

Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe

3					
2					
1					
0					
Revision	Date	Comments	Elaborate	Verified	Approved

Client:

ASELLUS S.R.L.

Project:

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MW_p CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03

Documents:

Relazione geotecnica

Nome file: 6UJG3T7_Relazione geotecnica

Codice elaborato:

Brindisi, 06/09/2021



Ing. Volpe Angelo

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 2 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

Indice

1. <i>PREMESSA</i>	3
2. <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</i>	4
2.1 <i>SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA RICOSTRUITA PER IL TERRITORIO IN ESAME</i>	7
2.2 <i>MORFOLOGIA DELL'AREA</i>	8
2.3 <i>TETTONICA DELL'AREA</i>	12
3. <i>CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO</i>	15
3.1 <i>COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA IN CONFORMITÀ AL P.A.I. (PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO)</i>	18
4. <i>PERICOLOSITA' SISMICA</i>	18
5. <i>CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI LITOTIPI AFFIORANTI NEL SITO DI PROGETTO</i>	20
5.1 <i>CALCOLO DEI MODULI</i>	21
6. <i>CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE E STIMA DEL VS30</i>	26
7. <i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i>	37

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 3 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

1. PREMESSA

L'area di studio si sviluppa in un contesto morfologico generalmente sub pianeggiante, con blande ondulazioni che mostrano dislivelli di pochi metri. L'area è attualmente adibita ad uso agricolo con una porzione occupata da alberi di ulivo di cui si dispone già di autorizzazione allo spostamento a causa della permanente improduttività per cause non facilmente rimovibili rilasciata dalla Regione Puglia – Area Politiche per lo Sviluppo Rurale - Servizio Agricoltura. In tale contesto è stato seguito uno studio geolitologico, morfologico ed idrogeologico dell'area di interesse allo scopo di ricostruire l'assetto litostratigrafico caratteristico del territorio in oggetto, nonché i principali caratteri morfologici ed idrogeologici dello stesso.

La ricostruzione dei principali lineamenti geologici del territorio in esame, che si era avvalsa nella fase preliminare del solo rilievo geo-litologico di superficie, delle informazioni desunte dalla bibliografia disponibile unitamente a precedenti esperienze professionali esperite nello stesso territorio, in questa fase successiva è stata ampliata ed avvalorata da una campagna di indagine geognostiche in situ.

La relazione è stata redatta al fine di:

- verificare la presenza di situazioni stratigrafiche complesse che possano inficiare la sicurezza della opere in fase di realizzazione;
- dare informazioni sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche e geotecniche del sito investigato;
- evidenziare i livelli interessati dalle fondazioni;
- dare informazioni utili al fine di determinare la capacità portante ammissibile del terreno di fondazione;
- rilevare la eventuale presenza della falda idrica e analizzare eventuali fenomeni di interferenza con la struttura;
- stimare il valore del VS30 e determinare la categoria del suolo di fondazione ai sensi delle “Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture” del 14 gennaio 2008 (Suppl Ord. G. U. 4.2.2008, n. 29).

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 4 di 38	Data 06/09/2021



Figura 1 - Ubicazione del sito di progetto

Al fine di redigere la presente relazione, in conformità a quanto previsto sia dal D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" ed alla successiva Circolare Ministeriale, sono stati eseguiti:

- ✓ n. 4 profili elettrici dipolari (dipolo-dipolo assiale) tutti di lunghezza pari a 115m nell'ambito dei quale sono stati inoltre acquisite, lungo un piano orizzontale, le misure geoelettriche mediante la configurazione Wenner (Tomografie elettriche: T.E.1÷T.E.4);
- ✓ n. 4 profili sismici a rifrazione superficiale in onde P (BS1÷BS4) tutti di lunghezza pari a 125m;
- ✓ n. 4 profili RE.MI. ubicati in corrispondenza delle stesse basi sismiche.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area morfologicamente pianeggiante è geologicamente caratterizzata dalla sovrapposizione, per trasgressione, di una serie sedimentaria clastica pleistocenica su di un substrato mesozoico carbonatico, ampiamente affiorante.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 5 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

Il quadro lito-stratigrafico che si è ottenuto, è il risultato del complesso lavoro di coordinamento e correlazione di dati ottenuti dal rilevamento geologico di dettaglio, con i dati di letteratura e con informazioni precedentemente acquisite per zone limitrofe.

Si è osservato che la sequenza dal basso verso l'alto delle seguenti unità, dalla più antica alla più recente, è rappresentata da:

Calccare di Altamura (Cretacico)

Questa unità rappresenta la parte più antica dell'intera penisola salentina; è costituita da calcari molto compatti di origine sia organogena che chimica, dove si alternano orizzonti chiari e orizzonti scuri, questi ultimi assumono tali caratteristiche per la presenza di dolomite.

La porzione più alta di tale unità dal punto di vista fossilifero, è caratterizzata dalla presenza di Hippurites e Radiolites. Tale Unità si presenta talvolta fratturata e alterata per fenomeni carsici superficiali e per effetto dell'ingressione marina Pleistocenica.

Calcarenite di Gravina (Pleistocene medio)

Arenarie calcaree bioclastiche, di colore generalmente bianco-giallastro, con patine grigiastre sulle superfici d'alterazione di antica genesi e marroncino giallastre su quelle di più recente formazione.

La grana è generalmente fine, con rari frammenti (eccezionalmente poligenici) grossolani ed elementi di breccie alla base, inoltre hanno un buon grado di cementazione (legante carbonatico), a luoghi, basso. I litotipi sono massicci, con occasionali cenni di stratificazione sottolineati da orizzonti macrofossiliferi, in cui abbondano resti di molluschi ed echinidi. Sono fratturati, con giunti prevalentemente subverticali interdistanziati, solitamente, di diversi metri, ma sporadicamente poco spazati. Le discontinuità sono prive di una significativa organizzazione spaziale ed hanno aperture dei labbri comprese tra pochi millimetri ed alcuni centimetri. I materiali di riempimento sono assenti o costituiti da CaCO₃ di deposizione secondaria e da detriti in matrice limoso-argillosa marroncina.

Argille subappennine (Pleistocene inferiore)

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 6 di 38	Data 06/09/2021

Seguono, in continuità di sedimentazione e rappresentano il termine batimetricamente più profondo del ciclo sedimentario, le argille subappennine che sono costituite da argille e argille marnoso-siltose a luoghi fittamente stratificate. Queste affiorano su aree molto ristrette data la presenza di coperture trasgressive del Pleistocene medio-superiore. Nel sottosuolo esse occupano vaste aree come si evince da alcuni dati di perforazione che indicano spessori fino a 250 metri.

Depositi marini terrazzati

I depositi marini terrazzati affiorano lungo la fascia costiera e sono rappresentati da calcareniti bioclastiche ben cementate, stratificati, ricchi di fossili, poggianti con un contatto di tipo erosivo sulle unità più antiche. Il contenuto paleontologico è banale e poco significativo da un punto di vista cronologico. La potenza in affioramento è di pochi metri. L'ambiente di sedimentazione è di mare basso. In base ai rapporti stratigrafici le due unità possono essere riferite al Pleistocene medio-superiore.

