



**PROGETTO DI COSTRUZIONE
ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO PER UNA
POTENZA DI 15,72 MWP NEL
COMUNE DI SAN SEVERO (FG)**



STATO DEL PROGETTO:
Definitivo

TITOLO ELABORATO
Relazione Geologica

PROPONENTE



INGEGNERIA



TIMBRO E FIRMA DEL PROGETTISTA

DATA

05/01/2024

REDATTO

Dott.ssa Geologa
Katia Parente

VERIFICATO

Dott.ssa Geologa
Katia Parente

APPROVATO

Dott.ssa Geologa
Katia Parente

INDICE

1. Premessa	2
2. Ubicazione e caratteri essenziali dell'intervento	7
3. Caratterizzazione geomorfologica	10
4. Caratterizzazione geologica e strutturale.....	14
5. Caratterizzazione idrografica ed idrogeologica	21
6. Indagini Geognostiche	27
7. Caratterizzazione geostratigrafica e geotecnica dei terreni	28
8. Inquadramento sismico	32
8.1 Criteri di base.....	32
8.2 Riferimenti normativi	34
8.3 Pericolosità sismica dell'area	38
8.4 Pericolosità sismica di riferimento e risposta sismica locale	41
8.5 Caratterizzazione sismica dell'area.....	42
8.6 Analisi della risposta sismica.....	42
9. Analisi dei vincoli - Conformità dell'intervento con norme e piani vigenti.....	46
9.1 Rapporti con il PSAI- Pericolosità geomorfologica	46
9.2 Rapporti con il PAI- Pericolosità Idraulicae con il PGRA - Piano di Gestione	
Rischio Alluvione - APSFR	47
10. Conclusioni.....	49

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



1.Premessa

La Energy Total Capital Sansevero Agripv s.r.l., con sede legale in via B. de Falco, 16, 80136, (NA), sede operativa in via L. Volpicella, 145/A (NA), P. IVA 10430131218, ha incaricato la scrivente, *dr.ssa Katia Parente, iscritta all'Albo Professionale dei Geologi della Regione Campania al n°2029*, di eseguire un'indagine geognostica sui terreni di sedime dell'area in oggetto (fig. 1) ai fogli catastali n° 127 p.lle 15-17-71-37-65-93 (fig. 2), a corredo di uno studio inerente la "*progettazione e la compatibilità ambientale del progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, denominato "SAN SEVERO 16", nel comune di San Severo (FG) su suolo a destinazione produttiva, e relative opere di connessione nel comune di San Severo (FG), caratterizzato da una potenza di produzione di 15.72 MWp e potenza di immissione in rete di 13.82 MW".L'energia prodotta dall'impianto agrovoltaico viene immessa in rete attraverso un elettrodotto in cavo interrato così predisposto:*

- *Elettrodotto in cavo interrato in AT che congiunge la Cabina di Consegna dell'impianto agrovoltaico al futuro ampliamento(satellite) della Stazione Elettrica (SE) "San Severo" 380/150 kV*

Comune di SAN SEVERO (FG)



Fig. 1 - Vista panoramica e particolareggiata dell'area di studio

Il progetto necessita dell'Autorizzazione Unica per la realizzazione ed esercizio dell'impianto, così come disciplinato dall'Art. 12 del D.Lgs 387/03 e dal D.M 30 settembre 2010, e dai relativi atti di recepimento da parte della Regione Puglia con PR n.24/2010 e DGR 3029/2010.

Il Progetto è compreso tra le tipologie di intervento riportate nell'Allegato II alla Parte Seconda, comma 2 del D.Lgs n.152 del 3/4/2006 – "Impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW (fattispecie aggiunta dall'art.31, comma 6, del decreto-legge n.77 del 2021). Il Progetto rientra tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale di competenza nazionale (Autorità competente Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare).

Il progetto in oggetto è da inquadrarsi nell'ambito dell'"Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" ed è in linea con le finalità perseguite dal D.Lgs 387/2003, ed in particolare è volto a:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione

di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;

- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali di cui all'art. 3, primo comma del citato D.Lgs;

Lo sviluppo delle energie rinnovabili è fondamentale per la salvaguardia dell'ambiente, consentendo una riduzione delle ripercussioni climatiche dovute alle emissioni di gas serra, in primo luogo di anidride carbonica, e delle ripercussioni ambientali dovute all'emissioni di sostanze inquinanti per l'ambiente e tossiche per l'uomo.

Per questo motivo le opere in esecuzione, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti (art. 12 D.Lgs 387/2003).

Il presente studio consiste in un'accurata indagine geologico-tecnica sui terreni affioranti nell'area al fine di stabilire le caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrogeologiche dell'area e per pervenire alla caratterizzazione geomeccanica dei terreni costituenti l'immediato sottosuolo.

Nella presente relazione sono state valutate le condizioni di stabilità del sito e definite le caratteristiche stratigrafiche, geologiche e morfologiche dell'area interessata dall'opera, al fine di verificare la validità della stessa ad ospitare gli interventi in progetto.

Il lavoro, è stato suddiviso in più fasi di approfondimento successivo per poter giungere alla redazione dell'elaborato geologico a corredo del progetto definitivo - esecutivo.

Scopo del presente lavoro è di:

- accertare le condizioni di stabilità dell'area (ai sensi del D.M. del 17.01.2018- *Aggiornamento delle NTC-G.U. n°42 del 20.02.2018*) e di valutare l'incidenza degli interventi in progetto;
- di verificare la natura litologica e le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dagli scavi e costituenti il substrato delle strutture fondali dell'opera in progetto, per ottemperare alle vigenti disposizioni di legge in materia di costruzione in zona sismica;
- di valutare la compatibilità dell'intervento, in relazione al grado di rischio idrogeologico per frana ed idraulico dell'area, secondo la perimetrazione delle aree a rischio del territorio comunale riportata nel: "*Piano di Assetto Idrogeologico - Pericolosità Geomorfologica*" e nel "*Piano di Assetto Idrogeologico - Pericolosità Idraulica*", redatte dall'Autorità di Bacino

Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino Regionale della Puglia ed Interregionale dell'Ofanto;

- di pervenire ad una caratterizzazione sismica del sito ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della L. R. 41/2018;

Per la redazione della relazione è stato tenuto conto di quanto segue:

- situazione geomorfologica, con particolare riferimento ai processi geodinamici in atto o potenziali ed alle più probabili tendenze evolutive;
- caratteristiche geologico-stratigrafiche e strutturali dei terreni;
- caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche;
- studio preliminare dell'ambito territoriale in esame mediante lettura ed interpretazione della cartografia topografica e tematica **disponibile** (Rilievo aerofotogrammetrico del territorio comunale in scala 1:5000; foglio I.G.M. "LUCERA" n° 163, in scala originale 1:100.000 e Tavole "MASSERIA FARALLA" 163 I-NE e "LUCERA" 163 I-SE, in scala originale 1:25.000 (fig. 3);
- reperimento e consultazione di pubblicazioni e lavori di Vari Autori, riguardanti l'area in esame e le zone immediatamente limitrofe; disamina dei dati emersi da precedenti indagini geognostiche effettuate per la redazione dello Strumento Urbanistico Comunale;
- rilevamento geologico condotto nell'ambito del settore territoriale ove si prevede di realizzare l'opera in oggetto, entro una fascia territoriale di ampiezza significativa intorno a quest'ultima, con l'ausilio della fotointerpretazione e con l'ausilio della base topografica in scala 1: 5.000;
- analisi geomorfologica del sito e delle aree adiacenti tendente ad evidenziare le forme e gli indizi di eventuali dissesti superficiali e profondi, in atto o potenziali;
- analisi della perimetrazione del Progetto di Piano di Assetto Idrogeologico per il bacino regionale della Puglia "*Pericolosità Geomorfologica*" e "*Pericolosità Idraulica*", redatto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, ex Autorità di Bacino Regionale della Puglia ed Interregionale dell'Ofanto, in scala 1:25.000, per l'individuazione delle aree a rischio di frana e alluvione;
- elaborazione dei dati raccolti attraverso l'analisi di prove dirette ed indirette eseguite a corredo di altri lavori pregressi eseguiti in zone limitrofe;

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



Lo studio è stato condotto osservando la normativa vigente per le aree sismiche che con Ord.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274 e s.m.i.(Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006, Delibera del Consiglio Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004) inserisce il Comune di Sa Severo tra quelli in **Zona Sismica 2** - Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.

Non è stato ritenuto necessario effettuare, in fase definitiva, indagini né in corrispondenza dell'area oggetto di intervento né in corrispondenza delle opere di connessione. Indagini geognostiche *in situ* potranno essere effettuate in fase esecutiva. Inoltre, saranno portati all'attenzione anche gli aspetti sismici relativi all'area in cui si inserisce il progetto. Lo studio è stato condotto attraverso informazioni bibliografiche oltre che un rilevamento geologico e geomorfologico di campagna.

2. Ubicazione e caratteri essenziali dell'intervento

L'area è localizzata al Foglio I.G.M. "LUCERA" n° 163, in scala 1:100.000, e Tavole "MASSERIA FARALLA" 163 I-NE e "LUCERA" 163 I-SE, in scala 1:25.000 (Carta Topografica d'Italia dell'IGM - fig. 3). E' ubicata a sud-est del centro abitato di San Severo.

Le coordinate geografiche indicative sono le seguenti:

Vertici	Gradi Minuti Secondi (WGS84)		Grado decimale (WGS84)		Coordinate Piane UTM-WGS84 (Fuso 33)	
	Latitudine	Longitudine	Latitudine	Longitudine		
1	41°35'01.3"N	15°24'58.2"E	41.583694 N	15.416167 E	Nord:4603639.546	Est: 534689.730
2	41°34'36.2"N	15°24'30.2"E	41.576722 N	15.408389 E	Nord:4602862.411	Est: 534045.053
3	41°34'16.4"N	15°25'14.9"E	41.571222 N	15.420806 E	Nord:4602256.766	Est: 535083.165

Tab. 1

L'area in esame è riferita al Catasto del Comune di San Severo al foglio n°127 part.ile 15-17-37-65-71-93 (fig. 2).

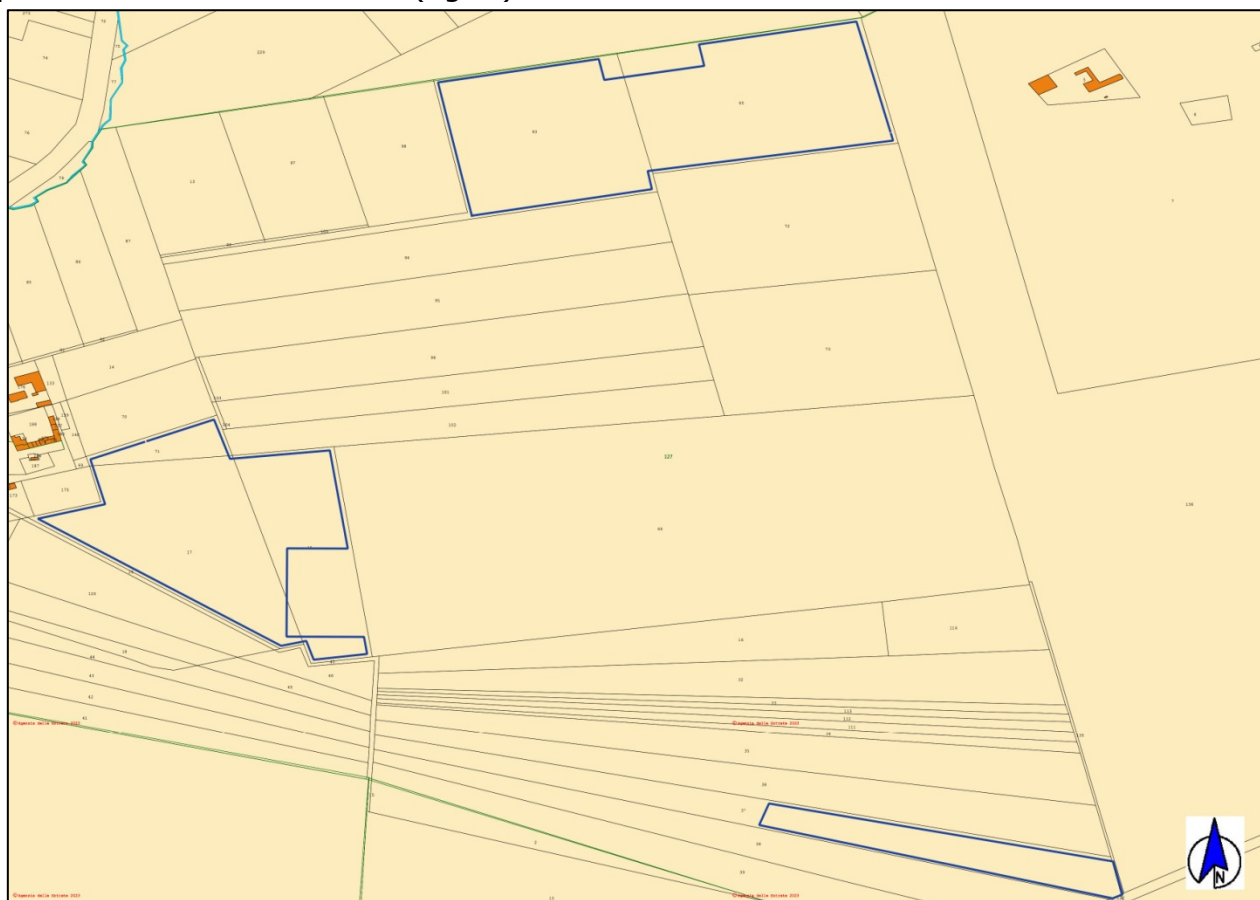


Fig.2-Stralcio del foglio n°127 part.ile varie, con particolare dell'ingombro dell'impianto

L'area si posiziona su di un pendio che presenta una quota altimetrica compresa

circa tra 58 m e 65 m sul livello del mare.

