

SOGGETTO PROPONENTE:



SMARTENERGY2001 S.R.L.
Via Statuto, 10
20121 Milano

**COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)
LOC. MERCANTE
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN A 150 kV DI TERNA S.p.A.
POTENZA DI PICCO 19.98 MWp
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE: 16.000 kW**

PROGETTO DEFINITIVO

Procedura di Autorizzazione Unica di cui all'art.12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010
PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MISE
di cui all'art. 31, c.6 del DL 77/21

Serie relazioni specialistiche

Relazione geotecnica

RS_008

PROGETTAZIONE DELLE OPERE:



INGENIUM ENGINEERING SRL

Via Maitani, 3 - 05018 Orvieto (TR)
tel. 0763.530340 fax 0763.530344
e mail: info@ingenium-engineering.com
pec: info@pec.ingenium-engineering.com
www.ingenium-engineering.com

Azienda con sistema di gestione qualità ISO 9001:2015
certificato da Bureau Veritas Italia SpA
cert. n° IT306096

Ing. Roberto Lorenzotti (PM)
Arch. Andrea Giuffrida
Arch. Giovanna Corso
Ing. Elena Crespi

Con:



Energy Cliet Service srl
Uffici: Via Enrico Fermi, 52 - 24035 Curno (BG)
Sede legale: Via Cà, 12B - 24060 Brusaporto (BG)
Tel. 035.245313



firma / timbro progettista



firma / timbro committente

02						COD. DOCUMENTO
01						IE_326_PD_RS_008
00	gen. 2022	prima emissione	E.C.	R.L.	R.L.	FOGLIO
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	1 DI 1

E' vietata ai sensi di legge la divulgazione e la riproduzione del presente documento senza la preventiva autorizzazione

1 PREMESSA

La società “**SMARTENERGY2001 S.R.L.**” (di seguito Produttore), con sede in Milano (MI), Piazza Cavour n. 1, ha intenzione di realizzare un impianto fotovoltaico “a terra” con moduli installati su strutture a inseguimento solare del tipo monoassiale con asse di inseguimento est-ovest.

L’impianto sarà da installarsi nel comune di Genzano di Lucania (PZ), località “Mercante”, in terreni nella piena disponibilità del soggetto proponente.

La potenza nominale installata lato corrente continua, intesa come sommatoria della potenza nominale dei moduli installati, sarà pari a **19.983,60 MWp**.

La presente relazione è redatta per gli adempimenti relativi al procedimento di Autorizzazione Unica ai sensi del d.Lgs. 387/03 ed è predisposta ai sensi dell’art.4 della legge 05/11/1971 n. 1086, dell’art.17 della legge 02/02/1974 n. 64.

In linea con le nuove indicazioni normative previste nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20/05/2003 n° 3274 sulla riclassificazione sismica del territorio italiano, poiché il Comune di Genzano di Lucania (PZ) è individuato in zona 2, la progettazione è stata integralmente condotta seguendo i criteri generali forniti dal D.M. 17.01.18 al fine di garantire un idoneo comportamento delle strutture in occasione di eventi sismici e valutare i più idonei provvedimenti per la realizzazione delle opere in oggetto soprattutto per ciò che riguarda gli aspetti fondali.

Il progetto riguarda in particolare le opere strutturali della cabina di connessione e delle cabine di campo dell’impianto e le strutture dei tracker monoassiali di sostegno dei pannelli fotovoltaici. Sono previste:

- n° 1 cabina di smistamento- (costituita da n° 2 moduli prefabbricati in cls armato vibrato)
- n° 6 cabine di campo (costituite da n° 2 moduli prefabbricati in cls armato vibrato)
- tracker a sostegno dei pannelli FV

Le cabine di campo sono costituite da elementi monoblocco modulari prefabbricati (n° 2 poste in serie) in CAV delle dimensioni 3,00 x 6,00 x 2,70 che verranno fondate su elemento di fondazione prefabbricato allettato su un letto di sabbia, previa bonifica dei terreni di fondazione.

I pannelli fotovoltaici sono sostenuti da strutture metalliche fondate su un sistema di pali infissi, di 1,50 /2,00 ml, costituiti da profili metallici in acciaio ad omega mediante battitura o vibro-infissione.



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. Min. LL.PP. 11 Marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare Min. LL.PP. 24 Settembre 1988 n° 30483 - L. 2.2.1974, n. 64 - art. 1 D.M. 11.3.1988 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare Min. LL.PP. 9 Gennaio 1996, n° 218/24/3 - L. 2.2.1974, n. 64. D.M. Min. LL.PP 11.3.1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione Geologica e della relazione Geotecnica.
- A.G.I. – Associazione Geotecnica Italiana – Raccomandazioni sui pali di fondazione – Dicembre 1984.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20/05/2003 n°3274 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- DM 17 gennaio 2018 – Testo unico sulle costruzioni – Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.



3. CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO

Il sito oggetto del seguente lavoro è ubicato a circa 8,0 km a nord-ovest dall'abitato di Genzano di Lucania. Cartograficamente l'area di progetto ricade nella carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 Foglio n. 188 "Gravina". della Carta d'Italia.