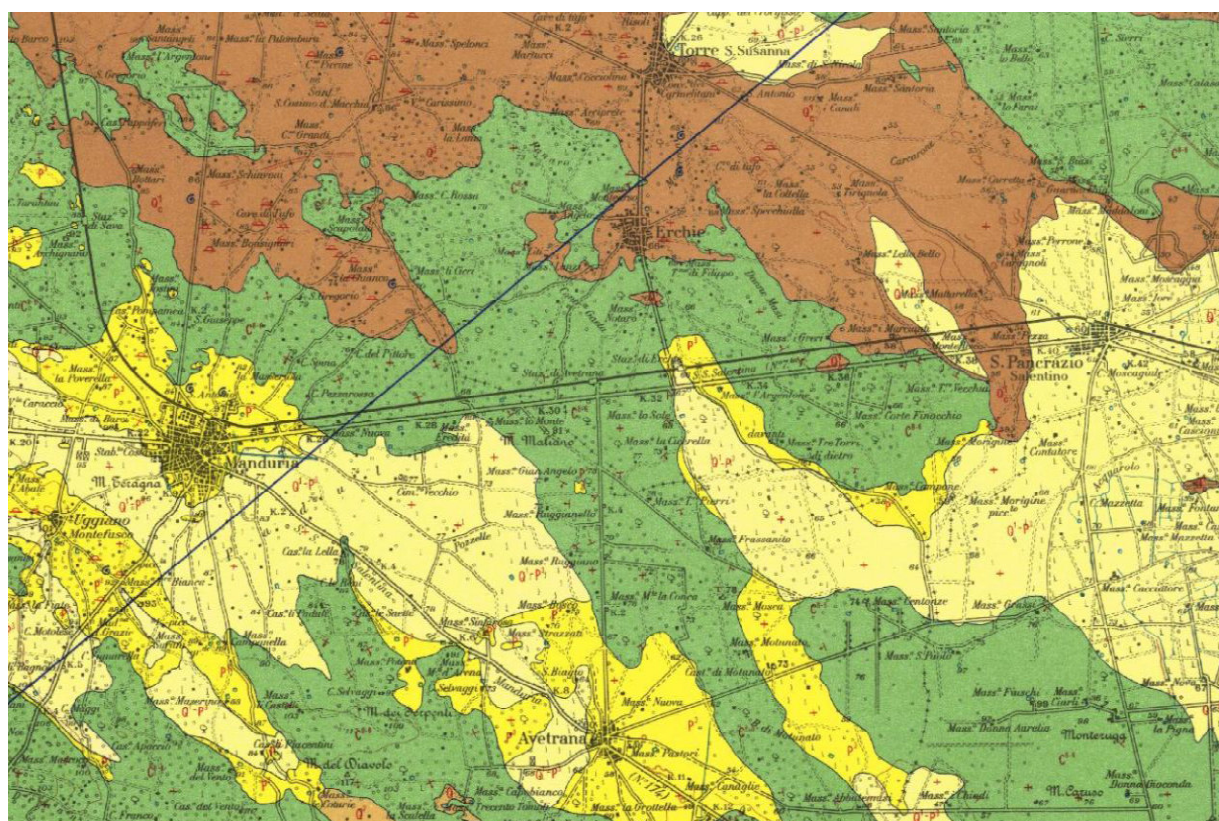


Figura 2 - Inquadramento geologico generale dell'area in esame (Foglio 203, Brindisi), Sezione geologica, Legenda

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 7 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

2.1 SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA RICOSTRUITA PER IL TERRITORIO IN ESAME

L'area morfologicamente pianeggiante e geologicamente caratterizzata dalla sovrapposizione, per trasgressione, di una serie sedimentaria clastica pleistocenica su di un substrato mesozoico carbonatico, a tratti affiorante. Il quadro lito-stratigrafico che si è ottenuto, è il risultato del complesso lavoro di coordinamento e correlazione di dati ottenuti dal rilevamento geologico di dettaglio, con i dati di letteratura e con informazioni precedentemente acquisite per zone limitrofe.

Nel territorio in esame, è stata quindi accertata la presenza di due formazioni note in letteratura come **Calcarea di Altamura** e terreni appartenenti alla **Formazione di Gallipoli** termine col quale in letteratura si intende una sequenza di Calcareniti, Sabbie argillose e sabbie mediamente cementate di età Calabrianica, di seguito si descrivono.

La successione litostratigrafica, è stata ricostruita grazie al rilevamento geologico e all'analisi di prospezioni sismiche e sondaggi geognostici effettuati nelle immediate vicinanze dell'area in oggetto.

Formazione di Gallipoli

Le calcareniti intercalate a vari livelli alle *sabbie argillose* sono rocce costituite essenzialmente da calcarea granulata tenera, porosa e poco compatta, di colore bianco- giallastro, a grana variabile da rudite a siltite.

Le sabbie coprono abbondantemente i banchi calcarenitici e ad essi si intercalano. Sono essenzialmente sabbie calcaree poco cementate, sabbie argillose grigio-azzurre con presenza spesse volte di livelli esclusivamente argillosi che danno a questa formazione carattere di bassa permeabilità.

Le calcareniti, interessano la maggior parte dei terreni in affioramento sono note anche come "tuffi calcarei", di natura detritico-organogenica sono di colore bianco o bianco- giallastro, risultano essere composte da detriti organici e da frammenti calcarei derivanti sia dal disfacimento dei sottostanti calcari cretacei che dalla sedimentazione chimico- organogenica in ambiente marino

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 8 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

costiero. La granulometria ed il grado di cementazione risultano variabili sia lateralmente che verticalmente.

La formazione è ben esposta sui fronti delle numerose cave presenti intorno all'area, dove si può osservare anche il contesto trasgressivo, con marcata discordanza angolare, sui calcari del substrato. Si può così notare, alla base del deposito, una granulometria della calcarenite grossolana a cemento rossastro ed una elevata compattezza e cementazione dell'orizzonte stesso.

La stratigrafia è stata desunta dalla correlazione tra le prove effettuate in sito e quelle eseguite in occasione di altri lavori svolti nelle vicinanze dell'area di interesse.

Le indagini effettuate in sito hanno consentito di suddividere in due macro-aree la zona studiata in base alle proprie caratteristiche litostatigrafiche.

In particolare la zona ad est, sud-est di Erchie è caratterizzata dall'affioramento, in superficie o poco al di sotto del p.c., di Calcari dolomitici fratturati (di conseguenza le penetrometrie si sono arrestate entro i primi 50-60 cm di profondità) ad esclusione della zona corrispondente all'aerogeneratore 1 nella quale si evidenzia la presenza di terreni costituiti da sabbie più o meno limoso-argillose moderatamente addensate.

La zona sud, sud-ovest ha mostrato caratteristiche variabili che evidenziano la presenza di materiale, costituito da sabbie più o meno limoso-argillose moderatamente addensate con rari livelli calcarenitici tipo panchina, passante in profondità (mediamente superiori a 5 metri) a calcareniti compatte. La zona poco a nord dell'abitato di Avetrana, in corrispondenza degli aerogeneratori 17, 18 e 19 è caratterizzata dalla presenza dei Calcari dolomitici fratturati.

2.2 MORFOLOGIA DELL'AREA

Il territorio di Avetrana è caratterizzata da una morfologia sub tavolare pianeggiante, interrotti da deboli ondulazioni del terreno e da un rilievo di maggiori dimensioni. Dal punto di vista geomorfologico l'evidenza più importante individuabile sul territorio di Avetrana è il blando rilievo dei Monti della Marina. Questo rilievo è, con molta probabilità, stato creato da fenomeni di

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 9 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

origine tettonica, le cui forme (faglie) possono essere mascherate da coperture intervenute a seguito dell'azione degli agenti esogeni.

I versanti del rilievo sono piuttosto dolci anche perché l'altezza che raggiunge è attorno ai 100 mt. s.l.m. Non si evidenziano scivolamenti gravitativi di masse di roccia o blocchi rocciosi a testimonianza della bassa pendenza dei versanti del rilievo (raramente superano i 10° di pendenza).

La morfologia del territorio di Avetrana testimonia anche l'assenza di un reticolo idrografico ben impostato. Difatti la gran parte del territorio è caratterizzato da una assenza di corsi d'acqua definiti a causa della elevata permeabilità delle rocce affioranti e dalla presenza di bacini endoreici. L'unico reticolo idrografico ben definito si pone nella zona a Sud-Est del territorio ed è rappresentato dal Canale di San Martino che anticamente raccoglieva le acque del suo bacino idrografico che si pone a Nord e a Ovest. La tipologia di incisione la assimilano alle lame che caratterizzano i territori della Murgia.

La stratificazione delle rocce affioranti è molto evidente nei Calcari di Altamura, nei Depositi Marini Terrazzati, e nelle Argille Subappennine. Le Calcareniti di Gravina presentano una stratificazione in banchi di spessore spesso metrico, quindi poco evidente.

Definite le morfostrutture naturali, è bene menzionare anche quelle artificiali. Il territorio di Avetrana, infatti, è caratterizzato dalla presenza di numerosissime cave che hanno lasciato delle profonde cicatrici nel paesaggio. La quasi totalità delle cave presenti sono ormai dismesse, la sola cava ancora attiva, di cui si ha notizia, è quella ubicata in località Tero a Ovest dell'abitato.

Le cave sono morfostrutture antropiche artificiali, delimitate da pareti che hanno inclinazioni verticali. Lungo le pareti delle cave possono instaurarsi dei fenomeni di dissesto di tipo gravitativo, che possono essere indotte o dalla presenza di fratture o superfici di scivolamento oppure per sovraccarichi in corrispondenza della parete della cava.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 10 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00



<p><i>ASELLUS S.R.L.</i></p>	<p>Tipo di documento: Relazione geotecnica</p>	<p>Codice documento: R_21_PV_03</p>		
<p>Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe</p>	<p>Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03</p>	<p>Foglio n. 11 di 38</p>	<p>Data 06/09/2021</p>	<p>Revisione 00</p>



ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 12 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

2.3 TETTONICA DELL'AREA

L'area di studio fa parte dell'Avampaese Apulo, che rappresenta uno dei domini della piastra Apula, un corpo litosferico autonomo rispetto alla placca africana, di cui è considerato un originario promontorio del continente africano.