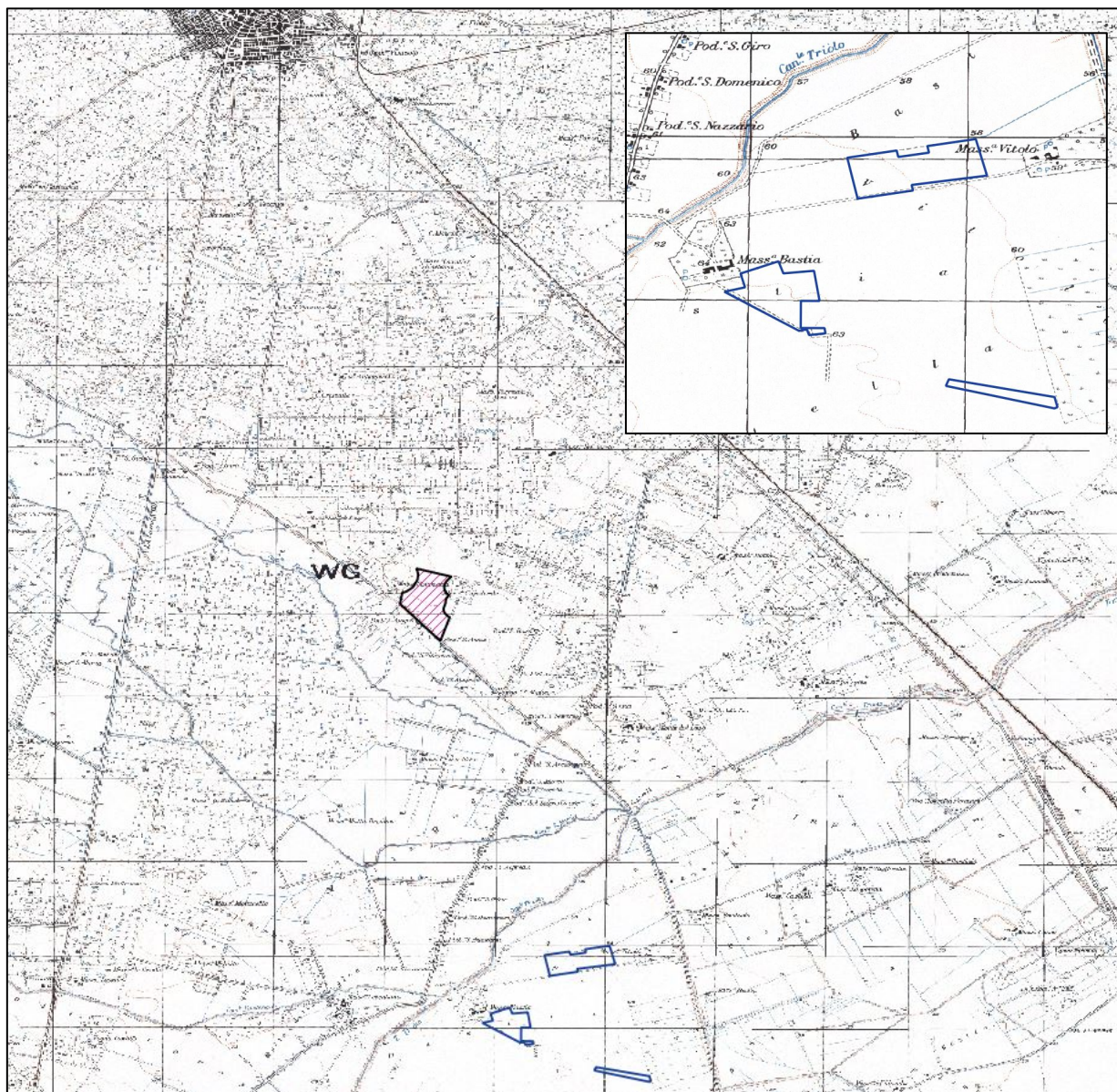


Fig. 3–Stralcio dei fogli I.G.M. "MASSERIA FARALLA" 163 I-NE e "LUCERA" 163 I-SE, in scala originale 1:25.000, con ubicazione dell'area di impianto ed il percorso del cavidotto

In riferimento alla Relazione Generale di Progetto, l'intervento da farsi riguarda la "realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, denominato "San Severo 16" con potenza di produzione di 15,72 MWp e potenza di immissione in rete di 13,82 MW, nel comune di San Severo(FG), e relative opere di connessione site nel comune di San Severo (FG). L'energia prodotta dall'impianto agrovoltaico viene immessa in rete attraverso un elettrodotto in cavo interrato così predisposto:

- Elettrodotto in cavo interrato in AT che congiunge la Cabina di Consegna dell'impianto agrovoltaico al futuro ampliamento(satellite) della St azione Elettrica

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



(SE) "San Severo" 380/150 kV

Tale progetto prevede l'installazione di 26.208 moduli in silicio monocristallino, con tecnologia bifacciale, ciascuno di potenza nominale pari a 600 Wp, su 1.872 tracker agrovoltaici, di altezza all'asse di rotazione 3 m. L'impianto è in grado di raggiungere la potenza di 15,72 MWp".

Per un maggiore approfondimento si rimanda alla Relazione Generale.

3. Caratterizzazione geomorfologica

L'area è localizzata al Foglio I.G.M. "LUCERA" n° 163, in scala 1:100.000, e TAVOLETTE "MASSERIA FARALLA" 163 I-NE e "LUCERA" 163 I-SE, in scala 1:25.000 (Carta Topografica d'Italia dell'IGM - fig. 3).

La morfologia è quella tipica del Tavoliere delle Puglie, caratterizzata da una serie di superfici pianeggianti, più o meno estese, interrotte dai principali corsi d'acqua (Torrente Cervaro, Torrente Candelaro, Torrente Carapelle, Torrente Celone) e da locali canali e/o marane a deflusso spiccatamente stagionale, e degradanti con deboli pendenze verso la linea di costa adriatica. In tali aree l'evoluzione dei caratteri morfologici è stata evidentemente condizionata dalla natura del substrato geologico presente; gli affioramenti topograficamente più elevati, in corrispondenza dei quali spesso sorgono i centri urbani, sono caratterizzati dalla presenza di una litologia più resistente all'azione modellatrice degli agenti esogeni, al contrario le aree più depresse sono la testimonianza di una litologia meno competente e quindi più facilmente modellabile.

Nel complesso l'area di progetto non è interessata dalla presenza di fenomeni erosivi in senso lato né è soggetta a rapida evoluzione e rimodellamento morfologico (inteso esclusivamente in termini di agenti esogeni naturali), in quanto questo si esercita in forma marginale ed attenuata e del tutto trascurabile ai fini degli interventi previsti.

E' caratterizzato da una morfologia da subpianeggiante a pianeggiante.

Il paesaggio presenta gli aspetti di un modellamento fluviale di tipo policiclico, caratterizzato da superfici pianeggianti variamente estese intagliate da analoghe forme più recenti, ben riconoscibili nei profili longitudinali e trasversali degli ampi interfluvii dell'alto bacino idrografico del Torrente Candelaro e degli affluenti Torrente Triolo, con i subaffluenti Canale Ferrante e Canale S. Maria, e del tratto terminale del Torrente Salsola. Dal punto di vista genetico, tali superfici corrispondono a lembi relitti di superfici strutturali, impostate su depositi terrigeni sabbiosi e/ ghiaiosi, di origine sia marina (piane di regressione) o fluviale (piane alluvionali).

Le superfici relitte dei terrazzi fluviali più recenti sono situate a quote via via decrescenti nelle parti medio-basse degli ampi fondovalle solcati dai locali corsi d'acqua. Sulla base delle analisi stratigrafiche e morfologiche sono stati riconosciuti tre ordini di superfici alluvionali convergenti a gradinata verso l'attuale piana di fondo valle, situate rispettivamente a quote intorno ai 90, ai 70 e ai 60 metri, con pendenze sia verso l'asta fluviale sia verso la foce; la più bassa di queste superfici corrisponde alla piana di esondazione degli alvei attuali. I bacini idrografici del Torrente Candelaro e dei suoi affluenti sono molto estesi realmente e caratterizzati, a causa della generale morfologia pianeggiante, da spartiacque indeterminato e da una fittezza di brevi linee

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)

di deflusso cataclinali che si diramano sia dai versanti delle superfici terrazzate che dalla scarpata del rilievo garganico, tutte confluenti nelle aste principali dei torrenti Candelaro, Triolo e Salsano. Pertanto questi corsi d'acqua, caratterizzati da bassi profili di equilibrio presentano, a seconda delle condizioni meteorologiche, una naturale tendenza a divagare oppure a inondare le valli nelle quali scorrono, nonostante le numerose opere di bonifica sinora eseguite (dalle *Note illustrative della carta geologica d'Italia foglio 396 - San Severo - Progetto CARG - ISPRA*).

Dal punto di vista geografico l'area oggetto di tale studio è ubicata a sud - est del centro abitato di San Severo. L'area presenta una quota altimetrica compresa circa tra 58 m e 65 m sul livello del mare e degrada verso il "Canale Triolo" (fig. 3). Quest'ultimo attraversa l'intera zona da sud verso nord-est e che, divenuto "Torrente Triolo", finisce la sua corsa immettendosi come affluente di destra nel principale "Torrente Candelaro".



Foto 1-2- Foto panoramiche della zona oggetto di studio

La morfologia del sito è legata alla natura dei terreni affioranti e risulta pressoché da pianeggiante a sub-pianeggiante. L'orografia dell'intera area si presenta variamente modellata e terrazzata. Risulta la presenza di zone acclivi e zone a più bassa acclività che si susseguono a secondo della presenza in affioramento delle differenti litologie. L'acclività è bassa, quasi nulla (foto 1-2).

Come detto in precedenza, non sono stati rilevati dissesti in atto o potenziali. Le strutture presenti nell'intorno dell'area oggetto di studio non presentano segni di instabilità. Tali considerazioni sono state avvalorate anche dall'analisi della "Carta Inventario dei Fenomeni Franosi", progetto "IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia" redatto dall'ISPRA dalla quale si osserva che l'area non è interessata da nessun movimento franoso (fig. 4).

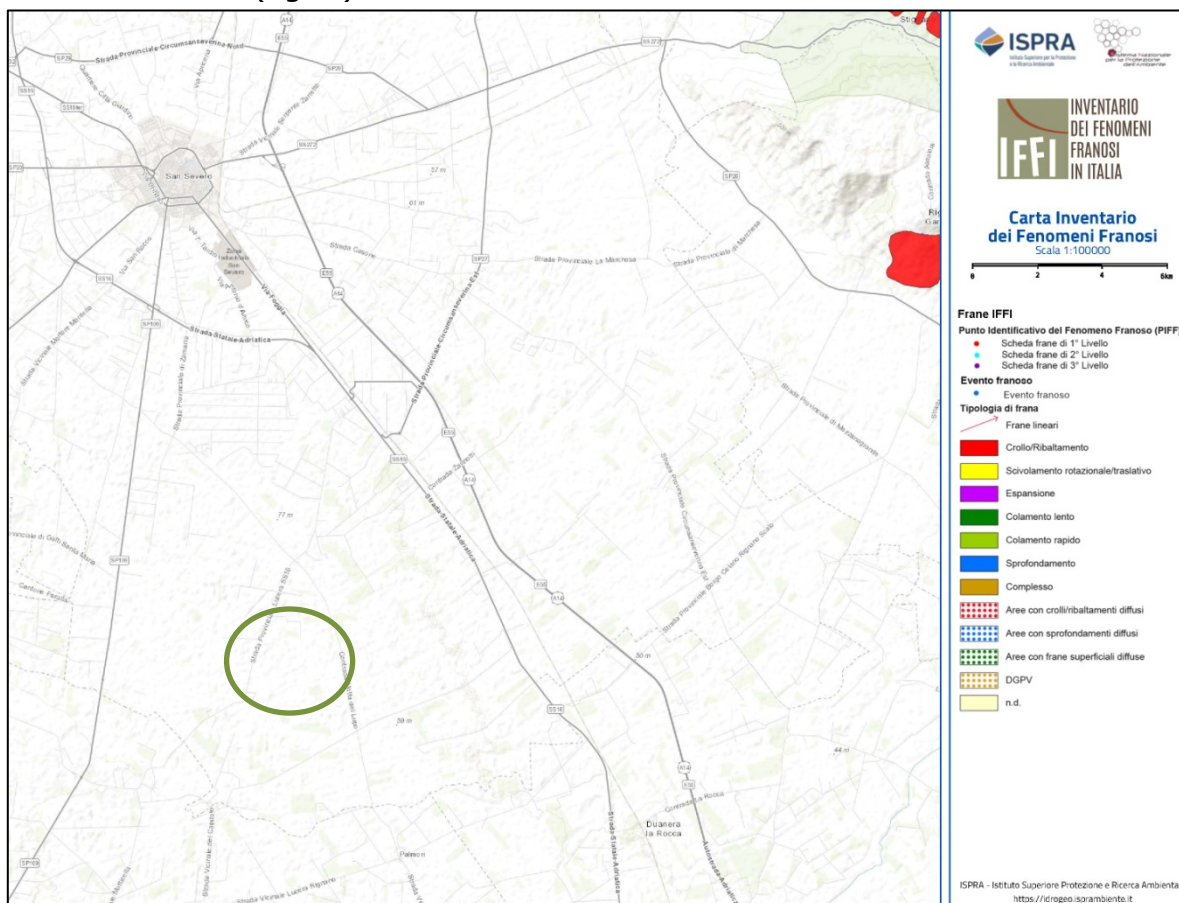


Fig. 4 - Stralcio della Carta Inventario dei Fenomeni Franosi
IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - ISPRA

L'osservazione del "Progetto di Piano di l'Assetto Idrogeologico - Pericolosità Geomorfologica", redatto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino Regionale della Puglia ed Interregionale dell'Ofanto, ha permesso di escludere la presenza, nell'area oggetto di studio, di movimenti franosi ad intensità elevata (fig. 18). In riferimento al PRGA - Mappe del Rischio Alluvionale l'area non ricade in nessuna zona perimetrata a rischio idraulico. Il cavidotto interrato percorre l'area interessata da rischio R2 e R3 (fig. 19-20)(§ 9).

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



Considerando l'esiguità dell'opera da realizzarsi essa non andrà ad aumentare una condizione di rischio già presente. Pertanto, unitamente alle analisi effettuate e a seguito di acquisizione del parere vincolante dell'Autorità di Bacino, si può affermare che l'area prescelta per la realizzazione dell'opera in oggetto offre buone garanzie di stabilità e si ritiene di poter escludere, con le dovute precauzioni, il verificarsi di fenomeni d'instabilità che possano coinvolgerla.

4. Caratterizzazione geologica e strutturale

La Regione Puglia, con una estensione di 19.541km², è caratterizzata da una situazione geologica molto articolata e risultante nell'insieme complessa e di difficile interpretazione, sia per quanto attiene alle condizioni di superficie sia soprattutto per la geologia profonda.

Il contesto geologico regionale nel quale va inquadrata l'area di studio è quello di un bacino di sedimentazione (Avanfossa Bradanica) di età pliocenica e pleistocenica, compreso tra l'Appennino meridionale ad Ovest e l'Avampaese Apulo (Murge settentrionali) ad Est (fig. 5).



Fig. 5 – Rappresentazione semplificata dei domini strutturali in Italia meridionale.

L'area interessata dalla realizzazione dell'impianto in progetto ricade geologicamente a ridosso del margine esterno dell'Appennino Dauno e del margine orientale della Fossa Bradanica (che comprende anche il Tavoliere). Nel dettaglio, essa ricade in una porzione dell'esteso sovrascorrimento che, a scala regionale, sovrappone i terreni della catena appenninica su quelli dell'antistante avanfossa plio - pleistocenica (Fossa Bradanica).

I terreni affioranti sono costituiti da depositi terrigeni in facies di flysch che si sono formati dal Cretacico al Miocene, da sedimenti riferibili al ciclo sedimentario del Pliocene inferiore e medio e da terreni sciolti di età pleistocenica.

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



In base ai rapporti stratigrafici e strutturali le unità della catena vengono distinte in due Unità stratigrafico - strutturali fra loro tettonicamente sovrapposte, da ovest verso est: l'*Unità del Fortore*, e l'*Unità della Daunia*, quest'ultima rappresentata prevalentemente dal Flysch di Faeto, una formazione calcarenitico - argillosa che poggia stratigraficamente su un'unità argillosa riconducibile al Flysch rosso. Ad est della catena affiorano depositi clastici più recenti di età compresa dal Pliocene al Pleistocene, riconducibili alla successione della Fossa Bradanica. Queste due zone danno luogo a paesaggi geologici differenti e assai variabili, ciascuno caratterizzato da particolari ambiti fisico - biologici e delimitato da confini geomorfologici ben definiti.