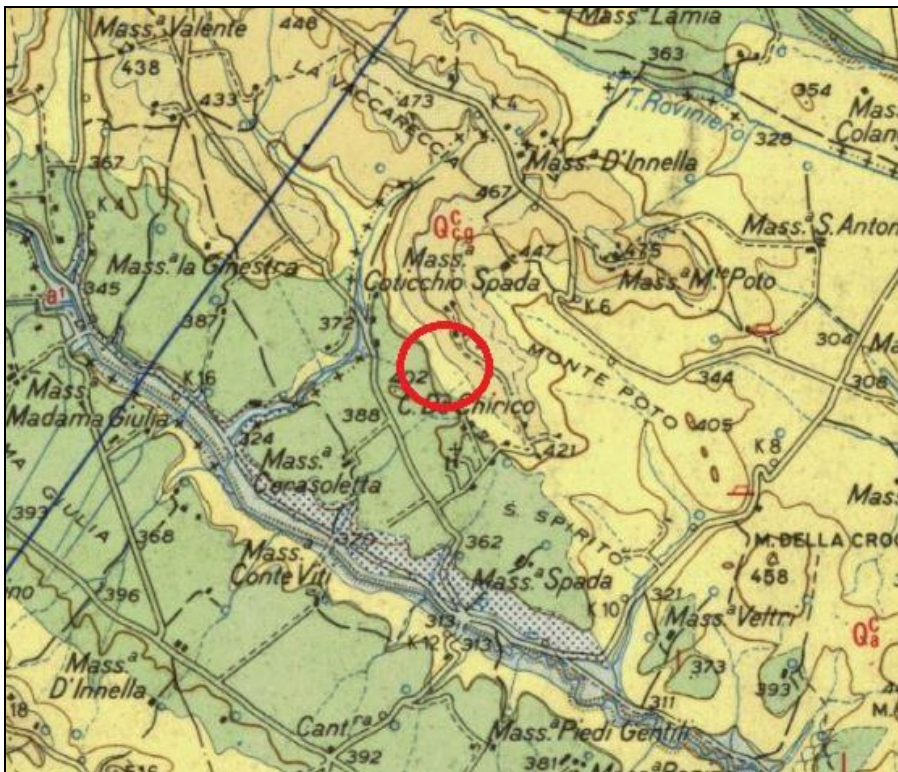


Figura 3. 1 - Stralcio del Foglio n. 188 "Gravina" con ubicazione area progetto

L'area qui considerata è parte integrante della Fossa Bradanica: vi affiorano quasi ovunque le formazioni argillose, arenacee o conglomeratiche deposte nel Plio-Pleistocene fino al colmamento della Fossa medesima. Inoltre vi affiorano depositi continentali e alluvionali. Queste formazioni della Fossa Bradanica mostrano una giacitura sub orizzontale o leggermente inclinata a NE.

Sulla superficie non sono presenti terreni di riporto antropico in quanto le attività svolte nelle epoche passata e recente sono state principalmente di tipo agricolo.

Dal punto di vista morfologico l'areale studiato è caratterizzato da una serie di locali rilievi collinari appartenenti ai rilievi principali di Macchia a nord del sito (quota di circa 584.0 m s.l.m) e Monte Freddo a nord-ovest ove sorge l'abitato di Genzano di Lucania (quota di circa 589.0 m s.l.m). Lungo i versanti affiorano estesamente le Argille subappennine e sulle parti più elevate si notano i termini regressivi della locale successione stratigrafica, cioè le Sabbie di Monte Marano e il Conglomerato di Irsina (abitati di Genzano, Irsina). I versanti così si presentano come una superficie spezzata in tre segmenti con differenti inclinazioni in funzione delle caratteristiche meccaniche e strutturali dei litotipi su cui ciascun tratto è modellato. Infatti i rilievi più elevati hanno sommità pianeggiante, limitata da un gradino subverticale (affioramento di residue placche del Conglomerato di Irsina); a questo gradino segue un tratto leggermente meno inclinato (affioramento delle Sabbie di Monte Marano in giacitura sub orizzontale) ed infine segue il tratto con pendenza più bassa

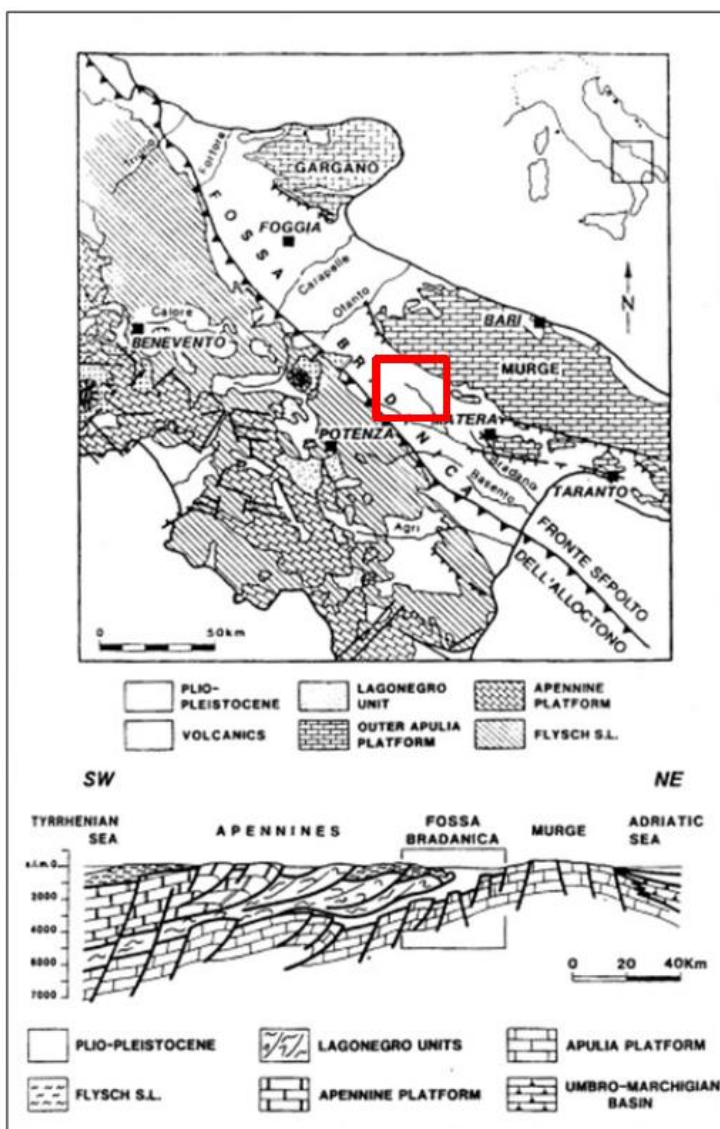
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

(affioramento delle Argille Subappennine). Inoltre i versanti sono caratterizzati, anche, da processi denudativi in corso rappresentati su estese superfici da solchi di ruscellamento e da calanchi di forme a vario grado di evoluzione.

