

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG PASCOLO SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 92.7 MWp  
COMUNE DI PORTOMAGGIORE E ARGENTA (FE)

## Proponente

### EG PASCOLO S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 12084640965 · PEC: egpascolo@pec.it

## Progettazione

### META STUDIO S.R.L.

Via SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE)

P.IVA: 02164240687 · PEC: metastudiosrl@pec.it

## Collaboratori

Progettazione Generale: Ing. Corrado Pluchino

Progettazione Civile e Idraulica: Ing. Fabio Lassini

Progettazione Geotecnica-Strutturale: Dott. Matteo Lana

Progettazione Elettrica: Ing. Andrea Fronteddu

Progettazione Ambientale e Paesaggistica: Dott.ssa Eleonora Lamanna

Progettazione Opere di Connessione: Brulli Trasmissione S.r.l.

## Coordinamento progettuale

### META STUDIO S.R.L.

Via SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE)

P.IVA: 02164240687 · PEC: metastudiosrl@pec.it

## Titolo Elaborato

### RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
	DOC_REL_22			05.09.22	-

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	05.09.2022	-	DG	ML	CP



COMUNE DI PORTOMAGGIORE (FE)  
COMUNE DI ARGENTA (FE)  
REGIONE EMILIA ROMAGNA





# RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA





## Sommario

1.	PREMESSA .....	4
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	5
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....	6
4.	SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL PRIMO SOTTOSUOLO .....	13
5.	INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE .....	14
6.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE .....	16
7.	CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI .....	18



## 1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la Relazione geologico-geotecnica" relativa al progetto di un impianto fotovoltaico denominato "EG PASCOLO - Bando" e delle relative opere di collegamento alla Rete Elettrica Nazionale (RTN), che la Società EG PASCOLO S.r.l. intende realizzare in Emilia-Romagna nel territorio comunale di Argenta e Portomaggiore (FE), in prossimità della loc. Bando.

Il parco fotovoltaico EG PASCOLO avrà potenza elettrica nominale pari a 92.7 MW, sarà esercito in parallelo alla rete di distribuzione elettrica in regime di cessione totale e sarà costituito da diverse sezioni denominate "Campi" dislocate in aree tra loro limitrofe (Campo da 1 a 7).

In particolare, l'impianto sarà collegato alla rete di trasmissione nazionale sulla linea esistente "Ravenna Canala - Ferrara Fomocorto" a 380 kV e sulla linea esistente "CP Portomaggiore - CP Bando" a 132 kV. A tal fine il progetto includerà anche la realizzazione delle seguenti opere di connessione:

- cavidotti interrati a 36 kV di connessione tra le varie sezioni di impianto e la Cabina di Raccolta di campo;
- una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/132/36 kV (SE RTN), da realizzare nel territorio comunale di Portomaggiore (FE);
- un cavidotto interrato a 36 kV di lunghezza pari a circa 3 km, per il collegamento tra la Cabina di Raccolta e la SE, che attraverserà i territori comunali di Argenta e Portomaggiore in Provincia di Ferrara;
- raccordi aerei a 380 kV per la connessione della SE RTN alla linea esistente "Ravenna Canala - Ferrara Fomocorto";
- raccordi aerei a 132 kV per la connessione della SE RTN alla linea esistente "CP Portomaggiore - CP Bando".

Scopo del presente Studio è la caratterizzazione preliminare, da un punto di vista geologico, geotecnico e sismico, dei terreni destinati ad accogliere le aree del Parco FV e le opere di connessione lineari (i.e. cavidotti).

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione è ubicata in prossimità della loc. Bando tra i comuni di Argenta e Portomaggiore (FE), così come riportato in figura 1.

Nei capitoli seguenti si illustreranno, dopo un breve inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico, le indagini geognostiche realizzate e si procederà ad una caratterizzazione geotecnica e sismica preliminare dei terreni che costituiscono il sottosuolo delle aree in esame.

La presente relazione è stata redatta in conformità al D.M. 17.01.2018 ("Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni").

