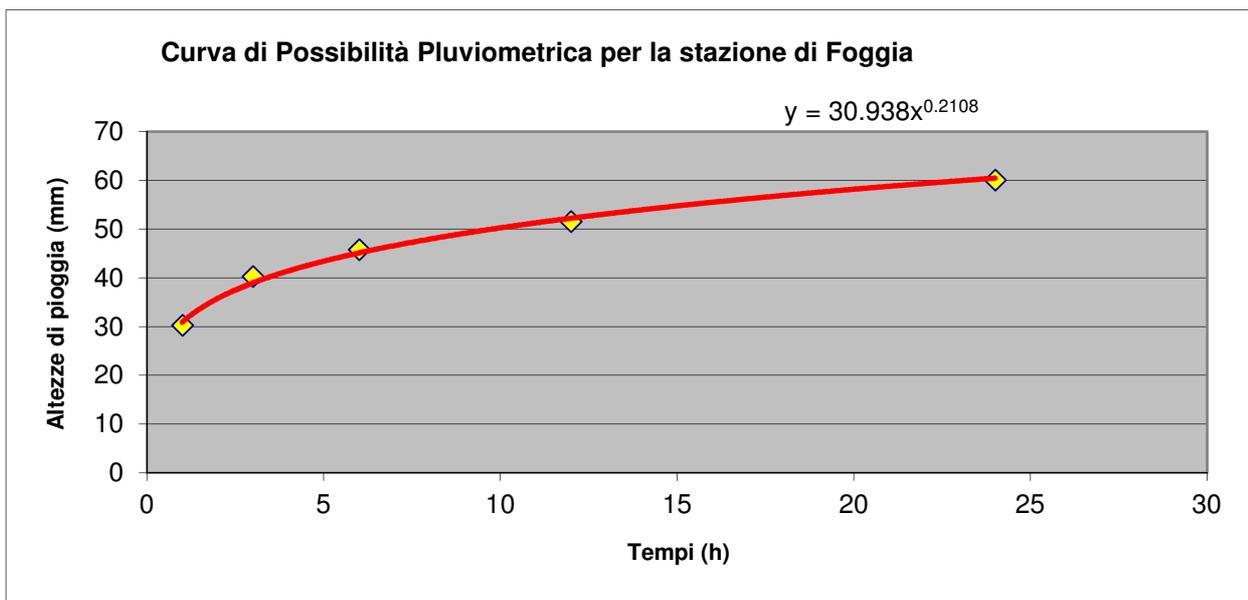


Figura 5 – Curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno  $T_r = 5$  anni

## 4. CALCOLO DELLE PORTATE

La determinazione della portata di piena è stata effettuata utilizzando il metodo razionale sulla base delle caratteristiche del bacino e delle precipitazioni critiche.

Il modello presuppone che la massima portata si realizzi quando l'intera superficie del bacino contribuisce alla formazione della portata di piena, ovvero quando l'evento meteorico sia di durata pari almeno al tempo di corrvazione, per cui anche le particelle d'acqua cadute sulle parti più lontane dalla sezione di chiusura raggiungano quest'ultima.

Il metodo razionale si basa sulla seguente formula:

$$Q_P = 0,28 \cdot C \cdot i \cdot A$$

dove:

$Q_P$ : portata di progetto [ $m^3/s$ ];

$C$ : coefficiente di deflusso [adim], di valore pari a "0,5" per superficie con permeabilità medio-elevata quale il terreno vegetale;

$i$ : intensità di pioggia critica [mm/h]

$A$ : superficie del bacino [kmq].

Il tempo di corrvazione  $t_c$  del bacino è stato calcolato utilizzando la formula empirica di Giandotti.

$$T_c = \frac{(4 \cdot \sqrt{S}) + (1,5 \cdot L)}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

Questo intervallo di tempo è quello teoricamente richiesto ad una goccia d'acqua per giungere dal punto idraulicamente più distante del bacino fino alla sezione di chiusura (rappresentata dalla singola caditoia con griglia) e dipende dalle caratteristiche morfologiche del bacino stesso.

Nel caso in esame l'intera area oggetto dell'intervento è stata suddivisa in quattro sottobacini ognuno dei quali è munito di griglia di captazione posta nella sezione di chiusura dello stesso sottobacino. Per ciascun sottobacino sono state calcolati il tempo di accesso alla rete di drenaggio (mediante la succitata formula empirica di Giandotti) e quindi l'intensità di pioggia critica.

I suddetti valori di intensità sono stati poi presi in considerazione nel calcolo della portata delle acque meteoriche che insistono sulle aree di progetto.

La seguente tabella riporta i valori ottenuti:

Il coefficiente di afflusso utilizzato è  $C=0.35$  in quanto si tratta di terreni con medio elevata permeabilità.

Bacino	Superficie (Km <sup>2</sup> )	T <sub>c</sub> (h)	i (mm/h)	h (t <sub>a</sub> ) (mm)	Lunghezza considerata (km)	dislivello (m)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1	0.478533	3.692908	11.0338	40.7468	0.85	3.00	0.517444
2	0.321574	3.334859	11.95858	39.88017	0.45	2.50	0.376866

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella presente relazione idraulica è stata calcolata la portata di massima piena relativa all'area su cui saranno installati i pannelli fotovoltaici, per ciascuno dei siti in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici.

L'area 1 in particolare si estende su una superficie di circa 0.478533 kmq, con un dislivello di circa 3.00 metri verso la zona orientale e sarà quasi completamente occupata da pannelli fotovoltaici sistemati in moduli, che saranno installati mediante paletti avvitanti al terreno vegetale presente in posto.

L'area 2 invece si estende su una superficie di circa 0.321574 kmq, con un dislivello di circa 2.50 metri verso la zona nord-orientale.

Nell'area di progetto saranno realizzate stradine interne lungo il perimetro, contornate da filari di piantumazioni arboree, mentre saranno completamente conservate le attuali configurazioni plano altimetriche presenti e non saranno apportate azioni per il miglioramento tecnico del terreno mediante costipazione meccanica.

Non si prevedono inoltre opere per la raccolta e l'incanalamento delle acque meteoriche che, saranno libere di fluire verso la zona orientale del lotto assecondando le attuali conformazioni fisiografiche del versante.

Qualora si rendesse necessario realizzare tali opere per la regimazione delle acque meteoriche, si dovranno utilizzare le portate calcolate nella presente relazione idraulica, calcolate in base ai metodi esposti nei paragrafi precedenti, ossia di 0.517444 m<sup>3</sup>/s per il sito 1 e 0.376866 m<sup>3</sup>/s per il sito 2.

Alberobello, 11.05.2021

Dott. Geol. Giuseppe Gigante



The image shows a circular professional stamp and a handwritten signature. The stamp is from the 'ORDINE DEI GEOLOGI PUGLIA' and identifies the geologist as 'GIUSEPPE GIGANTE' with the number 'N. 715'. The signature is written in blue ink and matches the name 'Giuseppe Gigante'.