I versanti che scendono verso la valle del Fiume Bradano presentano solchi ed incisioni, tipiche forme calanchive dei terreni di natura argillosa, con pendenze non molto elevate. Nelle zone di versante e dove affiorano le argille sono presenti fenomeni di dissesto superficiale, rappresentati sia da creep e piccoli smottamenti e sia da veri e propri movimenti franosi. Si tratta di movimenti di massa, tipici delle aree argillose, che comunque sono di modesta entità e posti a distanza dall'area in esame.

L'area direttamente interessata dall'impianto fotovoltaico previsto si trova a quote medie di circa 410.0 m.s.l.m., ubicata su un morbido versante (del Monte Poto) che immerge in direzione sud-ovest con una acclività media < 10°.

Per quanto riguarda la stabilità dei terreni direttamente interessati dall'opera in progetto, non si è rilevata la presenza di movimenti franosi che possano inficiare la stabilità dell'opera in progetto.



L'area in esame fa parte della porzione centro-meridionale della Fossa Bradanica nel retroterra ionico.

L'area qui considerata è parte integrante della Fossa Bradanica: vi affiorano quasi ovunque le formazioni argillose, arenacee o conglomeratiche deposte nel Plio-Pleistocene fino al colmamento della Fossa medesima. Inoltre vi affiorano depositi continentali e alluvionali. Queste formazioni della Fossa Bradanica mostrano una giacitura sub-orizzontale o leggermente inclinata a NE.

Dati geologici di profondità fanno comunque ritenere che durante la sedimentazione della serie plio-pleistocenica, masse scompagnate o caoticizzate di formazioni appenniniche siano colate verso l'interno della Fossa e che la stessa loro copertura pliocenica sia poi stata interessata da più limitati movimenti in tale direzione.

Dall'alto verso il basso si hanno:

Depositi Continentali del Quaternario

- Deposito alluvionale attuale e di golena: (Perno) – Costituiti da depositi alluvionali depositati dal F. Bradano nei periodi di piena su cui poggiano le alluvioni dei periodi di magra, con dislivelli che possono giungere anche fino a 2 m. Queste variazioni di quota si compensano durante eventi con portate eccezionali che inondano anche le zone destinate alla coltivazione.
- Deposito alluvionale terrazzato recente: limi sabbiosi o argillosi di origine limno-fluviale a cui si associano terre nere. Tali depositi si rinvencono all'interno delle depressioni dal fondo pianeggiante. L'età di tali sedimenti è ascrivibile al basso Olocene.
- Deposito alluvionale terrazzato medio: ciottoli poligenici, argille e sabbie, particolarmente sviluppati lungo le sponde delle maggiori aste fluviali. Costituiscono superfici pianeggianti, localmente inclinate, terrazzate in più ordini. Il seguente terrazzo, appartenente al medio, è a circa 80 metri sopra l'alveo attuale del F. Bradano.

Depositi della Fossa Bradanica

La successione che coinvolge l'area di indagine è costituita dal primo termine da depositi della Fossa Bradanica (Argille Subappennine) su cui poggiano le Sabbie di Monte Marano e il Conglomerato di Irsina.

Argille Subappennine

La formazione delle argille subappennine (Azzaroli *et alii*, 1968b), corrispondente alle Argille azzurre di cantelli (1960) e ricchetti (1965; 1967), e alle **Argille di Gravina** di azzaroli *et alii* (1968a; 1968b) è stata istituita alla fine degli anni '60, a seguito dei lavori di aggiornamento della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Valduga, 1973). Affiora per buona parte dell'area in oggetto, ed è ubicata nella zona centrale della Fossa Bradanica. Si tratta della parte affiorante (localmente spessa circa 400 metri) della porzione emipelagica post-torbiditica della successione di riempimento della Fossa bradanica che, in base a dati di profondità, raggiunge fino al substrato del bacino uno spessore di almeno 2.000 metri e possiede un'età compresa fra il Pliocene inferiore e l'Emiliano (Balduzzi *et alii*, 1982a; casnedi *et alii*, 1982).

La formazione è rappresentata da argille siltose, silt argillosi e, a luoghi, da silt sabbiosi di colore grigio-azzurro, con intercalazioni sabbiose o, più raramente, conglomeratiche. L'assetto è sostanzialmente monoclinale con immersione prevalente degli strati verso NE e inclinazioni variabili da suborizzontali fino a un massimo di circa 10°-15°. Solo in corrispondenza di alcuni lineamenti tettonici si osserva un andamento differente, con immersioni a NO o verso i quadranti meridionali. La formazione si presenta in strati di spessore variabile da pochi centimetri a oltre un metro; a luoghi si osservano strati gradati normalmente, spesso caratterizzati dalla presenza di strutture quali lamine piano-parallele o ripple. Frequentemente una diffusa bioturbazione caratterizza i depositi argillosi. Localmente si rinvencono superfici erosive evidenziate da resti vegetali, detrito bioclastico o macrofossili interi, prevalentemente lamellibranchi e gasteropodi.

L'ambiente in cui si sedimentavano le argille subappennine è riferibile ad una rampa, cioè un pendio deposizionale (attualmente non più ampio di 15 chilometri) a debole inclinazione (attualmente di circa 1°) che collegava le aree a sedimentazione paralica con le aree bacinali (Tropeano *et alii*, 2002).