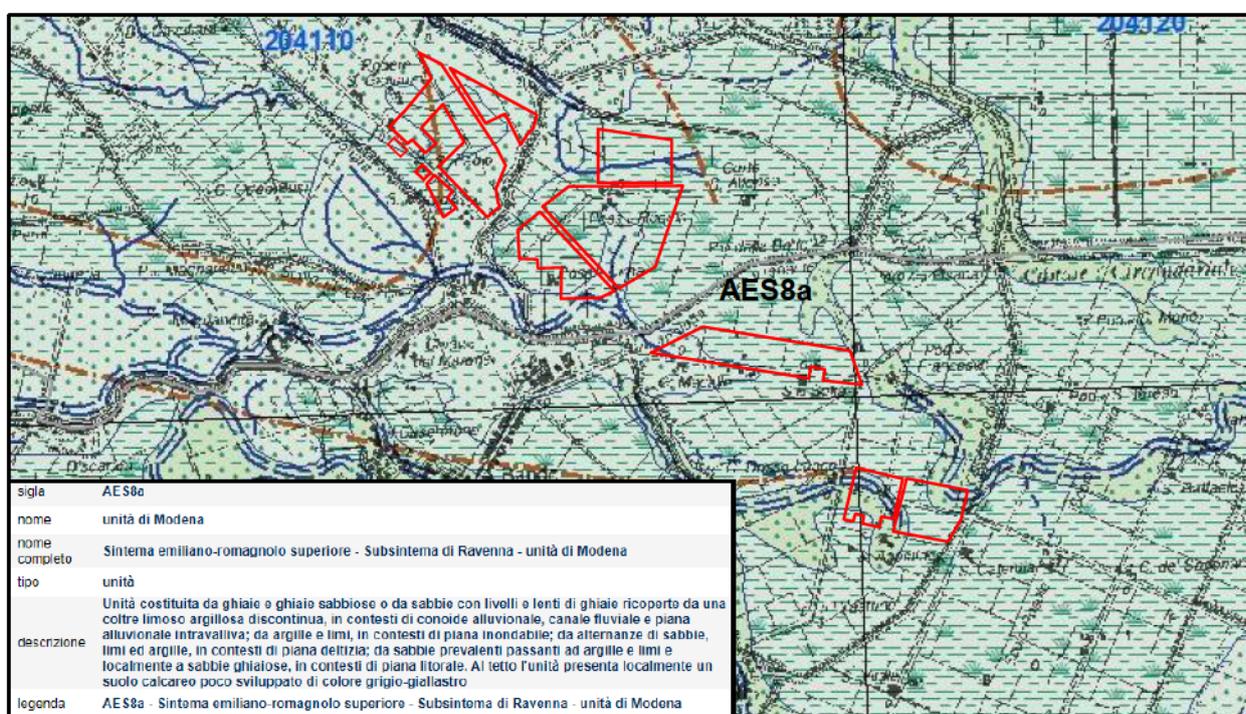


**Figura 1:** Corografia con ubicazione delle aree oggetto della presente relazione (in rosso – Google Map).

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

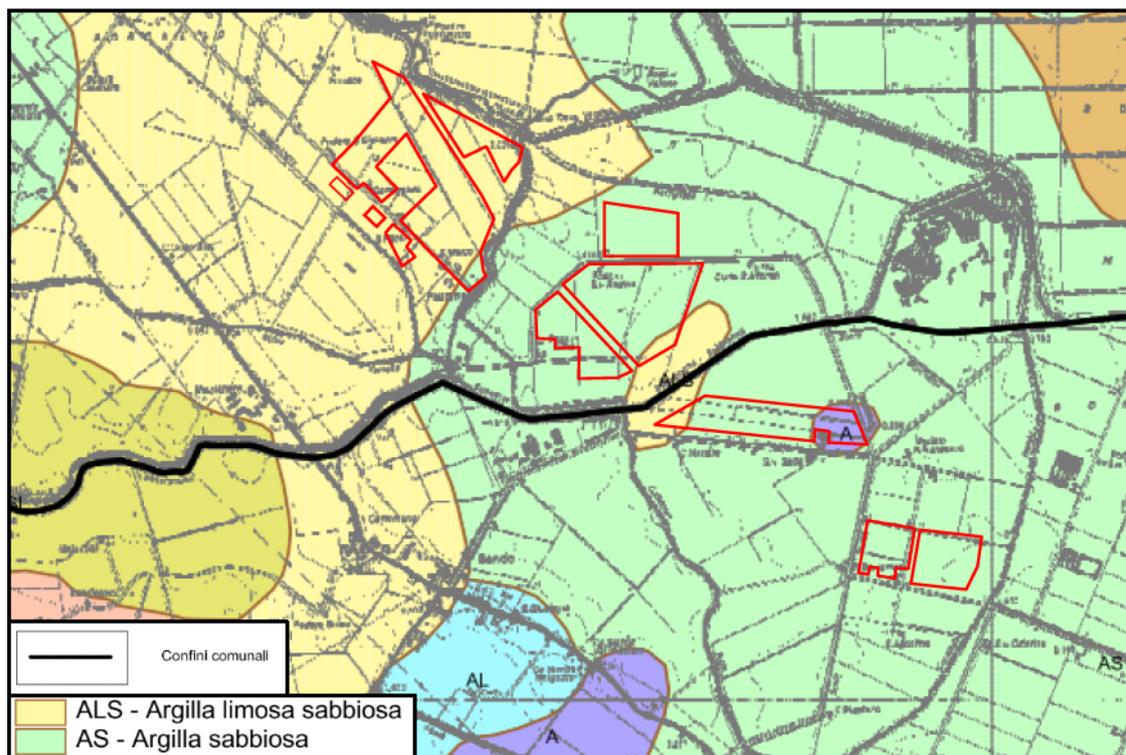
Nel settore della pianura a cui appartiene l'area in esame affiorano principalmente depositi legati a facies continentali e deltizie, inizialmente formate esclusivamente da sedimenti di provenienza padana, e successivamente anche da sedimenti a provenienza appenninica, particolarmente sviluppati nella parte meridionale.

Facendo riferimento alla carta geologica della Regione Emilia Romagna, l'area in oggetto presenta litologie appartenenti al Sintema Emiliano Romagnolo Superiore (AES - *Pleistocene medio-sup.*) ed in particolare all'Unità di Modena (AES8a) che costituisce la parte sommitale del Subsintema di Ravenna (Figura 2).

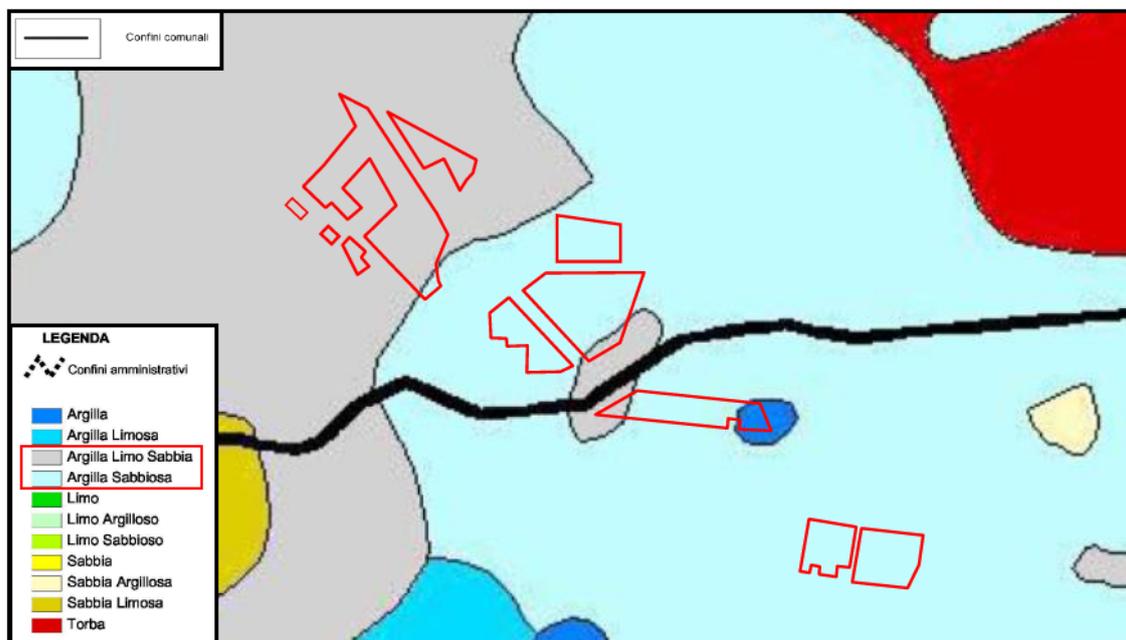


**Figura 2:** estratto della cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna con ubicazione delle aree in esame (rettangolo rosso).

