COMUN P	IE DI AS Provincia d Regione	COLI S li Foggia PUGLIA	ATRIA a	NO	
Nome Progetto / Projet Name					
PF Centrale fotovoltaica d	ROGETTO lenominata L	DEFINI [:] IMES 14 d	TIVO ella potenz	a di 11,71:	2 kWp
committente	Titolo documento /Docu R Sottotitolo documento /	Iment title	E GEOLO	GICA	
0 Emissione Preparato Vagliato Approvato Consulenza / Advice Ocnsulenza / Advice Dott. Geol. Laurita Salvatore - Via Valle di Todaro, 63/G SUNNERC SUNNERC Petenza (PZ) e-mail: salvalaurita@gmail.com PEC: salvatorelaurita@epap.sicurezzapostale.it					
Progettista / Planner	Digettista / Planner Documento Numero				
	Commessa	Origine	Tipo documento	N. Progressivo	Revisione
SUNNERG DEVELOPMENT s.r.l. Via San Pietro all'Orto, 10 - 20121 (MI)					
P.IVA 11085630967 PEC sunnergdevelopment@legalmail.it Scala:					
TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri	proprietà esclusiva SUNNER o usato in qualsiasi maniera,	G DEVELOPMENT srl nemmeno per fini sper	, che si riserva ogni dirit imentali, senza autorizz	to sullo stesso. Pertan azione scritta dell'Auto	nto non può essere ore

Indice

-	1. PREMESSA	2
-	2. UBICAZIONE GEOGRAFICA E VINCOLI NORMATIVI	3
-	4. GEOMORFOLOGIA, STRATIGRAFIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI PROGE	ETTO
	8	
	4.1 STRATIGRAFIA E CARATTERI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZION	E8
	4.2 GEOMORFOLOGIA	13
	4.3 ANALISI DI STABILITA' DEL VERSANTE	14
	4.4 IDROGEOLOGIA	15
-	5. SISMICITA' DELL'AREA E QUADRO SISMOTETTONICO	16
	5.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO E PARAMETRI SISMICI	20
-	6. CONCLUSIONI	24
-	BIBLIOGRAFIA	25

-	All.	1	-	Carta	corografica
---	------	---	---	-------	-------------

- All. 2 Carta del rischio idrogeologico
- All. 3 Carta geologica e ubicazione delle indagini
- All. 4 Carta geomorfologica
- All. 5 Indagini consultate
- All. 6 Relazione sulle indagini sismiche
- All. 7 Relazione sulle indagini geognostiche
- All. 8 Sezione geologica e modello geologico-tecnico

- 1. PREMESSA

Su incarico ricevuto dalla SUNNERG GROUP S.r.l. lo scrivente, Dr. Salvatore LAURITA (iscritto all'albo dei Geologi di Basilicata al n. 470), ha eseguito lo studio geologico a supporto del progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Ascoli Satriano (FG) (identificato al Foglio 94, particelle 143, 62, 60, 59).

Lo studio è stato realizzato principalmente attraverso l'acquisizione e l'interpretazione di dati stratigrafici, geotecnici e geomorfologici. In dettaglio, il lavoro ha previsto le seguenti fasi:

- raccolta bibliografica degli studi geologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area e rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio (scala 1:1.000) di un areale significativo intorno alla zona di interesse;

- identificazione di eventuali vincoli presenti nell'area;
- studio della sismicità;

- ricerca bibliografica su eventuali campagne di indagini geognostiche e sismiche esistenti. Nello specifico, la stratigrafia del sito in esame e le caratteristiche geotecniche del sottosuolo dell'area sono state ricostruite con l'ausilio e l'analisi stratigrafica dei depositi di diverse sezioni stratigrafiche naturali e artificiali ubicati nei pressi dell'area di progetto, integrate dai dati di sottosuolo ricavati da prove penetrometriche eseguite sul sito di progetto unitamente a dati pregressi provenienti da una stratigrafia dell'Archivio Nazionale delle indagini del sottosuolo dell'ISPRA (All. 5). La correlazione stratigrafica di tali dati geognostici con il dettagliato rilevamento di terreno ha consentito di ricostruire le caratteristiche stratigrafiche del terreno e le unità litostratigrafiche che costituiscono il piano di sedime dell'opera di progetto. Inoltre, l'analisi multitemporale di cartografia storica, fotoaeree e ortofoto acquisite negli ultimi anni ha consentito di valutare la stabilità del versante e l'eventuale presenza e l'evoluzione di eventuali dissesti presenti nell'area;

- definizione dello schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea ed identificazione delle caratteristiche di permeabilità dei complessi idrogeologici riconosciuti;

- elaborazione dei dati raccolti, realizzazione della cartografia geologica e geomorfologica e definizione della sezione litotecnica e del modello geologico.

La presente relazione geologica è finalizzata alla descrizione dei seguenti aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici:

- i caratteri geologico-strutturali generali;

- i lineamenti geomorfologici della zona, nonché, gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali;

- la successione stratigrafica locale;

- lo schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea;

- l'analisi della sismicità e del quadro sismotettonico dell'area e ricostruzione di un modello sismostratigrafico utile all'individuazione della risposta sismica locale del sito. Il modello sismostratigrafico del sito è stato ricostruito dall'interpretazione dei dati sismici acquisiti durante la campagna di indagini sismiche;

- il modello geologico e geotecnico del sottosuolo e l'eventuale presenza di variazioni laterali e verticali delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni;

L'elaborato è stato redatto in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti ed ha come obiettivo finale quello di fornire i dati utili alla definizione di una soluzione progettuale relativa al tipo e alla profondità delle fondazioni della struttura di progetto adeguata alle caratteristiche geologiche e geotecniche del sito e si compone dei seguenti allegati:

- All. 1 Carta corografica (scala 1:10000)
- All. 2 Carta del rischio idrogeologico (scala 1:25000)
- All. 3 Carta geologica e ubicazione delle indagini (scala 1:10000)
- All. 4 Carta geomorfologica (scala 1: 0000)
- All. 5 Indagini consultate
- All. 6 Relazione sulle indagini sismiche
- All. 7 Relazione sulle indagini geognostiche
- All. 8 Sezione geologica e modello geologico-tecnico

- 2. UBICAZIONE GEOGRAFICA E VINCOLI NORMATIVI

La zona di interesse (Fig. 1), del presente studio geologico, comprende terreni ricadenti nel territorio comunale di Ascoli Satriano in Provincia di Foggia. L'area è posta su un ampio pianoro che si estende dalla valle del T. Carpelle alla valle del Fiume Ofanto e ricade nelle ctr n. 435013 e 435054 della cartografia tecnica del portale della Regione Puglia (All. 1).

