



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di MANFREDONIA



Proponente	LUCKY WIND s.p.a. Piazza C. Battisti, 27 71121 Foggia Tel. 0881.630470-630404 Fax 0881.630417 P.IVA 02116900719				
Progettazione Generale, elettrica e Coordinamento	 STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net				
Studio Paesaggistico e Ambientale	 VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING Arch. Antonio Demaio Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com		Studio Geologico e idraulico	Studio di Geologia Tecnica & Ambientale Dott.sa Geol. Giovanna Amedei Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793 Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it	
Studio Archeologico	 ARCHEO LOGICA srl Dott. Vincenzo Ficco Tel. 0881.750334 E-Mail: info@archeologicasrl.com		Studio Naturalistico	Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it	
Studio Acustico	Arch. Marianna Denora Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA) Tel. Fax 080 3147468 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it		Studio Agronomico	Dott.Agr. Ursitti F. Emidio Via Trieste, 7 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it	
Opera	Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, e sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, con potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.				
Procedimento	ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE UNICA ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 387/2003 e s.m.i.				
Oggetto	Folder: Relazioni e documenti del progetto definitivo dell'impianto				
	Nome Elaborato: JOQSENO_Relazione_Geotecnica.pdf				
	Descrizione Elaborato: Relazione geotecnica del progetto definitivo				
02	Dicembre 2020	Integrazioni procedimento A.U.	Vega	Arch. A.Demaio	LUCKY WIND S.p.a.
01	Gennaio 2020	Progetto definitivo per Istanza di A.U.	Vega	Arch. A.Demaio	LUCKY WIND S.p.a.
00	Luglio 2019	Richiesta di V.I.A.	Vega	Arch. A.Demaio	LUCKY WIND S.p.a.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala: NC	Codice Pratica JOQSENO				
Formato:					



*Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia*

INDICE

<i>1- Premessa e Inquadramento Normativo</i>	<i>Pag. 2</i>
<i>2- Inquadramento Geografico dell'Area</i>	<i>Pag. 5</i>
<i>3- Caratterizzazione Geotecnica e Sismica del terreno</i>	<i>Pag. 8</i>
<i>4- Considerazioni Conclusive</i>	<i>Pag. 18</i>

APPENDICE

<i>Allegato 1</i>	<i>Risultati Sondaggio Geognostico</i>
<i>Allegato 2</i>	<i>Risultati Prospezioni Sismiche</i>



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

- 1 – PREMESSA

E INQUADRAMENTO NORMATIVO

La presente relazione, redatta secondo il punto 4.2.3 della D.D. n. 1/2011 – Istruzioni Tecniche - definisce i caratteri geotecnici dei terreni interessati dalle opere puntuali previste nel “***Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, e sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, con potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto***”.

Per le finalità indicate ci si è avvalsi degli studi e della relazione geologica e dei risultati rinvenuti dalla campagna d'indagine svolta, che hanno consentito di ricostruire gli spessori, le giaciture ed i rapporti stratigrafici delle formazioni geolitologiche presenti nel sottosuolo di tutta l'area di progetto.



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Per la caratterizzazione dal punto di vista geologico-
tecnico e sismico sul sito di progetto è stata condotta una cam-
pagna d'indagine consistente in:

- n. 1 sondaggio geognostico spinto sino alla pro-
fondità di 30 m dal p.c. con prelievo di campioni indisturba-
ti ed esecuzione di prove SPT;
- n. 1 stendimento sismico avente una lunghezza
di 36m perla determinazione delle V_{S30} ;

Per la redazione della presente relazione geotecnica si è
avvalsi, non da ultimo, della raccolta di dati e notizie biblio-
grafiche ottenute da fonti ufficiali pubbliche e private, e delle
conoscenze geologiche del territorio di Manfredonia acquisite
nel tempo dal gruppo di progettazione.