L'avampaese apulo si individua a partire dall'inizio del Miocene, durante l'orogenesi dei vari sistemi montuosi del mediterraneo centrale, tra cui quello appenninico. Questa è rappresentata in affioramento da un'estesa area autoctona mesozoico carbonatica (unità stratigrafico – strutturale Apulo Garganica) e dalla sua prosecuzione in mare (dorsale apulo sommersa). La parte emersa dell'avampaese, corrispondente, in grandi linee, all'intera area pugliese, rappresenta un rialzo periferico della Piastra Apula, in flessione per effetto di spinte legate alla tettonogenesi appenninica.

Da studi effettuati da istituti di ricerca nell'avampaese apulo si distinguono, dal basso verso l'alto, i seguenti elementi stratigrafici: 1. un basamento cristallino Precambriaco; 2. una copertura Permo – Triassica di origine fluvio deltizia spessa almeno 1000 metri e in parte correlabile al Verrucano; 3. una successione evaporitico – carbonatica Mesozoica – Paleogenica, di piattaforma carbonatica spessa fino a 5000 metri; 4. coperture a dominante carbonatica Neogenico – Pleistoceniche.

Dal punto di vista strutturale la successione mesozoica, pur essendo stata interessata da blandi piegamenti e successivamente da faglie dirette, presenta un assetto monoclinale, con immersione a SSW; i depositi terziari e quaternari, su di essa trasgressivi, poggiano in assetto orizzontale. L'unità stratigrafico – strutturale Apulo – Garganica di avampaese, ribassata verso SW da sistemi di faglie dirette, costituisce anche il substrato della Fossa Bradanica. Si tratta quindi dell'unità tettonica geometricamente più bassa della struttura dell'Appennino meridionale. Sempre da studi effettuati da istituti di ricerca si distingue nella piastra Apula, due settori di cui uno coinvolto nella compressione, indotta dalle spinte orogenetiche appenniniche, e l'altro che presenta elementi tettonici di tipo distensivo.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 13 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

La tettonica distensiva ha coinvolto parzialmente l'area di Avetrana, e lo si può notare vedendo la morfologia piuttosto dolce del territorio. Il rilievo geologico di superficie non è riuscito a mettere in evidenza la presenza di forme attive riconducibili all'esistenza di dislocazioni tettoniche (Faglie).

Dalla lettura della Carta Neotettonica dell'Italia Meridionale (*Ciaranfi N. et alii 1983*) si evidenziano l'esistenza di una serie di dislocazioni tettoniche (Faglie dirette e presunte) classificate sulla base di evidenze morfologiche e di dati stratigrafici in possesso. In effetti dall'analisi morfologica del territorio e sulla base di similitudini con l'andamento di dislocazioni tettoniche presenti in territori vicini è possibile distinguere tre principali dislocazioni tettoniche, che (riferendosi alla Carta Neotettonica dell'Italia Meridionale) si dispongono uno nel settore meridionale del territorio, mentre gli altri due con andamento parallelo tra di loro interessano il settore centrale e orientale del territorio di Avetrana.

La dislocazione tettonica presunta ubicata nel settore meridionale del territorio con molta probabilità ha dato origine al rilievo del Monte della Marina e che interessa i Calcari di Altamura.

Le altre due dislocazioni si ubicano nel settore centrale e orientale del territorio e hanno dato origine a brevi rialzi morfologici dei terreni calcarei isolando brevi bacini sedimentari sul blocco di tetto della faglia.

Non si evidenzia nessun tipo di faglie sulle Calcareniti, sulle argille e sui depositi marini terrazzati. Questo perchè con tutta probabilità i fenomeni tettonici sono avvenuti prima del Pliocene. L'attività tettonica unitamente allo scarico tensionale dovuto all'attività erosiva ha determinato una notevole fratturazione e fessurazione indotta da stress nelle rocce calcaree.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 14 di 38	Data 06/09/2021

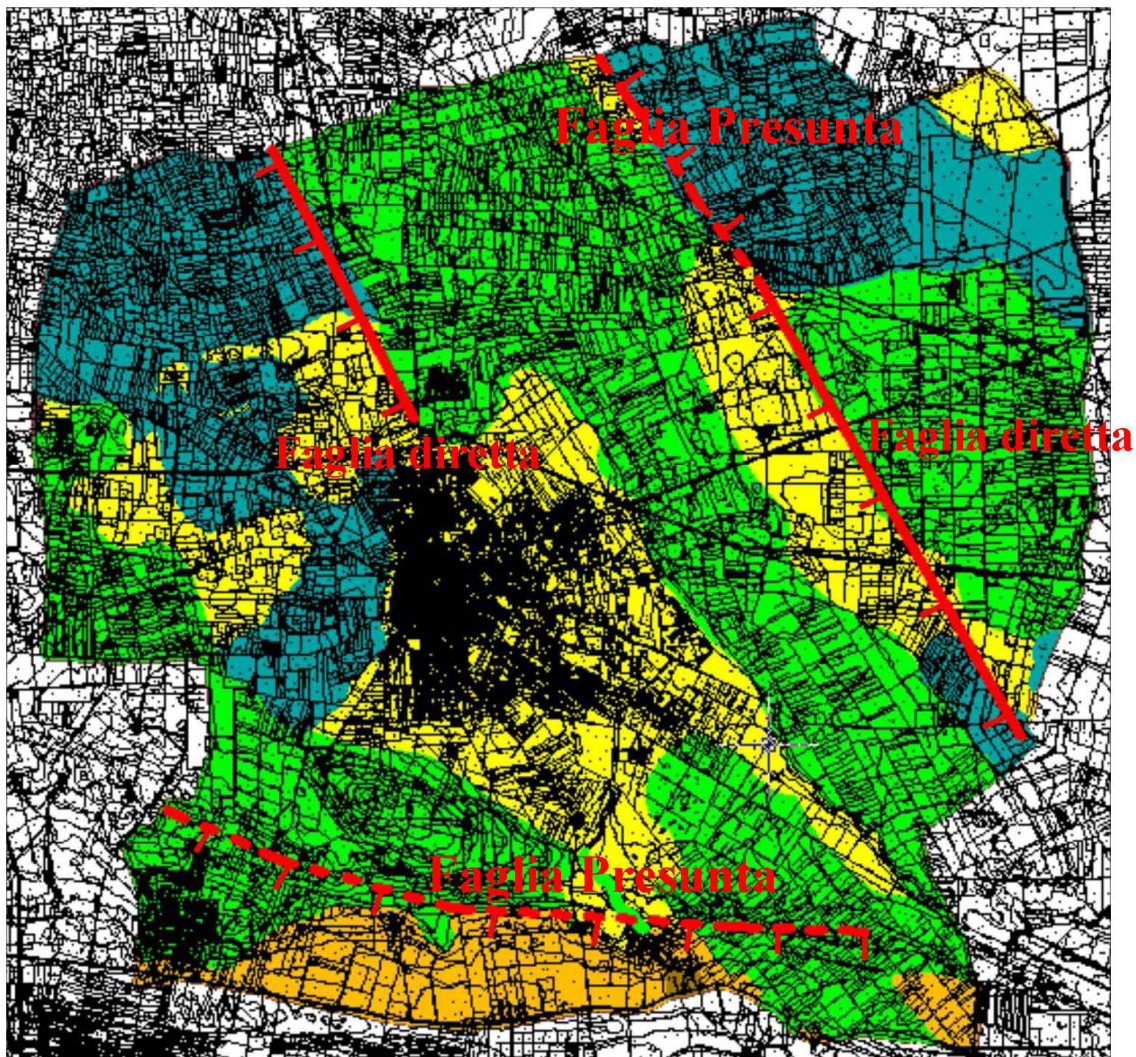


Figura 3 - Posizione delle Faglie nel territorio di Avetrana

Gli eventi tettonici che hanno coinvolto la piastra Apula, si sono manifestate nel territorio di Avetrana anche con la formazione di blande pieghe e di assi di Sinclinale. In particolare quest'ultima struttura tettonica acquista una notevole importanza, in quanto lungo il suo asse si sono depositati le formazioni geologiche del Plio-Pleistocene che interessano direttamente l'abitato di Avetrana. L'asse della Sinclinale ha un percorso che va da Grottaglie sino a Torre Colimena, passando per i territori di San Marzano di S.G., Sava, Manduria e appunto Avetrana.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 15 di 38	Data 06/09/2021

3. CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO

L'area indagata si colloca nel sistema morfoclimatico temperato con regime pluviometrico di tipo mediterraneo-marittimo caratterizzato da un periodo di massima piovosità compreso tra ottobre e marzo (con massimi in novembre e dicembre) e da un periodo di magra compreso tra aprile e settembre (con minimi in luglio e agosto).