Il Comune di Ascoli Satriano, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio n°3274 del 20/03/2003 pubblicata sulla G.U. del 08/05/2003 ed aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 02/03/2004, è riconosciuto e classificato come "Zona Sismica 1".

L'analisi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia (*Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia D.Lgs.152/2006 e s.m.i., Legge 221/2015, D.M. n. 294/2016 e DPCM 4 aprile 2018*) (All. 2), evidenzia che l'area sulla quale insisterà l'impianto non è sottoposta a vincoli di natura idrogeologica.

Per la definizione dei caratteri geologici si è fatto riferimento sia alla cartografia geologica in scala 1:100.000, sia alla nuova cartografia geologica alla scala 1:50.000 ed in particolare al Foglio Geologico "Ascoli Satriano" ed al Foglio Geologico "Cerignola".

L'elaborato è stato redatto in conformità a quanto previsto dalle normative e alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (decreto del 17/01/2018).



Figura 1 - Area di progetto (da archivio del Sistema Informativo Territoriale Regione Puglia).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'Appennino meridionale rappresenta il segmento orientato NW-SE di una catena arcuata che prosegue nelle Maghrebidi della Sicilia orientate E-W coincidente con l'andamento dei sistemi di sovrascorrimento. L'intero settore di catena è formato da strutture a pieghe e sovrascorrimenti costituito dalla sovrapposizione di diverse unità tettoniche che si sono originate, a partire dal Trias, in distinti domini paleogeografici del margine continentale passivo adriatico e dell'adiacente dominio oceanico della Neotetide (Gueguen et al. 1998). L'assetto attuale dell'Appennino meridionale rappresenta pertanto il risultato di un progressivo accavallamento di più unità tettono-sedimentarie formate da terreni che in gran parte appartenevano originariamente, a domini paleogeografici differenti individuatisi dal Trias medio - superiore.

Procedendo da occidente verso oriente, la ricostruzione palinspastica prevede la presenza dei seguenti domini:

- Piattaforma Campano-Lucana;
- Bacino di Lagonegro;
- Piattaforma Abruzzese-Campana;
- Bacino Molisano;
- Piattaforma Apula.

L'avampaese è rappresentato in affioramento dalle successioni stratigrafiche della Puglia e dal promontorio del Gargano (Fig. 2). Tali successioni similmente ai terreni affioranti in catena hanno un'età compresa tra il Trias ed il Miocene.



Fig. 2 – Schema tettono-stratigrafico dell'Appennino meridionale (Menardi Noguera & Rea, 2000).

Il territorio oggetto del seguente studio ricade all'interno della pianura alluvionale nota come "Tavoliere di Puglia" (Fig. 3). Dal punto di vista geologico-strutturale (cfr. Selli, 1962), il Tavoliere di Puglia rappresenta il settore settentrionale della Fossa bradanica, limitato ad ovest dal Subappennino Dauno e ad est dal Promontorio del Gargano (Fig. 2 e 3). La sovrapposizione tettonica delle unità, in accordo con (Dazzaro e Rapisardi, 1987), è segnata da un sovrascorrimento immergente verso ovest con direzione del trasporto tettonico verso nord-est.



Figura 3 – Carta geologica schematica del sistema catena-avanfossa-avampaese e localizzazione dell'area del Tavoliere di Puglia (Moretti et al., 2010).

Dal Pliocene, in seguito alla subduzione dell'Avampaese apulo sotto le falde appenniniche, si struttura un'area bacinale a sedimentazione terrigena. Durante questo periodo si accumulano depositi calcarenitici riferibili alla Formazione della Calcarenite di Gravina passanti verso l'alto e lateralmente a una spessa successione siltosa-argilloso-sabbiosa riferibile alla Formazione delle Argille Subappennine (Valduga, 1973) o "Formazione dell'Ofanto" (Crostella & Vezzani, 1964) o Argille di Montesecco (Boni et al., 1969). Durante il Pliocene superiore-Pleistocene inferiore la migrazione verso NE del fronte appenninico, che formava un angolo aperto a SE con il margine interno della placca apula in subduzione (Casnedi, 1988), determina nel settore settentrionale del bacino la convergenza tra queste due grandi unità del sistema orogenico (Pieri et al., 1994; 1996). Questo motivo geodinamico segna l'inizio del colmamento del bacino caratterizzato da sedimentazione di mare poco profondo nell'area di convergenza, e la migrazione del depocentro dell'avanfossa verso NE. Verso la fine del Pleistocene inferiore, l'area di avampaese apulo, è interessato da un sollevamento attribuito da alcuni autori al raggiustamento isostatico (Ciaranfi et al., 1979; 2011; Patacca et al., 1990), da altri al buckling della placca adriatica (piegamento litosferico indotto dalla spinta relativa verso est del mantello astenosferico che agisce sul piano di subduzione al di sotto degli Appennini; Doglioni et al., 1996). L'inversione del regime geodinamico produce la formazione dei depositi sabbioso-conglomeratici regressivi in facies di spiaggia, progressivamente più recenti verso oriente. Tali depositi sono conservati in lembi solo nella zona dell'abitato di Ascoli Satriano, altrove i loro residui spessori sono stati asportati dall'erosione in seguito all'emersione dell'area. Infine sui depositi di riempimento della Fossa bradanica, in particolare sulle argille marine (argille subappennine), si rinvengono, in discontinuità, depositi alluvioni terrazzati (Supersintema del Tavoliere di Puglia) (Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Fogli Geologici "Ascoli Satriano" e "Cerignola"). Secondo i nuovi rilevamenti geologici nell'area di progetto le unità affioranti possono essere ricondotte a due principali: l'Unità della Fossa bradanica (Fig. 4) e l'Unità Quaternarie del Tavoliere delle Puglie o Supersintema del Tavoliere di Puglia.

Di seguito, dalla più antica alla più recente, si descrivono le principali caratteristiche geologiche delle due unità.