L'Appennino Dauno è situato nella zona di confine tra i territori campano e pugliese e rappresenta una parte del margine orientale della catena appenninica. Tale ambito è caratterizzato geologicamente da una serie di accavallamenti a vergenza adriatica, all'interno dei quali sono presenti più unità tettoniche accavallatesi verso Est dall'Oligocene al Pliocene, ed è costituito da rocce sedimentarie nelle quali prevalgono litofacies sia prevalentemente lapidee che prevalentemente argillose. È caratterizzato da una serie di dorsali collinari subparallele allungate in direzione NO-SE, separate da valli profondamente incise da corsi d'acqua a carattere torrentizio. Nelle aree di affioramento dei terreni prevalentemente argillosi è maggiormente diffusa la presenza di frane e/o movimenti gravitativi superficiali.

In linea generale, nell'area della catena appenninica sono state distinte due unità tettoniche: l'*Unità tettonica del Fortore* e l'*Unità tettonica della Daunia*. La prima si sovrappone tettonicamente alla seconda, in corrispondenza di un *thrust* orientato secondo gli assi appenninici.

Nello specifico, il territorio di San Severo e dell'intera provincia di Foggia appartiene alla parte settentrionale della Piattaforma Apula, una piattaforma carbonatica (caratterizzata da un iniziale bacino di deposizione mesozoico) che nel corso del tempo ha subito inizialmente un'evoluzione tettonica di tipo compressivo, che ha portato al sollevamento della stessa piattaforma, alla quale è seguita una fase distensiva, che ha portato al suo smembramento e ribassamento in tre bacini.

Tali tre bacini hanno subito un'evoluzione deposizionale differente, individuando le tre aree strutturali dell'Avampese Garganico a nord, dell'Avampese della Murgia a sud e dell'Avanfossa Bradanica nella parte centra tra le due precedenti.

L'evoluzione sedimentaria separata tra le tre aree ha infatti portato all'emersione delle due aree di avampese (Gargano e Murgia) e contemporaneamente alla deposizione della serie plio - pleistocenica nel bacino centrale di avanfossa (attuale Pianura Foggiana).

L'evoluzione tettonica regionale si è manifestata con movimenti di tipo compressivo vergenti da Ovest verso Est che hanno portato la piattaforma

appenninica a sovrascorrere sulle serie deposizionali di avanfossa, sollevando tali coltri e generando quello che attualmente rappresenta la fascia subappenninica ed appenninica del Foggiano.

Si è delineata, così, la situazione stratigrafico - strutturale attuale in cui si individuano le tre Unità Strutturali (fig. 5):

- Catena;
- Avanfossa;
- Avampaese Apulo - Garganico.

La parte centrale, l'Avanfossa Appenninica, è costituita da depositi plio - pleistocenici, poggianti in trasgressione sui calcari pre - pliocenici della Piattaforma Apula, ribassati a gradonata verso SW da un sistema di faglie dirette a direzione appenninica.

Alla fine del Pliocene medio fino a parte del Pleistocene, un'importante fase tettonica di abbassamento del substrato carbonatico provocò una estesa migrazione del bacino e della linea di costa verso NE.

Nello stesso tempo, dal margine della catena appenninica, in via di sollevamento, scivolarono per gravità verso il bacino, cospicue masse "alloctone".

Alla fine del Pleistocene inferiore, invece, un generale sollevamento regionale, più pronunciato sul lato appenninico, determinò la migrazione del mare pleistocenico verso l'attuale linea di costa.

La geologica dell'area in esame è stata ricavata sia dall'analisi della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio n°163 Lucera (1963) del Servizio Geologico d'Italia e dalla Carta Geologica 1:50.000 Foglio n° 396 San Severo (2010) del Progetto CARG.

Nel Foglio CARG n. 396 "San Severo", le formazioni geologiche affioranti vengono raggruppate in alcune macro - unità distinte in base all'età, alla litologia e all'ambiente di sedimentazione. Esse sono:

- Unità Carbonatiche mesozoiche della Piattaforma Apula;
- Unità mioceniche;
- Unità di Avanfossa;
- Supersintema del Tavoliere di Puglia.

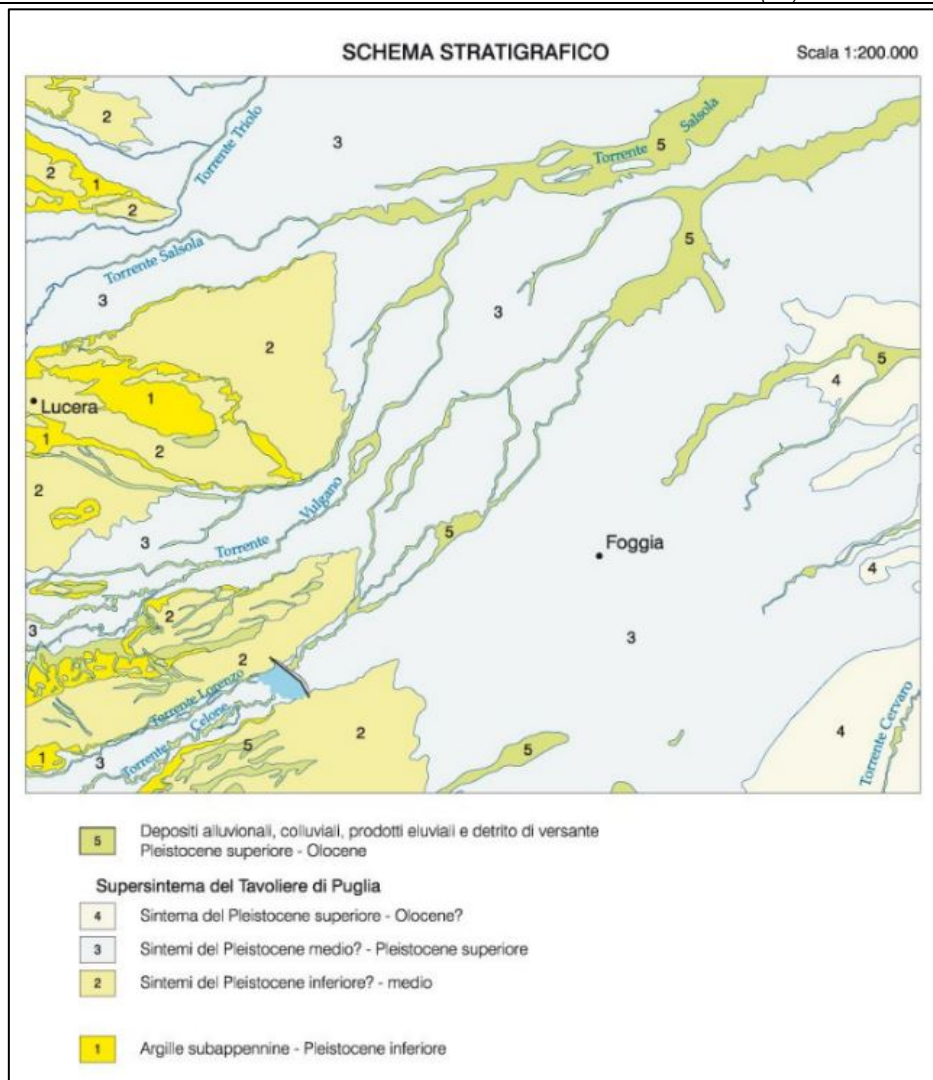


Fig. 6 – Distribuzione areale delle unità litostratigrafiche quaternarie affioranti nel F°396 San Severo

Il comune di San Severo è caratterizzato da terreni appartenenti al dominio della "*Unità tettonica della Daunia*" in contatto per sovrascorrimento sui depositi marini pliocenici che costituiscono l'Unità della Fossa Bradanica (fig. 6-7).

Da un punto di vista generale nella zona affiorarono argille subappennine, mentre quelli quaternari rappresentano coperture conglomeratiche - sabbiose continentali, terrazzate in più ordini e raggruppati nel supersistema del "*Tavoliere di Puglia*".

In riferimento alla Carta Geologica d'Italia (fig. 7), le formazioni presenti nel territorio in esame appartengono a terreni quaternari. I depositi pleistocenici sono rappresentati da sabbie gialle fini con molluschi litorali e salmastri. Sovrastanti ma non affioranti nell'area di studio depositi olocenici rappresentati da depositi fluviali terrazzati a quote superiori ai 7 metri sull'alveo del fiume.

Comune di SAN SEVERO (FG)

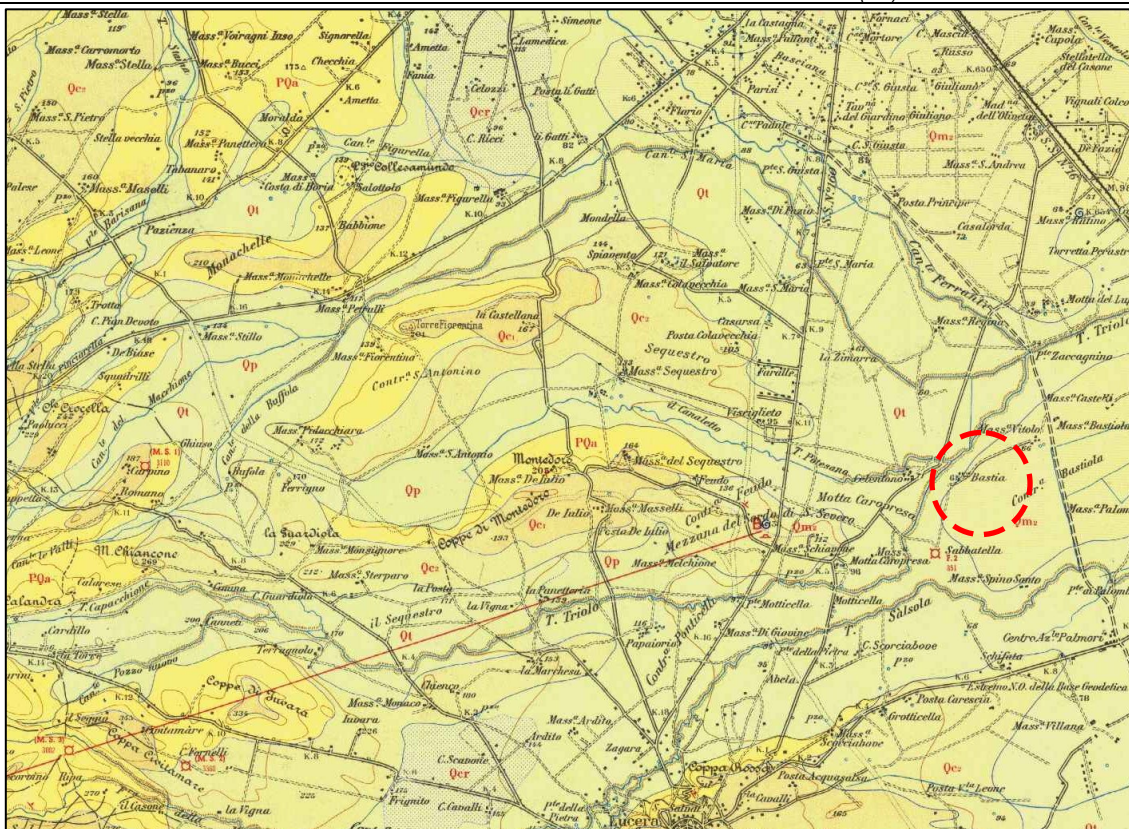


Fig. 7 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia - foglio n° 163 "Lucera" in scala originale 1:100.000

Per un maggiore approfondimento si rimanda all'osservazione della Carta Geologica d'Italia - Progetto CARG - ISPRA, in scala originale 1:50.000.

Di seguito vengono descritte le formazioni geologiche affioranti nell'area compresa nel Foglio 408 "FOGGIA" (PROGETTO CARG) nel quale l'area d'interesse ricade:

- SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)

Sintema di Vigna Bocola – Subsintema di San Severo (TPB1) -Sabbie e arenarie giallastre ed argille grigie e verdastre. Si tratta di una successione marina e di transizione con un chiaro trend regressivo. La base trasgressiva è rappresentata da circa 5 m di alternanze argilloso - siltoso - sabbiose deposte in una laguna costiera. Verso l'alto si passa repentinamente a sabbie da grossolane a fini di ambienti marini relativamente profondi (*shoreface inferiore*) in un contesto di baia aperta. Verso l'alto si torna a condizioni di baia ristretta e ad ambienti via via più prossimali fino a sabbie a laminazione incrociata ed argille brunastre superiori che rappresentano già ambienti di transizione al continentale. Si rinviene in erosione sulle argille subappennine e sul "Sintema di Cava Petrilli" a circa 55-60 m s. l. m.. Spessore circa 40 m. (Pleistocene Medio);

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



Sintema di Motta del Lupo (TLP) - Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre. È costituito, dal basso verso l'alto da: -argille e silt di colore verdastro a laminazione piano-parallela (8 m); - argille brune e verdi con rare lamine siltose (circa 22 m di spessore). È interpretabile come un deposito di piana alluvionale; nella porzione inferiore dominano argille, sabbie e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale con condizioni idrodinamiche anche di moderata energia; verso l'alto si rinvergono argille brune e verdi di ambienti alluvionali associati ad aree marginali di esondazione o paludose con acqua stagnante. In discordanza sulle seguenti unità: Calcari di Monte Acuto, formazione di Masseria Belvedere, Calcarenite di Gravina, sintema di Cava Petrilli, sintema di Vigna Bocola, sintema di Masseria la Motticella e sintema di Foggia. Spessore di circa 30 m. (Pleistocene Superiore);

Deposito alluvionale recente ed attuale (b) -Sabbie, limi e argille nerastre all'interno delle principali incisioni. In prossimità del Promontorio del Gargano ed all'interno delle valli fluvio - carsiche sono presenti clasti carbonatici con diametro variabile da 2 mm a 5-10 cm, diffusi o concentrati in lenti. Poggiano sui depositi alluvionali di conoide terrazzati ed in copertura sulle unità più antiche. Spessore: massimo 5 metri (Olocene).

In particolare, nell'area d'interesse affiorano terreni ascrivibili ai depositi alluvionali del "Supersintema del Tavoliere di Puglia" e rappresentati, nella zona di studio, dal "Sintema di Motta del Lupo" del Pleistocene - Olocene. Tali terreni sono costituiti, dal basso verso l'alto, da argille e silt di colore verdastro a laminazione piano-parallela; argille brune e verdi con rare laminazioni siltose. Tale deposito è interpretabile come un deposito di piana alluvionale. Nella porzione superiore dominano argille, sabbie e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale. Verso l'alto si rinvergono argille brune e verdi di ambienti alluvionali associate ad aree marginali di esondazione o paludose. Lo spessore è di circa 30 metri. Tale formazione è in discordanza sul "Sintema di Vigna Bocola" affiorane anch'esso nell'area d'interesse, del Pleistocene medio. In particolare, è presente il "Subsintema di San Severo" rappresentato da sabbie ed arenarie giallastre ed argille grigie verdastre. Si tratta di una successione marina e di transizione con un chiaro trend regressivo. Lo spessore è di circa 40 metri (fig. 8).

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



Fig. 8 – Stralci della Carta Geologica d'Italia Foglio n°408 "Foggia", in scala originale 1:50.000 (Progetto CARG - ISPRA)

Tanto è emerso dal rilievo di superficie nell'ambito dell'area impegnata dalla costruzione in oggetto.