Litologicamente, come riportato nello studio geologico a supporto del PSC redatto da "Unione dei Comuni Valli e Delizie" ed nella carta delle litologie di superficie della Provincia di Ferrara, trattasi di depositi di piana deltizia ed alluvionale, costituiti da sabbie da medie a fini, in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, localmente sabbie grossolane in corpi lenticolari e nastroforni (figura 3 e 4).

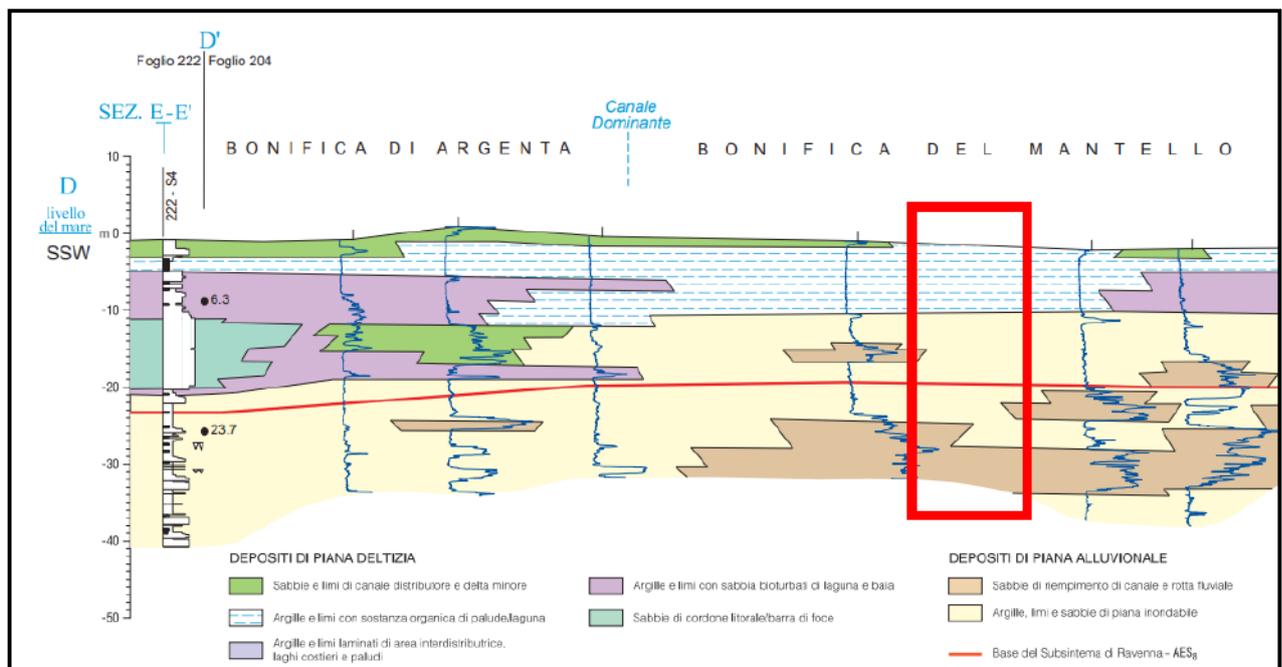


**Figura 3:** Inquadramento geologico del territorio comunale di Argenta e Portomaggiore, con ubicazione delle aree in esame (in rosso), tratto dallo studio geologico a supporto del PSC.



**Figura 4:** Inquadramento geologico del territorio comunale di Argenta, con ubicazione dell'area in esame (in rosso), tratto dalla carta delle litologie di superficie della Provincia di Ferrara.

In figura 5, si riporta la sezione geologica di riferimento n. 117, ubicata in prossimità dell'area in oggetto (Geoportale della Regione Emilia-Romagna), da cui si evince che la successione stratigrafica del sottosuolo risulta caratterizzata dalla presenza, fino ad una profondità di circa 10 m, di argille e limi con presenza di sostanze organiche, legati ad un ambiente lacustre e palustre/di laguna. Al di sotto si sviluppa un banco di argille, limi e sabbie, legati ad un ambiente di piana inondabile fino a circa 25/30 m di profondità. Procedendo in profondità fino ad una profondità di circa 35/40 m, si trovano sabbie legate ad un processo di riempimento di un letto fluviale/rotta fluviale, di cui si nota traccia anche all'interno del banco di argille, limi e sabbie più recenti soprastanti, in forma lenticolare e più limitato a livello di volumi.

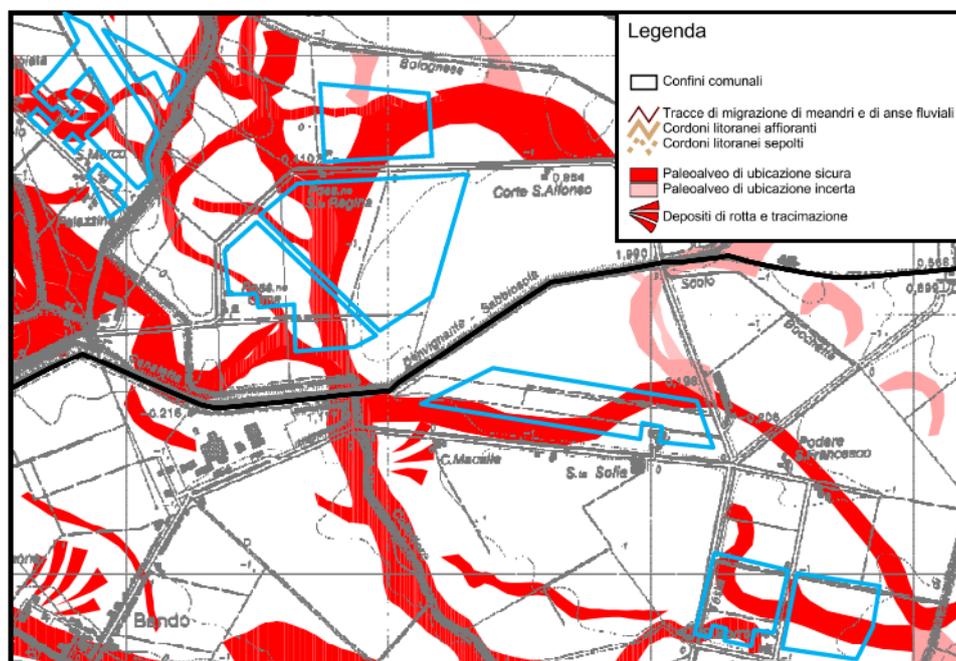


**Figura 5:** Sezione geologica di riferimento n.117 (geoportale dell'Emilia-Romagna) con ubicazione dell'area in esame (rettangolo rosso).