Unità della fossa bradanica

I depositi attribuibili all'unità della Fossa bradanica sono rappresentati da una successione terrigena plio-quaternaria, comunemente nota come ciclo regressivo della Fossa bradanica. I terreni appartenenti al ciclo bradanico sono rappresentati una successione sabbioso-conglomeratica poggiante in continuità e/o in erosione su depositi prevalentemente argillosi. I depositi sabbiosi e conglomeratici sono stati raggruppati in un'unità stratigrafica denominata sintema di Cerignola (RGL) e composta da due unità litostratigrafiche fra loro eteropiche: i conglomerati di Ordona (ODN) e le sabbie di Torre Quarto (STQ). Questi depositi rappresentano, secondo la letteratura classica i Depositi Marini Terrazzati (Bonardi et al., 1992). I depositi argillosi, affioranti solo in alcuni punti e per spessori limitati, sono rappresentati dalla formazione delle argille subappennine.

Le argille subappennine costituiscono una potente successione, prevalentemente argilloso-limosa, di colore grigio azzurro cui, soprattutto nella parte alta della formazione, s'intercalano livelli sabbiosi con spessori variabili dal centimetro al metro.

Le Sabbie di Torre Quarto sono rappresentate prevalentemente da sabbie di colore giallastro, in genere sono poco cementate, con intercalazioni arenitiche, marnose e argilloso-siltose; raramente sono presenti orizzonti costituiti da ciottoli di piccole dimensioni in abbondante matrice sabbiosa I Conglomerati di Ordona sono rappresentati da conglomerati clasto-sostenuti e matrice sostenuta, con struttura da massiva a stratificata e caratterizzati da frequenti lenti sabbiose a stratificazione piano-parallela o incrociata; gli elementi litici sono costituiti da ciottoli eterometrici e poligenici di media grandezza in genere a spigoli ben arrotondati e localmente embriciati.

Unità Quaternarie del Tavoliere di Puglia/Supersintema del Tavoliere di Puglia

I depositi riferiti a quest'unità sono rappresentati da un complesso di sedimenti continentali di spessore massimo fino a qualche decina di metri e si trovano a varie altezze stratigrafiche a formare diverse superfici terrazzate. Tali depositi sono discordanti sulle argille subappennine e/o sui depositi marini e rappresentano i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere di Puglia.



Figura 4 - Schema stratigrafico (Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia Foglio Geologico "Ascoli Satriano).

3.1 GEOLOGIA DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INTERESSE

L'impianto sarà installato su un'area che si sviluppa su depositi costituiti da ghiaie poligeniche con intercalazioni di sabbie e sabbie limose appartenenti all'Unità Plio-Quaternarie dell'Avanfossa Bradanica e dei Bacini Intrappeninici (riferiti ai Conglomerati di Ordona - Foglio Geologico Cerignola in scala 1:50.000). Le ghiaie sono costituite da ciottoli eterometrici e poligenici di media grandezza e provenienti dalle successioni sedimentarie affioranti nei rilievi appenninici, immersi in una matrice sabbiosa. La parte alta del deposito, prossima al piano campagna, presenta una diffusa alterazione che localmente evolve in un orizzonte composto da suolo di colore marrone scuro.

- 4. GEOMORFOLOGIA, STRATIGRAFIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI PRO-GETTO

4.1 STRATIGRAFIA E CARATTERI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Per la definizione stratigrafia dei terreni affioranti nell'area di studio è stato eseguito un rilevamento geologico di dettaglio. Le osservazioni stratigrafiche derivanti dal rilevamento geologico sono state integrate sia con le indagini dirette delle prove penetrometriche dinamiche, eseguite nell'area di studio (cfr. ubicazione delle indagini nell'All. 3), sia con l'analisi stratigrafica di un pozzo per acqua (Legge 464/1984) dall'Archivio Nazionale delle indagini del sottosuolo dell'ISPRA.

La ricostruzione di dettaglio delle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione è stata eseguita sulla base dell'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche (DPM1 e DPM2). In base ai caratteri dei terreni attraversati dalle prove e dal relativo valore di resistenza alla punta, è stato possibile ricostruire la colonna stratigrafica di dettaglio.

Di seguito sono riportati i diagrammi ricostruiti dalle prove penetrometriche (Fig. 5): **prova penetrometrica 1**: da piano campagna fino a circa 0.4 m è presente del materiale rappresentato dal terreno vegetale e sabbie limose con trovanti lapidei. Da 0,4 a 2.0 m il sottosuolo è rappresentato da sabbie ghiaiose ben addensate con (N10 medio = 29 colpi), che passano a sabbie con limo addensate e consistenti con (N10 medio = 20.5 colpi). La prova termina alla profondità di 3.20 m per rifiuto della punta all'avanzamento. Durante l'esecuzione della prova non è stata rilevata la presenza di falda idrica. **Prova penetrometrica 2**: da quota 0.0 e fino a circa 0.4 m, è presente del materiale moderatamente addensato, rappresentato dal terreno vegetale e sabbie con trovanti lapidei. Da 0,4 a 1.70 m il sottosuolo è rappresentato dal terreno vegetale e sabbie con trovanti lapidei. Da 0,4 a 1.70 m il sottosuolo è rappresentato da ghiaie sabbiose ben addensate con (N10 medio = 76 colpi). La prova termina alla profondità di 2.8 m per rifiuto della punta all'avanzamento. Durante l'esecuzione della

Le porzioni stratigraficamente più profonde della successione possono essere ricostruite dalle informazioni indirette ricavate dalla campagna d'indagini sismiche. Il modello bidimensionale acquisito con il metodo tomografico è caratterizzato da un primo orizzonte sismostratigrafico superficiale, non continuo, caratterizzato da un gradiente di velocità inferiore ai 400 m/s che separa porzioni con differenze delle velocità delle onde P (cfr. All. 6). Verso il basso le sezioni tomografiche mostrano un incremento dei valori delle onde P. L'unità più superficiale (il primo sismostrato) si ritiene rappresenti i depositi della coltre alluvionale superficiale; la seconda unità rappresenta il substrato ghiaioso-conglomeratico riferibile ai Conglomerati di Ordona.

Dott. Geol. Salvatore LAURITA – Via Valle di Todaro, 63/G, Potenza - E-mail: salvatorelaurita@hotmail.it Geologia Applicata – Geotecnica - Indagini sismiche



DPM1

Dott. Geol. Salvatore LAURITA – Via Valle di Todaro, 63/G, Potenza - E-mail: salvatorelaurita@hotmail.it Geologia Applicata – Geotecnica - Indagini sismiche





Figura 5 – Diagramma penetrometrico: numero colpi-avanzamento punta, valori di resistenza alla punta (Rpd) e interpretazione stratigrafica.