5. Caratterizzazione idrografica ed idrogeologica

Com'è noto i fenomeni d'infiltrazione e di ruscellamento superficiale sono legati da molteplici fattori di natura morfologica, geologica e biologica in modo contrapposto tra loro; infatti, maggiore è l'infiltrazione e minore è la quantità d'acqua che defluisce in superficie.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area sono legate alla natura litologica dei terreni affioranti, ma anche alla loro pendenza e alla loro permeabilità.

L'inquadramento idrogeologico è stato sviluppato mediante raccolta degli elementi idrogeologici di base fondata sull'osservazione delle giaciture dei termini litologici, sul loro stato d'alterazione e sui reciproci rapporti stratigrafico-strutturali.

I terreni in zona presentano diverse classi di permeabilità: permeabili per i termini conglomeratici, impermeabili per i termini argillosi ed a permeabilità intermedia per i termini sabbioso-argillosi.

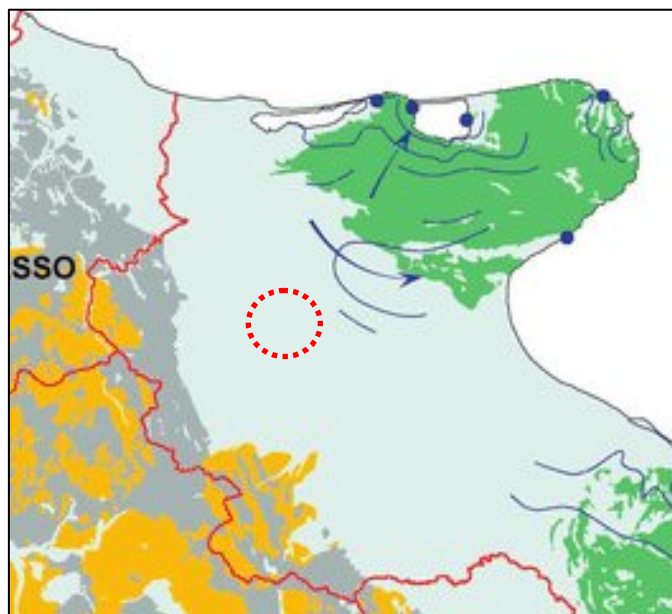


Fig. 9 – Stralcio della Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale (*ridisegnata da Allocca et al., 2007*) con evidenziata dal cerchio rosso l'area di studio

Dal punto di vista idrogeologico i terreni affioranti nella zona circostante il progetto in esame, sono costituite da litotipi aventi diversi gradi di permeabilità (fig. 9).

Dati bibliografici consentono di ricostruire per l'area del Tavoliere Centrale una situazione stratigrafica e strutturale che porta a riconoscere tre unità acquifere principali (*Maggiore et al., 1996*):

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



- Acquifero fessurato-carsico profondo, situato in corrispondenza del substrato carbonatico pre - pliocenico;

- Acquifero poroso profondo, situato in corrispondenza delle lenti sabbiose intercalate alle argille plio - pleistoceniche;

- Acquifero poroso superficiale, la cui falda ha sede nei livelli sabbioso ghiaiosi dei depositi marini e alluvionali del Pleistocene sup. - Olocene.

Le principali differenze tra queste tre unità acquifere risiedono nei caratteri della circolazione idrica sotterranea e nelle caratteristiche chimiche delle acque, legate a un diverso grado di mescolamento di tre componenti fondamentali: acque di origine meteorica, acque salate di intrusione marina e acque connate.

L'acquifero poroso superficiale corrisponde agli interstrati sabbioso - ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età Pleistocene superiore-Olocene che ricoprono con notevole continuità laterale le sottostanti argille.

Le stratigrafie dei pozzi per acqua realizzati in zona, evidenziano l'esistenza di una successione di terreni limo - sabbioso - ghiaiosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi a minore permeabilità. Questi, tuttavia, non costituiscono orizzonti separati ma idraulicamente interconnessi e danno luogo ad un unico sistema acquifero.

L'acqua può rinvenirsi in condizioni di falda libera, nei livelli idrici più superficiali, e solitamente in pressione. La base della circolazione idrica è rappresentata dalle argille grigio-azzurre (Argille subappennine), impermeabili.

Come già accennato, i diversi livelli idrici sono idraulicamente interconnessi e le diverse falde possono essere dunque ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea. A tale sistema acquifero, nel suo complesso, si dà il nome di "falda superficiale del Tavoliere".

In linea generale, si può affermare che i sedimenti più permeabili prevalgono nella zona di monte mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso - sabbiose che svolgono il ruolo di "acquitardo" (scambi di acqua in senso verticale dovuti al fenomeno di drenanza, attraverso strati semipermeabili).

La carta delle isopieze relativa all'acquifero superficiale, rileva che i massimi valori del gradiente idraulico si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale verso i quadranti nord orientali.

Comune di SAN SEVERO (FG)

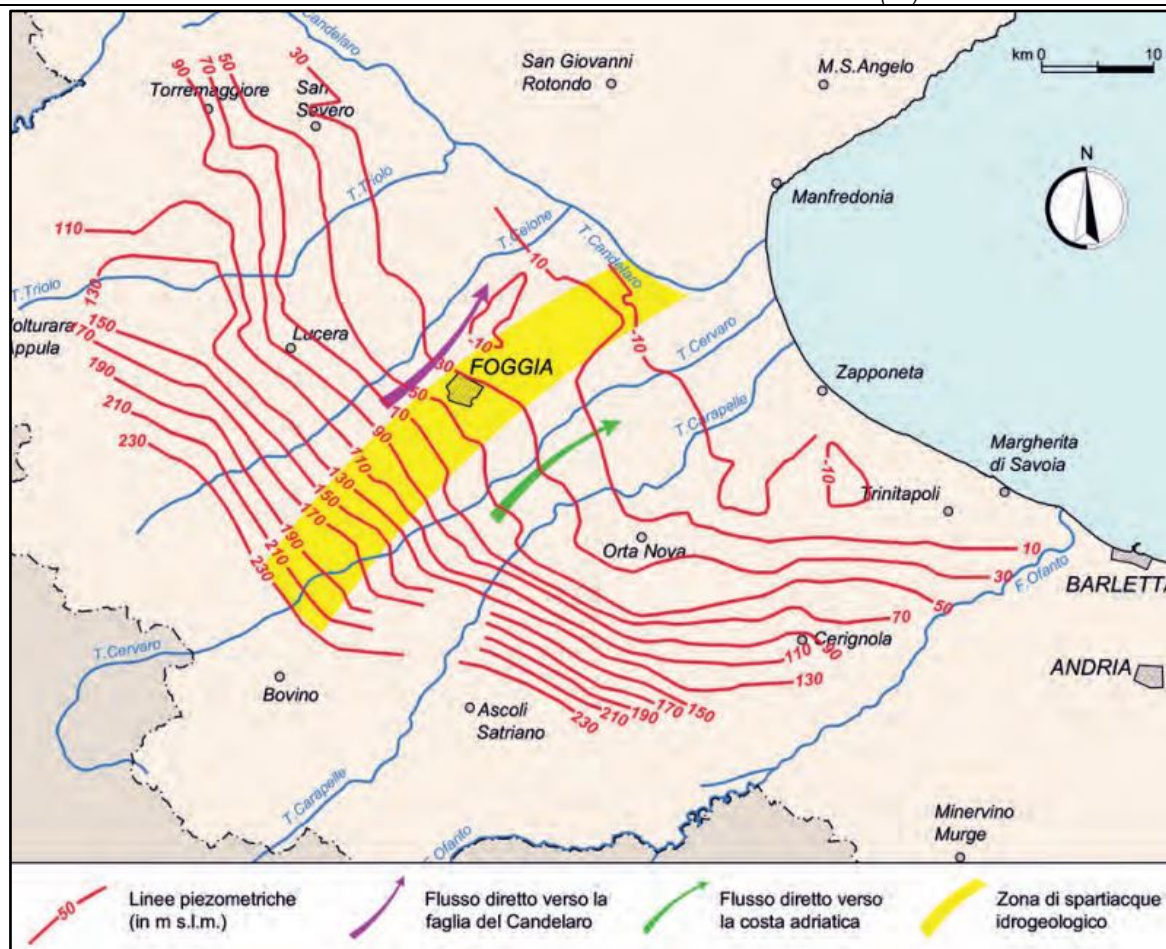


Fig. 10 – Isopieziche della falda superficiale del Tavoliere relativa all'anno 2003 (mod., da COTECCHIA, 2003)

L'acquifero poroso profondo è costituito dai diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione plio - pleistocenica delle "Argille grigio-azzurre". La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità.

La carta della piezometria (fig. 10), relativa ad una campagna di misura del 2002, consente di valutare, l'andamento della superficie piezometrica nonché le relazioni esistenti tra l'acquifero superficiale e i principali corsi d'acqua.

Dalla carta si rileva che i massimi valori del gradiente idraulico, evidenziati dalle isoipse ravvicinate, si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale e ancor più verso il T. Candelaro dove le isoipse si fanno più rade. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, innanzitutto, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale più marcata, osservabile verso il T. Candelaro che funge da asse drenante.

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)

A grande scala l'area in esame è interessata dal complesso detritico sabbioso mediamente permeabile ed, subordinatamente, dal complesso alluvionale altamente permeabile (fig. 11).

Con riferimento all'area in esame, l'acquifero carbonatico è situato ad una profondità tale (oltre 1000 m dal p.c.) da renderne difficoltoso ed antieconomico lo sfruttamento.

Nell'ambito del banco delle Argille Subappennine, da considerarsi nel complesso a ridotta permeabilità, sono rinvenibili livelli di diversa potenza di sabbie più o meno limose. Tali livelli assumono nell'area in esame spessori variabili, ma comunque dell'ordine massimo della decina di metri. In seno a tali livelli a maggiore permeabilità si esplica una circolazione idrica in condizioni confinate. Tale manifestazione idrica, che nel PTA Regione Puglia viene denominata "acquifero intermedio del Tavoliere", nell'area in esame assume caratteri di artesianità con risalienza fino ad alcune decine di metri sotto il p.c.. Le quote a cui si rinvergono tali manifestazioni acquifere sono, per quanto desumibile dai dati disponibili, comprese tra -150 e -240 m s.l.m.

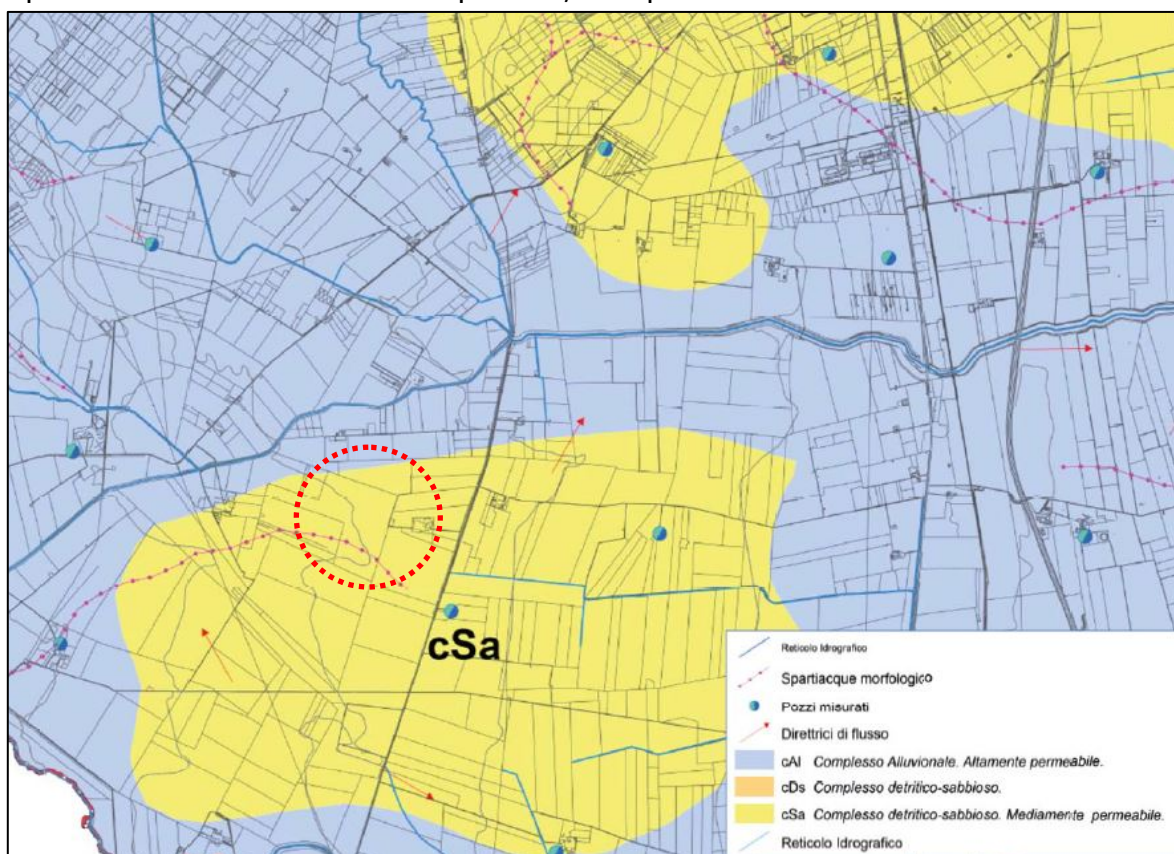


Fig. 11 – Stralcio carta idrogeologica PUG San Severo

Da un punto di vista idrografico l'area in studio l'intero Tavoliere di Puglia, è caratterizzato da un'idrografia superficiale piuttosto diffusa. Ciò e da mettere in relazione sia alla natura geolitologica, con affioramenti di litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale sia anche alla collocazione

morfologica e geografica, ai piedi di importanti rilievi dove si verificano intense precipitazioni e forti ruscellamenti a causa delle pendenze elevate e degli affioramenti lapidei impermeabili.

Il torrente Cervaro, il Carapelle e il fiume Ofanto rappresentano gli elementi idrografici principali, mentre quelli minori sono rappresentati da canali artificiali e di bonifica dislocati verso la costa.