Il fenomeno carsico, i caratteri di permeabilità delle formazioni presenti, comune a tutto il territorio salentino o se vogliamo sud pugliese, nonché quelle delle precipitazioni meteoriche non favoriscono il regolare deflusso delle acque di origine meteorica verso il mare per via superficiale portando ad un modesto sviluppo della rete idrografica, caratterizzata per lo più dalla presenza di una serie di canali più o meno profondi che a loro volta hanno disegnato un reticolo idrografico oramai appena accennato a causa dell'intenso sfruttamento agricolo e della forte urbanizzazione che ha cancellato o ha mascherato molto di quello che può essere significativo dal punto di vista morfologico.

In particolare, come da Tav. 4 "Carta Idrogeomorfologica della Puglia" estratta dal sito internet dell'Autorità di Bacino della Puglia <http://www.adb.puglia.it> ed allegata in calce alla presente, l'area oggetto dell'intervento progettuale si colloca sulla sx idrografica di un corso d'acqua episodico che sfocia in un bacino endoreico dal cui asse dista poco più di 500 mt.

Il modesto sviluppo della rete idrografica sopradescritta, si contrappone ad un più accentuato afflusso al sistema idrico sotterraneo, le cui proprietà geometriche ed idrogeologiche costituiscono, di norma, un sistema idrico discontinuo a seguito delle proprietà geolitologiche dei depositi interessati, in funzione delle quali gli stessi depositi possono essere suddivise in tre gruppi:

- a. **impermeabili** a cui appartengono i terreni affioranti costituiti da argille e limi, presenti seppur fino a modeste profondità, in maniera quasi omogenea su tutto il territorio comunale ed in particolar modo in quello indagato (coefficiente di permeabilità compreso tra $10^{-7} \div 10^{-9}$ cm/s);
- b. **permeabili per porosità interstiziale** a cui appartengono i terreni pleistocenici a composizione sabbioso-limosa e calcarenitica. I primi, localizzati negli strati più superficiali, al di sopra delle calcareniti e/o delle argille, presentano una permeabilità alquanto modesta (K dell'ordine di $10^{-4} \div 10^{-5}$ cm/s), a causa dell'abbondante presenza di

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 16 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

frazione fine (limoso-argillosa) che ne riduce significativamente la porosità efficace. Viceversa, significativamente maggiore risulta il grado di permeabilità dei sedimenti pleistocenici a composizione calcarenitica (“tufi calcarei”), caratterizzati da un’elevata porosità efficace che conferisce loro un coefficiente di permeabilità “K” dell’ordine di $10^{-2} \div 10^{-3}$ cm/s;

- c. **permeabili per fessurazione e carsismo**, a cui appartengono le rocce permeabili del complesso carbonatico, la formazione mesozoica calcarea che, costituente l’acquifero sotterraneo, è caratterizzato dalla presenza di permeabilità di tipo “secondario” , cioè non direttamente legata alle caratteristiche litologico-tessiturali dei materiali, ma piuttosto acquisita, in un secondo momento, per il concorso di cause esterne (tettonica, carsismo); esse infatti risultano interessate da un diffuso, esteso e talora piuttosto intenso stato di fessurazione, che, associato ad un carsismo a luoghi piuttosto spinto, conferisce loro una permeabilità media assai elevata sia verticalmente che lateralmente ($K \cong 10^{-1} \div 10^{-2}$ cm/sec).

In virtù dei caratteri geologico-strutturali e litostratigrafici la zona oggetto di studio ospita due ben distinti ambienti idrogeologici tra loro separati da un orizzonte impermeabile (formazione argillosa calabriana altrimenti dette argille subappenniniche):

- un primo presente nei “Depositi marini terrazzati” calcarenitico-sabbiosi in cui ha sede una falda idrica localmente indicata come falda superficiale che alimentata direttamente dagli eventi pluviali a ciclo stagionale ricadenti nell’area di interesse, seppure non sempre presente circola nell’area in oggetto a pelo libero a profondità comprese tra 3 ÷ 5 mt dal p.c. a seconda della presenza e spessore della successione di depositi sabbioso-limoso-argillosi;

un secondo, che trovando alimentazione in un vasto bacino idrografico che è quello dei massicci calcarei di portata più consistente rinvenibile nell’ammasso carbonatico mesozoico la cui superficie piezometrica si attesta ad una profondità compresa tra i 55 ÷ 57 mt dal p.c. con carico idraulico che varia nell’area in oggetto fra gli 3 ÷ 4 mt (Fig. 5.3), il cui deflusso ha prevalentemente direzione NE-SO verso l’attuale linea di costa.

<p>ASELLUS S.R.L.</p>	<p>Tipo di documento: Relazione geotecnica</p>	<p>Codice documento: R_21_PV_03</p>		
<p>Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe</p>	<p>Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03</p>	<p>Foglio n. 17 di 38</p>	<p>Data 06/09/2021</p>	<p>Revisione 00</p>



Figura 4 - Distribuzione media dei carichi piezometrici negli acquiferi carsici (Stralcio Tav. 6.2 PTA).

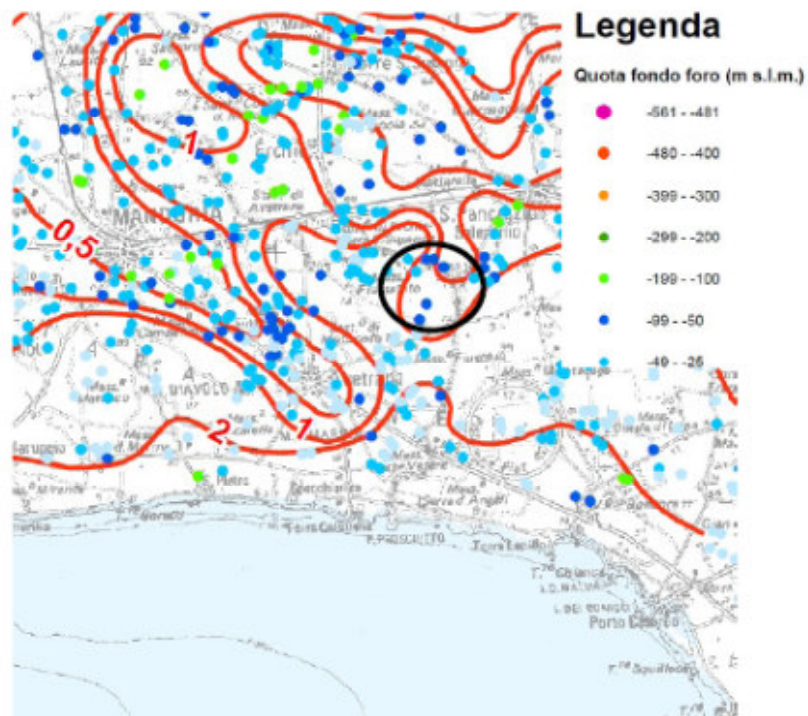


Figura 5 - Quote di attestazione dei pozzi e contenuto salino (Stralcio Tav. 9.6 PTA).

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 18 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

3.1 COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA IN CONFORMITÀ AL P.A.I. (PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO)

Con deliberazione del comitato istituzionale n. 39 del 30 novembre 2005, la Regione Puglia ha adottato il Piano di Bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI), finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Dall'analisi del P.A.I. in progetto **NON è individuata** come area a pericolosità idraulica o geomorfologica, ma in alcuni tratti ricade a meno di 75 mt da tratti di reticolo idrografico.

4. PERICOLOSITA' SISMICA

Il territorio comunale di Avetrana, appartiene alla 4° categoria della aggiornata classificazione sismica nazionale (PCM del 20.03.03 n° 3274 e Allegato 1 all'ordinanza 3274).

Dallo studio dei terremoti avvenuti in Italia da "Catalogo dei forti terremoti italiani dal 461 a.c. al 1980", edito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), si evidenzia che non sono mai avvenuti terremoti con epicentro nel territorio di Avetrana.

L'area però risente in maniera marcata dei terremoti che avvengono nelle strutture sismiche adiacenti (Appennino Calabro – Lucano, placca Dinarica). I terremoti che hanno fatto risentire maggiormente il loro effetto nell'area sono appunto due sismi avvenuti in Basilicata (16.12.1857 Is VI-VII e 05.12.1456 Is V-VI) e nella Placca Dinarica o Basso Ionio (20.02.1743 Is VIII).

Nelle immediate vicinanze del territorio di Avetrana la località che ha risentito maggiormente di eventi sismici piuttosto importanti è la città di Nardo' (LE) che nel terremoto del 20 febbraio 1743 subì circa 112 morti. In realtà il terremoto avvenne a circa 50 Km a largo delle coste del salento meridionale. L'amplificazione locale del terremoto creò danni ingenti agli abitati di Nardo' (LE) e Francavilla Fontana (BR).