Lo spessore delle ghiaie è confermato dall'interpretazione delle indagini sismiche attive (di tipo MASW - Multi-channel Analysis of Surface Waves e metodologia congiunta Holisurface) eseguite nell'area di progetto (ubicazione nell'All. 3; cfr. l'All. 6 per i dettagli sull'acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati di sismica attiva e passiva). Tali dati evidenziano la presenza di un aumento delle velocità delle onde sismiche a circa 3 metri di profondità.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle ghiaie, l'impossibilità di prelevare campioni indisturbati in situ, rende difficile la loro caratterizzazione geotecnica. Le valutazioni delle caratteristiche meccaniche sono state ricavate tramite la metodologia di Bieniawsky (1989), su terreni dalle medesime caratteristiche litotecniche.

Per l'analisi del modello geologico del sottosuolo l'area di studio è stata suddivisa in due settori denominati MGT1 e MGT2. Le due aree sono rappresentate dalle seguenti unità litotecniche:

- (Unità litotecnica VEG): terreno vegetale costituito da limi e limi-sabbiosi sciolti di colore bruno

con clasti sparsi e ghiaie poligeniche sciolte. Questi terreni costituiscono delle coperture detritiche di spessore limitato ma che possono assumere notevole importanza da un punto di vista geotecnico per le caratteristiche meccaniche generalmente scadenti che peggiorano ulteriormente quando i terreni sono saturi;

- (Unità litotecnica SG): sabbie ghiaiose ben addensate;

- (Unità litotecnica SAB): sabbie con limo ben addensate e consistenti;

- (Unità litotecnica UC): ghiaie poligeniche da debolmente a mediamente cementati con abbondante matrice sabbioso-limosa. I clasti si presentano subarrotondati, hanno dimensioni che vanno da alcuni centimetri ad alcuni decimetri e sono costituiti da arenarie, calcareniti e calcilutiti, selci riconducibili a successioni fliscioidi. Tali depositi presentano intercalazioni di livelli e lenti di sabbie e limi-sabbiosi.

Per il valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, le Norme Tecniche di Costruzione (NTC 2018) suggeriscono di adottare una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. Pertanto, si possono considerare i seguenti parametri caratteristici da attribuire ai terreni nell'area di studio (Tabella 1) (cfr. All. 8 per il modello geologico-tecnico).



Tab. 1 – Parametri geotecnici delle unità litotecniche ricostruite.

Unità litotecnica VEG (terreno vegetale)

$\gamma = 1,80 \text{ g/cm}^3$	$17,6 \text{ kN/m}^3$	Peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kg/cm}^2$	0 kN/m ²	Coesione drenata
φ' = 18°		Angolo di attrito interno efficace
$E = 10 \text{ kg/cm}^2$	981 kN/m ²	Modulo edometrico

Unità litotecnica SG (sabbie ghiaiose)

$\gamma = 2.0 \text{ g/cm}^3$	19,6 kN/m ³	Peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kg/cm}^2$	0 kN/m ²	Coesione drenata
φ' = 30°		Angolo di attrito interno efficace
$E = 70 \text{ kg/cm}^2$	6864 kN/m ²	Modulo edometrico

Unità litotecnica SAB (sabbie con limo).

$\gamma = 2.0 \text{ g/cm}^3$	19,6 kN/m ³	Peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kg/cm}^2$	0 kN/m ²	Coesione drenata
φ' = 28°		Angolo di attrito interno efficace
$E = 70 \text{ kg/cm}^2$	6864 kN/m ²	Modulo edometrico

<u>Unità litotecnica UC</u> (ghiaie poligeniche da moderatamente a ben addensate con rare intercalazioni di sottili livelli di sabbie medie).

$\gamma = 2,2 \text{ g/cm}^3$	$21,5 \text{ kN/m}^3$	Peso di volume naturale
$c' = 0.1 \text{ kg/cm}^2$	9.8 kN/m ²	Coesione drenata
$\phi' = 32^{\circ}$		Angolo di attrito interno efficace
$E = 250 \text{ kg/cm}^2$	24515 kN/m ²	Modulo edometrico

4.2 GEOMORFOLOGIA

Dal punto di vista morfologico l'area di progetto ricade nella piana del Tavoliere di Puglia. L'area è caratterizzata da un paesaggio a debole immersione verso NE, inciso da una serie di corsi d'acqua ad andamento SO-NE. Questo paesaggio a debole energia del rilievo compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli Satriano fino al Golfo di Manfredonia. Tale superficie è caratterizzata dalla presenza di una serie di superfici terrazzate ubicate a quote decrescenti e a debole inclinazione verso NE. I terrazzi sono interpretabili come relitti di antichi depositi alluvionali, riferibili a sistemi di conoide alluvionale e corsi d'acqua di tipo braided. La loro configurazione morfologica è caratterizzata da una progressiva diminuzione di quota dal più antico a quello attuale e testimoniano la progressiva incisione dei corsi d'acqua a recapito adriatico successiva all'emersione dell'area dal Pleistocene medio. I depositi che costituiscono la base dei terrazzi alluvionali poggiano in discordanza angolare sui depositi marini prevalentemente siltosi di età altopliocenica-infrapleistocenica delle argille subappennine (Tropeano et al. 2002, cum bibl.) e sono costituiti da ghiaie poligeniche in genere poco organizzate, soprattutto nei settori prossimali, ed a luoghi intercalate a livelli sabbiosi e/o sabbioso-limosi. I bacini idrografici dell'area presentano una modesta organizzazione gerarchica e dimensioni areali abbastanza ridotte. La forma dei bacini è allungata con spartiacque poco distinguibili, soprattutto nel settore pedemontano con aste principali dei bacini idrografici organizzate secondo un pattern parallelo con un regime generalmente torrentizio ed alimentazione prevalentemente di tipo pluviale. L'impianto fotovoltaico è ubicato in una zona sub-orizzontale a quota di circa 290 m s.l.m. Tale superficie ricade su uno di questi terrazzi alluvionali, che si sviluppa per diversi chilometri lungo una fascia ad andamento SO-NE da quote di circa 320 m fino a 280 m sl.m. La continuità laterale di questo ampio terrazzo alluvionale impostato sul top dei Conglomerati di Ordona è interrotta a N e a S a diverse centinaia di metri dall'impianto dall'incisione di un reticolo minore tributario del Fiume Ofanto.

Per quanto riguarda le prescrizioni dettate dal PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) della Regione Puglia, l'area di studio non ricade in area a pericolosità da frana o idraulica (Fig. 6).

