



COMUNE DI FOGGIA



PROGETTO DEFINITIVO

- PROGETTO AGRIVOLTAICO - IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO FOTOVOLTAICO INTEGRATO DA PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AGRICOLA

Committente:

Grupotec Solar Italia 11 S.R.L.

Via Statuto, 10
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 | DESCRIZIONE |
|-----|------------|---------------|------------------|--------|-----------------|
| R0 | 10/02/2023 | Geol. Gigante | Geol. De Giorgio | MBG | Prima Emissione |
| | | | | | |

Numero Commessa:

SV782

Data Elaborato:

10/02/2023

Revisione:

R0

Titolo Elaborato:

Relazione Idraulica

Progettista:

ing.MarcoG.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.14

Sommario

| | |
|--|---|
| 1. PREMESSA..... | 2 |
| 2. UBICAZIONE DELL'AREA | 3 |
| 3. ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI..... | 5 |
| 4. CALCOLO DELLE PORTATE | 8 |
| 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | 9 |

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 agrivoltaico Utility Scale* da realizzare su lotto posizionato nel territorio di Foggia, provincia di Foggia, su cui verranno installati pannelli fotovoltaici e denominato “**SV782 Faranone**”.

L’iniziativa nello specifico, prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo fotovoltaico integrato da progetto agronomico dedicato.

Il sito in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici in particolare, di cui si occupa la presente relazione occupa una superficie complessiva di 1.28 km², distinti in due lotti, nord e sud.

Il lotto Nord occupa una superficie di circa 0.95 km², mentre il lotto Sud occupa una superficie di circa 0.33 km².

Il terreno su cui saranno posizionati i pannelli fotovoltaici 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 sul sito 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 è situata nel territorio comunale di Foggia ed in quello di Manfredonia (Fg), nell'area interna del Tavoliere delle Puglie.

Nelle seguenti immagini si riporta la cartografia di riferimento con ubicazione dell'area interessata dalle opere:

- Stralcio della Carta Topografica d'Italia IGMI: F°164 IV SE "Amendola", F°164 III NE "Borgo tavernola" e F°164 II NO "Borgo Mezzanone" (fig.1);
- Immagine satellitare anno 2016; fonte: fonte: www.sit.puglia.it (fig.2).

Inoltre il sito ricade nel Foglio 164 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