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 19 di 38	Data 06/09/2021

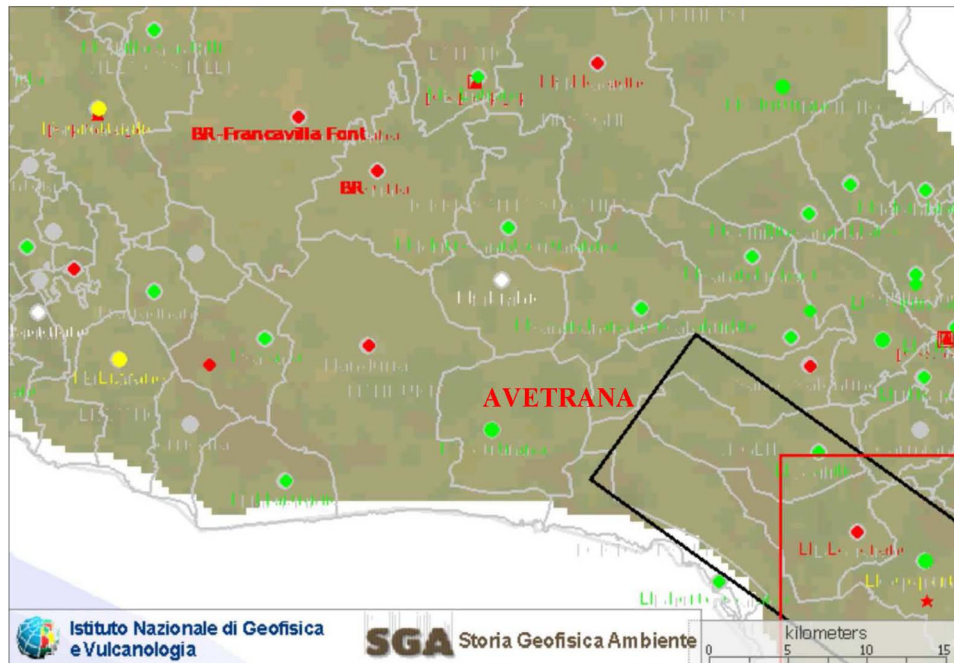


Figura 6 - Ubicazione dei principali sismi nel territorio di Avetrana e nelle sue immediate vicinanze.

Nella parte centro orientale della provincia Jonica i soli epicentri di modesti terremoti sono avvenuti principalmente a Taranto e Grottaglie (TA), mentre nella provincia di Brindisi e Lecce si ricordano i modesti sismi di Latiano (BR) e Trepuzzi (LE).

Di seguito si riportano i terremoti che hanno fatto risentire i loro effetti nel territorio di Taranto, e quindi anche su Avetrana. Fonte “Catalogo dei forti terremoti italiani dal 461 a.c. al 1980”, edito dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Date	Time	Is	Lat	Lon	Rel	Io	Imax
1980 11:23	18:34:52	IV	40.85	15.283	b	10	10
1743 02:20	16:30	VII	40.25	18.05	b	9	9

Sites	Nref	Me	Rme	Location	Country
1395	147	6.7	!	Irpinia-Basilicata	Italy
86	577	6.9	!	Basso Ionio	Italy

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 20 di 38	Data 06/09/2021

Il territorio di Avetrana quindi può risentire maggiormente solo di terremoti che avvengono in strutture sismiche posizionate ai margini della piastra Apula, e cioè la struttura sismo genetica dell'Appennino Meridionale e quella delle Alpi Dinariche. È da considerarsi remoto la possibilità di eventi sismici sul territorio di Avetrana, anche in considerazione della scarsa presenza di strutture tettoniche di una certa importanza e attive in epoche passate. Tra l'altro dallo studio statistico dei brevi terremoti avvenuti nella porzione meridionale della Puglia, l'intensità massima registrata raramente si avvicina al IV grado della scala Richter.

5. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI LITOTIPI AFFIORANTI NEL SITO DI PROGETTO

In corrispondenza dell'impianto fotovoltaico in esame, i lavori in progetto, prevedono l'esecuzione di scavi di profondità dell'ordine del metro, metro e mezzo dal p.c.. per l'inserimento di micropali che fungono da struttura di sostegno del pannello fotovoltaico.

I terreni interessati dagli scavi sono, oltre la copertura di terreno vegetale superficiale di cui si consiglia l'asportazione, e i depositi sabbioso-argilose-

In particolare, il sito direttamente interessato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico interesserà prevalentemente depositi ascrivibili alla Formazione di Gallipoli, rappresentati nell'area in esame essenzialmente da banchi arenacei e calcarenitici caratterizzati da un grado di cementazione generalmente elevato, e solo subordinatamente, soprattutto in prossimità delle aree di impluvio superficiale, l'impianto ricadrà su materiali eluviali di natura prevalentemente fina.

Intercalazioni arenacee e calcarenitiche della Formazione di Gallipoli: la Formazione di Gallipoli è costituita da sabbie argillose giallastre, da poco a molto cementate, in strati di spessore variabile dal centimetrino al decimetrico, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrine. In corrispondenza del sito in esame affiorano le intercalazioni arenacee e calcarenitiche che spesso si rinvencono intercalate nella suddetta unità. Tali livelli e/o banchi mostrano un grado di cementazione generalmente molto alto. La Formazione di Gallipoli è

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 21 di 38	Data 06/09/2021

costituita da due litotipi fondamentali: alla base sono presenti marne argillose e marne, mentre alla sommità sono presenti sabbie più o meno argillose. Le marne argillose, di colore grigio-azzurrognolo, sono generalmente plastiche e poco stratificate; esse tendono a diminuire verso l'alto, passando gradualmente a sabbie di colore giallastro o grigiastro, con un certo contenuto variabile di argilla. Le sabbie sono stratificate e talvolta parzialmente cementate. Nel territorio brindisino le sabbie e le argille sono parzialmente o totalmente sostituite da calcareniti e arenarie generalmente ben cementate. Lo spessore di tale formazione risulta elevato e pari anche al centinaio di metri.

Nel complesso, comunque, tali terreni pur non presentandosi omogenei sia lungo la verticale che in senso orizzontale, si ritiene siano caratterizzati da discrete caratteristiche meccaniche.

Depositi eluviali: sono costituiti da terreni di scadenti caratteristiche tecniche ai fini della portanza e dei cedimenti di fondazioni superficiali. Si consiglia la loro asportazione in fase esecutiva.

5.1 CALCOLO DEI MODULI

Nella tabella seguente vengono riportati i principali moduli elastici dei terreni relativi alle basi sismiche eseguite; tali valori si riferiscono all'ammasso pertanto devono essere intesi come valori medi.

BASE SISMICA 1			
<u>Dati da inserire:</u>	Sismostrato 1	Sismostrato 2	Sismostrato 3
Velocità onde P (m/s):	390	1000	1825
Velocità onde S (m/s):	180	340	638
Modulo di Poisson:	0,36	0,43	0,43
Densità naturale (gr/cmc):	1,38	1,74	2,02

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 22 di 38	Data 06/09/2021

SPESSORE MEDIO STRATO (mt)	2,00	15,00	8,50
CALCOLA:			
MODULO di YOUNG (E) MPa: (mod. di elasticità dinamico)	119	577	2356
MODULO di TAGLIO (G) MPa: (mod. di rigidità)	44	201	824
MODULO di BULK (K) MPa: (mod. di incompress. di volume)	147	1473	5642
MODULO di YOUNG STATICO MPa (Rzhevsky et alii, 1971)	14	69	284
Rigidità Sismica (Mg/m2*sec)	248	592	1291
Frequenza dello Strato	23	6	19
Periodo dello Strato	0,04	0,18	0,05
B (Larghezza Fondazione in cm)	100	100	100
K (Coeff. di Winkler in Kg/cm³)	1,68	8,73	35,52
K (Coeff. di Winkler in N/cm³)	16,44	85,64	348,30

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 23 di 38	Data 06/09/2021

BASE SISMICA2				
<u>Dati da inserire:</u>		Sismostrato₁	Sismostrato₂	Sismostrato₃
Velocità onde P (m/s):		450	1175	1900
Velocità onde S (m/s):		173	360	695
Modulo di Poisson:		0,41	0,45	0,42
Densità naturale (gr/cmc):		1,43	1,81	2,04
SPESSORE MEDIO STRATO (mt)		2,50	12,50	10,50
CALCOLA:				
MODULO di YOUNG (E) MPa: (mod. di elasticità dinamico)		118	680	2810
MODULO di TAGLIO (G) MPa: (mod. di rigidità)		42	235	987
MODULO di BULK (K) MPa: (mod. di incompress. di volume)		227	2189	6063
MODULO di YOUNG STATICO MPa (Kznevsky et alii, 1971)		14	82	338
Rigidità Sismica (Mg/m2*sec)		247	652	1420
Frequenza dello Strato		17	7	17
Periodo dello Strato		0,06	0,14	0,06
B (Larghezza Fondazione in cm)		100	100	100
K (Coeff. di Winkler in Kg/cm³)		1,74	10,45	42,01
K (Coeff. di Winkler in N/cm³)		17,04	102,44	412,02