Dal punto di vista Legislativo, invece, si sono tenute in
debito conto le indicazioni programmatiche e tecniche, oltre
che le norme, contenute nei seguenti provvedimenti:

*Decreto Ministeriale 14.01.2008 (G.U. 4 febbraio 2009 n. 29 – Suppl. Ord.)
“Norme tecniche per le costruzioni”*

*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Istruzioni per l'applicazione delle
“Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008, Circolare
2 febbraio 2009;*



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Pericolosità sismica e Criteri generali
per la classificazione sismica del territorio nazionale, Allegato al voto n. 36 del
27.07.2007*

*Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009,
n. 617 (G.U. del 26 febbraio 2009, n. 47);*

*“Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al
D.M. 14 gennaio 2008”. Eurocodice 7 –“ Progettazione geotecnica” –ENV 1997
–1*

*D.G.R. 2 marzo 2004, n. 153 -L.R. 20/00 -O.P.C.M. 3274/03 – Individuazione
delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere
strategici e rilevanti -Approvazione del programma temporale e delle indicazioni
per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi*



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area di intervento è sita nell'agro di Manfredonia (Fig. 1) in località "Panetteria del Conte", con coordinate geografiche baricentriche del sito pari a:

Latitudine	Longitudine
41°26'30"N	15°46'41"E

Tale area risulta situata a 18 Km ad Est di Foggia e 23 Km a Sud – Sud Ovest di Manfredonia

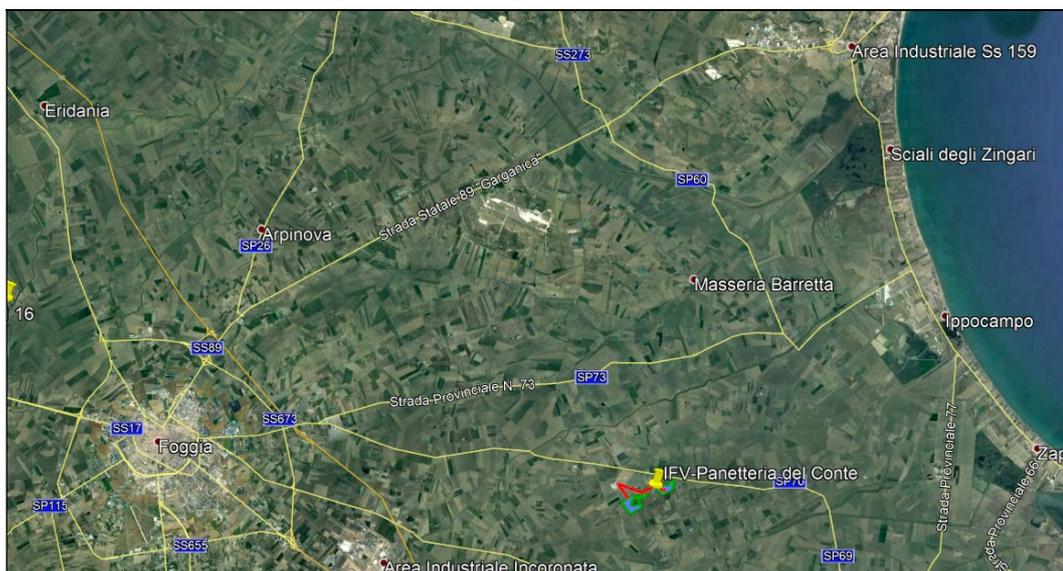


Fig. 1: Ubicazione dell'area d'intervento

Dal punto di vista catastale l'area è individuabile nel seguente modo:

Foglio di Mappa	P.lle
127	113
128	118, 159, 160 e 161



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Dal punto di vista geologico i terreni dell'area in questione, in base alle caratteristiche rinvenute nel corso del rilevamento geologico, sono ascrivibili (Fig. 2) alla **Formazione delle Alluvioni terrazzate (Qt3)** costituite da sedimenti sabbiosi –argillosi, subordinatamente ciottolosi che presentano frequentemente terre nere e incrostazioni calcaree. Tali alluvioni terrazzate assumono una certa importanza lungo i corsi dei tre torrenti principali: Candelaro, Cervaro e Carapelle.

