

GEOLOGIA
MASSIMO dr. MANNINI
Indagini Geofisiche - Geotecniche

Via Caduti di Cefalonia, 9 29017 Fiorenzuola d'Arda (Pc)
tel. 3452353055
e-mail: info@manninimassimo.it

**Integrazione alla Relazione Geologica-Sismica
per la realizzazione ampliamento
capannone industriale esistente**

in Località "Colombarola di Gragnano T.se (Pc)"

Gragnano Trebbiense prot. n. 0001921 del 27-02-2024 in arrivo

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1.0 - PREMESSA | 2 |
| 2.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO | 2 |
| 3.0 - VERIFICA IDRAULICA DI ESONDABILITA' | 3 |
| 4.0 - COMPATIBILITA' SISMICA | 5 |
| 4.1 – SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE | 8 |
| 4.2 - PRIMA FASE - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD EFFETTI LOCALI | 11 |
| 4.3 - SECONDA FASE - ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO | 12 |
| 4.4 – SCOTIMENTO SISMICO | 14 |

1.0 - PREMESSA

La presente relazione integra lo studio geologico che nasce dalla necessità di realizzare un ampliamento di un capannone industriale esistente, in località Colombarola di Gragnano T.se – (Pc); in accordo con la legislazione attualmente vigente, già oggetto di uno studio geologico d'inquadramento per l'attuale capannone Eurostamp.

PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- *D.M. 11-03-1988*
- *D.M. 16-01-1996*
- *O.P.C.M. 3274/2003*
- *D.M. 14-09-2005*
- *Euro Codice 7*
- *Euro Codice 8*
- *N.T.C. '18 e successivi.*
- *D.G.R. n.2193/2015 e D.G.R. 630/2019*
- *D.G.R. n.476 e 564/2021*

2.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il terreno interessato dalla presente indagine si trova nel settore nord-est del territorio comunale di Gragnano T.se, vedi cartografia allegata.

Catastalmente l'areale è associato al Foglio n.10, Mappale n.465,463, 464 del Comune di Gragnano Trebbiense.



Vista aerea sito in oggetto.

3.0 - VERIFICA IDRAULICA DI ESONDABILITA'

Il terreno oggetto del presente studio geologico è posto ad una quota di circa 71.0 s.l.m. ed è separato dai corsi d'acqua principale: ad est il Fiume Trebbia a circa 800 metri, intramezzato dai sistemi arginali primari dello stesso, costituendo un fattore di sicurezza nei confronti di eventuali esondazioni. Localmente il Rio Gandore si trova a circa 350 metri ad ovest.

Nella cartografia del **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale** (PTCP 2007) - Tavola A1-2 e B1-f, l'area si trova al di fuori di qualunque fascia di tutela fluviale di tipo "A, B, C", assetto confermato anche dall'inquadramento del Piano Assetto Idrogeologico (PAI), sezione 161-2.

L'intervento in progetto, non ridurrà la capacità di portata dell'alveo, e non produrrà danno per la pubblica incolumità in caso di piena del corso d'acqua principale. Inoltre, non sarà alterata la naturalità dell'ambiente fluviale, né tanto meno i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo entro le fasce di rispetto, costituendo ostacolo al deflusso e limitazioni alla capacità dell'alveo stesso; pertanto si può assicurare una compatibilità ambientale ed idraulica dell'opera in progetto, assicurando il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa.

Dallo Studio del Piano Gestione Rischio Idraulico, (sia per il sessennio 2016-2021 che per il successivo 2021-2027 Approvato con DPCM del 01.12.2022 pubblicato sulla GU Serie Generale n.32 del 08.02.2023), questo settore non è associato ad alcuna classe di rischio e pericolosità idraulica, sia per il reticolo principale che secondario delle rete idrica superficiale.



P.G.R.A. 2022 – Classe di pericolosità idraulica.



P.G.R.A. 2022 – Classe di rischio idraulico.

4.0 - COMPATIBILITA' SISMICA

Per la verifica della compatibilità sismica dell'area all'intervento in progetto è stato realizzato un rilievo sismico passivo con Tromografo sul sito, che conferma i dati derivanti da sondaggi penetrometrici, pozzi idrici presenti in questo settore spinti a profondità ben superiori i 30.0 metri dal p.c., e dello studio geologico sismico annesso al Quadro Conoscitivo del P.S.C. adottato del Comune di Gragnano T.se – Masw1.

Segue al stratigrafia di un pozzo censito nel settore a nord-ovest di pertinenza in località Pilastro, che indica una intercalazione piuttosto regolare di depositi alluvionali ghiaiosi con poca sabbia e bancate argillose fino a profondità prossime i 50.0 metri dal p.c.

