

<b>Provincia di Foggia</b> 		 <b>Regione Puglia</b>		<b>Comune di Manfredonia</b> 	
Proponente <p style="text-align: center;"><b>PARCO SOLARE MANFREDONIA SRL</b>          Via Vittor Pisani, 20 - 20124 Milano          C.F./P.IVA 11389800969          Pec: <a href="mailto:parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com">parcosolaremanfredonia@cert.studiopirola.com</a></p>					
Titolo del progetto <p style="text-align: center;"><b>Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006 relativo al progetto per la realizzazione di un parco fotovoltaico di potenza di picco pari a 77,051 MWp e potenza in immissione 63,140 MVA, nel Comune di Manfredonia (FG) in Loc.tà Monachelle.</b></p>					
Procedimento VIA		ID 7933		Procedimento AU	
				XK1J275	
Documento			N° Documento		
PROGETTO DEFINITIVO			30		
Elaborato					
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>					
Foglio		Scala		Nome file	
Coordinamento progetto  Via S.Croce,66 – 72020 Erchie (BR) ekotek.ambiente@gmail.com  I tecnici: Arch. Alfredo Masillo Geol. Giuseppe Masillo		  			
Rev.	Data rev.	Descrizione rev.	Redatto	controllato	approvato
00	2021	Prima emissione	ekotek	wircon	wircon
01	NOVEMBRE 2023	Aggiornamento documentazione richiesta dal MASE con prot.0013217 del 22.11.2023			

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	4
3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI DEPOSITI DI FONDAZIONE RICAVATI DALL'INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA.....	5
4. STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL DEPOSITO CHE INTERESSERA' LE STRUTTURE FONDALI.....	6
5. CONCLUSIONI .....	10

## 1. PREMESSA

L'aggiornamento della presente relazione è stato richiesto dal MASE con prot.0013217 del 22.11.2023, per un allineamento generale dei dati, dopo leggere modifiche impiantistiche dovute ad aggiustamenti in base al parere di AdB dell'Appennino Meridionale e di TERNA per quanto riguarda la posizione dell'ampliamento della SE di destinazione.

La società PARCO SOLARE MANFREDONIA SRL Via Vlttor Pisani, 20 -20124 MILANO - P.Iva 11389800969 - Pec: [parcosolaremanfredonia@cert.studloplrola.com](mailto:parcosolaremanfredonia@cert.studloplrola.com), intende realizzare un impianto fotovoltaico, facendo uso di pannelli in silicio che sfruttano l'effetto fotovoltaico, per una potenza nominale complessiva pari a 77,051 MW in immissione. Il sito individuato è situato territorio comunale di Manfredonia (FG) in Loc.Beccarini. L'estensione dell'area catastale circa 77Ha.



Il presente studio e' stato mirato, oltre a definire i parametri geologici ed idrogeologici caratteristici dell'ambiente interessato alla realizzazione dell'impianto, ad individuare le

caratteristiche geotecniche dei sedimenti che ospiteranno le strutture fondali previste dal progetto.

Lo studio si avvale di una documentazione bibliografica e di specifiche indagini eseguite sui lotti interessati dal progetto e dal cavo di connessione, in particolare:

- **N°35 prove penetrometriche dinamiche;**
- **indagine Georadar di circa 2000 metri lineari per la verifica di cavidotti interrati e/o tubazioni, mirando ad accertare la loro presenza in alcune aree "strategiche";**
- **n. 20 indagini sismiche a rifrazione della lunghezza ciascuna di 33 metri;**
- **n. 20 sondaggi elettrici con ricostruzione tomografica;**
- **n. 4 profili sismici MASW della lunghezza di 33 metri lineari, eseguiti sugli stendi menti di sismica a rifrazione nn. 5, 15, 17 e 20.**

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

Il territorio d'indagine è localizzato nel Tavoliere di Puglia precisamente nella parte Est del foglio della Carta Geologica 164 "Foggia", in un'area morfologicamente pianeggiante e geologicamente caratterizzata per lo più dai sedimenti plio-quadernari che hanno colmato la parte orientale dell'avanfossa appenninica compresa tra la Daunia e il promontorio garganico.

Il Tavoliere di Puglia è caratterizzato da un'elevazione media non superiore ad un centinaio di metri; la parte occidentale, a ridosso dell'Appennino Dauno, presenta un paesaggio di tipo collinare, con culminazioni che raggiungono quote intorno ai 700 metri. Procedendo verso la costa, le forme del rilievo sono rappresentate da una serie di ripiani, digradanti verso il mare, variamente estesi e collegati da brevi scarpate. I ripiani e le scarpate caratterizzati da versanti terrazzati si allargano in pianura alluvionale in prossimità della costa. Lungo la fascia litoranea si formano localmente, vaste aree paludose limitate da cordoni dunari.