Sabbie di Monte Marano



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

La formazione delle Sabbie di M. Marano è costituita da depositi di natura calcareo-quarzosa sabbiosi e arenacei a grana medio-fine o sabbioso-conglomeratici di colore variabile dal grigio-giallastro al giallo ocraceo che poggiano in contatto stratigrafico per alternanza sulle Argille Subappennine.

Tale formazione mostra caratteri di facies di mare sottile con evoluzione da ambiente di piattaforma-transizione a shoreface, in basso, verso ambienti di avanspiaggia ghiaiosa o sabbiosa in alto. All'interno della formazione, nella parte alta, si rinvengono corpi conglomeratici cuneiformi prevalentemente progradazionali e attribuibili a sistemi deltizi intercalati a facies prevalentemente sabbiose della stessa formazione. Essi si presentano spesso con base erosiva che a luoghi raggiunge le Argille Subappennine.

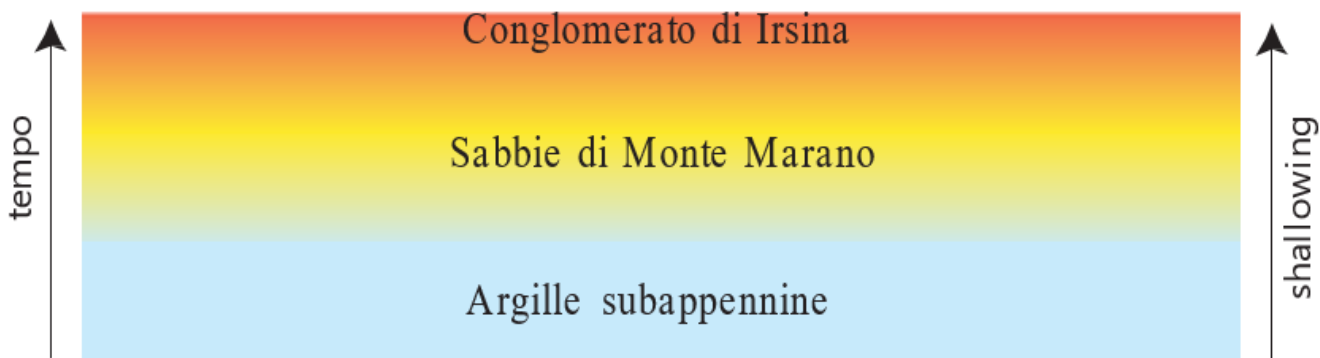
A luoghi si osserva la stratigrafia che viene evidenziata da sottili letti cementati con spessori nell'ordine del centimetro.

Conglomerato di Irsina

Tale formazione è costituita da depositi conglomeratici poligenici generalmente litificati con ciottoli eterogenei sub – arrotondati e appiattiti ed elementi di rocce cristalline provenienti da formazioni appenniniche, immersi in matrice sabbioso – calcarea di colore giallastro. Presenta a luoghi lenti o orizzonti sabbioso - arenitici intercalati ai letti conglomeratici.

La formazione si presenta di modesti spessori, in genere sotto forma di ciottoli poligenici in matrice sabbiosa da non cementati poco cementati

La descrizione stratigrafica sopra descritta fa riferimento a quanto riportato negli studi per la redazione della carta geologica d'Italia (anni '60). I depositi grossolani affioranti nelle porzioni sommitali delle piatte colline della Fossa bradanica venivano essenzialmente riferiti nei fogli geologici in scala 1:100.000 alla formazione delle Sabbie di Monte Marano passante verso l'alto alla formazione del Conglomerato di Irsina. Nell'ambito dei lavori per la realizzazione della carta geologica del CARG in scala 1:50.000, in particolare nell'area dell'abitato di Irsina (area tipo della formazione del Conglomerato di Irsina), è risultata inapplicabile la suddivisione formazionale proposta negli anni '60 nelle carte geologiche ufficiali relative all'area bradanica (Sabato et alii, 2004). Nell'area tipo affiorano tre litosomi conglomeratici, geneticamente non correlabili, che sono disposti geometricamente come segue:



Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari marini della Fossa Bradanica secondo Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