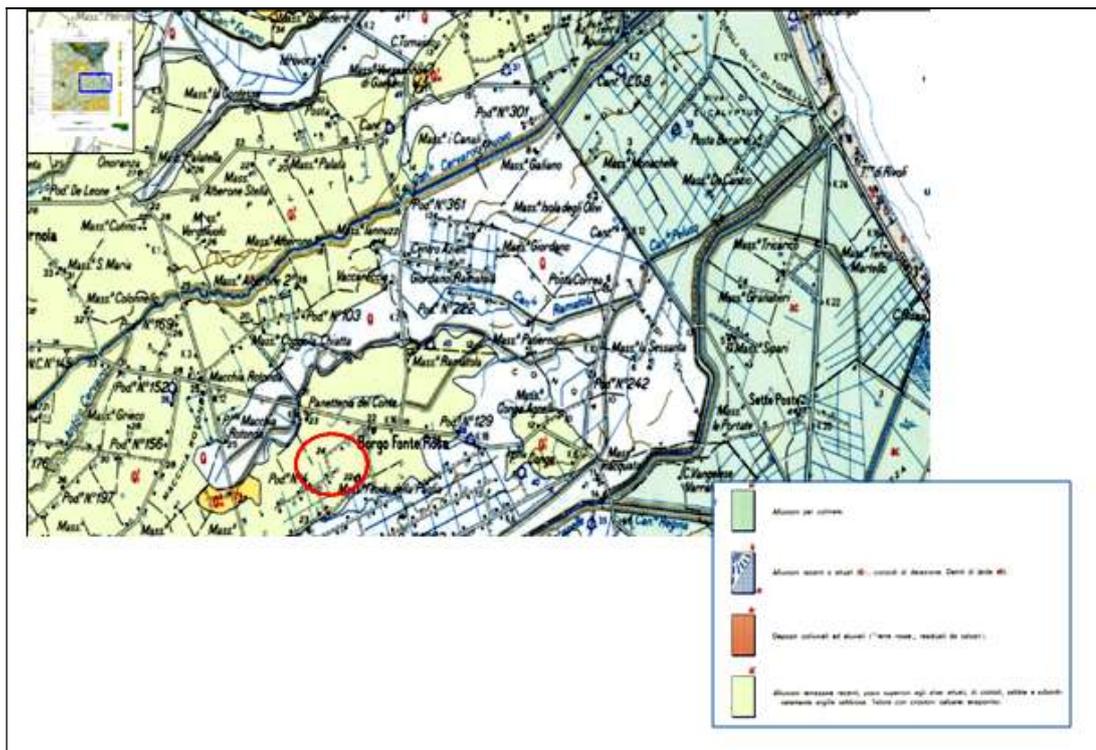


Fig. 2: Stralcio Carta Geologica dell'area



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Dal punto di vista tettonico - strutturale tale porzione di territorio sente l'influenza di diverse faglie dirette e/o transtensive (Fig. 3).

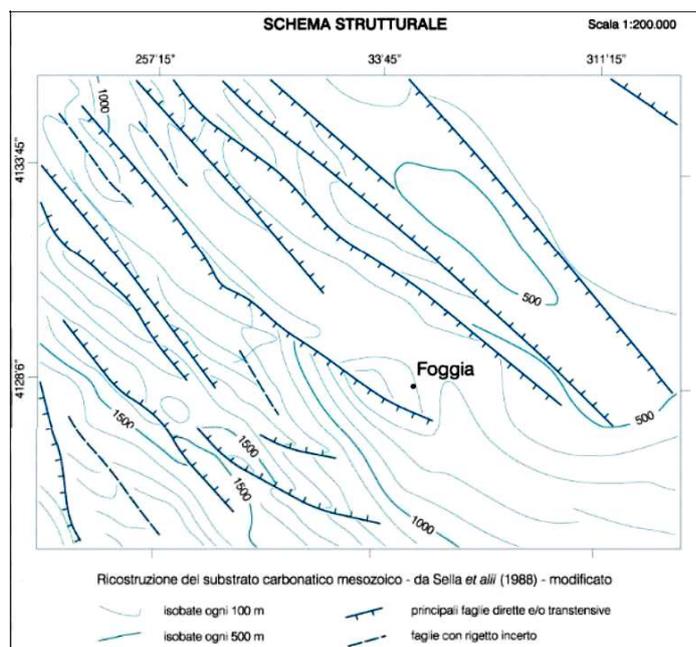


Fig. 3: Schema Strutturale del Tavoliere

Particolare rilevanza riveste la Faglia denominata Foggia – Cerignola Nord, una faglia trascorrente a direzione circa E-O con blocchi ribassati verso Nord di circa 130°, con probabile deformazione degli intervalli stratigrafici ascrivibili a 0,66 Ma. Tale faglia è responsabile anche di diversi sismi registrati in tempi recenti.



3 - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA DEL TERRENO

Per l'individuazione del profilo stratigrafico dei terreni di fondazione è stata realizzata la seguente campagna di indagini:

- n. 1 sondaggio geognostico spinto sino alla profondità di 30 m dal p.c. con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove SPT;
- n. 1 stendimento sismico avente una lunghezza di 36m per la determinazione delle V_{S30} ;

L'ubicazione delle indagini è riportata alla Fig. 3 mentre per le caratteristiche delle stesse si rimanda alla Relazione Geologica allegata al progetto.