Il basamento del Tavoliere come pure dell'intera regione pugliese è costituito da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie su cui poggiano le coperture plio-pleistoceniche ed oloceniche costituite in particolare da:

- Depositi argillosi con livelli di argille sabbiose con una patenza variabile e decrescente dal margine appenninico verso il Mare Adriatico compresa tra 200 e 100 metri;
- Sedimenti sabbiosi-ghiaiosi in lenti con uno spessore che varia da pochi metri a qualche decina di metri;
- Depositi terrazzati costituiti da breccie cementate ad elementi calcarei;
- Sabbie con faune litorali e dune individuate lungo l'arco de Golfo di Manfredonia.

### 3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI DEPOSITI DI FONDAZIONE RICAVATI DALL'INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA

I depositi che saranno interessati dalle fondazioni dei pannelli fotovoltaici, sono caratterizzati da sabbie e limi sabbiosi classificati "*Poco Consistenti*" (A.G.I. 1977).

Nel caso specifico è stato possibile dedurre importanti indicazioni sulle caratteristiche meccaniche del pacco sedimentario grazie alle prove penetrometriche dinamiche eseguite fino alla profondità di circa 4 m da p.c e da correlazioni dei valori delle velocità delle onde sismiche, ricavati dalle prospezioni sismiche a rifrazione.

Nella Tabella 1 allegata sono indicati i principali parametri elastici:

- $E_d$  (modulo di elasticità);
- $G$  (modulo di taglio);
- $\nu$  (coefficiente di Poisson);
- $\gamma$  (peso di volume);

essi, come già detto, sono stati ricavati da relazioni empiriche che li legano alle velocità di propagazione delle onde S trasversali e alle onde P longitudinali individuate.

Strato	Spessore medio (m)	$V_P$ (m/sec)	$\gamma$ (t/mc)	$E$ (kg/cmq)	$\nu$	$G$ (t/mqsec)
1	0.8	170	1.5 – 1.8	2000	0.35	740
2	4.0	480	1.9 – 2.1	6000-7000	0.35	2220-2590
3	-	1380	2.2 – 2.3	18000-22000	0.3	6920-8460

**Tabella 1 :** Valori dei moduli elastici ricavati dalle prospezioni sismiche

La Tabella 2 è riassuntiva dei principali parametri geotecnici del deposito fino alla profondità di circa 4m da p.c., desunti dalle 35 prove penetrometriche dinamiche eseguite, essi trovano riscontro nei risultati dell'indagine sismica eseguita.

PARAMETRI GEOTECNICI		
Coesione non drenata	$c$ (Kg/cmq)	0.12-0.19
Peso unità di Volume	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,58-1,65
Peso unità di Volume allo stato saturo	$\gamma_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,85
Resistenza alla punta penetrometro statico	$Q_C$ (Kg/cmq)	3,74 - 6.34
Modulo edometrico (Vesic 1970)	$E$ (Kg/cmq)	40,00 - 44,14
Angolo di attrito	$\phi$ (°)	20-22

**Tabella 2 :** Caratteristiche fisico-meccaniche del deposito indagato con le prove penetrometriche dinamiche

Si ribadisce la presenza della falda superficiale alla profondità media di circa 3,00 m. da p.c..

#### **4. STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL DEPOSITO CHE INTERESSERA' LE STRUTTURE FONDALI**

La capacità portante (o carico limite) di una fondazione superficiale rappresenta la pressione massima che una fondazione può trasmettere al terreno prima che questo raggiunga la rottura.

Tale caratteristica non è una qualità intrinseca del terreno, a differenza delle proprietà geomeccaniche dei litotipi considerati, ma dipende essenzialmente sia da queste ultime nonché dalla geometria della fondazione (D, B).

L' approccio del calcolo delle capacità portanti dei terreni che condizionano l'opera in progetto è stato eseguito considerando l'equazione di Terzaghi.

Con riferimento alle indagini eseguite si ipotizza un piano di posa delle fondazioni a circa 1,5 m di profondità da p.c. poiché il primo metro a partire da p.c è costituito da materiale caratterizzato da parametri geomeccanici scadenti e conseguenti caratteristiche di

portanza scadenti. Mentre lo strato inferiore che va da circa - 1 a - 5 m, costituito come già detto da Sabbie limose, pur se caratterizzate da uno stato di addensamento e consistenza basso, è certamente più adatto ad ospitare le strutture fondali in progetto.