L'evoluzione geomorfologica della pianura ferrarese è avvenuta interamente nel periodo olocenico, ossia nei millenni successivi all'imponente risalita del mare, dopo l'ultima glaciazione. Gli agenti di tale evoluzione sono stati i fiumi, prevalentemente in condizioni di sedimentazione, nonché il mare e il vento, che hanno ridistribuito lungo la costa i sedimenti fluviali e, come ultimo nel tempo, l'uomo (ultimi due millenni). Tra i fattori che hanno avuto grande influenza va citata la subsidenza, che

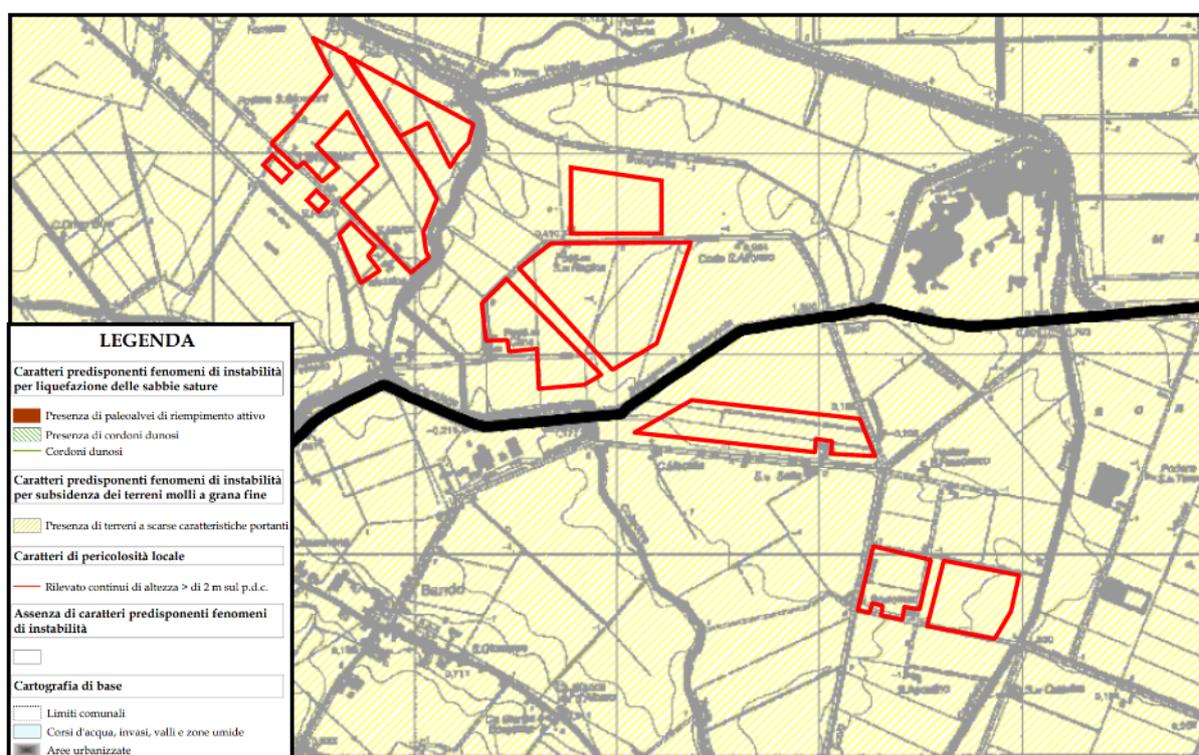
da millenni è fortemente sensibile in questa regione, prodotta sia dallo spontaneo costipamento dei sedimenti incoerenti (limi, argille e torbe), causato dal peso di quelli sovrastanti e dai movimenti del substrato roccioso, che da cause antropiche quali l'eccessivo emungimento di acque sotterranee o la realizzazione di pozzi metaniferi. Le condizioni sono state rappresentate dalle variazioni climatiche che hanno caratterizzato l'Olocene: i periodi freddi e piovosi hanno infatti prodotto frequenti esondazioni e mutamenti del corso dei fiumi, nonché rapidi accrescimenti degli apparati deltizi. Il territorio comprende, in effetti, gran parte dell'area che è stata sede delle divagazioni e delle foci del Po nell'Olocene; i tratti terminali del Po hanno mutato spesso la loro posizione, catturando talora quelli di vari torrenti appenninici, e gli apparati deltizi hanno costruito la fascia più orientale della provincia, rubando spazio al mare (Castiglioni, Pellegrini, 2001).

Le principali strutture geomorfologiche presenti nel territorio sono 1) i paleoalvei principali e secondari 2) le conoidi di rotta o di esondazione, 3) i principali cordoni litoranei affioranti, ossia ancora riscontrabili sul terreno e 4) i principali cordoni litoranei sepolti da materiali alluvionali depositatisi dopo la loro costruzione.



**Figura 6:** Inquadramento geomorfologico del territorio comunale di Argenta e Portomaggiore, con ubicazione delle aree in esame (rettangoli azzurri), tratto dalla carta geomorfologica a supporto del PSC.

Questi corpi sedimentari interessano le aree in oggetto e presentano quindi caratteri che predispongono fenomeni di instabilità. Nello specifico, questi paleovalvei di ubicazione sicura ed incerta impostano nell'area in oggetto fenomeni di instabilità per subsidenza dei terreni molli a grana fine, a causa delle scarse caratteristiche portanti degli stessi (figura 7).