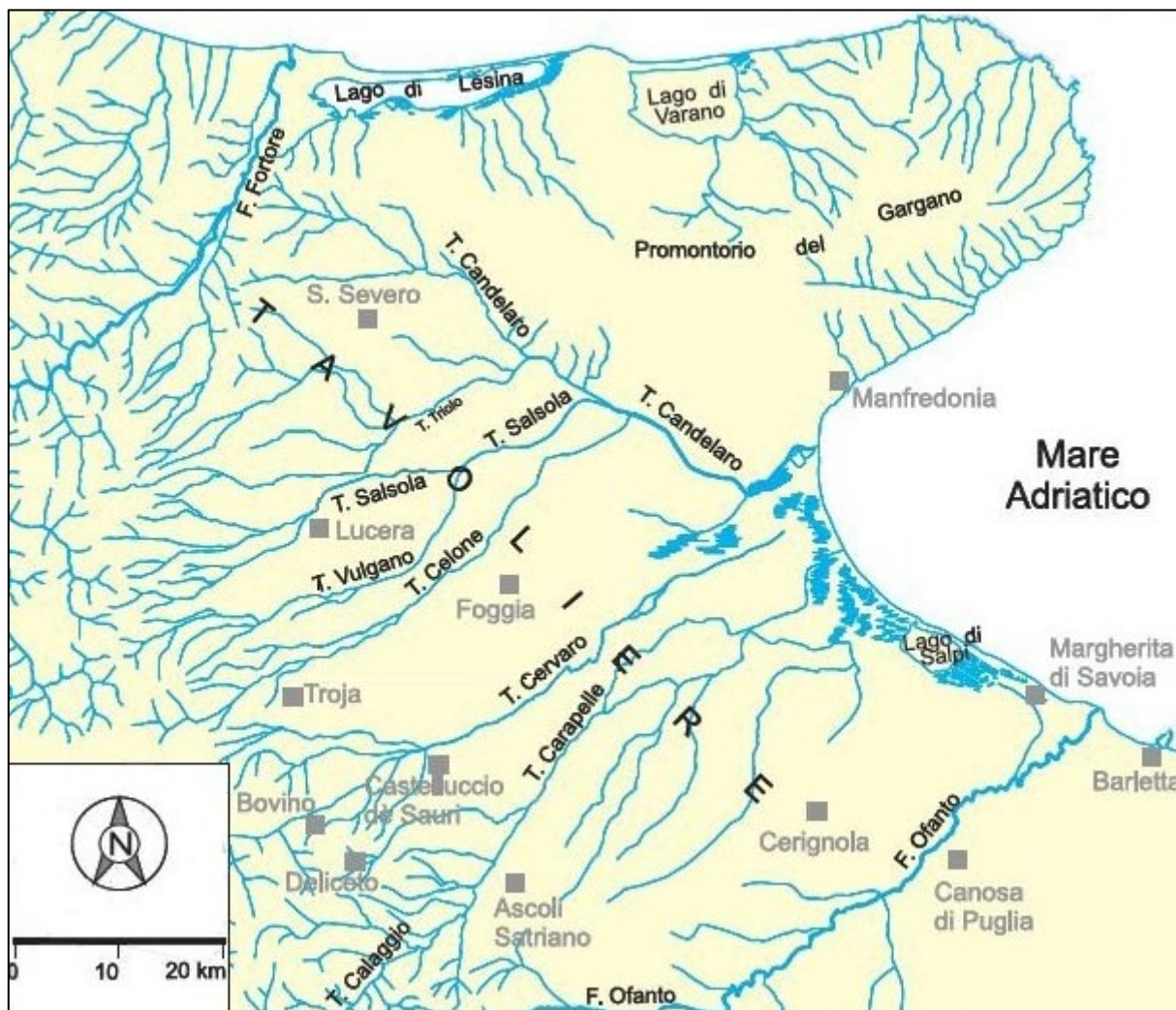


Fig. 12 – Reticolo idrografico schematico dell'area del Tavoliere di Puglia

Lo scorrimento idrico in superficie, pertanto, avviene secondo linee di massima pendenza che normalmente seguono una direzione ortogonale alla linea di costa. L'idrografia rivela nel complesso una fase di maturità con un andamento meandriforme e con presenza talora di alvei abbandonati. Fuorché l'Ofanto, che evidenzia un regime a carattere perenne, i suddetti corsi d'acqua hanno carattere torrentizio e le portate assumono un valore significativo solo a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate. Generalmente con le prime forti precipitazioni autunnali non si vengono a determinare deflussi idrici di particolare rilievo, tanto che gli alvei restano privi d'acqua, persino fino a dicembre. Nei periodi

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



piovosi invernali, anche se per breve durata, si possono determinare inaspettate piene con portate e coefficienti di deflusso alquanto elevati, il che è da mettere in relazione con il fatto che i terreni dei bacini imbriferi sono portati a saturazione dalle precipitazioni liquide e solide più frequenti anche se meno copiose, e con valori di evapotraspirazione molto bassi che non permettono il drenaggio verso l'alto delle acque.

Ai fini cautelativi, considerando che le litologie presenti sono classificabili come terreni a media permeabilità, la scrivente consiglia, ove necessario, di effettuare opportune opere di drenaggio per evitare infiltrazioni di acque selvagge nel settore di sedime della struttura da realizzare, sia durante l'esecuzione dei lavori sia dopo l'ultimazione degli stessi.

6. Indagini Geognostiche

La pianificazione delle indagini geologiche e geotecniche è definita, di concerto con i tecnici progettisti, ponendo a base delle scelte i seguenti fattori:

- a- i tempi ed i costi disponibili per l'espletamento delle stesse;
- b- il tipo e grado di complessità dell'opera da realizzare;
- c- i dati necessari da acquisire in accordo con le "Aggiornamenti delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018.

Per la costruzione del modello geologico del sottosuolo, in accordo con il D.M. 17/01/2018 ed al fine di determinare la successione litostratigrafica del sottosuolo, la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni individuati e la caratterizzazione dei terreni da un punto di vista sismico, si è fatto riferimento alle indagini eseguite a corredo di lavori pregressi eseguiti in aree limitrofe.

7. Caratterizzazione geostratigrafica e geotecnica dei terreni

Attraverso l'analisi dei dati disponibili e precedentemente menzionati, si può elaborare un ipotetico modello geologico del sottosuolo interessato dall'opera in progetto.

L'esatta individuazione della stratigrafia più superficiale è stata ricostruita mediante:

- correlazioni stratigrafiche ottenute lungo le pareti di alcuni scavi realizzati nelle immediate vicinanze;
- la consultazione di studi geologici eseguiti nelle immediate vicinanze dell'area oggetto di studio;
- lo studio geologico esistente agli atti del Comune, redatto a seguito delle indagini geognostiche per l'elaborazione del Piano Urbanistico Generale, attualmente vigente, del Comune di San Severo.

La situazione geologica del comune di San Severo si presenta grossomodo complessa.

Al fine di procedere ad una caratterizzazione geologica e geotecnica, del sito interessato dall'intervento di cui all'oggetto, ci si è avvalsi di indagini dirette e indirette e prove di laboratorio fatte eseguire dall'Amministrazione Comunale nell'ambito della redazione del PUG nonché di indagini eseguite a corredo di altri lavori ed realizzate nelle immediate vicinanze dell'area oggetto di studio. In fase di progettazione esecutiva si procederà ad eseguire una campagna geognostica sul sito d'intervento.

Schematizzando, si può supporre, una ipotetica successione stratigrafica costituita da materiali prevalentemente sabbiosi e argillosi:

PROFONDITÀ DAL P.C. (m)	SPESSORE STRATO (m)	DESCRIZIONE
0÷1,00	1,00	Terreno vegetale
1,00÷2,00	1,00	Sabbie scarsamente addensate
2,00÷5,00	3,00	Sabbie limose a luoghi limo-argillose con liste di gesso ed elementi carboniosi scarsamente addensate
5,00÷25,00	20,00	Sabbie e sabbie limose di colore giallo paglierino con livelli e strati limo-argillosi mediamente addensati

Tab. 1 – Stratigrafia indicativa

Dai sondaggi eseguiti per lavori pregressi in taluni casi è stata rilevata la presenza di falda idrica superficiale di probabile stagionalità ad una profondità compresa di circa -3.50 a circa -4.50 metri dal p.c..

La caratterizzazione geotecnica consiste nella formulazione di un modello geomeccanico dei terreni di fondazione, tale da condurre la complessa situazione naturale a schemi più semplici, facilmente utilizzabili per i calcoli di progetto.

In relazione ai lavori previsti per la realizzazione dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, si da evidenza di alcune caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalle opere desunti sulla base di dati bibliografici e di precedenti indagini condotte su terreni analoghi. Vengono pertanto forniti, a titolo puramente indicativo, i valori di alcuni parametri geotecnici dei diversi tipi di terreno, che comunque saranno acquisiti con la prevista espansione conoscitiva puntuale che prevede la realizzazione di opportune indagini eseguite in sito, unitamente a considerazioni generali.

Pertanto, dal punto di vista geomeccanico e litologico ai terreni indagati possono essere associati i seguenti parametri geotecnici indicativi:

LITOLOGIA	Profondità (m da p.c.)	γ (t/mc)	Φ (°)	cu (Kg/cmq)	Costante di Winkler (kg/cmq)
Sabbie fini di natura calcarea a luoghi argillose	0,5-3,0	1,8	30 ÷ 35	0,15	4 ÷ 8
Limi sabbiosi debolmente argillosi	3,0 - 9,0	1,8	26 ÷ 30	0,2	2,2
Sabbie Fini	9,0 - 12	1,8	33 ÷ 38	0,0	
Limi sabbiosi passanti ad argillosi	12,0 - 15,0	1,9	26 ÷ 28	0,35	

Tab. 2 – Valori dei parametri geomeccanici e fisici dei diversi orizzonti stratigrafici

Inoltre, in riferimento a risultati ottenuti dall'analisi di campioni prelevati nell'ambito di studi eseguiti in aree limitrofe è possibile indicare i seguenti parametri geotecnici:

Campioni relativi a sondaggi eseguiti in aree limitrofe Profondità di prelievo	Campione 1 3 m - 3,5 m	Campione 2 6 m - 6.5m
CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI		
Umidità Naturale Wn % in peso	30,92	22,49
Peso di volume naturale γ_n KN/mc	18,55	19,30
Peso di volume secco γ_d KN/mc	14,17	15,75
Porosità n %	0,82	0,64
Grado di saturazione Sr %	97,25	91
Peso di volume saturo γ_{sat} KN/mc	18,68	19,65
ANALISI GRANULOMETRICA		
Ghiaia %	0,88	1,27
Sabbia %	4,72	25,49
Limo %	79,60	57,92
Argilla e colloidali %	14,80	15,32
PROVA DI TAGLIO DIRETTO		
Angolo di attrito interno Φ	18°,6	28°

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)



Comune di SAN SEVERO (FG)

Coesione c' KN/mq	16,25	13,04
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA		
Indice di compressibilità Cc 100-1000 kPa	0,139	0,144
Modulo Edometrico Ed KN/mq (100-1000kPa)	11111	9892
PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA		
Pressione finale rottura kPa	64,65	99,44
Coesione non drenata Cu KN/mq	32,33	49,72

Tab. 3 - Valori dei parametri geomeccanici e fisici

Per completezza, è possibile riportare alcuni parametri geotecnici dei diversi tipi di terreno, che comunque saranno acquisiti con la prevista espansione conoscitiva puntuale che prevede la realizzazione di opportune indagini eseguite in corrispondenza del sito oggetto d'intervento.

- Sabbie Plioceniche costituite da sabbie limoso argillose o limose che presentano, talvolta, caratteri litici. Hanno generalmente comportamento non coesivo.

I valori orientativi sono:

	Coesione c' T/m2	Angolo di attrito ϕ°	Coesione non drenata Cu t/m2
Sabbia Pliocenica	<1	25 ÷ 28	-

- Depositi alluvionali costituiti prevalentemente da limi argillosi con locali spolverate arenitiche e locali livelli grossolani. Hanno spessori modesti, dell'ordine di 2-3 m, ma possono raggiungere anche valori massimi di 10-15 m. Tali terreni hanno un comportamento prevalentemente coesivo in relazione alla prevalente frazione fine che li caratterizza. Generalmente tali depositi presentano discreti valori delle caratteristiche meccaniche ma presentano una forte compressibilità.

I valori orientativi sono:

	Coesione c' T/m2	Angolo di attrito ϕ°	Coesione non drenata Cu t/m2
Depositi Alluvionali	0.2- 1	20 ÷ 25	5 - 10

- Argille Plioceniche costituite da argille e limi argilloso - sabbiosi. Al di sotto della fascia più superficiale ed alterata che generalmente si estende sino a profondità di 5-7 m dal p.c., tali terreni posseggono discreti valori di coesione ed un buon grado di compattazione.

I valori orientativi sono:

	Coesione c' T/m2	Angolo di attrito ϕ°	Coesione non drenata Cu t/m2
Argille Plioceniche	1- 2	18 ÷ 20	10 - 20

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



Il Testo unico "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008, aggiornato dal D.M. 17.01.2018, definisce le procedure per eseguire una modellazione geologica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce.

L'intervento in oggetto ricade in "*classe d'uso II*", categoria topografica T1 e sarà realizzato in un sito ricadente in zona sismica 2.

Le indagini geognostiche eseguite nei pressi del sito interessato lasciano ipotizzare che presumibilmente le strutture fondali delle opere in progetto saranno condizionate da una litologia moderatamente consistente riferibile alle sabbie e sabbie limose caratteristiche del "*Sintema del Tavoliere della Puglia*".

8. Inquadramento sismico

8.1 Criteri di base

Il rischio sismico, di un dato sito, è dato dal rapporto tra la pericolosità (misura dell'entità del fenomeno sismico atteso nel sito stesso in un assegnato periodo di tempo), la vulnerabilità (capacità di oggetti esposti a resistere alle sollecitazioni) e l'esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio).

La Puglia, pur non essendo tra le regioni italiane considerate in assoluto a maggior rischio sismico, è stata interessata nel passato da eventi catastrofici di elevato livello, con distruzione di intere cittadine e numerose vittime. Ciò è imputabile sia alla sua vicinanza con zone sismogenetiche importanti (l'Appennino) sia alla presenza nel suo territorio di sorgenti in grado di scatenare attività sismica oltre la soglia del danno. Dalle ricostruzioni storiche risulta che la Puglia è una regione sismicamente moderatamente attiva. Quasi tutti i terremoti maggiormente intensi che hanno interessato la Puglia, hanno avuto epicentro nell'area garganica (fig. 13). L'area di studio, posta a ridosso del fronte della catena appenninica ed in prossimità di importanti lineazioni tettoniche, a carattere trascorrente e attive, che limitano il promontorio del Gargano, risente di una importante sismicità. La figura 13 mostra come nel Comune di San Severo si sia registrata la massima intensità sismica dall'anno 1000 ≥ 10 gradi.

Nessuna area del territorio Pugliese può considerarsi al riparo da un evento sismico, almeno secondo quanto racconta la storia.

Infatti, il territorio regionale è caratterizzato da una pericolosità sismica da media ad alta, più elevata nell'area garganica e dell'Ofanto, minore nel Salento. Questo significa che gli eventi di magnitudo elevata sono più probabili nel nord della regione che non in altre aree, dove possono comunque verificarsi eventi forti o risentirsi eventi dell'Adriatico come avvenne nel 1743, per quanto la frequenza di forti terremoti è molto bassa. I valori di accelerazione previsti dal modello di pericolosità sismica (probabilità del 10% in 50 anni) sono compresi tra 0.025 e 0.225 g, ma la maggior parte del territorio regionale mostra valori maggiori di 0.10 g. La pericolosità sismica della regione è determinata dalla presenza delle strutture sismicamente attive del Gargano e della Valle dell'Ofanto, che hanno avuto i loro massimi con i terremoti garganici del 1627 (magnitudo MW 6.7) e del 1646 (MW 6.6) e quello di Foggia del 1731 (MW 6.5).