Perciò il calcolo di stima della capacità portante ammissibile è stato eseguito considerando i parametri geotecnici caratterizzanti tale strato e di seguito riportati:

- **Coazione non drenata**       $c_u = 0,14 \text{ Kg/cm}^2$  (13.72 KN/mq);
- **peso per unità di volume**       $\gamma = 1,5 \text{ g/cm}^3$       (15 KN/mc);
- **angolo di attrito interno**       $\varphi' = 21^\circ$ ;

La formula usata per il calcolo è quella generale di Terzaghi

$$q_r = c S_c N_c + \gamma D N_q + 0.5 \gamma N_\gamma B S_\gamma$$

dove:

- cu**            rappresenta la coazione non drenata
- γ**            il peso di volume
- D**            il piano di posa della fondazione
- B**            larghezza della fondazione
- Sc e Sγ**    coefficienti correttivi che tengono conto della forma geometrica della fondazione.

Considerando che la litologia è classificabile come poco addensata Terzaghi propone una riduzione di 2/3 dei coefficienti coazione e all'angolo di attrito, perciò i valori  $c'$  e  $\varphi'$  che sono stati definitivamente utilizzati per il calcolo sono rispettivamente di: 9,15 KN/m<sup>2</sup> e 13,73°.

Per quanto concerne la tipologia di fondazione delle cabine, sono stati ipotizzati plinti quadrati di larghezza B pari a 60m e profondità D di 1,5 m da p.c.

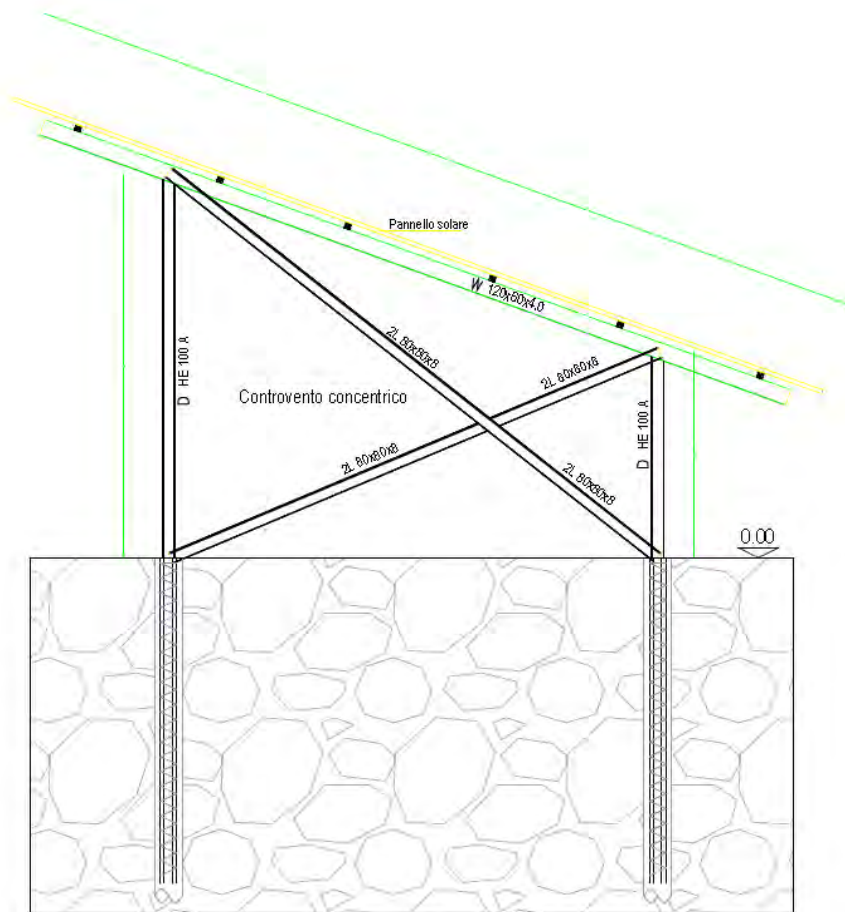
Con i parametri sopra imposti si ottengono i seguenti coefficienti di Portanza Nq, Nc e Ny :

- **Nq** = 3,911
- **Nc** = 11,915
- **Ny** = 2,400

Giungendo ad un valore di capacità portante ammissibile pari a :