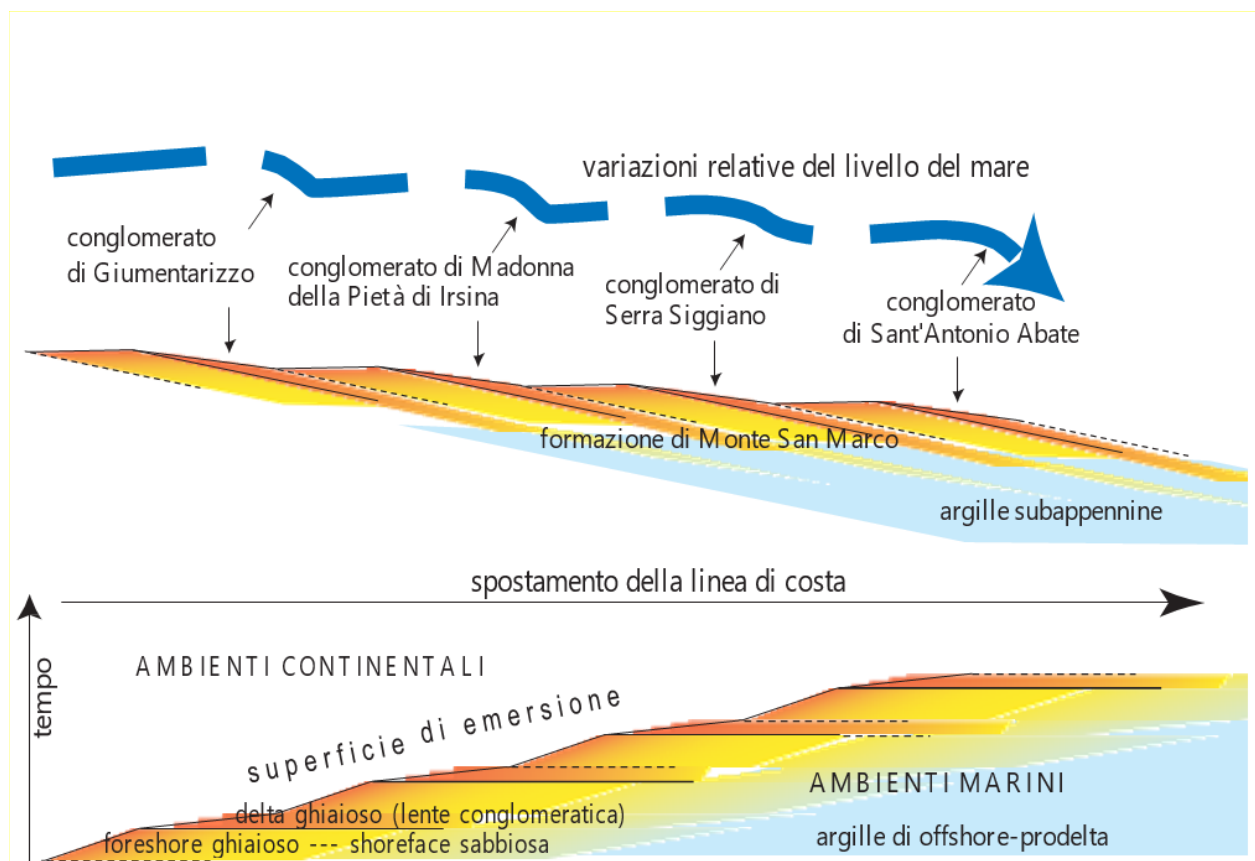
In particolare si è rilevato che l'intera successione bradanica affiorante presenta più corpi conglomeratici cuneiformi (posti prevalentemente nella parte sommitale delle colline bradaniche) che si intercalano a diverse altezze stratigrafiche, con rapporto basale erosivo o comunque brusco, a successioni prevalentemente sabbiose che verso l'alto possono passare a facies conglomeratiche di modesto spessore. A luoghi, in erosione su tutto, si ritrovano depositi conglomeratici e/o sabbiosi rossastri.

Da quanto esposto è necessario emendare la formazione del Conglomerato di Irsina (inapplicabile nella sua area-tipo nella forma istituita) e conseguentemente emendare anche la formazione delle Sabbie di Monte



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

Marano. Quest'ultima proposta nasce dal fatto che tutti gli operatori sul territorio, esclusivamente in base ai dati della cartografia ufficiale, descrivono ovunque la successione bradanica come la sovrapposizione geometrica di una unità tabulare conglomeratica su una unità tabulare sabbiosa, con proliferazione di errori grossolani in fase di pianificazione territoriale e di analisi idrogeologiche. Si propone quindi di adottare la formazione di Monte San Marco descrivibile come una successione sabbiosa nella quale si intercalano lenti conglomeratiche (geometricamente rappresentate da corpi cuneiformi).



Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari marini della Fossa Bradanica derivante dai rilevamenti del Foglio 471 "Irsina" (scala 1:50.000) (da Sabato et alii, 2004, mod.)

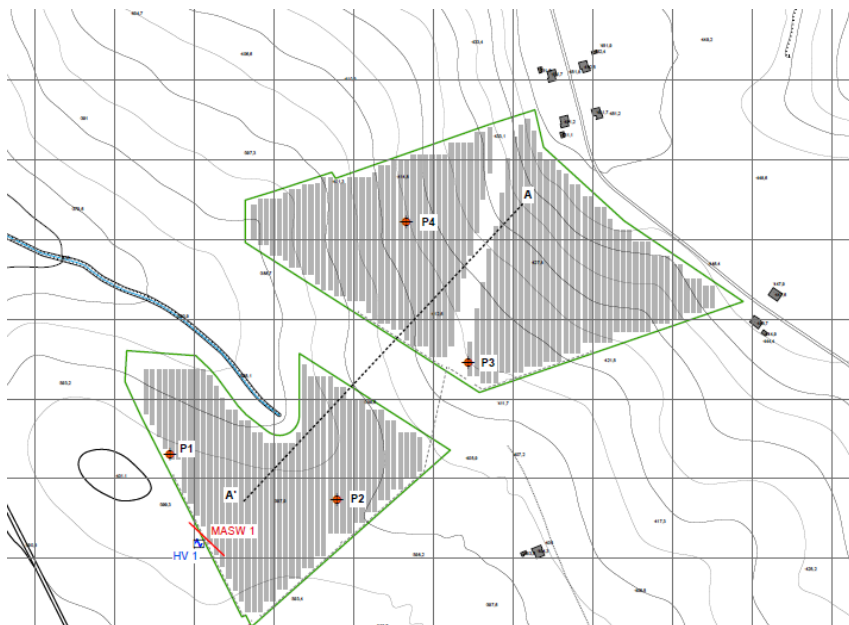
Le caratteristiche stratigrafiche dell'area e le caratterizzazioni geotecniche del volume significativo dei terreni interessati dall'intervento sono desunte dalle indagini svolte sull'area e dalla documentazione prodotta dal Dott. Geol. Rocco Marco Carlucci – in data Dicembre 2021.

Al fine di definire puntualmente la stratigrafia del sito di progetto e di caratterizzare geotecnicamente e sismicamente i terreni di sedime, è stata condotta una campagna di indagini geognostica e geofisica con la realizzazione di:

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche
- n. 1 indagine MASW
- n. 1 misura di microtremori a stazione singola HVSR

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nella figura sottostante. Di seguito si riportano i parametri geotecnici ed elastomeccanici desunti dall'esecuzione delle prove.