**Figura 7:** Inquadramento geomorfologico del territorio comunale di Argenta e Portomaggiore, con ubicazione delle aree in esame (rettangolo rosso), tratto dalla carta della potenziale presenza dei caratteri predisponenti agli effetti di sito a supporto del PSC.

L'area si presenta come sub-pianeggiante posta d una quota altimetrica di circa -2 m s.l.m., inserita in un contesto non edificato e priva di processi geomorfologici attivi di una certa entità (sito stabile).



*Vista delle caratteristiche morfologiche delle aree in oggetto*

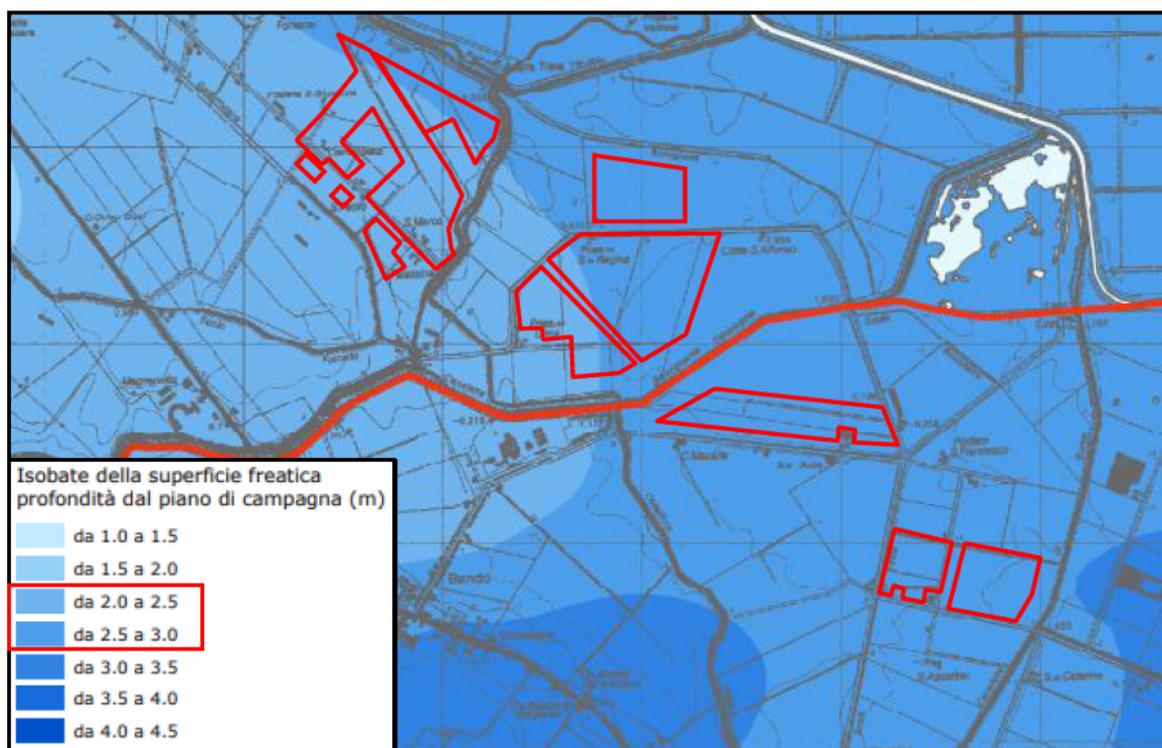
Gli aspetti idrogeologici rilevanti per il progetto in esame sono legati prevalentemente alla soggiacenza della falda freatica ed alle sue oscillazioni nel tempo.

Per quanto riguarda la valutazione delle caratteristiche e della profondità della prima falda, definita come falda freatica (cioè con un livello superiore libero di oscillare), si è fatto riferimento alla documentazione tecnica esistente

Facendo riferimento alla *Carta delle Isobate* contenuta nello studio geologico del PSC, si ricava che la falda nell'area in esame è mediamente posta ad una profondità compresa tra 2 e 3 m dal piano campagna con variazioni stagionali valutabili nell'ordine di 1-2 metri.

E' possibile dunque in certi periodi in seguito ad eventi meteorici prolungati, la superficie della falda possa raggiungere il p.c. attuale.

Tale dato risulta coerente con quanto misurato durante l'esecuzione delle indagini geognostiche (installazione tubo piezometrico temporaneo all'interno del foro della prova penetrometrica): la falda è stata rilevata ad una profondità di 1.6 m da p.c. (21 Giugno 2022).



**Figura 8:** Estratto dalla Carta delle Isobate, a supporto del PSC di "Unione dei Comuni Valli e Delizie", con ubicazione delle aree in oggetto (rettangoli rossi).



*Istallazione piezometro temporaneo.*

## 4. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL PRIMO SOTTOSUOLO

Le caratteristiche litologiche preliminari del primo sottosuolo relative alle aree in esame sono state ricostruite in seguito all'esecuzione di n.1 sondaggio a percussione spinto fino a 3 m di profondità da p.c. (S1) ed eseguito infiggendo a percussione il tubo carotiere da 101 mm tramite penetrometro PAGANI.

Di seguito si riporta la successione stratigrafica rilevata:

<b>S1</b>	
<b>Profondità da p.c.</b>	<b>Litologia</b>
0.0 - 0.3 m	Terreno di riporto limoso-argilloso, colore grigio cenere
0.3 - 1.5 m	Limo argilloso con frustoli vegetali
1.5 - 2.5 m	Argilla deb. limosa, color grigio cenere
2.5 - 3.0 m	Torba, colore marrone scuro/nero



*Cassetta del sondaggio a percussione (S1).*

## 5. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

In base al contesto geologico sopra descritto ed alle caratteristiche progettuali e logistiche del sito, si è dimensionata una campagna di indagini geognostiche da cui ricavare gli elementi per una caratterizzazione geologico-tecnica e sismica preliminare dei terreni che costituiscono l'area in esame. La campagna è consistita nell'esecuzione di:

- **N. 1 prova penetrometrica dinamica (DP1)** eseguita con penetrometro dinamico tipo PAGANI TG 63/100 kN (maglio da 73.5 kg) e spinta fino 12 m di profondità da p.c.;
- **N. 1 stendimento sismico con la metodologia MASW (M1).**
- **N.1 Sondaggio a percussione (S1)**, spinto fino a 3.0 di profondità.