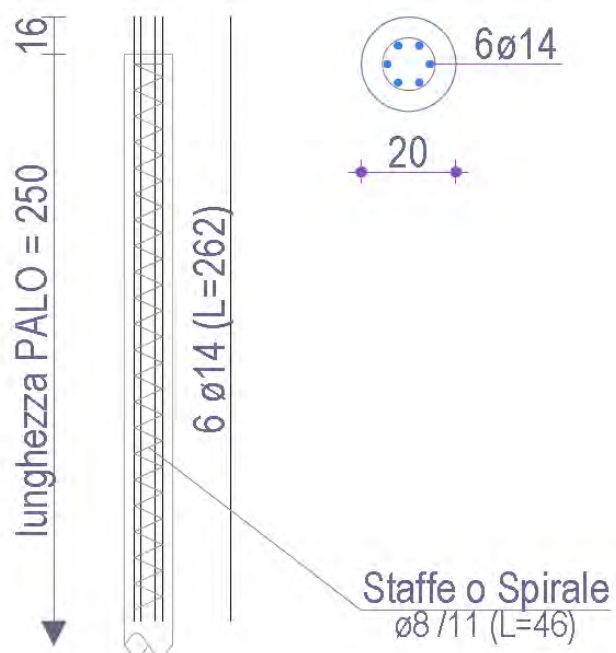
$$Q_{amm} = 0,595 \text{ Kg/cm}^2 \text{ ovvero } 58,38 \text{ KN/m}^2$$

cui è stato assegnato un coefficiente di sicurezza F = 3.

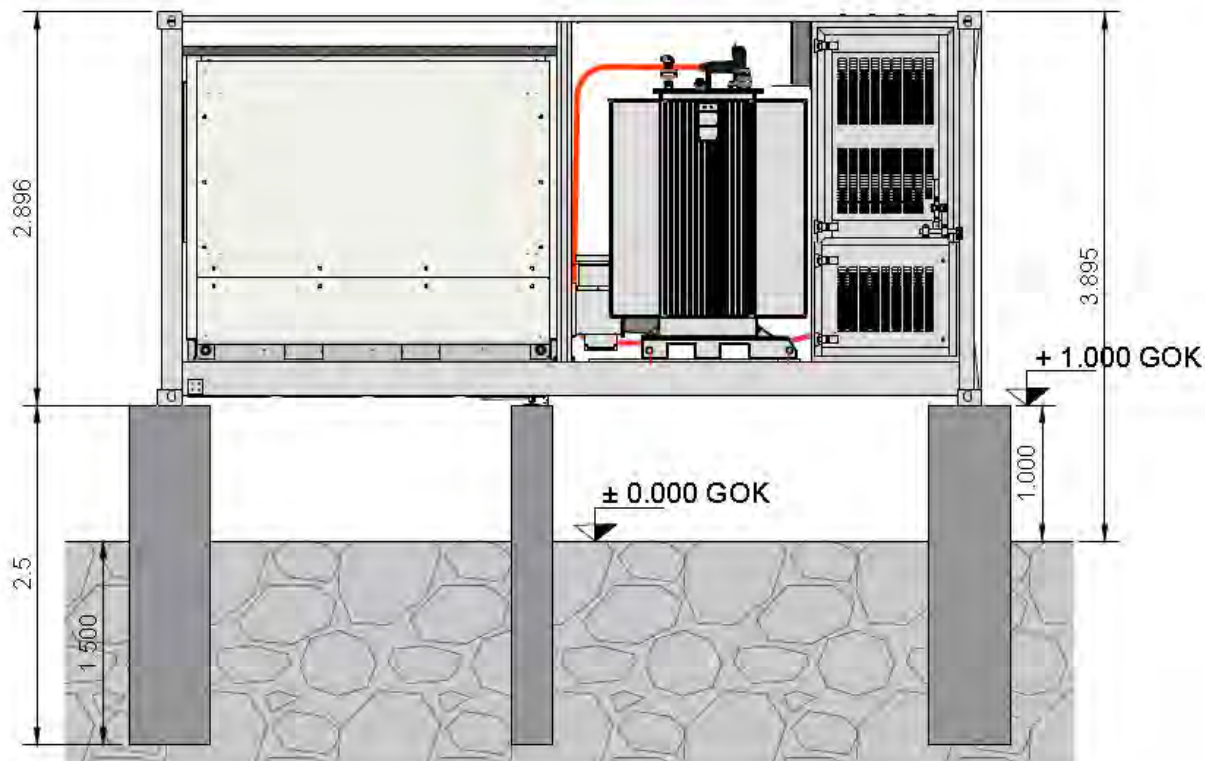
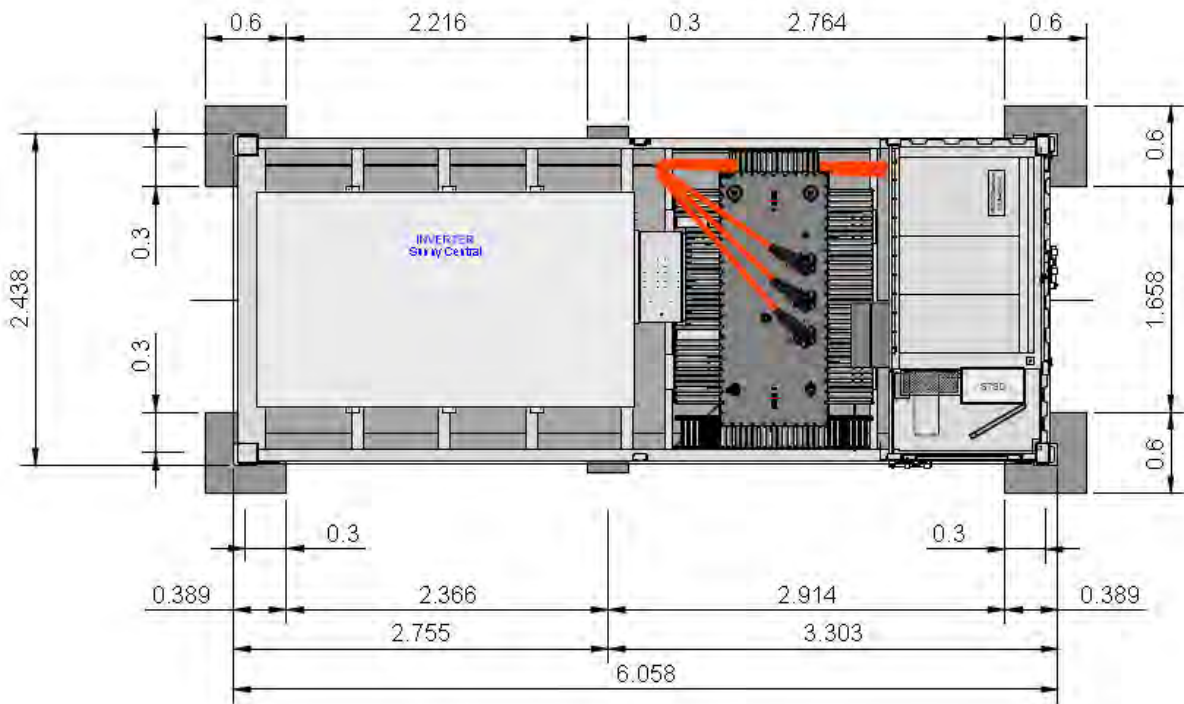