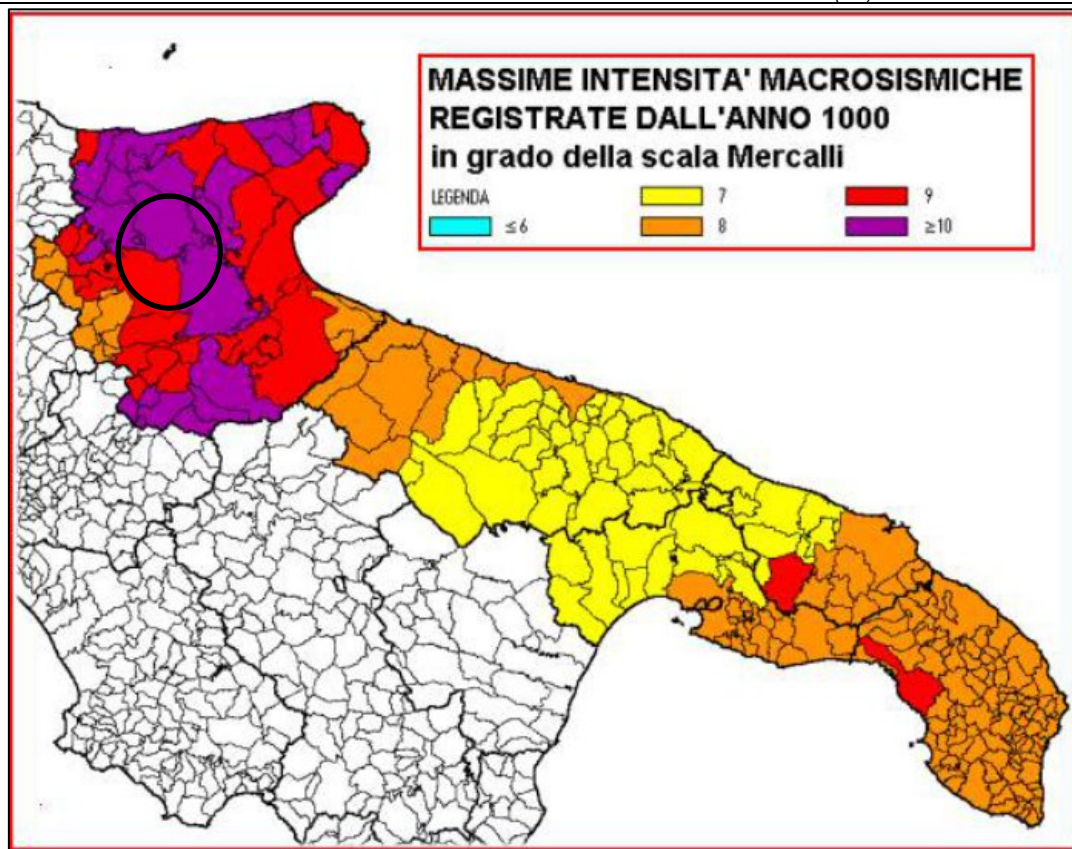


Fig. 13 – Massime intensità macrosismiche registrate dall'anno 1000, in scala Mercalli (INGV)

Il territorio della Provincia di Foggia può in generale essere suddiviso in tre grandi aree a differente sismicità. Queste corrispondono a:

1. parte settentrionale della Provincia, comprendente il Gargano e la zona di San Severo, sede di elevata attività sismica storica, costituita da varie decine di eventi, fra i quali spiccano il grande e famoso terremoto del 30 luglio 1627 e alcuni altri terremoti garganici di magnitudo medio - alta;

2. parte centrale, comprendente le zone di Foggia e Lucera, sede di una debole attività sismica, costituita da un solo terremoto storico (1731);

3. parte meridionale, comprendente le zone di Ascoli Satriano e Cerignola, sede di un'attività sismica, che si può definire intermedia tra quelle delle due aree precedenti, costituita da una decina di eventi, fra i quali due di magnitudo medio-alta.

Il rischio sismico per la Regione Puglia ed, in particolare, per la zona ricadente nella provincia foggiana, è in generale medio-alto con la maggior parte dei territori comunali ricadenti in zona 2 e zona 1.

8.2 Riferimenti normativi

Per quanto riguarda la **caratterizzazione sismica** dei terreni esaminati, lo studio è stato condotto osservando la normativa vigente per le aree sismiche.

In seguito al terremoto in Irpinia e Basilicata del 1980, nel 1984 tutto il territorio nazionale fu riclassificato con criteri omogenei, sulla base della "Proposta di riclassificazione sismica" del Progetto Finalizzato Geodinamica.

Dal 1998, ai sensi del Decreto Legislativo 112/98, è delegata alle regioni l'individuazione delle zone sismiche presenti nei rispettivi territori.

Il terremoto di San Giuliano di Puglia del 2002 riportò drammaticamente all'attenzione il fatto che la situazione delle norme e della classificazione era ancora la stessa del 1984. Con un intervento di emergenza, l'Ordinanza PCM 3274/2003 aggiornò l'assegnazione dei comuni alle zone sismiche di tutto il territorio nazionale, combinando la classificazione allora vigente con la "Proposta 1998" e definendo per la prima volta la zona 4; da allora tutta Italia appartiene a una delle 4 zone sismiche.

Nella nuova classificazione la sismicità vede cambiato il livello energetico attribuito alle classi sismiche a scala nazionale e si definisce il GRADO DI SISMICITÀ con riferimento ai valori delle accelerazioni al suolo.

Pertanto, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone (ex categorie) (fig. 14), numerate dalla 1 alla 4, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g (*accelerazione orizzontale massima*). A queste quattro zone corrispondono, quindi, diversi **gradi di sismicità (S)**, decrescenti dalla I alla III. I valori di a_g espressi come frazione di accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti (0.35 g);

Zona 2 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti (0.25 g);

Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari (0.15 g);

Zona 4 - E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari (0.05 g);

Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28 aprile 2006. Tale Ordinanza ha stabilito i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale per le zone sismiche e per l'aggiornamento delle medesime zone anche in riferimento agli studi svolti dall'INGV e resi disponibili nel 2004, rendendo di fatto necessario un aggiornamento della classificazione regionale

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 viene abbandonato il criterio delle zone sismiche. La stima dei parametri spettrali, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, viene effettuata calcolando gli stessi parametri direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni

disponibili nel reticolo di riferimento.

Tale reticolo di riferimento è costituito da 10.751 nodi (distanziati non più di 10 km) che coprono l'intero territorio nazionale (tabella 2 nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Nella Tabella 1 dell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008 è possibile reperire i valori di a_g , F_0 e T^*c , per i diversi tempi di ritorno, dei suddetti nodi del *reticolo di riferimento*.

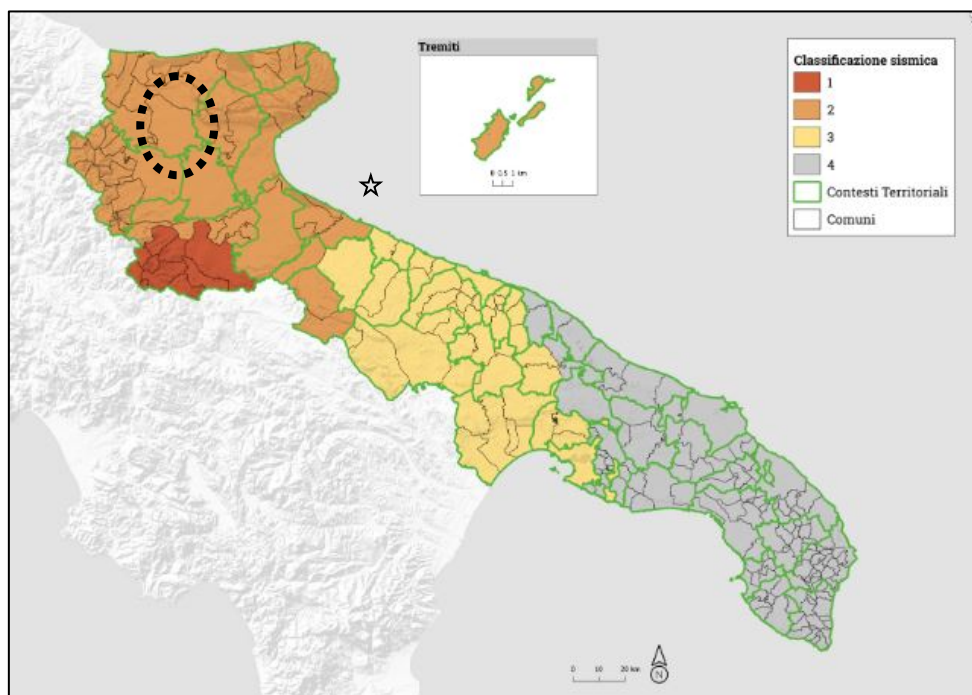


fig. 14- Zonazione sismica della Regione Puglia

Il nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di un superamento del 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. Il valore di accelerazione è costituito da una forma spettrale normalizzata cui è assegnata, per ogni zona sismica di riferimento, un differente valore di accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio secondo lo schema seguente:

Zona	Accelerazione Orizzontale (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Tab.4

Quindi, il parametro di pericolosità utilizzato per individuare la corrispondenza

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



Con il DM 2018 vengono raccolte in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli sicurezza, la pubblica incolumità. Le **azioni sismiche di progetto**, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La *pericolosità sismica* di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "Periodo di riferimento" VR e la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR.

Ai fini della determinazione delle **azioni sismiche di progetto** nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero (cioè in assenza di manufatti). Tutto ciò riferendosi non più ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni (come avveniva in precedenza), bensì sito per sito e costruzione per costruzione.

In riferimento al parametro V_{s30} , denominato nelle nuove NTC "Velocità equivalente - V_{seq} ", è calcolato in modo perfettamente analogo alle NTC 2008, ma invece di estendere la media pesata fino ai rigorosi 30 m di profondità, adesso viene portata fino ad una profondità H (che può essere pari a 30 m, ma anche ad un valore minore). A decretare il valore di questa profondità H è il raggiungimento del "substrato", caratterizzato da velocità superiori agli 800 m/s.

L'aggiornamento delle N.T.C. del 17/01/2018 prevede che l'azione sismica venga definita sulla base dei dati di pericolosità sismica forniti dall'INGV attraverso le coordinate geografiche del sito, in coerenza con la **mappa della pericolosità sismica** (fig. 15) redatta dal Servizio Sismico Nazionale su incarico della Commissione Nazionale di Previsione dei Grandi Rischi.

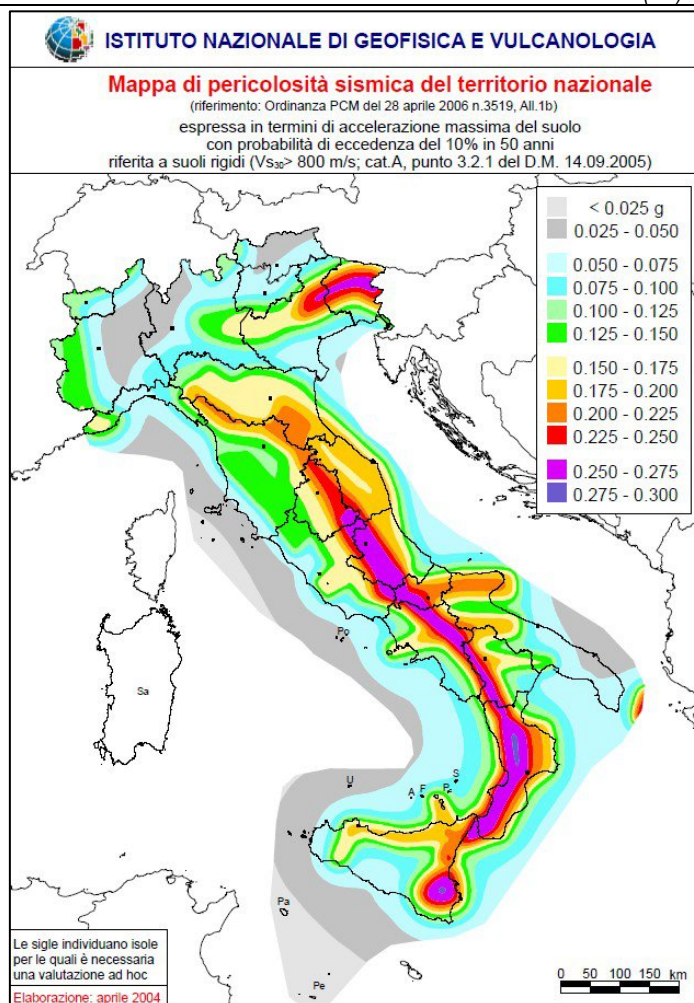


fig. 15 – Mappa Pericolosità Sismica del territorio nazionale

In riferimento alla normativa locale, la Regione Puglia con la Delibera di Giunta Regionale n. 153 del 2 marzo 2004 ha recepito integralmente la classificazione delle zone sismiche del territorio regionale così come proposta dall'OPCM 3274/03. Inoltre, la Delibera ha stabilito che, sino a diversa determinazione, nel territorio pugliese classificato in zona sismica 4 l'obbligo della progettazione antisismica esiste esclusivamente per i nuovi edifici ed opere infrastrutturali, individuati quali strategici e rilevanti ai fini della protezione civile e dell'eventuale collasso degli stessi.

Tutti i comuni pugliesi risultano classificati come sismici (fig. 14). Alle **quattro categorie** corrispondono diversi **gradi di sismicità** (S), decrescenti dalla I alla III e corrispondenti a valori di S pari rispettivamente a 12 (I categoria), 9 (II categoria) e 6 (III e IV categoria).

8.3 Pericolosità sismica dell'area

La pericolosità sismica rappresenta lo scuotimento del suolo atteso in un sito a causa di un terremoto. Rappresenta un'analisi probabilistica e non deterministica dei

terremoti.

Il portale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato un Database delle sorgenti sismogenetiche italiane – **DISS** (fig. 11).

Dalla figura si evince che è riportata la presenza, nell'area in esame, di strutture sismogenetiche.

In particolare dal DISS sopra riportato è possibile individuare la sorgente sismogenetica composita denominata "Ripabottoni - San Severo" (ITCS003), a circa 11 km di distanza dall'area oggetto di studio. Questa Sorgente Composita si estende a cavallo della regione compresa tra le Prealpi molisane e la Piana della Capitanata, attraverso l'alta valle del Fortore R., e appartiene al sistema trascorrente obliquo - laterale destro che interessa l'avampaese dell'Adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è quasi verticale, ca. Immersione a N, faglia ad est del principale asse estensionale dell'Appennino meridionale. Rappresenta una profonda faglia EW che può essere vista come il prolungamento occidentale della ben nota Faglia di Mattinata, attiva fino a 25 km di profondità. Tale evidenza è stata dimostrata dall'attivazione delle sorgenti che hanno causato i terremoti del Molise del 2002. Si ritiene che il settore orientale di questa Sorgente abbia causato il distruttivo terremoto del 1627. L'attività di quest'ultimo settore è testimoniata anche dal controllo del drenaggio sia a lungo che a breve termine del Fortore R. nel suo corso verso il Mare Adriatico.