3.2. risultati delle indagini e parametri geotecnici dei terreni

ID	strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Tipo	Gamma nat (KN/m ³)	Gamma sat (KN/m ³)	Fi	Cu (KPa)	Mod. Edometrico	Mod. Elastico	Mod. Poisson	Mod. Taglio G (Mpa)
P1	1	5	25	coesivo	20.79	21.77	-	243.2	25.18	24.52	-	-
P2	1	0.7	18	coesivo	20.5	22.56	-	174.46	18.18	17.65	-	-
	2	5	9	coesivo	19.02	20.89	-	86.49	9.18	8.83	-	-
P3	1	0.7	20	coesivo	20.59	22.65	-	194.07	20.18	19.61		
	2	5	8	coesivo	18.63	18.73	-	76.79	8.18	7.85	-	-
P4	1	5	8	coesivo	18.63	18.73	-	76.79	8.18	7.85	-	-

Tab 2: parametrizzazione terreni investigati

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
 POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
 Progetto Definitivo

L'indagine MASW è stata eseguita utilizzando 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza pari a 46,0 m ed una distanza di scoppio dal primo geofono pari a 10,0 m. L'analisi dei dati ha consentito di stimare un valore medio di circa **275.0 m/s**, ciò porta a classificare il suolo di fondazione come suolo di **categoria C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*).

MASW

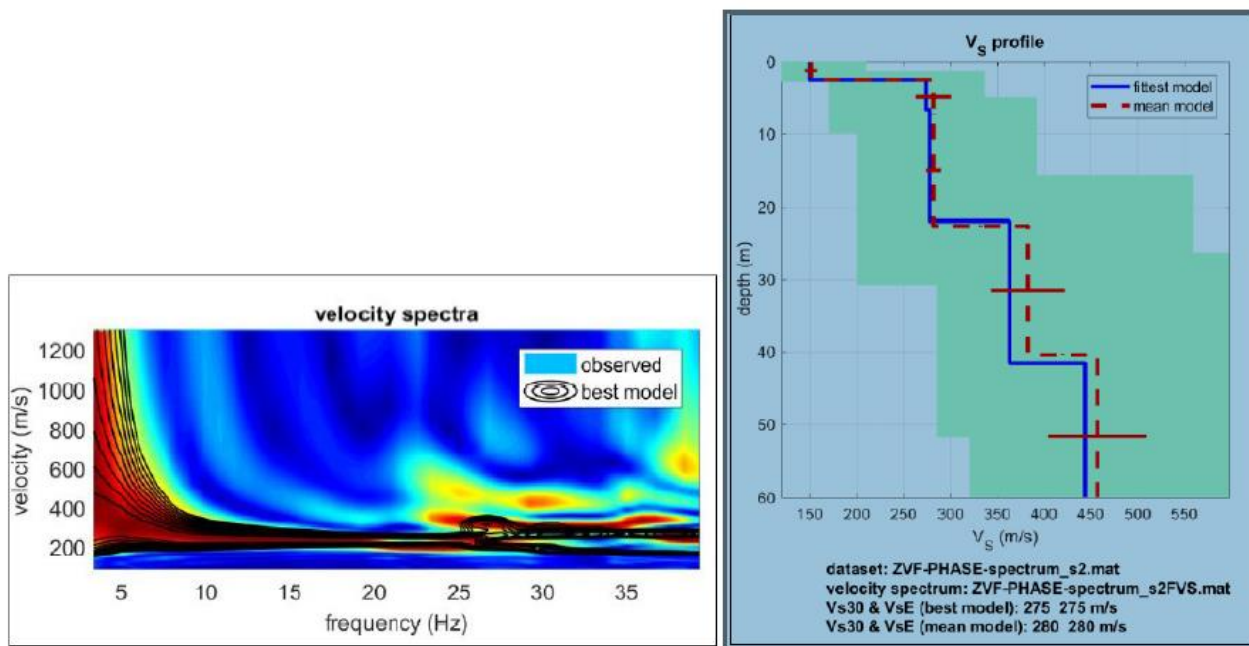


Figura 19: Spettro di velocità e curva di dispersione individuata MASW Profilo delle velocità delle onde S MASW

Con riferimento a quanto già descritto in precedenza, il valore di **Vs,eq** da considerare è di **275.0 m/s**, ciò porta a classificare il suolo di fondazione come suolo di categoria **C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*).

Il calcolo dei fattori di amplificazione sismica è riportato nel paragrafo 6.4.2 e restituisce per l'area in oggetto pari a:

- FA = 1,15
- FV = 1,34

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

Dall'esame delle stratigrafie, delle caratteristiche macrostrutturali e dalle indicazioni fornite dall'indagine sismica effettuata si può affermare che i terreni sono in gran parte ascrivibili ad **argille da limose a debolmente limose coesive**.

I principali parametri geotecnici sono stati desunti dall'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche le cui risultanze sono sintetizzate nella precedente Tab. 2.

Dal punto di vista geomeccanico, sulla scorta delle prove geotecniche effettuate è possibile in prima istanza definire un modello geotecnico. da utilizzare per il dimensionamento delle strutture di fondazione, a cui attribuire i seguenti parametri geotecnici.

Argille da limose a debolmente limose coesive

- Peso di volume: 18/20 KN/mc
- Angolo di attrito: -
- Cu: 100 Kpa
- Mod Edom: 12 Mpa
- Mod. Elast: 10 Mpa

4. SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE

Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalla esecuzione dei lavori, avendo un comportamento coesivo, denotano un rapporto problematico con l'acqua, per cui non si escludono i fenomeni tipici legati a terreni coesivi con ritiro per essiccamento durante i periodi siccitosi e di rigonfiamento per imbibizione a seguito delle variazioni di umidità.

Quindi in fase di esecuzione è necessario tenere in conto di tutti gli accorgimenti realizzativi e di manutenzione per la regimazione delle acque meteoriche.