Le caratteristiche topografiche del sito e l'analisi di fotoaeree e di aereofotogrammetrie (scala 1:10.000 della Cassa del Mezzogiorno e 1:25.000 dell'I.G.M.) permettono di escludere che il sito in studio possa essere interessato da fenomeni di dissesto in atto. Le caratteristiche topografiche dell'area di interesse fanno rientrare il sito nella categoria topografica T1 (pendenza inferiore a 15°, ai sensi del D.M. 17/01/2018).





Figura 6 - Area a pericolosità e rischio idrogeologico (PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEO-LOGICO (PAI) del 16/02/2017 AdB Puglia).

4.3 ANALISI DI STABILITA' DEL VERSANTE

Le condizioni di stabilità dell'area oggetto di intervento sono state analizzate nel dettaglio attraverso un rilievo geomorfologico che ha permesso di escludere la presenza di fenomeni di instabilità. La modesta pendenza del versante e la giacitura degli strati suborizzontale sono due successivi elementi che consento di affermare che l'area è stabile e quindi di prescindere dalla verifica di stabilità ante e post intervento.

4.4 IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA

I corsi d'acqua principali sono il Torrente Carapelle, a nord dell'area di progetto, che corre da SW a NE ed il Fiume Ofanto, che corre a sud dell'area di progetto in direzione SW-NE. Il Torrente Carapelle solca con andamento meandriforme una valle pianeggiante con bassa pendenza.

L'alveo del Fiume Ofanto compare solo marginalmente con un breve tratto a morfologia meandriforme. Esso ha inciso l'intera successione conglomeratico-sabbiosa del sintema di Cerignola fino a lambire il tetto delle argille subappennine. La rete idrografica è completata da una serie di corsi d'acqua minori, localmente denominati "marane", che rappresentano incisioni povere d'acqua con deflusso ormai effimero. I solchi erosivi sono percorsi soltanto da acque di precipitazione meteorica con portate molto variabili, in funzione dell'intensità e della durata stessa delle precipitazioni alimentatrici.

Dal punto di vista idrogeologico, nell'area oggetto di studio affiorano i terreni ghiaiosoconglomeratici con intercalazioni sabbiose (Fig. 7), che ricoprono con notevole continuità laterale le formazioni argillose-pleistoceniche. In questa sequenza stratigrafica, la successione conglomeratica può essere considerata con valori di permeabilità medio con (K) di 10^{-1} e 10^{-2} cm/sec. In linea generale i sedimenti a granulometria grossolana svolgono il ruolo di acquifero, mentre i depositi prevalentemente argillosi rappresentano l'acquitardo. Comunque, la presenza di livelli e lenti più fini nei conglomerati o livelli sabbiosi, può conferire un certo grado di eterogeneità all'acquifero, con modeste variazioni della permeabilità sia in senso verticale che orizzontale. I depositi sabbiosi e sabbiosolimosi presentano caratteristiche di permeabilità variabili con coefficiente medio (K) presunto di 10^{-3} e 10^{-4} cm/sec. Verso il basso, con il passaggio stratigrafico ai depositi argillosi e limi argillosi, il coefficiente medio (K) assume valori di circa 10^{-4} cm/sec.

Le informazioni dedotte dalle prove penetrometrici mostrano che nell'area di progetto non è presente una falda idrica sotterranea almeno fino a 3 m di profondità.

I caratteri idrostratigrafici della circolazione idrica sotterranea sono stati confrontati con i dati di un pozzo per acqua (dall'Archivio Nazionale ISPRA), ubicato nei pressi dell'area di progetto. Le misure piezometriche hanno evidenziato un livello statico della falda a profondità pari a 28 m, mentre il livello dinamico si attesta a profondità di 40 m (cfr: All. 5).

L'area in esame, come riportato nella Carta del Rischio Idrogeologico *PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO* dell'AdB della Regione Puglia, ricade in zone in cui non sono state cartografate aree a rischio idrogeologico (cfr. Fig. 6; Fig. 7).



Figura 7- Stralcio della "Carta Idrogeomorfologica (aggiornata al 14/09/2015) redatta dall'Autorità di Bacino di Puglia, con ubicazione dell'area di indagine.

- 5. SISMICITA' DELL'AREA E QUADRO SISMOTETTONICO

Dal punto di vista della sismicità l'Appennino meridionale presenta una storia sismica tra le più importanti d'Italia, sia in termini di intensità che di frequenza dei terremoti. Nell'area al confine tra l'area di Avanfossa e di Avampaese Apulo i dati relativi al potenziale sismogenetico, della zonazione sismogenetica (Ordinanza PCM 2003 n. 3274), ha consentito di individuare una zona (924) orientata circa E-W, nella quale collocare la sismicità dell'area e che include la faglia di Mattinata. La zona 925 include la sorgente del terremoto del 1930 (Fig. 8) dotata di cinematica trascorrente destra ed orientazione generale circa E-W. Un'ulteriore fascia è stata definita come zona 926 in base all'allineamento di terremoti di magnitudo medio-bassa tra cui gli eventi di Potenza del periodo 1990 e 1991.

La definizione dell'azione sismica secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC18; D.M. del 17 gennaio 2018, Gazzetta ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - S.O. n. 8) viene effettuata sulla base della Carta della Pericolosità sismica del territorio nazionale (Mappa di Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale dell'INGV, http://esse1-gis.mi.ingv.it), espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza prefissate a seconda dello stato limite considerato riferita a suoli rigidi (Vs30>800 m/s; cat. A, punto 3.2.2 del D.M. 17.01.2018).



Figura 8 - Zonazione sismogenetica ZS9 (I.N.G.V.).

La mappa è stata elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nel 2004 sulla base di uno studio della probabilità che si verifichi un terremoto con intensità pari ad una certa soglia in un determinato intervallo temporale (Stucchi et al., 2011). Per quanto riguarda il potenziale sismogenetico e le caratteristiche sismotettoniche nel settore del fronte della catena sud-appenninica, esistono scarse evidenze e pochi studi di carattere scientifico di faglie attive e di strutture tettoniche in grado di produrre terremoti di magnitudo rilevante.

L'unico studio che ipotizza per l'area del Vulture-Alto Bradano la presenza di una struttura ad alto angolo con cinematica trascorrente destra (linea Rapolla-Spinazzola) (database delle sorgenti sismiche individuate DISS, Basili et al., 2008) dell'INGV. Il DISS ipotizza inoltre che i movimenti lungo il suo limite occidentale e/o lungo il sistema di faglie E-O di Melfi (Fig. 9) possano aver prodotto il terremo-to del 14 Agosto 1851 di magnitudo pari a 6.3. Dal punto di vista dell'interpretazione sismotettonica, lo studio dell'INGV interpreta tali lineamenti legati alla riattivazione con cinematica trascorrente de-stra di faglie inverse ad andamento E-O da parte del regime estensionale ad asse NE-SO.