In *figura 9* si mostra l'ubicazione delle indagini geognostiche effettuate, mentre nell'Allegato si riportano i risultati delle prove.

Le indagini geognostiche sono state effettuate alla quota dell'attuale p.c.: tale quota è stata assunta come quota di riferimento q.r.

La prova penetrometrica è stata eseguita con l'obiettivo di definire le caratteristiche meccaniche preliminare dei terreni, mentre l'indagine geofisica è stata eseguita per la caratterizzazione sismica dei terreni.



*Indagini geognostiche: sondaggio a percussione, prova penetrometrica e prospezione geofisica MASW.*



**Figura 9:** Ubicazione delle indagini geostatiche effettuate (immagine tratta da Google Map).

## 6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Nel presente capitolo si riportano le informazioni relative alla caratterizzazione geologico-tecnica preliminare dei terreni che costituiscono le aree in oggetto.

Si ribadisce il carattere preliminare delle informazioni di seguito riportate che devono essere intese come indicative ed utili per un primo inquadramento delle problematiche geotecniche che interessano il sito in esame ed andranno necessariamente verificate/integrate in fase esecutiva della progettazione con una campagna di indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo con prove in foro e/o prove CPTU/CPTU) adeguatamente dimensionata (quantità e profondità di indagine).

Per la valutazione dei parametri geotecnici sono state utilizzate le più note e diffuse correlazioni basate sui valori di  $N_{SPT}$  (conversione  $N_{SPT} = 1.25 \times N_{DP}$ ,  $N_{DP}$  = numero di colpi misurati dalla prova penetrometrica), confrontati con le litologie in esame e, ove possibile, si sono utilizzati diversi approcci, confrontandone criticamente i risultati.

I parametri geotecnici sono stati così definiti:

- ✓ Il peso di volume  $\gamma$  è stato assunto pari a  $18 \text{ kN/m}^3$  (limiti di variabilità indicati in letteratura tecnica – *Colombo et al 1996*);
- ✓ L'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  è stato ricavato utilizzando la correlazione di *De Mello* e successivamente confrontato con le correlazioni di *Wolff* (1989) e *Shioi&Fukuni* (JNR 1982);
- ✓ La coesione non drenata  $C_u$  è stata ricavata utilizzando la correlazione di *TERZAGHI & PECK* in funzione del valore di  $N_{SPT}$ ;
- ✓ Il modulo elastico  $E'$  è stato definito utilizzando la correlazione proposta da *Bowles* (1998) per i litotipi argilloso-limosi.

Facendo riferimento a quanto riportato nel D.M. 17.01.2018, per ciascun strato che compone il modello geotecnico si sono riportati i valori caratteristici dei parametri geotecnici ( $\gamma$ ,  $\phi$ ,  $C_u$  e  $E$ ), calcolati come valore medio probabilistico della distribuzione dei valori ottenuti.

Sulla base di quanto precedentemente esposto, è possibile costruire il seguente modello geotecnico preliminare per l'area in esame.

<b>Unità geotecnica</b>	<b>Litologia</b>	<b>Profondità da q.r.</b>	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	<b>Cu</b> [kPa]	<b>E</b> [MPa]
<b>R</b>	Terreno vegetale e/o rimaneggiato limoso-argilloso	0.0-0.3 m	-	-		-
<b>A</b>	Limo argilloso con locale presenza di torba	0.3-4.2 m	18	20-22	10-25	1-3
<b>B</b>	Limo ed argilla deb. sabbioso	4.2-7.2 m	18	23-25	30-40	2-4
<b>C</b>	Limo argilloso deb. sabbioso	7.2-9.9 m	18	25-27	40-50	4-6
<b>D</b>	Limo sabbioso-argilloso	9.9 -12.0 m	18	28-30	70-90	6-10

**Tabella 1:** Valori caratteristici dei parametri geotecnici di ciascuna unità che compone il sottosuolo.

Sulla base delle indagini geognostiche effettuate emerge che il sottosuolo è costituito da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche, molto compressibili se sottoposti a carichi e dunque potenzialmente contraddistinti da elevati valori dei cedimenti sia totali che differenziali. Tali aspetti andranno quantificati nella fase successiva della progettazione sulla base di una nuova campagna di indagini geognostiche.

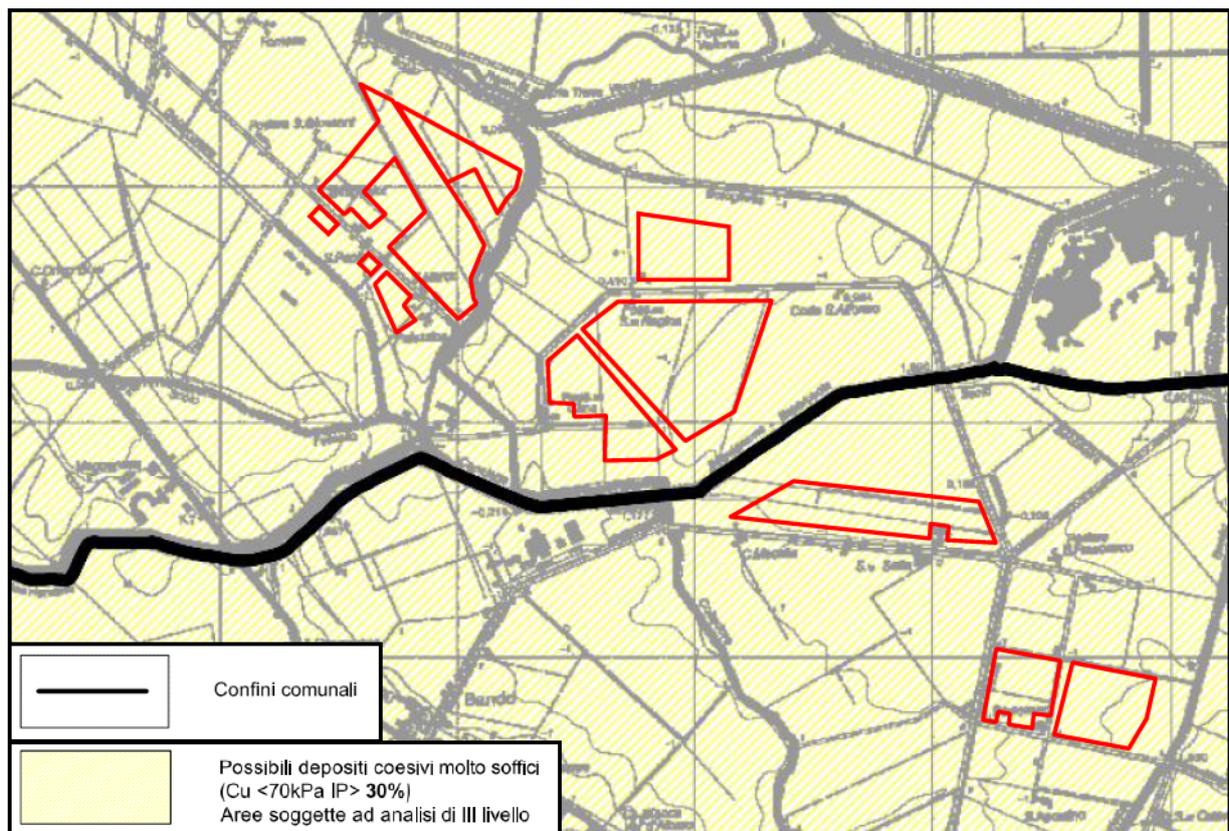
La litologia delle varie unità che costituiscono il modello geotecnico è stata ricavata fino a 3 m di profondità dalle informazioni derivanti dal sondaggio effettuato ed oltre tale profondità analizzando le caratteristiche geologiche medie dei depositi presenti nell'area e su informazioni stratigrafiche derivanti da indagini geognostiche pregresse (stratigrafie di sondaggi e prove CPT/CPTU) effettuate nei dintorni dell'area in esame, su terreni di analoga natura e genesi.