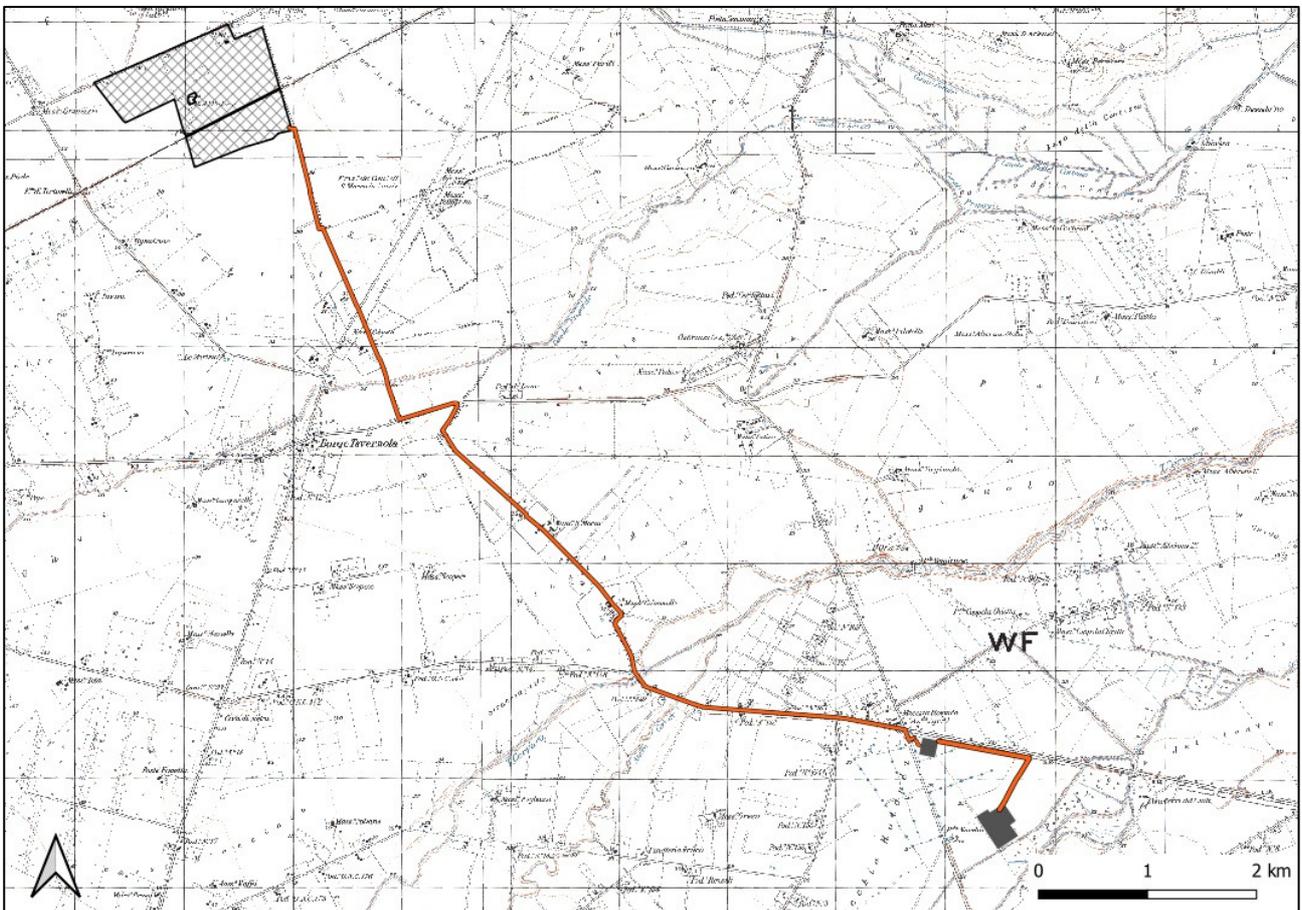


Figura 1 - Stralcio delle Tavole IGMI F°164 IV SE "Amendola", F°164 III NE "Borgo tavernola" e F°164 II NO "Borgo Mezzanone".
Fonte: www.pcn.minambiente.it.