Pozzo P601

0.0-19.0: argilla e ghiaia
19.0-27.0: ghiaia
27.0-37.0: argilla e ghiaia
37.0-42.0: ghiaia
42.0-45.0: argilla e ghiaia
45.0-46.0: argilla

CARATTERI LITOLOGICI AREA D'INTERVENTO

Il primo orizzonte litologico su cui saranno impostate le fondazioni in progetto, è di natura ghiaiosa con sabbia e limo seguito da arricchimenti ghiaiosi. In profondità si passa ad alternanze di argilla e livelli ghiaiosi compatti a conglomerato fino a profondità ben superiori i 30.0 metri.

Dall'indagine geofisica sismica passiva eseguita sul sito in oggetto, emerge una Vs30eq caratteristica dei primi 30 metri dall'attuale p.c. pari a 378 m/s, pertanto con relativa classe litologica di tipo B, come confermato dall'inquadramento sismico territoriale emerso dallo studio geologico sismico del P.S.C. comunale.

Dallo studio geologico sismico eseguito per la redazione del quadro ambientale del Quadro Conoscitivo del P.S.C. comunale adottato, mediante la realizzazione di 3 stendimenti sismici REMI da parte del redattore Ambiter, si ricavano i seguenti valori di Vs30 per ogni Zona, in cui il settore di indagine corrisponde alla Zona 1 Gragnano o Zona 2 Gragnanino:

- ZONA 1 – GRAGNANO: Vs30 = 378 m/s;
- ZONA 2 – GRAGNANINO: Vs30 = 497 m/sec;
- ZONA 3 – COSTA CASALIGGIO: Vs30 = 477 m/s.

La Zona 1 – GRAGNANO caratterizzata inoltre, dalla seguente litostratigrafia:

0.00 – 3.0 m: Terreno in prevalenza argilloso limoso mediamente molto consistente;

3.00 – 5.4 m: Terreno in prevalenza ghiaioso sabbioso molto addensato, strato che si propaga, da informazioni bibliografiche, sino a circa 30 metri di profondità.

In tutte le verticali analizzate, relative alla porzione di terreno tra il piano campagna e la profondità di 30 metri, si sono riscontrate velocità delle onde di taglio con valori compresi tra un minimo di $V_{S30} = 378$ e $V_{S30} = 497$ m/s.

In tutto il territorio comunale di Gragnano può essere assunto con buona approssimazione condizioni con medio basso rischio di amplificazione dell'accelerazione sismica. Salvo casi non prevedibili il terreno di fondazione può essere classificato alla CATEGORIA DI SUOLO B.

Pertanto, alla luce delle indagini dirette eseguite in sito e dalle informazioni territoriali, in conformità al capo 3.1 delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" dell'Ordinanza P.C.M. 3274/03 e NTC 2008, con riferimento alla caratterizzazione litologica, a tale situazione stratigrafica può essere fatta corrispondere la categoria di suolo di fondazione di tipo 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_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s ($N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina".

Non si hanno effetti litologici di amplificazione sismica, per l'assenza di litologie sabbiose sature nei primi 30.0 metri significativi.

REQUISITI PER LA SCELTA DEL PIANO DI POSA FONDAZIONALE

Il sito di fondazione deve essere scelto in modo che, in caso d'evento sismico, sia minimo il pericolo di collasso, instabilità, liquefazione, nonché d'eccessivo addensamento terreno.

L'area in oggetto, non si trova in corrispondenza di faglie tettoniche attive, né di condizioni tettoniche-morfologiche che possono amplificare i pericoli derivanti da un eventuale evento sismico "per

condizioni morfologiche" – Carta Geologico-Strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo.

Per la situazione morfologica presente al sito, si ha un parametro di correzione topografica St pari a 1.00, ne risulta, pertanto modificata l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito:

$$a_{max} = S_s * S_t * a_g$$

Il moto sismico in superficie nel sito, è definito dall' a_{max} attesa e da una forma spettrale ancorata ad essa.

L'area è inquadrata con un terreno appartenente alla categoria sismica di tipo "B", a tale categoria viene associato un parametro litologico $S_s = 1.20$.

Ne deriva che l'accelerazione massima al sito = $1.00 * 1.20 * a_g = 1.20 * a_g$

Dove a_g = accelerazione massima orizzontale su sito di riferimento (suolo rigido con terreno di tipo A, pianeggiante T1 e free field cioè campo aperto privo di strutture).