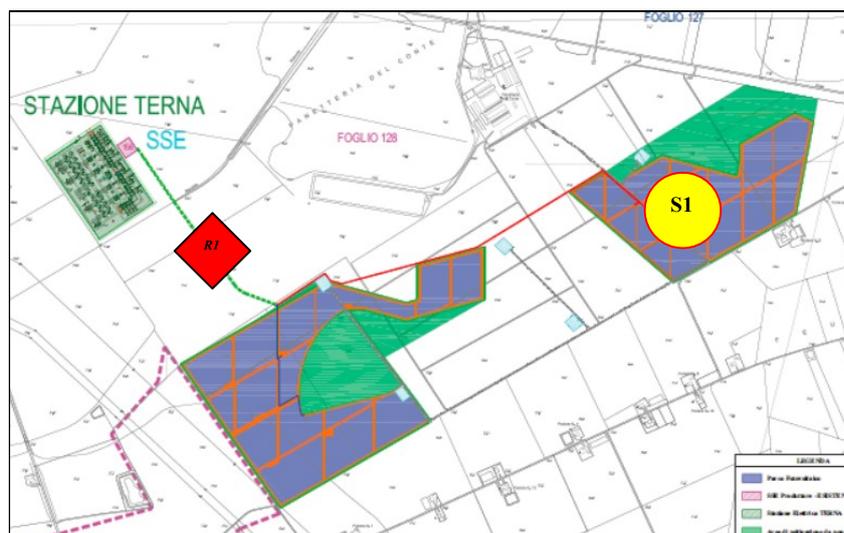


Fig. 3  Stendimento Sismico
 Sondaggio Geognostico



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Dal punto di vista geotecnico si sono considerate le indagini di laboratorio, eseguite presso il **Geo Test** di Melfi, sui campioni prelevati durante il sondaggio meccanico e riassunte in Tabella 1 e 2.

<i>Campione</i>	<i>Profondità di prelievo</i>	<i>Peso di volume</i>	<i>Contenuto d'acqua</i>	<i>Peso secco</i>	<i>Indice dei vuoti</i>	<i>porosità</i>	<i>Grado di saturazione</i>	<i>Caratteristiche granulometriche e classificazione AGI</i>	<i>Argilla</i>	<i>Limo</i>	<i>Sabbia</i>	<i>Ghiaia</i>	<i>C'</i>	<i>φ'</i>
<i>nr.</i>	<i>mt.</i>	<i>KN/m³</i>	<i>%</i>	<i>KN/m³</i>	<i>-</i>	<i>%</i>	<i>%</i>		<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>KPa</i>	<i>gradi</i>
<i>C1</i>	<i>8,0–8,55</i>	<i>19,6</i>	<i>25,8</i>	<i>15,6</i>	<i>0,706</i>	<i>41,4</i>	<i>99,3</i>	<i>Argilla con limo</i>	<i>59,5</i>	<i>38</i>	<i>2,5</i>	<i>0</i>	<i>15</i>	<i>11,8</i>
<i>C2</i>	<i>18,00–18,55</i>	<i>19,2</i>	<i>19,8</i>	<i>16</i>	<i>0,645</i>	<i>39,2</i>	<i>82,5</i>	<i>Sabbia con argilla</i>	<i>30</i>	<i>23,9</i>	<i>45,1</i>	<i>0</i>		

Tabella 1

Campioni	S₁/C 1	S₁/ C 2	Limiti di Atterberg
Valori			
LL	65.1 %	36 %	Limite liquido
LP	24.5 %	18.8%	Limite plastico
IP	40.6 %	17.2%	Indice di plasticità
IC	0,97	0,94	Indice di consistenza

Tabella 2

In particolare i terreni che saranno interessati dalle fondazioni, ad esclusione della coltre più superficiale di terreno vegetale, sono caratterizzati da tre sostanziali complessi geotecnici costituiti rispettivamente da:



1) **Coltre superficiale:** costituita da terreno vegetale e/o materiali di riporto limo argilloso con sostanze carboniose e ciottoli in dispersione, mediamente poco addensato e scarsamente coesivo per uno spessore complessivo di circa 1.20 m

Proprietà Geotecniche:

$\gamma =$	18,96 KN/m³
c'	0 KPa
φ'	20°

2) **Argille limose di colore avano.**

Si rinvencono a profondità di circa 1,20 m. dal p.c. sino alla profondità di 17 m dal p.c. fondo foro. Esse possono ritenersi dotate delle seguenti caratteristiche:

$\gamma =$	19,6 KN/m³
c'	15 KPa
φ'	11,8°
Cu	55 Pa

3) **Argille limose di colore grigio.**

Si rinvencono a profondità di circa 17 m. dal p.c. sino alla profondità di 20.5 m dal p.c. Dotate delle seguenti caratteristiche:



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

$\gamma =$	19,2 KN/m³
c'	19-20 KPa
φ'	20-22°
Cu	74Pa

La falda acquifera risulta essere di tipo profondo e tale da non interessare, in termini geotecnici, né direttamente le fondazioni né la superficie delle tensioni indotte.