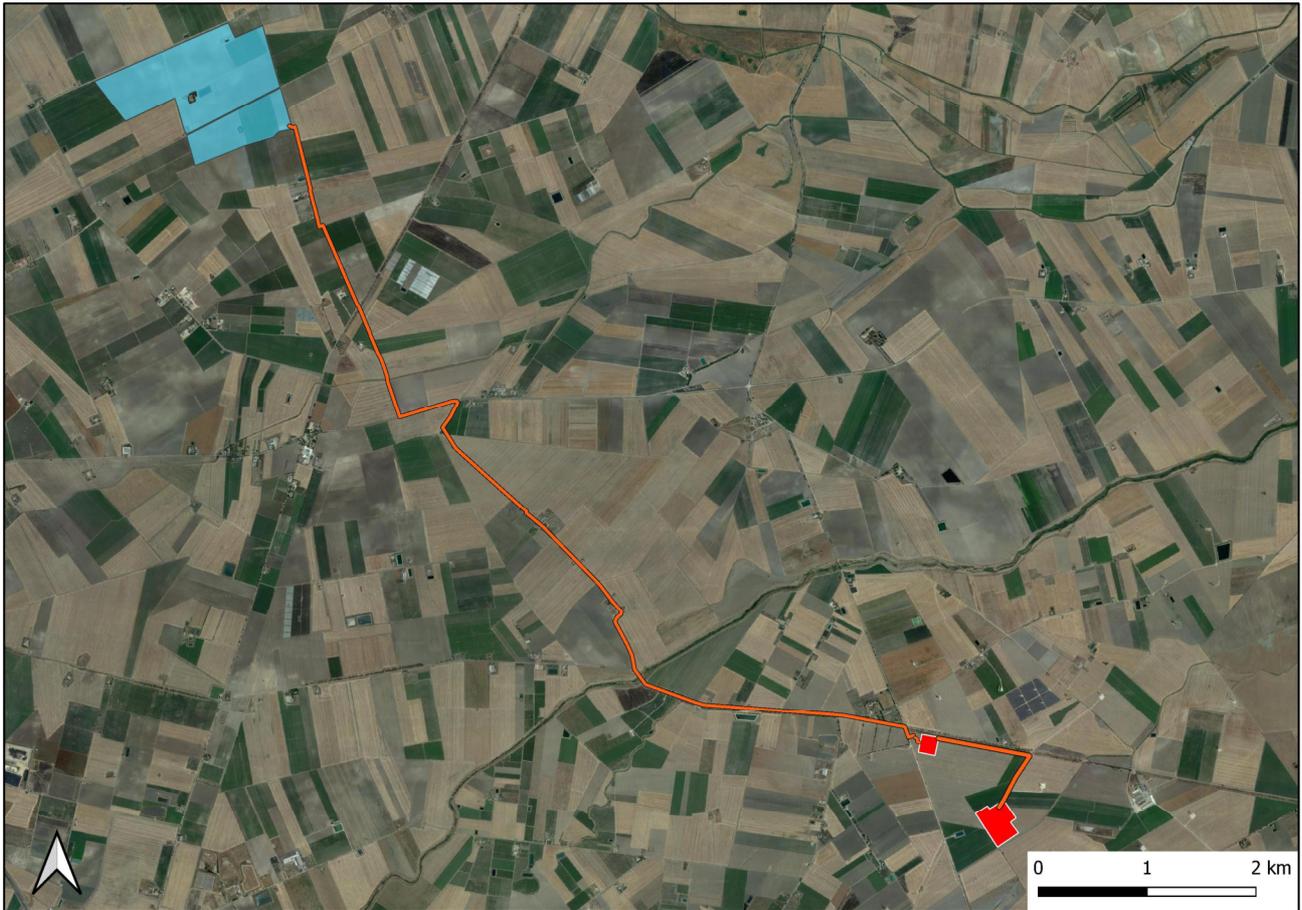


Figura 2 - Ubicazione del sito su Immagine satellitare del 2015. Fonte: www.sit.puglia.it

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 Foggia del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano e riguardano gli anni di osservazione dal 1932 al 2000.

Tab.1 – Dati della stazione termopluviometrica di Foggia.