Si prevede di bonificare le aree interessate dalla realizzazione delle cabine e di affidare le competenze strutturali alla porzione il più possibile profonda.

Considerata però la modesta entità dell'opera in relazione all'interazione terreno-struttura e l'insieme dei dati geotecnici acquisiti si ritiene che le opere potranno fondarsi direttamente sul terreno adeguatamente livellato ed eventualmente costipato/bonificato.

In particolare le cabine di campo e di connessione elettrica, costituite da strutture modulari prefabbricate in cav, potranno poggiarsi direttamente sul terreno adeguatamente preparato e su cui viene eseguito un magrone in cls debolmente armato con funzione di ripartitore di carico e/o un letto di sabbia sempre con la funzione di ripartire il carico e per il corretto livellamento del piano di base.

Localmente si dovrà verificare il raggiungimento delle ipotesi assunte alla base del progetto ed eventualmente, dove si riterrà necessario, si dovranno operare opportune bonifiche con l'eliminazione delle parti ritenute non idonee.



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

Si ipotizza, quindi, allo stato attuale, salvo ulteriori verifiche in fase esecutiva, di approfondire il piano di imposta fondale nel complesso 2 a circa 1,50 ml da piano di campagna prevedendo anche dei sistemi di drenaggio con regimazione delle acque.

Per i pannelli fotovoltaici, sostenuti da strutture metalliche, si prevede un sistema fondale di pali infissi, per almeno 1,50 ml nel terreno, costituiti da profili metallici in acciaio ad omega mediante battitura o vibro-infissione.

5. VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONE DIRETTA

È prevista, come detto, la realizzazione di un magrone di fondazione h 0,20 cm in cls debolmente armato con r.e.s. ϕ 8 15x15.

La valutazione della capacità portante del terreno di sedime in relazione al tipo di fondazione ipotizzata viene effettuata facendo riferimento alla teoria di Brinch – Hansen per fondazioni soggette a carico verticale.

I dati di carico per il dimensionamento delle strutture, forniti dal costruttore ed elaborati dal progettista sono riassunti nella seguente tabella:

MANUFATTO	GEOMETRIA			CARICHI CARATTERISTICI DI SUPERFICIE			CARICHI CARATTERISTICI GLOBALI			CARICHI AGENTI DI PROGETTO
	B [m]	L [m]	S [m ²]	g _{1k} [kN/m ²]	g _{2k} [kN/m ²]	q _{1k} [kN/m ²]	G _{1k} [kN]	G _{2k} [kN]	Q _{1k} [kN]	P _{s,d} [kN]
Locale di consegna	3,60	6,60	23,8	5.00	3.00	4.00	90,00	54,00	72	216,00
Locali di campo	3,60	6,60	23,8	5.00	3.00	4.00	90,00	54,00	72	216,00

Le verifiche di carattere geotecnico vengono effettuate seguendo l'Approccio 2 previsto dalla normativa. Secondo tali indicazioni e con riferimento alle colonne delle tabelle successivamente riportate, vengono utilizzati i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

Approccio 2: "A1+M1+R3"

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Il fattore di sicurezza minimo da garantire è pertanto pari a $\gamma_R=2.3$.

La valutazione della capacità portante del complesso terreno – fondazione viene effettuata, secondo le indicazioni fornite da EC7.

L'espressione adottata per il calcolo del carico limite unitario è:

$$Q_{lim}/A' = c' N_c b_c s_c i_c + q N_q b_q s_q i_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Con i fattori adimensionali:

— Fattori di capacità portante:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45^\circ + \phi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

$$N_q = 2 (N_q - 1) \tan \varphi', \text{ dove } \delta \geq \varphi'/2 (\delta \text{ attrito fondazione - terreno})$$

— Inclinazione del piano di posa della fondazione:

$$b_c = b_q - (1 - b_q)/N_c \times \tan \varphi'$$

$$b_q = b_c = (1 - \alpha \times \tan \varphi')^2$$

— Forma della fondazione:

$$s_q = 1 + (B / L') \sin \varphi', \text{ per impronta rettangolare;}$$

$$s_q = 1 + \sin \varphi', \text{ per impronta quadrata o circolare;}$$

$$s_g = 1 \times 0.3 (B/L'), \text{ per impronta rettangolare;}$$

$$s_g = 0.7, \text{ per impronta quadrata o circolare;}$$

$$s_c = (s_q \times N_q - 1)/(N_q - 1) \text{ per impronta rettangolare, quadrata o circolare;}$$

— Inclinazione del carico:

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/N_c \times \tan \varphi';$$

$$i_q = [1 - H/(V + A'c' \cot \varphi')]^m;$$

$$i_g = [1 - H/(V + A'c' \cot \varphi')]^{m+1}.$$

dove:

$$m = m_b = [2 + (B' / L')] / [1 + (B / L')] \text{ con } H \text{ agente in direzione di } B;$$

$$m = m_l = [2 + (L' / B)] / [1 + (L' / B)] \text{ con } H \text{ agente in direzione di } L'.$$

Nel caso in cui la componente orizzontale del carico H agisca in una direzione formante un angolo θ con la direzione di L' , m può essere calcolato come:

$$m = m_b = m_l \cos^2 \theta + m_b \sin^2 \theta.$$

I simboli hanno il seguente significato

Q_{lim} Valore del carico limite del complesso fondazione - terreno
 A' = $B \times L'$ Area efficace di progetto della fondazione
 B Larghezza della fondazione
 B' Larghezza efficace della fondazione
 L Lunghezza della fondazione
 L' Lunghezza efficace della fondazione
 c' Valore della coesione efficace del terreno al di sotto del piano di posa della fondazione
 φ' Valore dell'angolo d'attrito efficace del terreno al di sotto del piano di posa
 q Pressione litostatica sul piano di posa della fondazione
 α Inclinazione del piano di posa della fondazione rispetto all'orizzontale
 V Carico verticale
 H Carico orizzontale

Nella tabella successiva sono riepilogati i carichi resistenti di progetto raffrontati a quelli agenti con il relativo fattore di sicurezza.