Per la determinazione del carico ammissibile del terreno verrà utilizzata la formula proposta da TERZAGHI – BRINCH HANSEN, applicata agli Stati Limite Ultimi, ai sensi del Nuovo Testo Unico per le Costruzioni (NCT 2018).

In ogni caso le verifiche di portanza saranno eseguite sulla scorta dei valori geotecnici che andranno meglio contestualizzati e definiti, in fase di progettazione esecutiva, con ulteriori indagini dirette e prove di laboratorio.

Sulla base dei valori di V_{s30} , invece, i suoli indagati possono essere attribuiti alla **Categoria C** ($360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$), ai sensi delle NTC 2018 (Fig. 4).



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo	
Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{6,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	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 $V_{6,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{6,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_g > 800$ m/s).

Fig. 4: Classificazione sismica terreno

L'area in esame è stata classificata, in base all'O.P.C.M. 3274 del 2003 e successivo aggiornamento n. 3519 del 2006, nella zona sismica di 2° categoria, con le seguenti caratteristiche:

<i>Codice ISTAT</i>	<i>Classificazione Sismica</i>	<i>PGA</i>	<i>I</i>
<i>2001</i>	<i>2003</i>	<i>(g)</i>	
071029	Zona 2	0,25	8 MCS

A tutto questo bisogna aggiungere l'amplificazione stratigrafica e topografica dell'area.

L'amplificazione stratigrafica per un sottosuolo di categoria A prevede i coefficienti **Ss (Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica)** e **Cc (Coefficiente di Sottosuolo)** pari a 1.



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V delle NCT 2018, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per le condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie T topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Per descrivere la pericolosità sismica in un generico sito con precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, nonché nei modi previsti dalle NTC2018, i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta, nelle condizioni di sottosuolo rigido affiorante.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti, dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica *probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR*:

- **A_g (A_{max})** = accelerazione massima al sito;
- **F_0** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T_C^*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di A_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre F_0 e T_C^* sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie (come visto in precedenza con la determinazione della Categoria di sottosuolo sito specifica C e dei coefficienti di amplificazione topografica $ST = 1,0$ e stratigrafica $Ss = 1,5$)

CATEGORIA DI SUOLO	Da VS30 →	C
COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA ST	T1- superficie pianeggiante ,pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0
	T2- pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$; in corrispondenza della sommità del pendio	1,2
	T3- Rilievi aventi larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$; in corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
	T4- Rilievi aventi larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$; in corrispondenza della cresta del rilievo	1,4
COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA Ss	da tabella 3.2.V (v. tabulati elaborazioni precedenti)	1,5
fattore $S = Ss \cdot ST$		$\bar{S} = 1,5$

Considerando dunque:

1. Le coordinate geografiche del sito;
2. La tipologia di costruzione ricadente in classe 1 con Vita Nominale (VN) delle opere in progetto pari a 35 anni e un coefficiente d'uso pari a 0,7, pertanto un periodo di riferimento (VR) pari a 24,5 anni ($VR = VN \times Cu$);



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Si ottengono i seguenti parametri sismici:

Dati Generali					
Località			Dati opera		
Indirizzo Manfredonia			Tipo opera 2 - Opere ordinarie		
Lat. Long. 41.630734 15.91651			Classe d'uso Classe II		
			V. Nominale 50 V. Rif. 50		
Parametri sismici su sito di riferimento					
SL	TR [Anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec.]	
SLO	30.00	0.530	2.463	0.274	Categoria sottosuolo C
SLD	50.00	0.696	2.493	0.288	Categoria topografica T1
SLV	475.00	1.932	2.462	0.332	
SLC	975.00	2.560	2.437	0.341	
Coefficienti sismici orizzontali e verticali					
Opera	Muri di sostegno (NTC 2008)				
SL	amax [m/s ²]	Beta	khk [-]	kvk [-]	Khi [-]
SLO	0.795	0.18	0.0146	0.0073	0.0
SLD	1.044	0.18	0.0192	0.0096	0.0
SLV	2.7221	0.24	0.0666	0.0333	0.0
SLC	3.3748	0.31	0.1067	0.0533	0.0
Stato limite di riferimento					SLO