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 24 di 38	Data 06/09/2021

BASE SISMICA 3			
Dati da inserire:			
	Sismostrato 1	Sismostrato 2	Sismostrato 3
veocita onde P (m/s):	620	1200	1850
veocita onde S (m/s):	298	402	635
Modulo di Poisson:	0,35	0,44	0,43
Densità naturale (gr/cmc):	1,54	1,82	2,03
SPESSORE MEDIO STRATO (mt)	2,90	15,00	7,60
CALCOLA:			
MODULO di YOUNG (E) MPa: (mod. di elasticità dinamico)	363	846	2347
MODULO di TAGLIO (G) MPa: (mod. di rigidità)	135	294	819
MODULO di BULK (K) MPa: (mod. di incompress. di volume)	403	2231	5858
MODULO di YOUNG STATICO MPa (Rzhevsky et alii, 1971)	44	102	283
Rigidità Sismica (Mg/m2*sec)	460	732	1289
Frequenza dello Strato	26	7	21
Periodo dello Strato	0,04	0,15	0,05
B (Larghezza Fondazione in cm)	100	100	100
K (Coeff. di Winkler in Kg/cm²)	5,07	12,83	35,48
K (Coeff. di Winkler in N/cm²)	49,71	125,85	347,94

--	--	--	--	--	--	--	--

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 25 di 38	Data 06/09/2021

BASE SISMICA4			
<u>Dati da inserire:</u>			
	Sism ostrato 1	Sism ostrato 2	Sism ostrato 3
Velocità onde P (m/s):	400	1100	1800
Velocità onde S (m/s):	161	328	620
Modulo di Poisson:	0,40	0,45	0,43
Densità naturale (gr/cm³):	1,38	1,78	2,02
SPESSORE MEDIO STRATO (mt)	2,00	13,00	10,50
<i>CALCOLA:</i>			
MODULO di YOUNG (E) MPa: (mod. di elasticità dinamico)	99	557	2221
MODULO di TAGLIO (G) MPa: (mod. di rigidità)	35	192	775
MODULO di BULK (K) MPa: (mod. di incompress. di volume)	170	1902	5500
MODULO di YOUNG STATICO MPa (Rzhevsky et alii, 1971)	12	67	268
Rigidità Sismica (Mg/m²*sec)	223	585	1250
Frequenza dello Strato	20	6	15
Periodo dello Strato	0,05	0,16	0,07
B (Larghezza Fondazione in cm)	100	100	100
K (Coeff. di Winkler in Kg/cm³)	1,43	8,57	33,56
K (Coeff. di Winkler in N/cm³)	14,07	84,08	329,12

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 26 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

6. CONSIDERAZIONI SISMOLOGICHE E STIMA DEL VS30

Il comune di Avetrana, con D.G.R. n. 1626 del 15.09.2009, ricade in zona sismica 4 (livello di pericolosità molto basso) a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, $ag < 0.05$, pari ad un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico di 0.05g.

Sulla base delle indagini sismiche eseguite appositamente nell'area in esame e considerando il profilo stratigrafico del piano di indagine, applicando l'espressione riportata nel punto 3.2.2 del D.M. del 14/01/08:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

il quale risulta compreso tra 388m/s e 473m/s; di conseguenza si può caratterizzare il sito in esame in una delle categorie di suolo di fondazione che in tal caso, nella Nuova Normativa Sismica, corrisponde ad un suolo di classe "B", definito come (punto 3.2.2. cap. 3 tabella 3.2 II del DM 14-01-2008): "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

In questo caso il valore del fattore S che tiene conto delle condizioni stratigrafiche e geotecniche del sito è pari a: $S = 1.25$.

Per caratterizzare la sismicità del sito in argomento, sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- il terreno di fondazione è costituito da un deposito sabbioso argilloso da poco a mediamente compatto;
- nell'area in esame non sono presenti faglie o importanti fratture, attive, del substrato geologico.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 27 di 38	Data 06/09/2021

- la falda freatica superficiale è confinata a più di 10 m di profondità rispetto al piano di indagine ed è peraltro completamente assente in corrispondenza del profilo elettrico T.E.1.

Non esistono quindi fattori penalizzanti, che potrebbero portare ad una eventuale amplificazione del segnale sismico o a fenomeni di “risonanza” dati dalla coincidenza tra frequenze dell’opera e frequenze naturali del sottosuolo.

Alla luce della recente normativa “Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture” 14 gennaio 2008 (Suppl Ord. G. U. 4.2.2008, n. 29) di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica dell’area in esame:

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni del D.M. 14.01.2018 (NTC 08), all. A, l’azione

Classe dell'edificio
I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edi ▼

Vita Nominale Struttura 50 ▼

Periodo di Riferimento per l'azione sismica 35

Parametri di pericolosità Sismica

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T^*_c [s]
Operatività	30	0.012	2.414	0.145
Danno	35	0.013	2.414	0.155
Salvaguardia Vita	332	0.039	2.410	0.418
Prevenzione Collasso	682	0.049	2.470	0.492

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 28 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica deve essere compatibile con le NTC, dotata di sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni ag e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

“ag” accelerazione orizzontale massima al terreno;

“Fo” valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

“Tc*” periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Valutazione dell'azione sismica

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e costituiscono l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 29 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag accelerazione orizzontale massima al terreno;
- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- Tc* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Individuazione della pericolosità del sito

Le NTC_08 (norme tecniche delle costruzioni), con le s.m.i. del 2018, ridefiniscono il concetto di pericolosità sismica di riferimento e di conseguenza sono state ridefinite le azioni sismiche di progetto-verifica.

Tramite il programma sperimentale (Spettri-NTC ver.1.03) è possibile determinare i relativi spettri di risposta, in funzione del sito e del tipo di costruzione, per ciascuno degli stati limite previsti dalla normativa.

La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in un determinato sito. Può essere definita in termini statistici e/o probabilistici.

Dal punto di vista statistico la severità di un evento sismico è descritta dalle curve di pericolosità. Ogni sito del territorio nazionale è caratterizzato da proprie curve di pericolosità che presentano in ascissa una misura della severità del terremoto come ad esempio accelerazione di picco del terreno o Se (ordinata della risposta spettrale in accelerazione) ed in ordinata la frequenza media annua di ricorrenza $L=1/Tr$ (Tr è il periodo di ritorno del sisma espresso in anni) in scala logaritmica.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 30 di 38	Data 06/09/2021

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
17,9376

LATITUDINE
40,6287

Ricerca per comune

REGIONE
Puglia

PROVINCIA
Brindisi

COMUNE
Brindisi

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, a "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



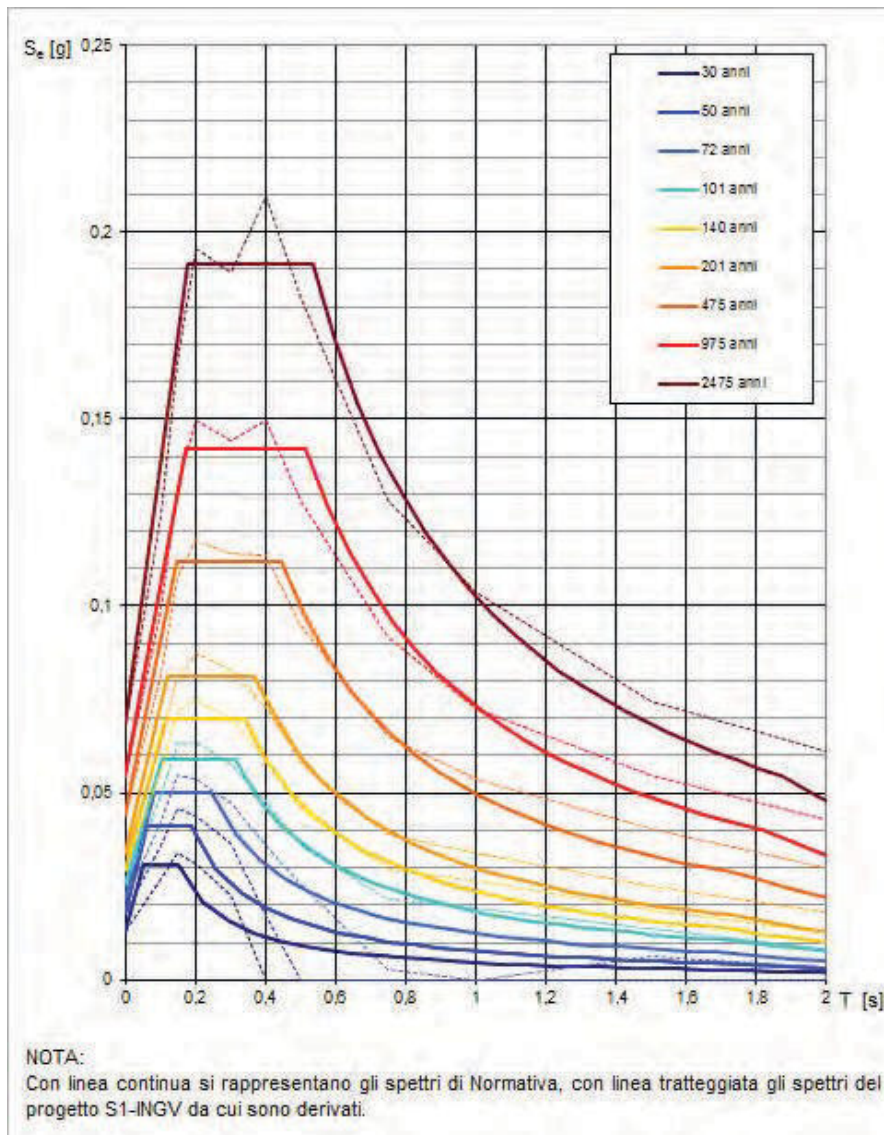
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Una volta individuati tutti i parametri geografici (longitudine, latitudine, ecc.) vengono visualizzati i quattro nodi del reticolo che circoscrivono il sito stesso.