Si ricorda che la prova penetrometrica dinamica non consente la visione diretta del terreno per cui l'interpretazione stratigrafica e la definizione dei parametri geotecnici dei terreni indagati pur basandosi su formule empiriche ampiamente collaudate presentano sempre un certo grado d'incertezza e variabilità.

## 7. CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI

Secondo la D.g.r. n. 1164 del 27/07/2018, il territorio comunale di Argenta appartiene alla zona sismica 2 mentre il territorio comunale di Portomaggiore appartiene alla zona sismica 3.

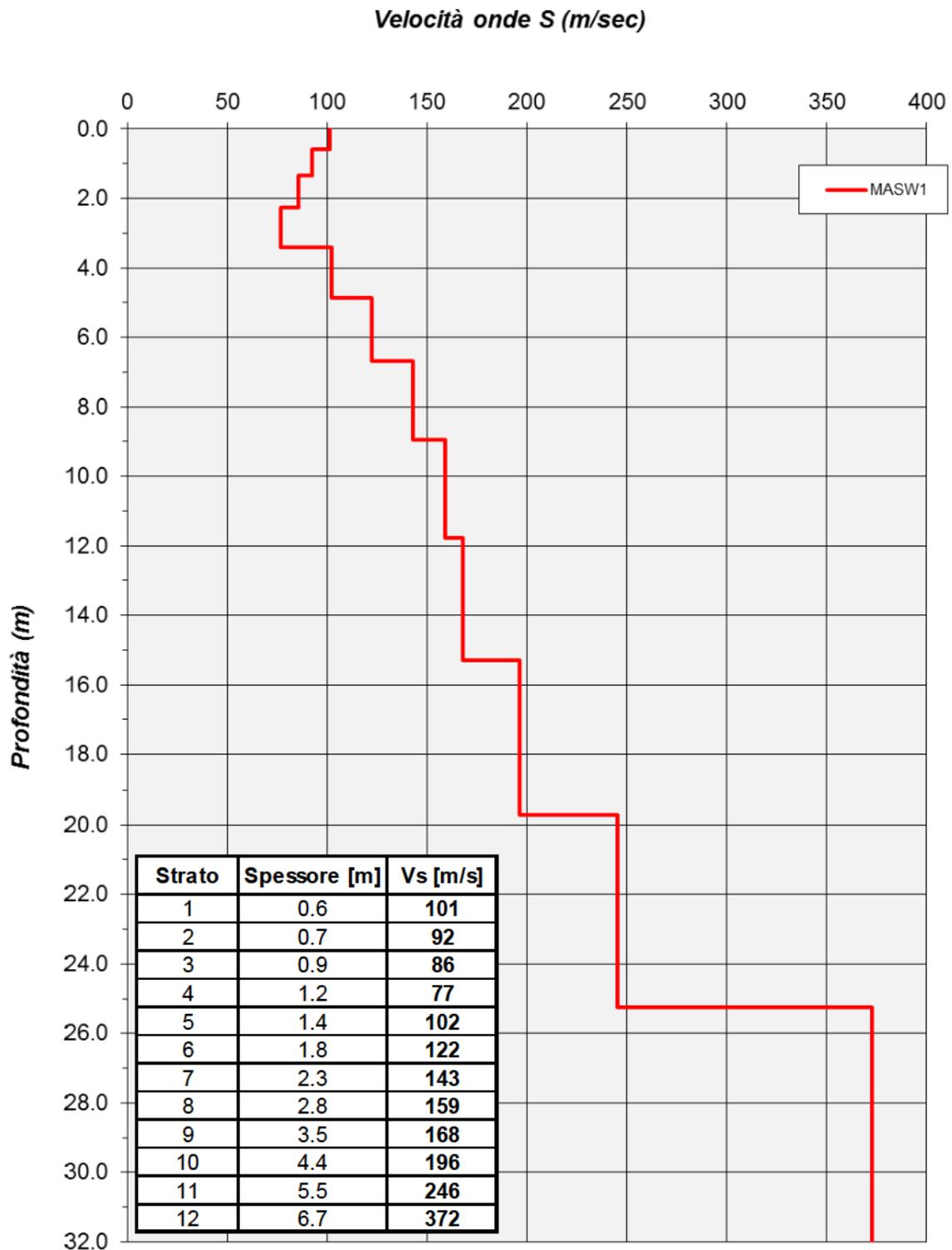
Facendo riferimento alla *Carta delle aree suscettibili di effetti locali* allegata allo studio geologico a supporto del PSC, il sito in esame rientra nello scenario di *possibili depositi coesivi molto soffici (aree soggette ad analisi di III livello)*.