Fig. 9 – *Stralcio della carta delle strutture sismogenetiche riportate nel catalogo delle sorgenti sismosgenetiche dell'INGV.*

I terremoti che hanno interessato l'abitato di Ascoli Satriano di provenienza appenninica o garganica sono indicati nella tabella 2 e nella figura 10:

CPTI15-DBMI15 v3.0	CPTI15-DBMI15 v3.0					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano						
Istituto Nazionale di O	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)					
Area epicentrale	Appennino can	npano-lucano				
EqID	19231108_122	8_000				
Numero di MDP	28					
Massima intensità	6 MCS					
CPTI15	4.73 ± 0.26 [40).677, 15.449]	0 6			
Macro	4.73 ± 0.26 [40).677, 15.449]	0 6			
PlaceID	Place name	Sc	Lat	Lon	Int	Country
IT_62903	Balvano		40,65	15,512	6	IT
IT_63180	Pescopagano		40,836	15,399	6	IT
IT_61274	Buccino		40,633	15,376	5-6	IT
IT_61542	Laviano		40,784	15,305	5	IT
IT_63182	Picerno		40,64	15,638	5	IT
IT_63356	Vietri di Potenz	a	40,599	15,509	5	IT
IT_61277	Caggiano		40,568	15,489	4-5	IT
IT_60658	Calitri		40,9	15,435	4-5	ІТ
IT_61301	Campagna		40,665	15,107	4-5	IT
IT_61569	Mercato San Se	everino	40,785	14,759	4-5	IT
IT_60574	Andretta		40,932	15,323	4	ІТ
IT_62092	Ascoli Satriano		41,205	15,561	4	IT
IT_60654	Calabritto		40,786	15,218	4	IT
IT_61471	Contursi Terme	9	40,649	15,238	4	IT
IT_61634	Nocera Inferior	е	40,743	14,642	4	IT
IT_61636	Nocera Superio	ore	40,743	14,673	4	IT

Tabella 2 - (Database Macrosismico Italiano redatto dall' INGV e disponibile al sito internet http:// emidius.mi.ingv.it)

IT_61686	Pagani	40,744	14,616	4	IT
IT_63228	Potenza	40,638	15,802	4	IT
IT_61034	Sant'Angelo dei Lombardi	40,927	15,177	4	IT
IT_60627	Avellino	40,914	14,793	F	IT
IT_60620	Ariano Irpino	41,153	15,09	3	IT
IT_59438	Benevento	41,131	14,778	3	IT
IT_61486	Eboli	40,617	15,055	3	IT
IT_62146	Foggia	41,462	15,545	3	IT
IT_60182	Napoli	40,849	14,25	3	IT
IT_63200	Pignola	40,573	15,787	3	IT
IT_60484	Sorrento	40,624	14,378	3	IT
IT_61869	San Cipriano Picentino	40,719	14,871	2	IT



Figura 10 – Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di Ascoli Satriano.

Il Comune di Ascoli Satriano, in base ai valori di pericolosità sismica di riferimento nazionale MPSO4-S1 (INGV), rientra in zona con accelerazione massima attesa ag = 0.175 - 0.200 (Fig. 11). Le mappe interattive di pericolosità sismica mostrano il contributo percentuale delle diverse coppie di dati magnitudo-distanza alla pericolosità di base. Nel caso in esame la massima percentuale pari a 13.1% si ha per terremoti di magnitudo compresa tra 5.0 - 5.5 nel range di distanza tra 0 - 10 Km; è poi presente un contributo percentuale più basso pari a 12.5%, per terremoti alla stessa distanza e magnitudo nel range 5.5 - 6.0.



Figura 11 - Procedura di disaggregazione e grafico dei contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale (http://essel-gis.mi.ingv.it).

5.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO E PARAMETRI SISMICI

In accordo con il D.M. del 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", la definizione dell'azione sismica di progetto è effettuata, oltre che sulla base della categoria macrosismica del sito d'interesse, anche in base ad uno studio della risposta sismica locale oppure, in alternativa, ad un approccio semplificato della risposta sismica che si basa sull'individuazione della categoria di sottosuolo del sito.

Nell'areale di studio, le indagini sismiche hanno evidenziato la presenza di un modello sismostratigrafico del sottosuolo caratterizzato dall'assenza di importanti variazioni verticali delle velocità delle onde S e da un graduale aumento di velocità delle onde S con la profondità. Tali caratteristiche sismostratigrafiche consentono l'utilizzo dell'approccio semplificato basato sulla determinazione della Vs,_{eq}, pertanto, si è scelto di utilizzare tale approccio per lo studio dell'azione sismica. La ricostruzione dei profili di velocità delle onde P e S e delle loro variazioni laterali è stata effettuata sulla base dell'interpretazione di una campagna pregressa di indagini sismiche (ubicazione nell'All.), realizzata in un'area dalle analoghe caratteristiche stratigrafiche rispetto all'area di progetto.

La prospezione sismica attiva di tipo MASW si basa sullo studio delle onde superficiali attraverso un approccio che prevede la generazione di un impulso sismico. Il metodo prevede la registrazione di onde generate da una sorgente impulsiva, a differenza delle indagini di tipo passivo (prova ESAC o REMI), che registrano il rumore di fondo (microtremori) prodotto da sorgenti naturali (ad es. il vento) ed antropiche (ad es. il traffico e le attività industriali). Tale indagine, finalizzata al calcolo delle $V_{s,eq}$ (valore medio delle velocità delle onde di taglio fino alla profondità del bedrock o nei primi 30 metri se il bedrock sismico si trova al di sotto di tale profondità), è stata impiegata in combinazione con i dati sismici ricavati dalle misure di microtremori a stazione singola per la definizione della classe di suolo di fondazione sulla base dei criteri progettuali in materia antisismica delle NTC del 17 gennaio 2018. La prova MASW si basa sulla misura delle onde superficiali lungo uno stendimento sismico costituito da geofoni verticali o orizzontali. In un mezzo stratificato le onde superficiali sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. La proprietà dispersiva delle onde superficiali consente di ricostruire il profilo verticale di velocità delle onde di taglio Vs ed, in particolare, l'analisi spettrale del segnale registrato consente di produrre un grafico frequenza/velocità di fase (curva di dispersione, Dal Moro, 2012), dal quale, per inversione, si ottiene il profilo verticale delle Vs.