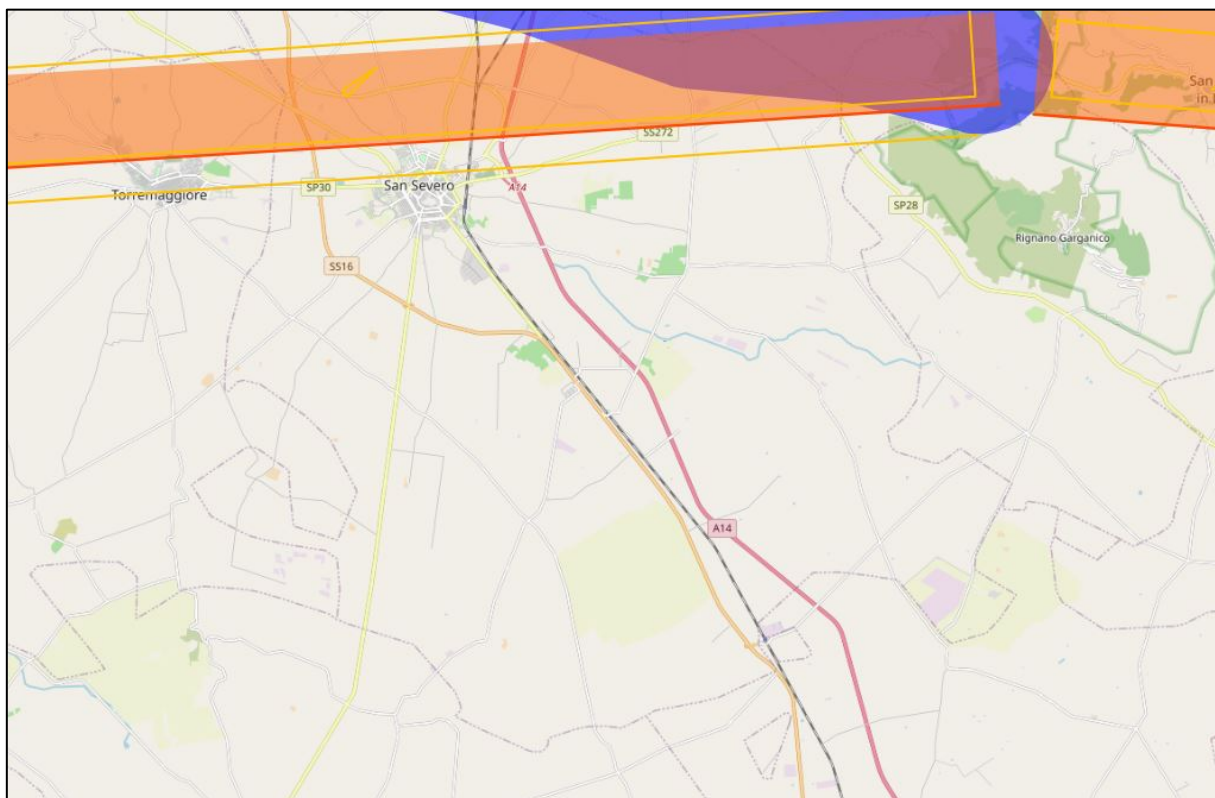


fig. 16 – Stralcio cartografico delle sorgenti sismogenetiche italiane – DISS, riferite all'area di studio

A circa 11.5 km di distanza dall'area oggetto di studio, è presente una sorgente Sismogenetica Individuale ITIS054 denominata "San Severo".

A circa 25 Km di distanza dall'area interessata dal progetto è presente una Sorgente Sismogenetica Composita ITCS058 denominata "San Marco in Lamis -M attinata". Questa sorgente composita si trova a cavallo dell'intera lunghezza del Promontorio del Gargano e appartiene al sistema trascorrente obliquo - laterale destro che interessa l'avampese dell'Adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è quasi verticale, ca. Immersione a N, faglia di Mattinata, ben ad est del principale asse di distensione dell'Appennino meridionale. Rappresenta un sistema di faglie EW profondo che è stato attivo fin dal Mesozoico con varie cinematiche e controllato dallo spostamento dei regimi tettonici nel corso del tempo geologico. Tre segmenti di questa Fonte sono stati associati ai principali terremoti che hanno colpito questa regione.

Con maggiore dettaglio l'INGV consente di estrapolare mappe interattive di dettaglio della pericolosità sismica riferito ai singoli Comuni ed aree (fig. 17).

Dalla consultazione di tale mappa interattiva si è evinto che l'area d'interesse situata nel comune di San Severo, ha valori di accelerazione potenziale (ag) compresa tra 0.175 e 0.200 g.

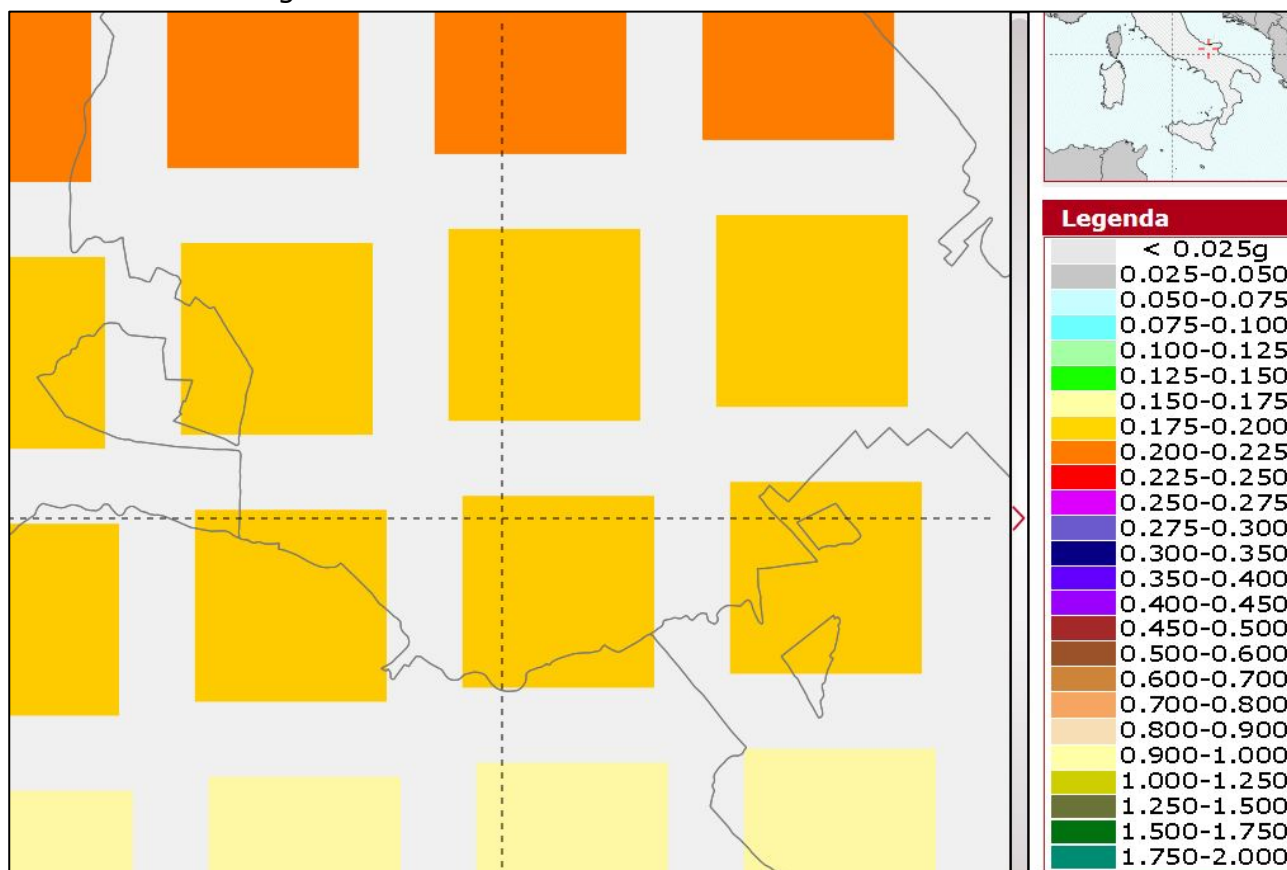


Fig. 17 -Mappa interattiva di pericolosità sismica con al centro del reticolo l'area di interesse ricadente nel comune di San Severo (INGV)

8.4 Pericolosità sismica di riferimento e risposta sismica locale

La risposta sismica locale è l'azione di filtro ed amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del *software GEOSTRU PS*, ed utilizzando le risultanze delle prospezione sismiche passive a cui si fa riferimento e precedentemente descritto.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione $VN \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione $U = 1.0$; Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV). Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono riportati di seguito e sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (Categoria di Suolo B-C; Categoria Topografica T1) individuata nell'area oggetto di indagine.

Il territorio comunale di San Severo è stato classificato (Ordinanza PCM n. 3274 del 20/03/2003, Ordinanza n. 3519 del 28 aprile 2006) sismico di **Zona 2** (PGA fra 0,15 e 0,25 g), confermando la sismicità medio - alta della precedente classificazione regionale (Deliberazione del Consiglio Regionale n. 153 del 2 Marzo 2004).

I valori attesi di accelerazione potenziale di a_g (accelerazione orizzontale massima dell'onda sismica su suolo di categoria A) compresi tra 0.175 e 0.200 g per suoli rigidi di tipo litoide (Mappa di Pericolosità Sismica - Gruppo di Lavoro dell'INGV - 2004 - O.P.C.M. 3274/03) (Fig. 17). In base a tale ordinanza al territorio comunale di San Severo viene assegnata un'accelerazione orizzontale massima pari a 0,25 g ed un'accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni pari a $a_g =$

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



0.15 ÷ 0.25 g.

Presenta una coefficiente sismico $S=9$, un'amplificazione sismica $(S-2)/100 = 0.07\text{ag/g}$ (D.G.R.C. 5447/02).

8.5 Caratterizzazione sismica dell'area

Al fine di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche del sottosuolo e caratterizzare il terreno di fondazione dell'area oggetto di tale studio, è stato ritenuto sufficiente fare riferimento alle indagini eseguite a corredo di lavori pregressi svoltin nel comune di San Severo ed eseguiti in aree limitrofe.

Da indagini geofisiche eseguite a corredo di altri lavori, e precedentemente menzionati, si è ipotizzata una V_{seq} indicativa pari a valori associabili alla seguente categoria di suolo:

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 ($15 < N_{spt30} < 50$).

La "**Categoria Topografica**" attribuita è di tipo T1. La "**Classe d'uso**" è la II, Vita nominale $V_N = 50$ e il coefficiente d'uso $C_u = 1$. In riferimento al **DM 17 gennaio 2018** il periodo di riferimento $V_R = V_N * C_u$ ossia $50 * 1 = 50$ ANNI.

8.6 Analisi della risposta sismica

L'analisi della risposta sismica è stata eseguita attraverso il software "GeoStru PS".

Le azioni sismiche di progetto sono calcolate partendo dalla **pericolosità sismica di base**. Dalla pericolosità sismica di base si ricava la **risposta sismica locale** tenendo conto delle condizioni morfologiche e stratigrafiche del sito di costruzione.

La Normativa Tecnica prescrive due diverse modalità per la valutazione dell'azione sismica sulle costruzioni:

- attraverso l'utilizzo di **spettri di risposta** elastici in accelerazione, calcolati sulla base della pericolosità sismica di base definita dall'INGV;
- attraverso l'utilizzo di **accelerogrammi**, purché compatibili con la pericolosità sismica di base definita dall'INGV.

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



Solitamente è preferibile utilizzare gli **spettri di risposta** per l'esecuzione dell'analisi sismica.

Il calcolo degli spettri di risposta si basa su tre parametri fondamentali che definiscono la **pericolosità sismica di base**:

- **a_g** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **F₀** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T_c*** valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, vengono forniti dall'INGV. Essi vengono calcolati direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili in un reticolo di riferimento, che ricopre tutto il territorio nazionale, rappresentato, come detto in precedenza, da **10751 punti** e definito tramite le coordinate di **latitudine** e **longitudine**. Per ogni nodo del reticolo geografico i parametri sono forniti in corrispondenza di determinati "periodi di ritorno" TR (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni). Tali parametri servono a determinare la **forma spettrale** da utilizzare nei calcoli.

L'insieme di questi fattori ha consentito di valutare la stabilità globale del sito rispetto all'evoluzione normale del territorio e di suggerire i criteri geologico-tecnici d'intervento più idonei per una corretta e razionale realizzazione dell'opera nell'ambiente geologico esistente e nel contesto geo-ambientale.

Nei successivi diagrammi e figure sono quindi illustrati i risultati delle analisi sviluppate nelle varie condizioni utili al fine di definire le azioni sismiche di progetto per le opere previste.

Di seguito si riportano, per ciascuno degli Stati Limite considerati, i set di accelerogrammi naturali considerati ed i parametri di sviluppo dello spettro di output.

Di seguito i parametri sismici ottenuti attraverso il software *GeoStru PS*:

Parametri sismici
determinati con **GeoStruPS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50 Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2008

Sito in esame

latitudine: 41,584196 [°]

longitudine: 15,416467 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)

e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	29887	41,569720	15,361600	4839,4
Sito 2	29888	41,568610	15,428390	1996,8
Sito 3	29666	41,618610	15,429880	3985,9
Sito 4	29665	41,619720	15,363030	5945,2

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	0,053	2,424	0,289
Danno (SLD)	63	50	0,070	2,493	0,297
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,183	2,496	0,352
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,241	2,486	0,358

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2008

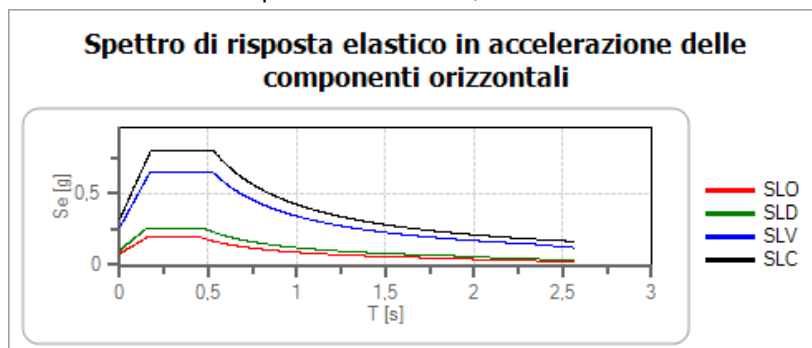
	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,580	1,000	0,014	0,007	0,781	0,180
SLD	1,500	1,570	1,000	0,019	0,009	1,023	0,180
SLV	1,430	1,480	1,000	0,063	0,031	2,569	0,240
SLC	1,340	1,470	1,000	0,100	0,050	3,163	0,310

SPETTRI DI RISPOSTA

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000



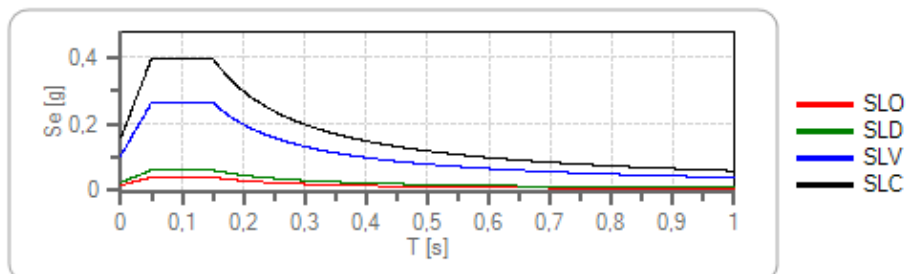
	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	TB [s]	TC [s]	TD [s]	
SLO	1	0,053	2,424	0,289	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,152	0,457	1,812
SLD	1	0,070	2,493	0,297	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,155	0,466	1,878
SLV	1	0,183	2,496	0,352	1,430	1,480	1,000	1,430	1,000	0,174	0,522	2,333
SLC	1	0,241	2,486	0,358	1,340	1,470	1,000	1,340	1,000	0,176	0,527	2,563

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,053	2,424	0,289	1,000	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,070	2,493	0,297	1,000	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,183	2,496	0,352	1,000	1,480	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,241	2,486	0,358	1,000	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

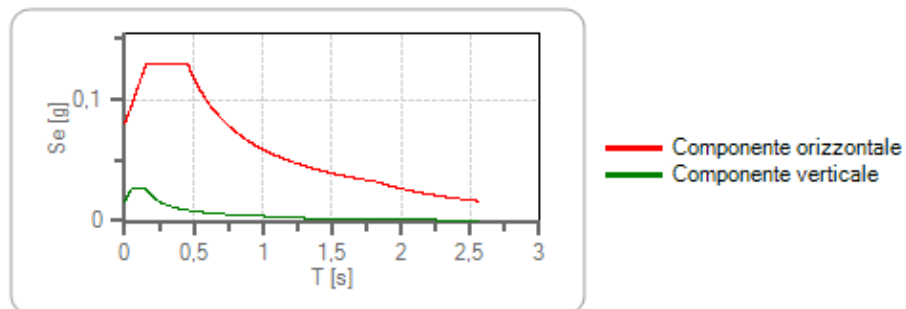
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5 per lo spettro verticale = 0,667

Stato limite: SLO

Spettri di progetto per lo stato limite: SLO



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	1	0,053	2,424	0,289	1,500	1,580	1,000	1,500	1,500	0,152	0,457	1,812
SLO verticale	1	0,053	2,424	0,289	1,500	1,580	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

9. Analisi dei vincoli - Conformità dell'intervento con norme e piani vigenti

Al fine di valutare la compatibilità dell'intervento con Norme e Piani vigenti, si esaminano i rapporti tra i piani operanti sul territorio e di seguito elencati:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Pericolosità Geomorfologica (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Ex Autorità di Bacino Regionale della Puglia);
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Pericolosità Idraulica; PGRA - Piano di Gestione Rischio Alluvione - Rischio di Alluvione e APSFR.