Con i seguenti valori di accelerazione orizzontale

FONDAZIONI				
ag accelerazione orizzontale massima	<i>STATO LIMITE</i>			
	<i>SLU SLV</i>		0,047	
	<i>SLU SLC</i>		0,056	
	<i>SLE SLD</i>		0,025	
	<i>SLE SLO</i>		0,025	
amax accelerazione massima	amax = S*ag = Ss * St *ag		0,684 <i>per SLV</i>	
Coefficiente sismico orizzontale	Kh = βs*amax/g		0,014	
amax accelerazione massima	amax = S*ag = Ss * St *ag		0,368 <i>per SLD</i>	
Coefficiente sismico orizzontale	Kh = βs*amax/g		0,008	



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

4- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il progetto di cui è stato effettuato lo studio strutturale e geotecnico consiste nel “***Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, e sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, con potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto***”.

Alla luce dello studio geologico/geotecnico condotto su tutta l'area progettuale incluse le aree interessate dalle opere di connessione fino alla cabina e delle risultanze delle indagini eseguite è stato possibile costruire un modello geotecnico che attesta l'idoneità del terreno per la posa delle fondazioni dell'impianto progettuale.



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

In appendice si riportano le indagini eseguite mentre per ulteriori caratterizzazioni si rimanda alla relazione geologica che risulta parte integrante dell'intero progetto

Tanto in adempimento all'incarico conferitomi





*Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia*

APPENDICE



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

STRATIGRAFIA

PROF. DAL P.C. (m)	POTENZA (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI			FALDA		% DI CAROTAGGIO	CONSISTENZA	S.P.T. PROF. m ----- n.colpi	POCKET PENETROMETER (Kg/cm ²)	VANE TEST PROF. m C _u (Kg/cm ²)
		SIMBOLOGIA A.G.I.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROF. DI PRELIEVO (m)	CAMPIONATORE	TIPO PRELIEVO	PROF. DI RINV. (m)	PROF. DI STAB. (m)					
0.0	1.20		TERRENO VEGETALE GRIGIO NERASTRO						100				
5.0	15.80		ARGILLE LILOSE DI COLORE AVANO OCRA CON LOCALI LIVELLI ALTERATI E OSSIDAZIONI BRUNASTRE Localmente si rinvengono piccoli clasti, concrezioni calcitiche, livelli e spolverate sabbiose	S1 C1 5.0/ 5.5					100		m 3.0 4(4-7)		
10.0	17.0		ARGILLE LILOSE DI COLORE GRIGIO AZZURROGNOLE	S1 C2 18.0/ 18.5					100		m 13.0 8(10-12)		
15.0	20.50		GHIAIE GRANULOSOSTENUTE IN ABBONDANTE MATRICE SABBIOLO LIMOSA						80				
20.0	24.00		Limi sabbioso argillosi con piccoli ciottoli in dispersione						100				
25.0	25.00		ARGILLE LILOSE DI COLORE GRIGIO AZZURROGNOLE						100				
30.0	26.00		LIMI SABBIOLO ARGILLOSI CON LIVELLI E SPOLVERATE PIU' SABBIOSE						100				
	30.00												

FINE SONDAGGIO 30.00 m

Rif. Ramatola A24 Puglia Energia



*Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia*

ALLEGATI FOTOGRAFICI





Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia



0,00

5.00



5,00

10.00



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia



10,00

15,00



15,00

20,00



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia



20,00

25.00



25,00

30.00



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Prova sismica MASW

Per il caso oggetto di studio è stata realizzata una prova sismica attiva del tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), la quale si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato.

Per ciò che riguarda l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il seguente software:

“SURF SAIS 2.05” del Kansas Geological Survey.

Le prove MASW sono molto utili per ricavare il parametro V_{s30} , richiesto dalla nuova normativa sismica, in maniera semplice ed economica ma decisamente affidabile. Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica. Lo scopo della prova consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito (velocità delle onde di taglio S) tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di Rayleigh (VR) ed un successivo processo di inversione.



Strumentazione e configurazione geometrica utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale M.A.E. A6000S, avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- “Automatic Gain Control”
- convertitore A/D a 24 bit
- 24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 10 Kg.