I primi dati che si possono rilevare durante questa prima fase sono:

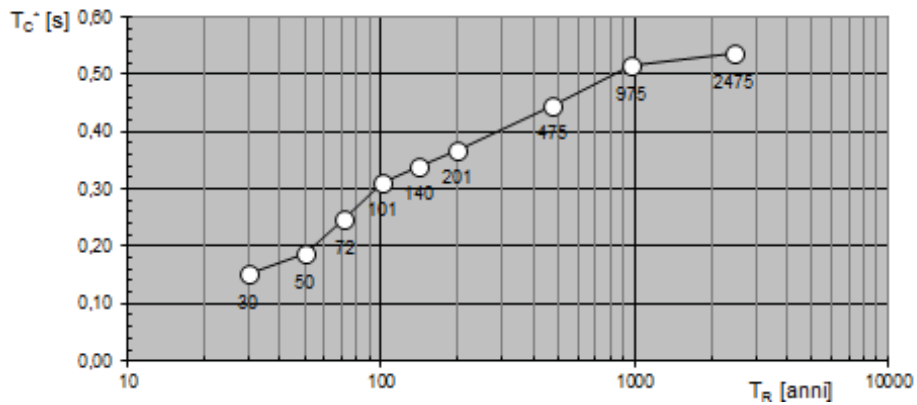
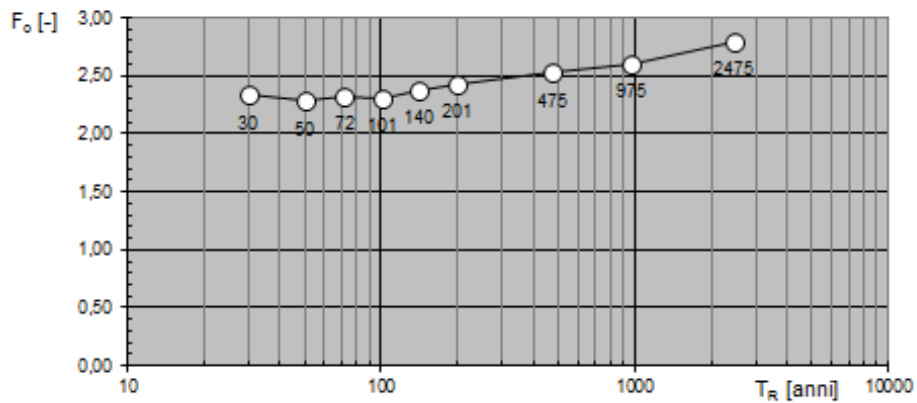
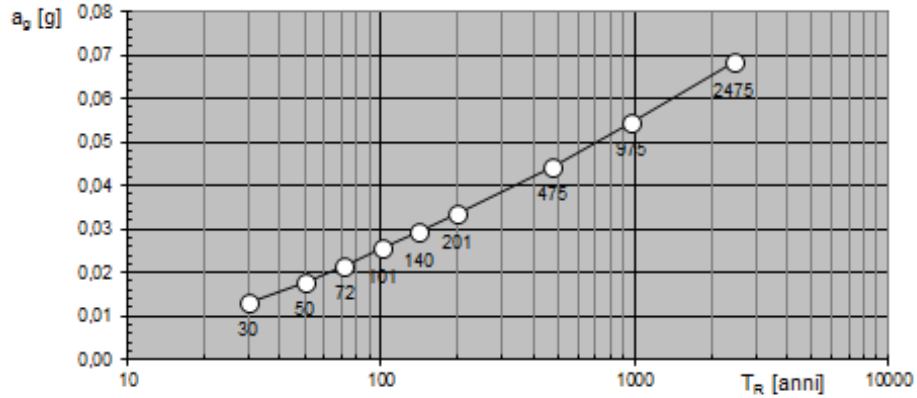
- i grafici degli spettri di risposta ottenuti in corrispondenza di ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1_INGV;
- i grafici che rappresentano la variabilità dei parametri a_g , F_o , T_c^* in funzione dl periodo di ritorno T_r .

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 31 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00



ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 32 di 38	Data 06/09/2021

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 33 di 38	Data 06/09/2021

Segue una tabella riassuntiva dei valori degli stessi parametri a_g , F_o , T_c^* per ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1_INGV.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,013	2,331	0,151
50	0,018	2,287	0,188
72	0,022	2,325	0,247
101	0,026	2,307	0,312
140	0,029	2,376	0,340
201	0,033	2,431	0,368
475	0,044	2,522	0,446
975	0,055	2,603	0,515
2475	0,068	2,795	0,536

Strategia di progettazione

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$ info
SLD - $P_{VR} = 63\%$ info

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$ info
SLC - $P_{VR} = 5\%$ info

Elaborazioni

- Grafici parametrizzazione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

<i>ASELLUS S.R.L.</i>	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 34 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

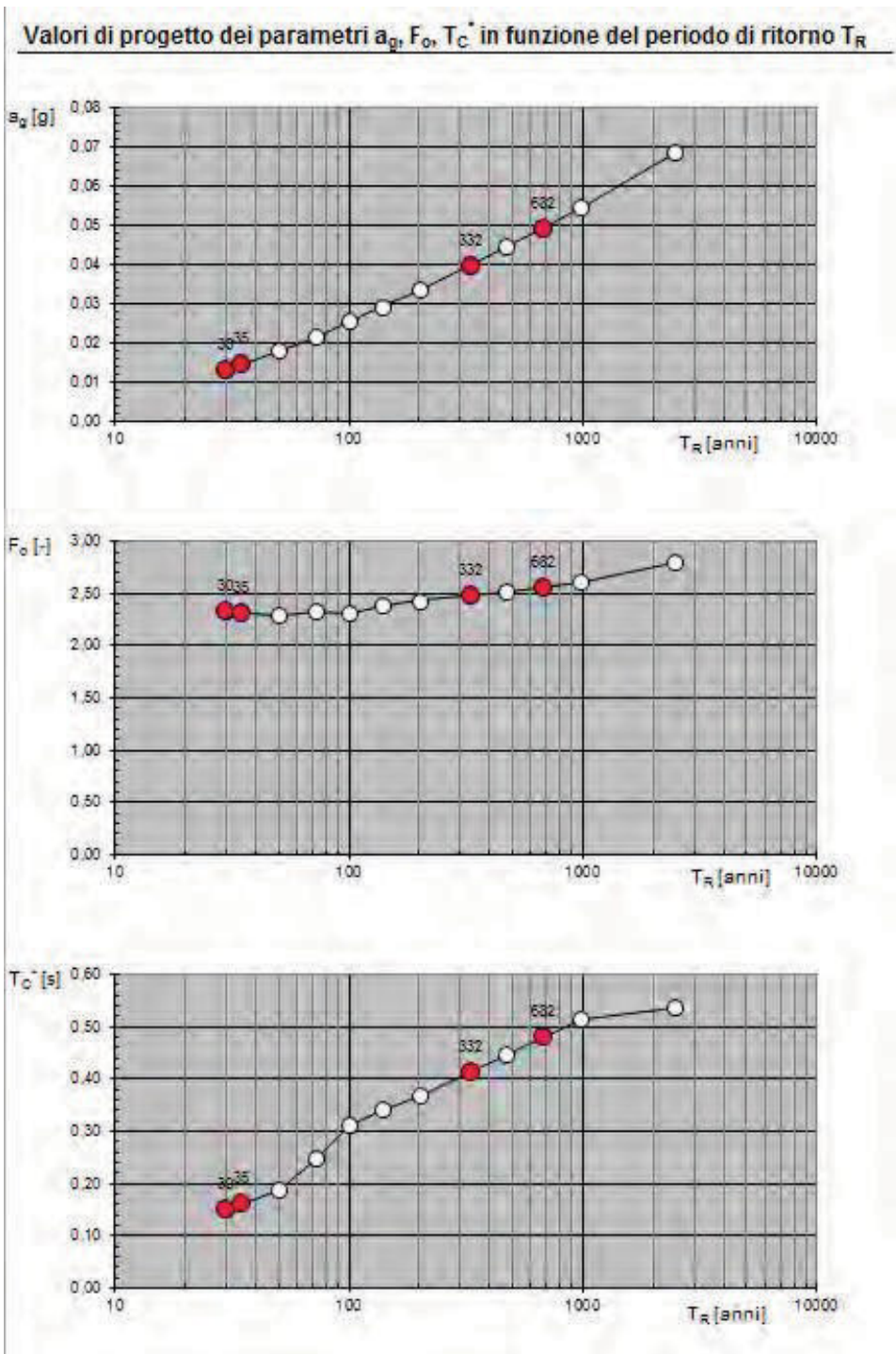
Nel nostro caso abbiamo una struttura con vita nominale V_n pari a 50 anni ed appartenente alla classe d'uso I, a cui pertanto corrisponde un coefficiente d'uso della costruzione $C_u = 0,7$.