I dettagli dei calcoli di portanza delle fondazioni sono riportati in appendice.



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

MANUFATTO191,25	CARICHI AGENTI DI PROGETTO	CARICHI RESISTENTI DI PROGETTO	FATTORE DI SICUREZZA
	P _{s,d} [kN]	P _{s,d} [kN]	P _{s,d} [kN]
Locali di campo	216,00	763,68	3,53
Cabina di consegna	216,00	763,68	3,53

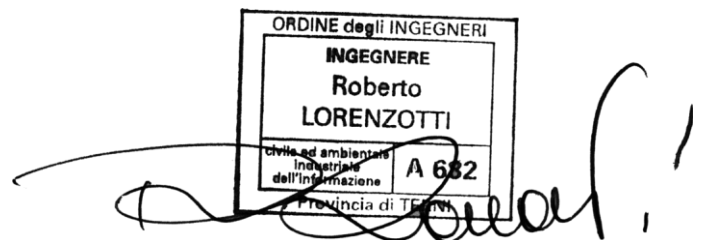
Risultando il fattore di sicurezza sempre superiore a quello minimo richiesto e pari a 2.3 le verifiche di portanza si ritengono soddisfatte.

I valori decisamente bassi delle pressioni indotte in fondazione non determinano cedimenti significativi che possano creare danno alle strutture prefabbricate delle cabine elettriche e alle parti elettriche.

6. RIFERIMENTI

- Relazione Geologica tecnica – Dott. Geol. Rocco Marco Carlucci – in data Dicembre 2021

Ingenium Engineering srl



allegato:

valutazione carico resistente di progetto fondazioni superficiali

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

VERIFICHE PORTANZA FONDAZIONE DIRETTA (EC7)

AZIONI IN TESTA ALLA FONDAZIONE

$F_x =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione X (Direzione parallela alla base)
$F_y =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione Y (Direzione parallela alla lunghezza)
$F_z =$	216,00	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_x =$	0,00	kNm	Momento in direzione X
$M_y =$	0,00	kNm	Momento in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE

$B =$	2,50	m	Base
$L =$	6,00	m	Lunghezza
$H =$	0,20	m	Altezza
$D =$	1,50	m	Profondità piano di posa
$\alpha =$	0	°	Inclinazione del piano di posa

Considera peso proprio fondazione

$\gamma_p =$	25,00	kN/m ³	Peso per unità di volume fondazione
$P_p =$	75,00	kN	Peso proprio plinto

AZIONI DALLA BASE DELLA FONDAZIONE

Considera momenti di trasporto

$F_{xd} =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione X
$F_{yd} =$	0,00	kN	Forza di taglio in direzione Y
$F_{zd} =$	291,00	kN	Forza in direzione verticale (>0 se di compressione)
$M_{xd} =$	0,00	kNm	Momento in direzione X
$M_{yd} =$	0,00	kNm	Momento in direzione Y
$V =$	291,00	kN	Componente verticale del carico
$H =$	0,00	kN	Componente orizzontale del carico
$\theta_v =$	0,00	°	Inclinazione del carico rispetto alla verticale
$\theta_H =$	90,00	°	Inclinazione del carico orizzontale rispetto alla direzione della lunghezza
$e_x =$	0,00	m	Eccentricità in direzione X
$e_y =$	0,00	m	Eccentricità in direzione Y

CARATTERISTICHE FONDAZIONE RIDOTTA

$B' =$	2,50	m	Base ridotta
$L' =$	6,00	m	Lunghezza ridotta
$A' =$	15,00		Area ridotta

PARAMETRI DEL TERRENO

$\gamma =$	20	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di fondazione
$\varphi' =$	5	°	Angolo di attrito
$c' =$	0	kN/m ²	Coesione efficace
$c_u =$	100	kN/m ²	Coesione non drenata
$\gamma_r =$	20	kN/m ³	Peso per unità di volume del terreno di riempimento laterale
$K_p =$	1,191		Coefficiente di spinta passiva
$q =$	30,00	kN/m ²	Pressione litostatica alla profondità del piano di posa



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE UBICATO NEL TERRITORIO COMUNALE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ) LOC. MERCANTE
POTENZA NOMINALE CIRCA 19.983,60 kWdc POTENZA AI FINI DELLA CONNESSIONE IN RETE 16 MWac
Progetto Definitivo

PARAMETRI DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE (BRINCH-HANSEN)			
k=	0,60		Fattore di profondità
m _b =	1,71		Parametro di forma per carico agente in direzione della base
m _l =	1,29		Parametro di forma per carico agente in direzione della lunghezza
m=	1,71		Parametro di forma complessivo
N _c =	6,49		Fattori di capacità portante
N _q =	1,57		
N _γ =	0,10		
s _c =	1,10		Fattori di forma
s _q =	1,04		
s _γ =	0,88		
b _c =	1,00		Fattori di inclinazione del piano di posa
b _q =	1,00		
b _γ =	1,00		
i _c =	1,00		Fattori di inclinazione del carico
i _q =	1,00		
i _γ =	1,00		
PRESSIONI LIMITE ED AMMISSIBILI			
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Condizioni drenate ▼ </div>		
F.S.=	2,3		Fattore di sicurezza
q _{LIM} =	50,912	kN/m ²	Pressione limite
q _{ADM} =	22,14	kN/m ²	Pressione ammissibile
CARICHI LIMITE ED AMMISSIBILI			
Q _{LIM} =	763,68	kN	Carico limite
Q _{ADM} =	332,03	kN	Carico ammissibile