| Anno | DURATA (h) | | | | |
|------|------------|------|------|------|------|
| | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| 1934 | 20.6 | 25.0 | 38.4 | 53.4 | 83.2 |
| 1935 | 35.0 | 47.6 | 51.8 | 55.8 | 58.8 |
| 1936 | 23.6 | 27.8 | 28.2 | 28.4 | 32.8 |
| 1937 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 25.8 | 27.6 |
| 1938 | 15.6 | 19.2 | 26.4 | 30.2 | 40.8 |
| 1939 | 24.0 | 28.8 | 29.4 | 33.0 | 35.4 |
| 1940 | 17.2 | 22.8 | 22.8 | 31.2 | 49.8 |
| 1941 | 21.8 | 31.4 | 46.0 | 59.4 | 95.6 |
| 1942 | 9.0 | 12.4 | 16.2 | 27.6 | 45.2 |
| 1947 | 28.4 | 28.8 | 28.8 | 28.8 | 34.4 |
| 1948 | 35.0 | 40.2 | 40.2 | 40.4 | 40.4 |
| 1949 | 30.0 | 56.4 | 63.2 | 72.2 | 72.6 |
| 1950 | 21.2 | 21.8 | 21.8 | 30.8 | 45.0 |
| 1951 | 14.6 | 17.6 | 27.0 | 27.6 | 38.0 |
| 1952 | 18.2 | 22.6 | 36.0 | 36.8 | 43.0 |
| 1953 | 14.0 | 14.4 | 28.0 | 33.2 | 40.4 |
| 1954 | 13.8 | 27.0 | 46.8 | 50.2 | 55.2 |
| 1955 | 17.6 | 17.8 | 24.4 | 38.6 | 70.2 |
| 1956 | 19.6 | 32.2 | 45.2 | 53.6 | 58.6 |
| 1961 | 31.0 | 42.6 | 51.8 | 58.8 | 66.0 |
| 1962 | 18.2 | 22.8 | 31.8 | 40.2 | 40.4 |
| 1963 | 31.2 | 31.2 | 43.4 | 50.8 | 56.8 |
| 1964 | 20.0 | 21.4 | 28.8 | 35.6 | 39.0 |
| 1965 | 42.4 | 71.0 | 71.0 | 71.0 | 75.4 |
| 1966 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 24.2 | 24.6 |
| 1967 | 24.6 | 35.6 | 37.2 | 40.4 | 55.2 |
| 1968 | 14.4 | 20.2 | 31.4 | 32.4 | 47.6 |
| 1969 | 34.0 | 68.0 | 68.2 | 74.6 | 80.6 |
| 1970 | 14.0 | 30.6 | 40.0 | 51.4 | 53.6 |
| 1971 | 14.0 | 26.4 | 36.4 | 44.2 | 48.8 |
| 1972 | 21.2 | 26.8 | 35.8 | 41.4 | 41.4 |
| 1974 | 23.2 | 24.8 | 30.2 | 41.8 | 49.2 |
| 1975 | 22.2 | 22.8 | 24.4 | 33.8 | 37.8 |
| 1976 | 20.8 | 23.4 | 24.4 | 36.6 | 38.4 |
| 1977 | 17.2 | 17.2 | 18.6 | 23.4 | 28.0 |
| 1978 | 14.2 | 15.2 | 24.4 | 28.6 | 31.4 |
| 1980 | 22.0 | 22.0 | 22.4 | 28.2 | 35.0 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 1981 | 19.8 | 23.0 | 25.2 | 25.4 | 27.8 |
| 1982 | 39.6 | 39.6 | 39.6 | 39.6 | 39.6 |
| 1983 | 36.2 | 48.4 | 48.6 | 48.6 | 48.6 |
| 1984 | 33.8 | 54.6 | 67.0 | 70.6 | 81.6 |
| 1985 | 12.2 | 25.6 | 45.2 | 57.2 | 66.8 |
| 1986 | 31.2 | 43.4 | 48.4 | 53.2 | 55.6 |
| 1987 | 10.2 | 15.2 | 19.4 | 31.0 | 46.0 |
| 1988 | 13.6 | 19.8 | 23.2 | 32.4 | 36.6 |
| 1989 | 20.0 | 26.4 | 37.4 | 40.4 | 40.6 |
| 1990 | 50.0 | 67.0 | 67.0 | 69.2 | 80.0 |
| 1991 | 33.0 | 46.0 | 46.0 | 46.0 | 46.0 |
| 1992 | 20.0 | 22.8 | 23.4 | 23.4 | 24.4 |
| 1993 | 16.2 | 16.2 | 22.2 | 22.2 | 33.0 |
| 1994 | 11.8 | 17.8 | 23.0 | 26.2 | 27.4 |
| 1995 | 40.0 | 40.2 | 40.4 | 40.4 | 42.6 |
| 1996 | 44.0 | 59.6 | 59.6 | 61.4 | 61.4 |
| 1997 | 13.6 | 18.6 | 19.2 | 30.2 | 46.4 |
| 1998 | 21.2 | 21.6 | 23.6 | 27.4 | 33.6 |
| 1999 | 25.2 | 32.2 | 32.2 | 32.2 | 38.4 |
| 2000 | 9.6 | 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 μ e σ 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 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| μ | 22.9 | 30.0 | 35.4 | 40.9 | 48.0 |
| σ | 9.48337 | 14.4066 | 14.20012 | 14.14334 | 16.49569 |
| α | 0.135289 | 0.089056 | 0.090351 | 0.090714 | 0.077778 |
| β | 18.64587 | 23.54328 | 29.03968 | 34.58101 | 40.56834 |

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) | 29.73986 | 40.39664 | 45.65149 | 51.1264 | 59.8656 |

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:

$$h \text{ (mm)} = 29.761 t^{0,267}$$

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.