Vista laterale e controvento ad X

Pali di fondazione 1-2-3-4-5-6







## 5. CONCLUSIONI

Lo studio geologico è stato eseguito, a corredo del progetto di un parco fotovoltaico di potenza nominale complessiva pari a 50,5 MWp che la società "PARCO SOLARE MANFREDONIA s.r.l.", intende realizzare su un'area posta nel territorio comunale di Manfredonia in località "Beccarini".

Esso ha consentito di giungere alle seguenti conclusioni:

- Il deposito interessato dalle strutture fondali è costituito da litotipi sabbiosi limosi di origine alluvionale;
- Fino alla profondità media di 1 m dal p.c. è stata riscontrata la presenza di sedimento scadente dal punto di vista delle qualità geomeccaniche;
- La falda superficiale è stata riscontrata alla profondità di media di circa -3 m da p.c. , ma considerando che l'indagine è stata eseguita nella stagione estiva non si esclude che il livello idrico possa subire delle oscillazioni in conseguenza delle precipitazioni autunnali e invernali non superiori al metro;
- Le prove penetrometriche hanno permesso di verificare la resistenza al carico puntuale che svilupperanno i pannelli fotovoltaici previsti da progetto. Infatti i carichi, derivati dalla sommatoria dei carichi permanenti e accidentali, riferiti alle strutture da progetto si aggirano su valori di 0,2 Kg/cm<sup>2</sup>;
- La capacità portante ammissibile, calcolata ipotizzando una struttura fondale tipo "Platea" (per le cabine) di dimensioni 35\*15\*0,5 cm è risultata pari a

$$Q_a = 100,47 \text{ KN/mq ossia } 1,024 \text{ Kg/cmq.}$$

Il valore del carico, derivato dalla sommatoria dei carichi permanenti e accidentali che sviluppano le strutture per la posa dei moduli fotovoltaici e/o le cabine "inverter, è pari a circa **0,3 Kg/cm<sup>2</sup>**;

Si conclude che il valore della capacità portante ammissibile calcolata risulta compatibile con il carico delle strutture.

Vedi allegati:

- **REPORT INDAGINI GEOFISICHE**
- **REPORT PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**