La configurazione spaziale in sito è equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea". In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

- 24 geofoni con interspazio (Gx) di 1.5 metri;
- n. 1 energizzazione ad offset (Sx) -3 m ;
- passo di campionatura pari a 1000 Hz;
- lunghezza delle tracce sismiche pari a 4.096 sec.



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

Tale configurazione ha consentito di mitigare gli effetti near-field dovuti alle onde di volume ed ha altresì consentito di avere le seguenti risoluzioni spaziotemporali: lungo i numeri d'onda k la risoluzione è di 0.261, mentre la risoluzione in frequenza è pari a 0.488 Hz.

Elaborazione dati

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi :

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali (fig. 1) nel dominio frequenza f – numero d'onda K ;

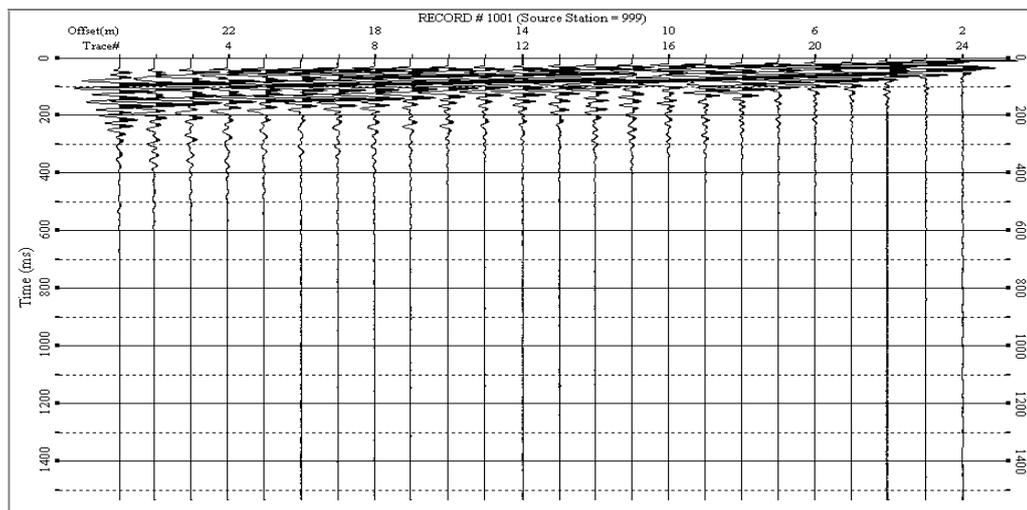


Fig. 1 – Sismogramma ottenuto.

- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie f - k cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) consentono di risalire alla curva di dispersione



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

delle onde di Rayleigh nel piano V_{fase} (m/sec) – frequenza (lentezza(s/m) – frequenza (Hz) (fig.2).

- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p , la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo (fig. 3);
- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.



RISULTATI

La velocità di fase risulta dispersa nel piano velocità (sec/m)-frequenza (Hz) in un intervallo di frequenza compreso tra 0 Hz e 30 Hz. La corrispondente velocità di fase apparente è compresa, rispettivamente, tra 100 m/sec e 500 m/sec (Fig.2).