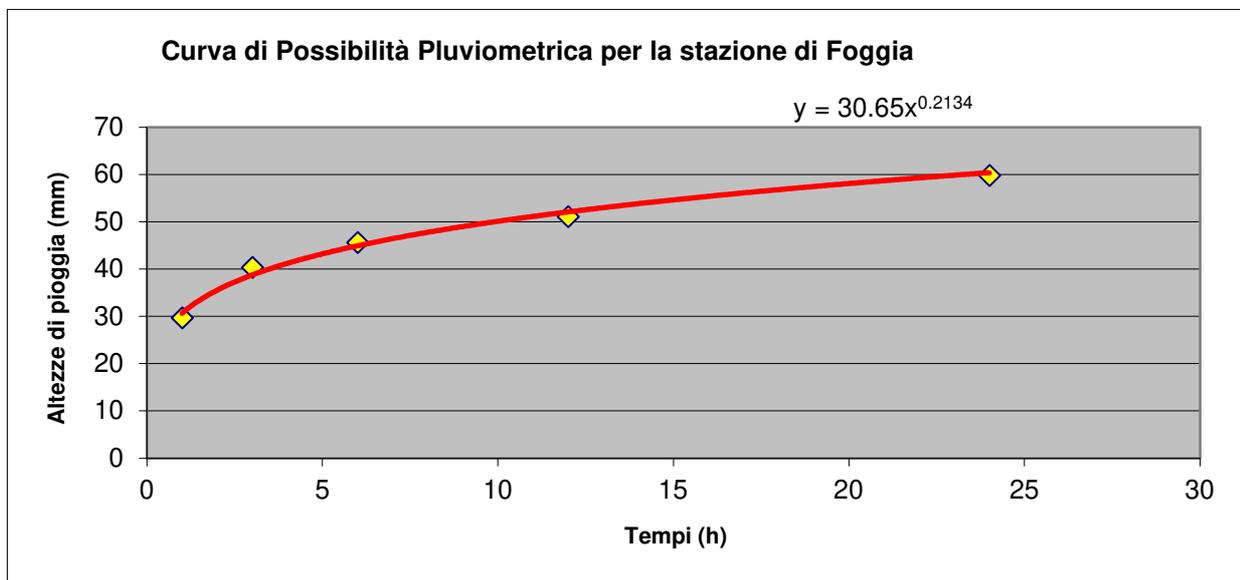


Figura 5 – Curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno $T_r = 5$ anni

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 corrivazione, 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 corrivazione 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 ²) | T _c (h) | i (mm/h) | h (t _a) (mm) | Lunghezza considerata (km) | dislivello (m) | Q _p (m ³ /s) |
|------------|-------------------------------|--------------------|----------|--------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| Lotto Nord | 0.95 | 6.46 | 7.06 | 45.64 | 1.54 | 1.8 | 0.657 |
| Lotto Sud | 0.33 | 7.66 | 6.17 | 47.33 | 0.95 | 0.6 | 0.199 |

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.

Il sito in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici in particolare, di cui si occupa la presente relazione occupa una superficie complessiva di 1.28 km², distinti in due lotti, nord e sud.

Il lotto Nord occupa una superficie di circa 0.95 km², mentre il lotto Sud occupa una superficie di circa 0.33 km².

Le portate di massima piena sono state quindi calcolate in modo distinto, specifico per ogni lotto.

In particolare, per il lotto Nord la portata di massima piena attesa calcolata è di 0.657 m³/s, mentre per il lotto Sud è di 0.199 m³/s.

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 meridionale per il lotto Nord e verso quella settentrionale per il lotto Sud, 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.

Alberobello, 10.02.2023

Dott. Geol. Giuseppe Gigante



A circular professional stamp from the "ORDINE DEI GEOLOGI" (Order of Geologists) is stamped over a handwritten signature. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI", "geologo GIUSEPPE GIGANTE", and "N. 718". The signature is written in black ink and reads "Giuseppe Gigante".