**Figura 10:** Estratto della carta delle aree suscettibili di effetti locali, con ubicazione delle aree in esame (rettangolo rosso).

Per la definizione delle caratteristiche sismiche preliminari dei terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area in esame in grado di modificare, amplificando, la pericolosità sismica di base (PSB), si è proceduto ad effettuare n.1 stendimento sismico con la metodologia MASW (vedi curva di dispersione riportata in allegato).

Attraverso l'indagine geofisica si è ricostruito l'andamento con la profondità della velocità delle onde sismiche di taglio (o modello sismico monodimensionale), mostrato in figura 11:



**Figura 11:** Andamento delle velocità delle onde S con la profondità ricavato dall'analisi della prova MASW.

A partire dal profilo Vs-profondità dell'area in esame, si ottengono i seguenti risultati:

Quota da q.r .	$V_{s,eq}$ [m/s]	Categoria sottosuolo
-0.0 m	166	<b>D</b>
-0.5 m	169	<b>D</b>
-1.0 m	173	<b>D</b>
-2.0 m	182	<b>C</b>

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<u>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</u> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
<b>B</b>	<u>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,</u> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	<u>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m,</u> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
<b>D</b>	<u>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,</u> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <b>velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</b>
<b>E</b>	<u>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,</u> con profondità del substrato non superiore a 30 m.

**Tabella 2:** Categorie di sottosuolo (D.M. 17.01.2018).



## **Analisi del potenziale di liquefazione dei terreni**

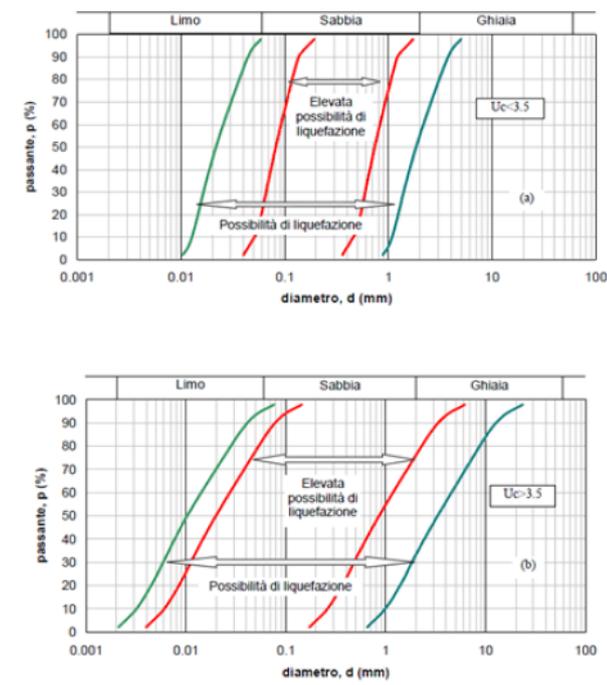
La liquefazione è un fenomeno associato alla perdita di resistenza al taglio o ad un accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni dinamiche (terremoti) che agiscono in condizioni non drenate.

L'analisi della suscettibilità alla liquefazione di un dato sito dipende da:

- caratteristiche dell'azione sismica (intensità e durata);
- proprietà geotecniche dei terreni;
- caratteristiche litologiche dei terreni e profondità della falda.

La liquefazione di un deposito è dunque il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori: le condizioni del terreno (fattore predisponente) e la sismicità (fattore scatenante). Ai sensi delle NTC18 (Cap. 7.11.3.4.2) la verifica della liquefazione può essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di campo libero)  $< 0.10g$ ;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1n} > 180$ ;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella *figura 12* nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ .



**Figura 12:** Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b).

Per l'area in esame risulta:

- ✓ Accelerazione massima orizzontale  $a_{max}=0.276g$  ( $a_{max}=a_g \cdot S$  - condizione SLV,  $V_R=50$  anni, categoria sottosuolo =D, categoria topografica=T1);
- ✓ Magnitudo di riferimento  $M_W=6.14$  (zona sismogenetica più vicina 912 "Dorsale-Ferrarese");
- ✓ Falda di calcolo (m di profondità da p.c.) = 1.0 m.
- ✓ Terreni saturi del sottosuolo = prevalentemente limi-argillosi.

Sulla base delle caratteristiche litologiche medie dei terreni che costituiscono il sottosuolo delle aree in esame, si può ipotizzare che il rischio di liquefazione in condizioni sismiche sia molto basso/trascurabile: tuttavia tale aspetto andrà verificato puntualmente tramite l'esecuzione di apposite prove CPTU applicando i metodi semplificati basati sul rapporto CRR/CSR.





**ALLEGATO**  
**INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**TABELLA PROVA PENETROMETRICA**

Profondità	DPSH1	Unità Geotec
m da p.c.	N. Colpi [N <sub>30</sub> ]	
0.3	4	<b>R</b>
0.6	2	<b>A</b>
0.9	2	
1.2	1	
1.5	1	
1.8	1	
2.1	1	
2.4	2	
2.7	1	
3.0	2	
3.3	2	
3.6	2	
3.9	2	
4.2	2	
4.5	3	<b>B</b>
4.8	3	
5.1	3	
5.4	3	
5.7	3	
6.0	3	
6.3	4	
6.6	3	
6.9	4	
7.2	4	
7.5	5	<b>C</b>
7.8	5	
8.1	5	
8.4	5	
8.7	5	
9.0	6	
9.3	5	
9.6	6	<b>D</b>
9.9	6	
10.2	8	
10.5	11	
10.8	11	
11.1	12	
11.4	20	
11.7	20	
12.0	20	

**Profondità della falda = 1.6 m da p.c.**

### **MASW- CURVA DI DISPERSIONE e PICKING**

Acq. attiva: 24 geofoni passo = 2.0 m, Sorgente = 6-12 m,  $T_s = 1$  msec,  $T_L = 2$  sec.

Acq. Passiva: 24 geofoni con interdistanza = 2.0 m,  $T_s = 4$  msec,  $T_L = 30$  sec

Elaborazione dati: SurfSeis 6.0 della Kansas University, Park C. B., 2019)