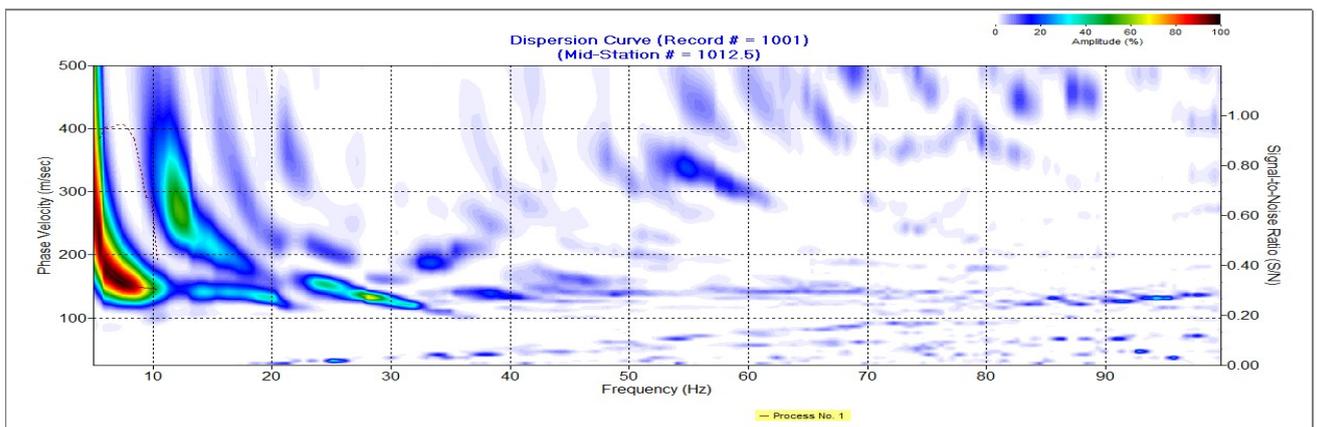


Fig. 2 – Densità spettrale normalizzata nei piani Velocità di fase

La curva di dispersione teorica calcolata attraverso l'*inversione* del modello di velocità evidenzia un buon accordo con la curva di dispersione sperimentale.



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

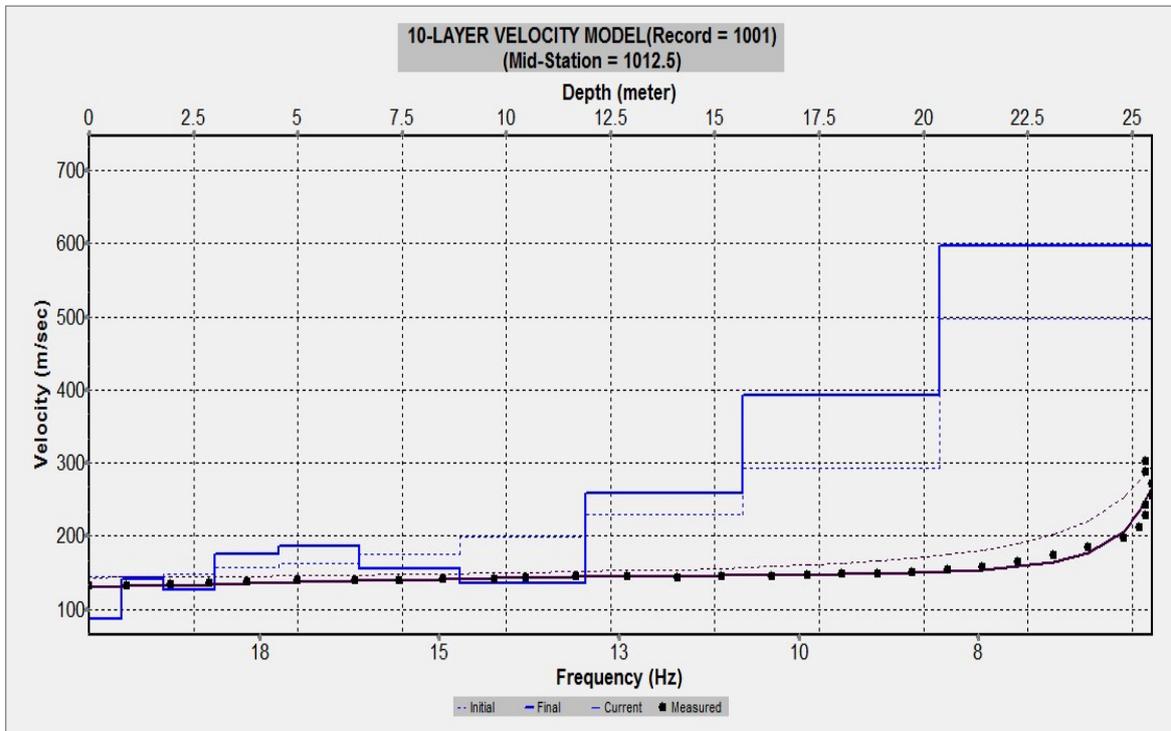


Fig. 3 – Modello di velocità del sottosuolo

DEFINIZIONE SUOLO TIPO

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 1 - “Range” NTC 2018



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato
con allevamento ovi-caprino – Comune di Manfredonia

In presenza di suoli di tipo B, C, D E, S1, S2 il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al bedrock, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

In assenza di una specifica analisi di amplificazione locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D ed E la normativa introduce un fattore di amplificazione S e i periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%. In presenza di suoli speciali di tipo S1 e S2 la normativa impone uno studio specifico per determinare gli effetti di amplificazione sismica locale. La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30m di profondità:

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

dove V_i e h sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato i -esimo.

Per il caso in esame risulta che il suolo è di **tipo C**
($V_s 30 = 345 \text{ m/s}$)