9.1 Rapporti con il PSAI- Pericolosità geomorfologica

Il settore territoriale oggetto del presente studio, ricade nell'ambito dell'area di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino Regionale della Puglia.

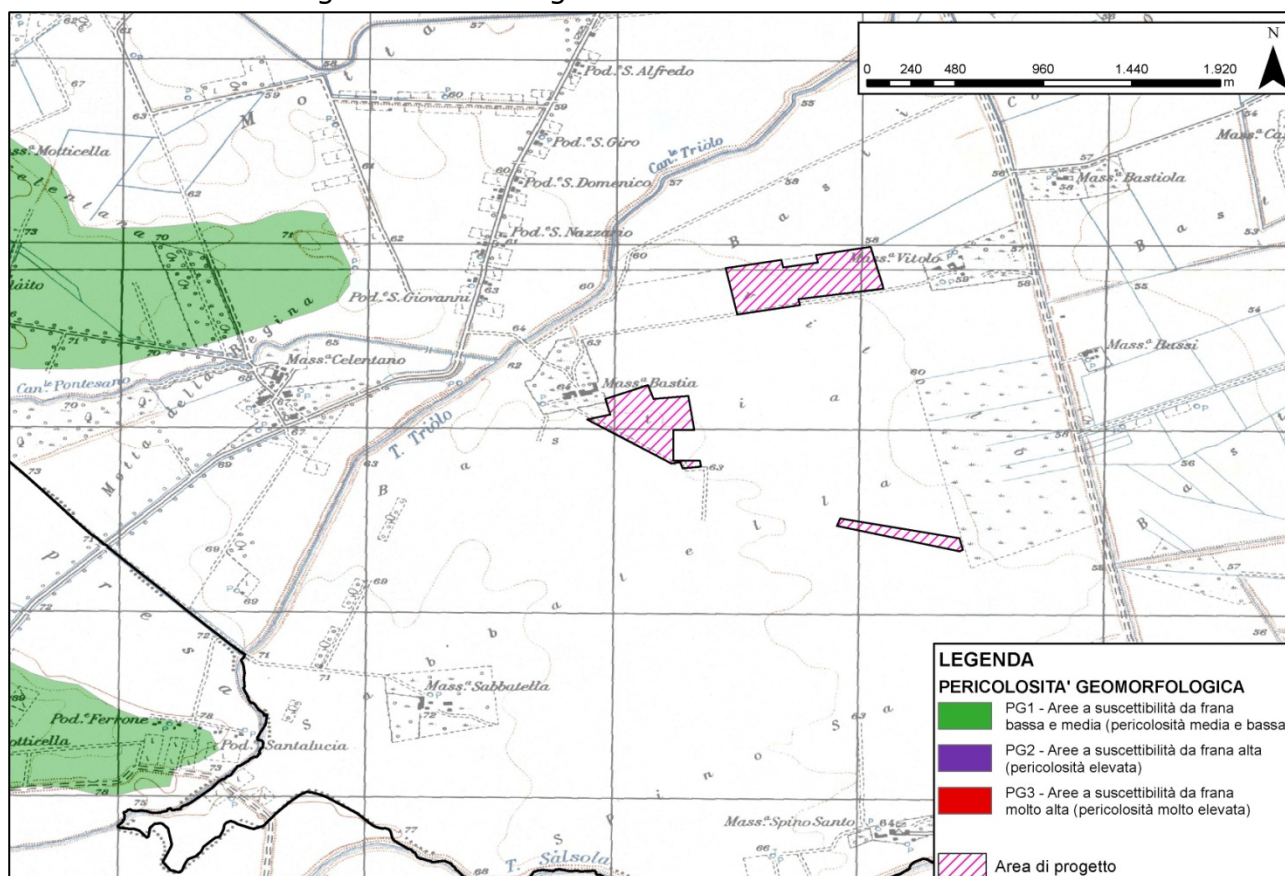


Fig. 18 -Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Pericolosità Geomorfologica (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale- Ex Bacino Regionale della Puglia)

In riferimento al Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Pericolosità

Geomorfologica, l'area d'interesse non interferisce con aree vincolate per pericolosità geomorfologica P.G.3, P.G.2 e P.G.1, così come il cavidotto (fig. 18).

9.2 Rapporti con il PAI- Pericolosità Idraulica con il PGRA - Piano di Gestione Rischio Alluvione - APSFR

Il settore territoriale oggetto del presente studio, ricade nell'ambito dell'area di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino Regionale della Puglia.

Nell'ambito del PGRA l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale- Ex Bacino Regionale della Puglia, ha delimitato delle aree a rischio idrogeologico (R1, R2, R3 e R4) e a pericolosità idraulica A.P., M.P. e B.P.

Per quanto attiene alla pericolosità idraulica, l'area d'interesse non ricade in nessuna area perimetrata a rischio mentre il cavidotto interferisce con fasce di pericolosità idraulica di ogni livello, A.P., M.P. e B.P (fig. 19).

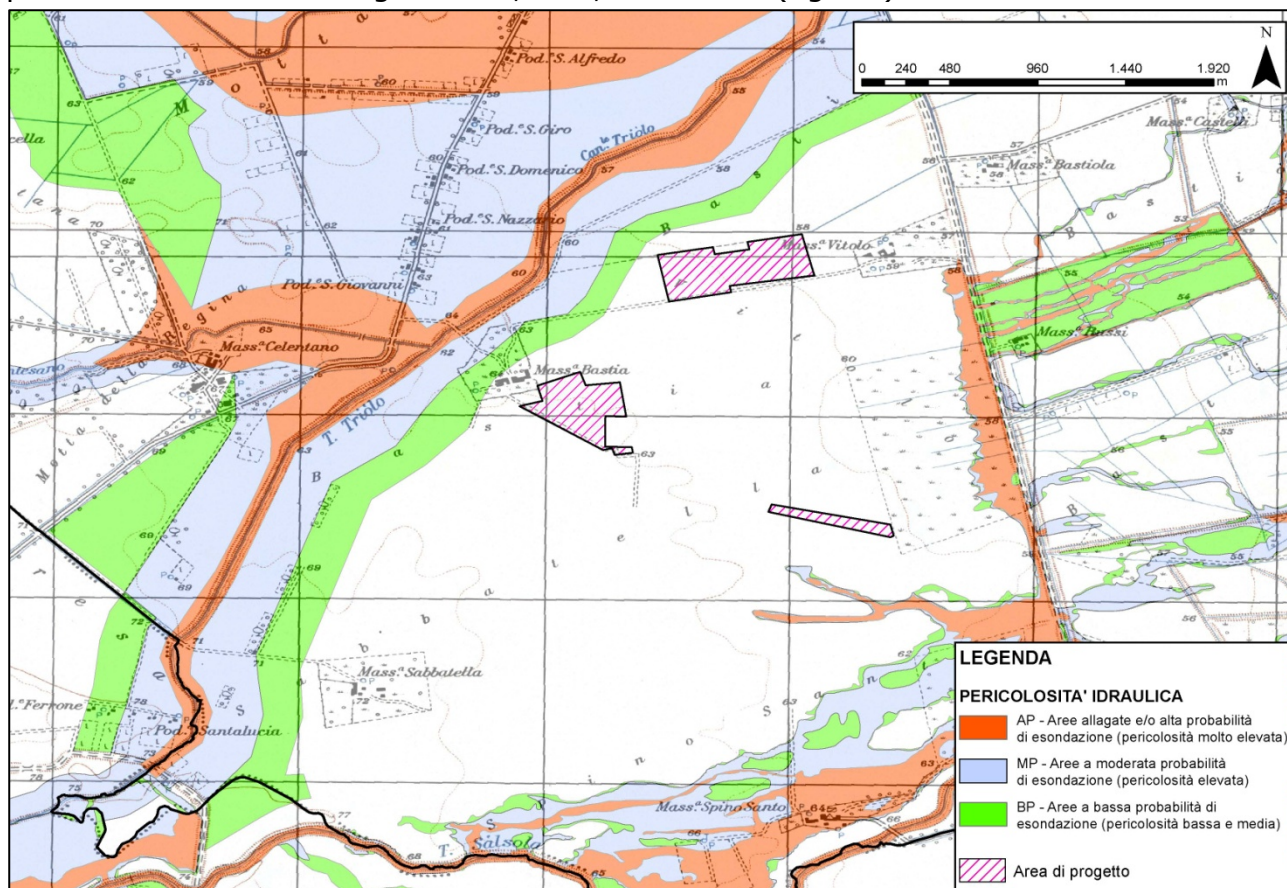


Fig. 19 -Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Pericolosità Idraulica
(Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale- Ex Bacino Regionale della Puglia)

In merito a tali interferenze con le fasce di pericolosità idraulica, si ritiene non necessaria la predisposizione di uno studio di compatibilità idraulica e idrologica in

10. Conclusioni

Attraverso le osservazioni e le valutazioni espone nelle pagine precedenti sulle proprietà fisico-meccaniche e sulle caratteristiche litostratigrafiche e sismiche dei terreni ricadenti nel volume significativo, sulla base degli elementi a disposizione derivanti dai rilievi geologici e morfologici di superficie, e considerando altresì le risultanze ottenute dalla indagini pregresse, dirette ed indirette, analizzate dalla scrivente e considerando altresì le discrete qualità portanti del terreno, si evince che l'area in esame, da un punto di vista geologico-tecnico è idonea all'utilizzazione per gli scopi di progetto.

Inoltre, si può affermare che l'area prescelta per la realizzazione dell'opera offre, con le dovute precauzioni e prescrizioni descritte ampiamente nei paragrafi precedenti, buone garanzie di stabilità e si ritiene di poter escludere il verificarsi di fenomeni d'instabilità che possano coinvolgerla.

La scrivente, tenendo conto della situazione geolitologica e del grado di sismicità in cui ricade l'area del sito nonché della risposta sismica dei terreni, consiglia di fare riferimento ai suggerimenti espressi nei paragrafi precedenti e si consiglia di tenere conto delle seguenti indicazioni:

- gli elaborati sovraesposti, per la parte sismica e nel rispetto delle NTC 2018 (DM 17.01.2018) offrono al progettista i vari range di calcolo per gli spettri di risposta sismica a seconda della scelta dei vari Stati Limite e per la vita nominale dell'opera;

- Dalla analisi delle indagini sismiche pregresse eseguite a corredo di lavori pregressi ed eseguiti nel comune di San Severo, nelle vicinanze del sito oggetto di studio, le risultanze della $V_{s_{eq}}$ classificano l'area di studio come Categoria C ossia "*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 ($15 < N_{spt_{30}} < 50$)*";

- Il terreno è costituito da litologie dotate di discrete caratteristiche tecniche. Nello specifico, le indagini geognostiche eseguite nei pressi del sito interessato lasciano ipotizzare che presumibilmente le strutture fondali delle opere in progetto saranno condizionate da una litologia moderatamente consistente riferibile alle sabbie e sabbie limose caratteristiche Sintema del Tavoliere della Puglia. Sarà comunque cura del tecnico progettista valutare le più opportune scelte tecniche ed il dimensionamento delle opere di fondazione in virtù delle verifiche tecniche e dei carichi dinamici e statici trasmessi al terreno;

- Nell'ambito di alcuni sondaggi è stata rilevata la presenza di acqua, sicuramente dovuta alla falda acquifera superficiale. Essa si attesta a circa -3,50 -4.50

Katia Parente
Geologo

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DI POTENZA DI PRODUZIONE PARI A 15.72 MWp E
POTENZA DI IMMISSIONE IN RETE DI 13.82 MW DENOMINATO "SAN SEVERO 16", DA
INSTALLARSI SU UN TERRENO SITO NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) E RELATIVE OPERE
DI CONNESSIONE SITE NEL COMUNE DI SAN SEVERO(FG)

Comune di SAN SEVERO (FG)



m dal p.c.. In fase esecutiva si approfondirà tramite indagini in sito;

- si consiglia inoltre la realizzazione di una sufficiente rete di drenaggi allo scopo di proteggere l'area di progetto dall'azione stagnante e dilavante le acque superficiali al fine di evitare la possibilità di un eventuale decadimento dei valori dei parametri geotecnici del piano di posa;

- si ricorda che il territorio comunale di San Severo è stato classificato (Ordinanza PCM n. 3274 del 20/03/2003, Ordinanza n. 3519 del 28 aprile 2006) sismico di **Zona 2** (PGA fra 0,15 e 0,25 g), confermando la sismicità medio - alta della precedente classificazione regionale (Deliberazione del Consiglio Regionale n. 153 del 2 Marzo 2004). I valori attesi di accelerazione potenziale di **a_g** (accelerazione orizzontale massima dell'onda sismica su suolo di categoria A) compresi tra 0.175 e 0.200 g per suoli rigidi di tipo litoide (Mappa di Pericolosità Sismica - Gruppo di Lavoro dell'INGV - 2004 - O.P.C.M. 3274/03) (Fig. 17). In base a tale ordinanza al territorio comunale di San Severo viene assegnata un'accelerazione orizzontale massima pari a 0,25 g ed un'accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni pari a **ag = 0.15 ÷ 0.25** g. Presenta un coefficiente sismico S=9, un'amplificazione sismica $(S-2)/100 = 0.07$ ag/g (D.G.R.C. 5447/02).

Per tutto quanto in dettaglio, si fa espresso rimando ai paragrafi precedenti e si rinvia alla fase esecutiva la realizzazione di indagini specifiche come da normativa in corrispondenza dell'area interessata dalla costruzione dell'impianto in oggetto.

Benevento, Gennaio 2023

FIRMA

Dott.ssa Geol. Katia PARENTE