La misura di microtremori a stazione singola è un'indagine di simica passiva che determina il rapporto tra la componente orizzontale e quella verticale del "rumore" sismico a diverse frequenze (HVSR, Nakamura, 1989). L'indagine sismica ricostruisce, utilizzando una terna di geofoni (due orizzontali e uno verticale) con la medesima risposta/sensibilità in termini di ampiezza, una curva HVSR, la cui robustezza e significatività dal punto di vista statistico è misurata attraverso i ben noti criteri SESAME (Sesame Project, 2000). I criteri SESAME analizzano sia la curva nel suo insieme che il livello di significatività di eventuali picchi. L'analisi delle curve H/V e degli spettri da cui esse derivano (componenti spettrali nelle direzioni N-S, E-O e verticale o spettri di Fourier), consente di ottenere informazioni sui principali contatti sismostratigrafici; i cui picchi di risonanza, rappresentativi dei contrasti di impedenza, indicano il valore di amplificazione espresso dal rapporto H/V (dove H è la componente orizzontale del moto del suolo; V è la componente verticale del moto del suolo; il rapporto H/V rappresenta la funzione di trasferimento della radiazione sismica alla superficie) alle rispettive frequenze. Inoltre, noto il modello del sottosuolo con le relative velocità delle onde sismiche, è possibile ottenere anche informazioni sulla profondità dei contatti sismostratigrafici (Sesame Project, 2000).

La determinazione della $V_{s,eq}$ risulta essere fondamentale per la definizione della categoria dei suoli secondo l'inquadramento della nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Il D.M. 17/01/2018 definisce cinque categorie principali di suoli:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
Α	Ammassi rocciosi affioranti o terreni malta rigidi caratterizzati da valori di velocita delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratte- ristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

В	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di ve- locita equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
С	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocita equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente con- sistenti, con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizza ti da un miglioramento del- le proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocita equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
Е	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C D, con profondità delsubstrato non superiore a 30 m.

Per la stima del valore di V_{s,eq} è stata adottata la seguente formula:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\frac{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}}$$

dove: V_{S.i} è la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

h_i è lo spessore dell'i-esimo strato

N è il numero di strati compresi tra il piano campagna e la profondità del bedrock sismico (nei primi 30 m se la profondità del bedrock è superiore a tale profondità)

H è la profondità del bedrock sismico e risulta uguale a 30 m se il bedrock è presente al di sotto di tale profondità.

Il modello del terreno ricavato dal processo di elaborazione delle indagini sismiche MASW multicomponente (cfr. l'All. 6 per i dettagli sull'acquisizione, elaborazione ed interpretazione dei dati) ricostruisce una profondità del bedrock sismico superiore ai 30 m. La velocità media di propagazione delle onde S nei primi 30 m, tenendo conto degli spessori degli strati, è pari a: MASW1 Vs,eq=351 m/s; MASW2 Vs,eq= 330 m/s (Fig. 12). Tale dato permette di classificare il terreno di fondazione, in accordo con la tabella 3.2.II delle NTC 2018, come di tipo C. Dott. Geol. Salvatore LAURITA – Via Valle di Todaro, 63/G, Potenza - E-mail: salvatorelaurita@hotmail.it Geologia Applicata – Geotecnica - Indagini sismiche



Figura 12 – Profilo di Vs nei primi 30 m ricostruito dalle indagini sismiche eseguite (MASW1; MASW2).

In accordo con il D.M. 17/01/2018, i parametri sismici dell'area sono i seguenti (Fig. 13):

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C Categoria topografica: T1 Periodo di riferimento: 50 anni Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,047	2,480	0,289
Danno (SLD)	63	50	0,062	2,519	0,294
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,196	2,467	0,390
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,277	2,371	0,414

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,580	1,000	0,014	0,007	0,685	0,200
SLD	1,500	1,570	1,000	0,019	0,009	0,908	0,200
SLV	1,410	1,430	1,000	0,066	0,033	2,711	0,240
SLC	1,310	1,410	1,000	0,102	0,051	3,559	0,280

Figura 13 - Parametri sismici determinati con Geo Stru PS (<u>http://www.geostru.com/geoapp</u>). Sito in esame latitudine: 41,148827; longitudine: 15,694651 (le coordinate geografiche sono espresse in ED50).

- 6. CONCLUSIONI

Lo studio riportato nella seguente relazione ha fornito un quadro dettagliato delle caratteristiche geologiche, litotecniche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dei terreni presenti nell'area in cui è prevista l'opera.

- Lo studio stratigrafico di dettaglio e l'integrazione con i dati geognostici e geofisici hanno permesso di ricostruire un modello geologico-tecnico costituito dalle seguenti unità litotecniche (All. 8): i) (Unità litotecnica VEG): terreno vegetale costituito da limi e limi sabbiosi sciolti bruni con clasti sparsi e ghiaie poligeniche sciolte; ii) (Unità litotecnica SG): sabbie ghiaiose ben addensate; iii) (Unità litotecnica SAB): sabbie con limo ben addensate e consistenti; IV(Unità litotecnica UC): ghiaie poligeniche da debolmente a mediamente cementati con abbondante matrice sabbioso-limosa.

- L'area non ricade in zone sottoposte a vincolo idrogeologico del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia (All. 2). Il rilevamento geomorfologico e l'analisi multitemporale di cartografia storica, fotoaeree e ortofoto, hanno consentito di verificare che le aree d'ingombro dell'impianto fotovoltaico non sono interessate, allo stato attuale, da eventi franosi.

- La velocità media di propagazione delle onde S entro i primi 30 m tenendo conto degli spessori degli strati è pari a: MASW1 Vs_{eq}=351 m/s; MASW2 Vs_{eq}= 330 m/s. Tale dato permette di classificare il terreno di fondazione come tipo C mentre la categoria topografica è T1.

Durante l'esecuzione delle opere, il terreno di sedime dovrà essere protetto dall'azione erosiva delle acque superficiali e sotterranee, sia durante le fasi di cantiere che ad opera finita. In particolare, le acque di ruscellamento devono essere regimentate con appositi sistemi di drenaggio, senza alterare il normale deflusso, al fine di garantirne l'allontanamento e il ristagno idrico per evitare che siano intercettate dalle opere in questione. I sistemi di drenaggio devono essere realizzati in maniera tale che gli scarichi delle canalizzazioni confluiscano nel fosso più prossimo o impluvio; evitando l'innesco di processi erosivi in corrispondenza dei punti di scarico. I sistemi di drenaggio, inoltre, devono essere dimensionati in maniera tale da consentirne l'efficienza anche durante i massimi di pioggia previsti.