In base a tali valori viene determinato il periodo di riferimento per la costruzione V_r che risulta in questo caso pari a 35 anni.

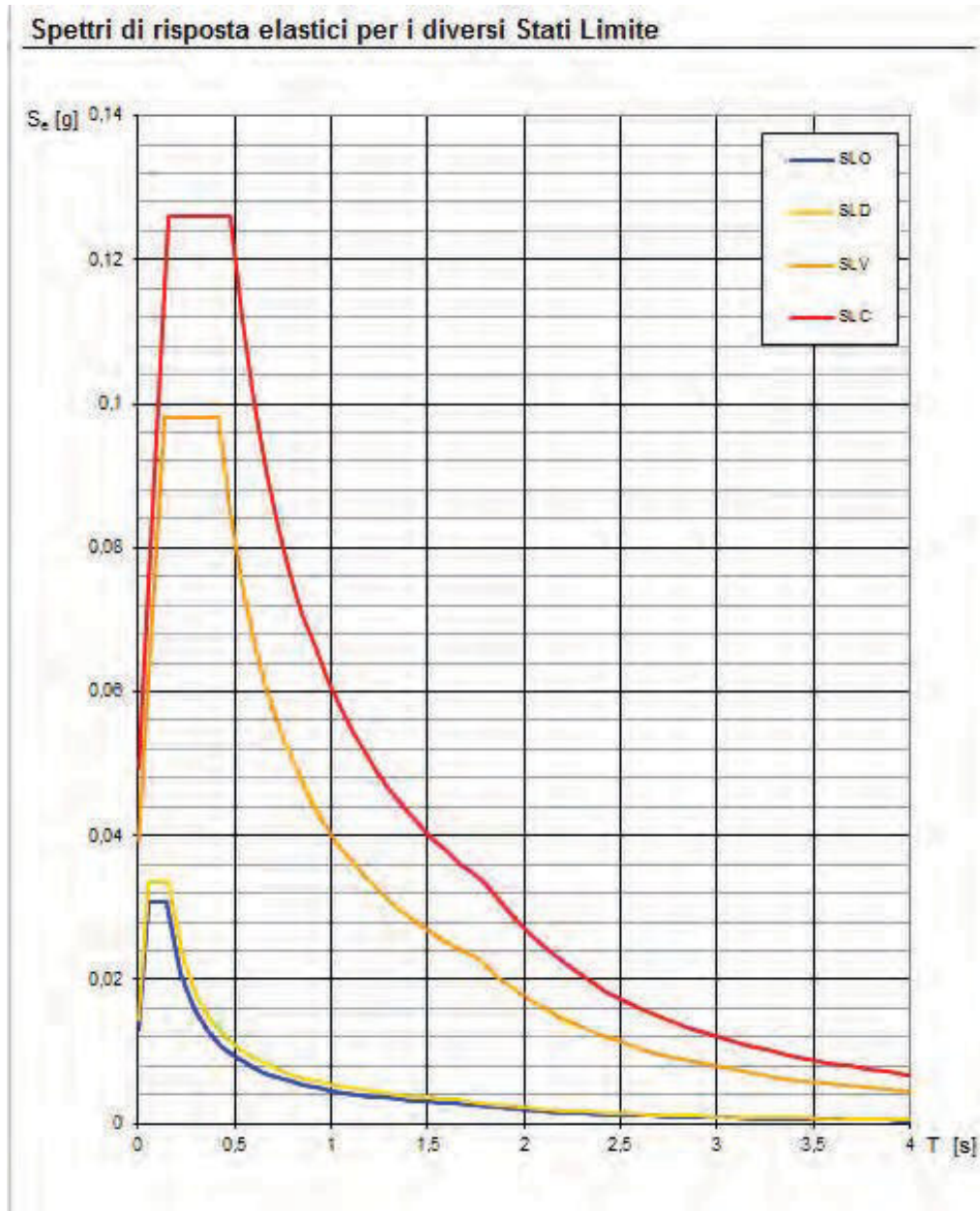
Sono quindi calcolati i valori dei periodi di ritorno corrispondenti alle probabilità di superamento per i quattro stati limite previsti dalle NTC_08.

I dati in uscita in questa fase rappresentano una selezione effettuata sui dati ottenuti nella fase precedente in corrispondenza dei valori previsti per il periodo di ritorno dei quattro stati limite considerati.

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 35 di 38	Data 06/09/2021



ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 36 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00



ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica		Codice documento: R_21_PV_03		
	Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03		Foglio n. 37 di 38	Data 06/09/2021

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,013	2,331	0,151
SLD	35	0,015	2,317	0,162
SLV	332	0,039	2,484	0,412
SLC	682	0,049	2,562	0,479

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto attiene le problematiche di carattere geotecnico connesse con la realizzazione dell'opera in progetto, è necessario considerare che le strutture di sostegno che fungono da organo di fissaggio tra il terreno e i moduli fotovoltaici sono composte da pali di lunghezza di circa un paio di metri, inseriti all'incirca per un metro nel terreno, che costituiscono il supporto principale. Il sottosuolo entro cui tali strutture dovranno penetrare è costituito da materiale di natura sabbiosa variamente addensato e/o cementato, oppure argillosa, le cui proprietà meccaniche, nel complesso buone, dipendono essenzialmente dal grado di cementazione e addensamento, dalla distribuzione e frequenza delle discontinuità strutturali e dalla maggiore o minore presenza di intervalli argillo-limosi. Analogamente, per i basamenti da realizzare per le cabine elettriche/SSE, bisogna tenere presente che si tratta di "fondazioni a platea superficiale", con piano di appoggio, mediamente tipico per la zona, a 1,5 m dal p.c. Il principale elemento da considerare, quindi, ai fini della caratterizzazione meccanica del sottosuolo è la sua marcata eterogeneità ed anisotropia.

Sinteticamente, si rileva che:

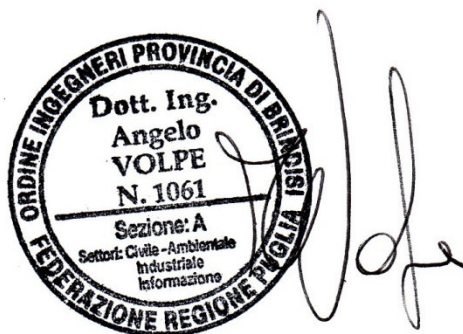
- ✓ non è stata rilevata la presenza di falda idrica superficiale a profondità tali da interessare le opere in progetto;
- ✓ i dati geotecnici utilizzati per la caratterizzazione meccanica del sottosuolo presente nell'area indagata sono stati ricavati dai risultati dell'indagine geofisica eseguita;
- ✓ per quanto attiene il deflusso idrico superficiale, non si sono evidenziate presenze di aree caratterizzate dal naturale impluvio delle acque di pioggia. L'installazione dei pannelli

ASELLUS S.R.L.	Tipo di documento: Relazione geotecnica	Codice documento: R_21_PV_03		
Studio Tecnico Ing. Angelo Volpe	Titolo sintetico: COSTRUZIONE ED ESERCIZIO IMPIANTO AGROVOLTAICO AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.3 MW E POTENZA MODULI PARI A 19.97 MWp CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA IMPIANTO 03	Foglio n. 38 di 38	Data 06/09/2021	Revisione 00

fotovoltaici, tramite palificazione e/o micro fondazione, non impedirà, comunque, in alcun modo un eventuale defluire delle acque meteoriche;

- ✓ infine, le stesse opere in progetto, per i modesti carichi trasmessi al sottosuolo, non arrecheranno problemi alla stabilità dello stesso.

Brindisi, 06/09/2021



Ing. Volpe Angelo