Da quanto sopra esposto, si esprime parere favorevole, per i settori di propria competenza, al progetto di realizzazione dell'impianto, di cui la presente relazione costituisce parte integrante.

Potenza, 21/12/2021

Dott. Geologo

Salvatore LAURITA

Salutione A

- **BIBLIOGRAFIA**

BONI A., CASNEDI R., CENTAMORE E., COLANTONI P., CREMONINI G., ELMI C., MONE-SI A., SELLI R. & VALLETTA M. (1969) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 155 "San Severo". Serv. Geol. d'Italia 46 pp.

BONARDI G., D'ARGENIO B. & PERRONE V. (1992) – Carta geologica dell'Appenninio meridionale alla scala 1:250.000. Breve presentaizone. Mem. Soc. Geol. It., 41 (1988), (2): 1341, 1 tav., Roma.

BOSCHI, E., E. GUIDOBONI, G. FERRARI, D. MARIOTTI, G. VALENSISE AND P. GASPERINI (2000) - Catalogue of Strong Italian Earthquakes, 461 b.C to 1997. Ann. Geofis., 43, 609-868, with database on CD-ROM.

CASNEDI R. (1988) - La Fossa Bradanica: origine, sedimentazione e migrazione. Mem. Soc. Geol. It., 41: 439-448.

CIARANFI N., GALLICCHIO S. & LOIACONO F. (2011) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000, Foglio 421 "Ascoli Satriano". Serv. Geol. d'Italia, 104 pp.

CIARANFI N., MAGGIORE M., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G. E WALSH N. (1979) – Considerazioni sulla neotettonica della Fossa Bradanica. P. F. Geodinamica. Pubbl. 515, 1-63.

CROSTELLA A. & VEZZAZNI L. (1964) – La Geologia dell'appennino foggiano. Boll. Soc. Geol. It., 83: 1 – 23.

DAZZARO L & RAPISARDI L (1987) – Osservazioni geologiche sull'Appennino dauno. Mem. Soc. Geol. It. 38:241-246.

DAL MORO G. (2012) - Onde di superficie in geofisica applicatea. Acquisizione e analisi di dati secondo tecniche MASW e HVSR. D. Flaccovio, Palermo, pp. 191.

DISS Working Group (2015) - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <u>http://diss.rm.ingv.it/diss/</u>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.

DOGLIONI C. TROPEANO M., MONGELLI F. & PIERI P. (1996) - Middle-late Pleistocene uplif of Puglia: an "anomaly" in the Apenninic foreland. Mem., Soc., Geol., It., 51:101-117.

GUEGUEN, E., C. DOGLIONI, AND M. FERNANDEZ (1998) - On the post-25 Ma geodynamic evolution of the western Mediterranean, Tectonophysics, 298, 259 – 269.

MASSIMO MORETTI, SALVATORE GALLICCHIO, LUIGI SPALLUTO, NERI CIARANFI & PIERO PIERI. (2010) - Evoluzione geologica del settore settentrionale del Tavoliere di Puglia (Italia meridionale) nel Pleistocene medio e superiore. Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences 23(2), - 181-198.

NAKAMURA, Y. (1989) – A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. Quarterly Report of Railway Technical Research Inst. (RTRI), 30, 25-33.

PESCATORE T., RENDA P., SCHIATTARELLA M. & TRAMUTOLI M. (1999) - Stratigraphic and structural relationships between Meso-Cenozoic Lagonegro basin and coeval carbonate platforms in southern Apennines, Italy. Tectonophysics, 315, 269-286.

RIGA G. (2011) – Metodi per stimare le proprietà geotecniche dei terreni, Correlazioni semiempirihe dei parametri geotecnici basate su prove in situ, tabelle bibliografiche geologiche e geotecniche di confronto, elaborazione di prove penetrometriche dinamiche. EPC Editore, Roma, pp.208.

ROCCAFORTE F. & CUCINOTTA C. (2015) – Stima dei parametric geotecnici in geofisica applicata, correlazione tra parametri sismici e geotecnici per la pratica professionale. Dario Flaccovio Editore, Palermo, pp.139.

SESAME PROJECT (2004) – Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - Measurements, processing and interpretation. European Commission, n° EVG1-CT-2000-00026 - <u>http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/</u>.

STUCCHI M., MELETTI C., MONTALDO V., CROWLEY H., CALVI G.M., BOSCHI E. (2011) - Seismic Hazard Assessment (2003-2009) for the Italian Building Code. Bull. Seismol. Soc. Am. 101(4), 1885–1911.

PATACCA E. SARTORI R. & SCANDONE P. (1990) – Tirrenian basin and Apenninic arcs: kinematic relations since late Tortonian times. Mem. Soc. Geol. It., 45, 425-451.

PIERI P., SABATO L. & TROPEANO M. (1994) - Evoluzione tettonico-sedimentaria della Fossa bradanica a sud dell'Ofanto nel Pleistocene. In: "Guida alle escursioni". 77° Cong. Naz. Soc. Geol. It., Bari. Quad. Bibl. Prov. Matera, 15, 35-54.

PIERI P., SABATO L. & TROPEANO M. (1996) - Significato geodinamico dei caratteri deposizionali e strutturali della Fossa bradanica nel Pleistocene. Mem. Soc. Geol. It., 51, 501-515.

SELLI R. (1962) – Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia meridionale. Mem. Soc. Geol. It., 3: 737-789.

VALDUGA A. (1973) - Fossa bradanica. In: A. DESIO: «Geologia dell'Italia», U.T.E.T., Torino: 692-695.

Riferimenti normativi

(Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia D.Lgs.152/2006 e s.m.i., Legge 221/2015, D.M. n. 294/2016 e DPCM 4 aprile 2018).

DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI. Supplemento ordinario n. 8 alla GAZZETTA UFFICIALE. Serie generale - n. 42. 20-2-2018.

ORDINANZA PCM 3519 DEL 28 APRILE 2006, ALL. 1B - Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale dell'INGV. <u>http://esse1-gis.mi.ingv.it</u>.

Gruppo di Lavoro (2004). "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003" Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

GRUPPO DI LAVORO MS (2008) – Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Provincie autonome, Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Cd-rom.