La correzione eseguita per la determinazione dell' a_{max} sul sito, permette di considerare le condizioni litologiche e morfologiche che possono alterare l'arrivo dell'onda sismica in sito, sempre in riferimento allo stato limite di riferimento.

LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Si definisce liquefazione, la riduzione di resistenza e/o rigidità causata durante il sisma, dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulli.

Dallo studio geologico sismico eseguito per la redazione del quadro ambientale del Quadro Conoscitivo del P.S.C. comunale adottato, mediante la realizzazione di 3 stendimenti sismici REMI da parte del redattore Ambiter, si ricava la vulnerabilità alla liquefazione.

E' stata effettuata una valutazione semiempirica [criterio di Youd & Perkins modificato] per fornire una stima di massima della vulnerabilità di depositi, in prevalenza granulari (saturi) alla liquefazione. Sulla base di una serie di tabelle (a cui sono associati dei punteggi) che tengono conto di:

Tipo di deposito sedimentario (nel Ns. caso: Piana_Alluvionale);

Profondità della falda (nel Ns. caso: soggiacenza di 12 -15 metri da p.c.);

Età (nel Ns. caso: Pleistocene superiore).

Si ricava un punteggio medio di 10 associato ad una probabilità di liquefazione "BASSA". Tenendo inoltre conto della zona di appartenenza (Zona 4), a cui è associata un'accelerazione massima al bedrock di 0.05 g, si ritiene remota una liquefazione dei depositi sabbiosi presenti nell'area di studio.

4.1 – SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Le condizioni che si hanno in sito possono portare a modificazioni dell'azione sismica di riferimento, che è definita dall'accelerazione massima attesa in sito (a_{max}) e dalle relative forme spettrali di riferimento, che definiscono i parametri F_0 , T_c^* , A_{gmax} .

Scenari di pericolosità sismica locale possono essere dati da faglie, instabilità gravitative, liquefazione sabbie sature, amplificazioni sismiche, addensamento terreni a grana grossa, subsidenza terreni molli a grana fina.

Nel sito di riferimento non si hanno condizioni topografiche e/o strutturali tettoniche, solamente dal punto di vista litologico si possono avere effetti che portano ad una amplificazione dell'azione sismica.

Dalle coordinate geografiche di riferimento e dalla caratterizzazione litosismica e topografica del sito si ricavano i relativi spettri elastici di risposta sismica del sito cui il progettista applicherà il coefficiente di struttura in funzione della dilatanza della struttura stessa ricavando i relativi spettri di risposta inelastici sito-struttura.

Lo spettro elastico fornisce le forze sismiche necessarie per garantire un comportamento elastico, mentre lo spettro di progetto fornisce le forze sismiche di progetto ridotte corrispondenti ad un livello di plasticizzazione compatibile con la sopravvivenza della struttura.

In accordo con la Delibera Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 02-05-2007, e dal successivo D.G.R. n.2193/2015 e D.G.R. 630/2019 e D.G.R. 476 e 564 dell'anno 2021, sono stati illustrati i Criteri per la individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la Microzonazione sismica del territorio.

Scopo del presente atto di indirizzo e coordinamento è quello di fornire i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e la microzonazione sismica del territorio in modo da orientare le scelte della pianificazione verso aree caratterizzate da minore pericolosità sismica.

Gli studi della pericolosità sismica di base e della pericolosità locale hanno come obiettivo:

- l'individuazione delle aree dove in occasione di terremoti possono verificarsi effetti locali;
- la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine;
- la suddivisione del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale (micro zonazione sismica).

Dalla Tavola QC217 "Microzonazione sismica" estratta dal PSC si evince che il settore in oggetto è caratterizzato da depositi misti ghiaiosi e sabbiosi intercalati da depositi fini argillosi e limosi, per i quali si attende una possibile amplificazione sismica per effetti litologici, e che necessitano di un II livello di approfondimento in base alla Del.RER n.112.

La microzonazione sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento (risposta sismica locale).

Gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica vanno condotti a diversi livelli di approfondimento in funzione delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

Per la microzonazione sismica si identificano due fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del moto sismico, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolti a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili in sede di elaborazione del PTCP e del PSC e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree.

La seconda fase ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato.

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

a) nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili, compresi quelli con coperture di spessore circa costante e acclività $\leq 15^\circ$, vale a dire in tutte le zone non interessate da instabilità nelle quali il modello stratigrafico può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale, si ritiene sufficiente **un'analisi semplificata** (secondo livello di approfondimento), cioè l'analisi della pericolosità locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche e prove geotecniche in sito di tipo standard e l'amplificazione del moto sismico può essere stimata attraverso abachi e formule. Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione litostratigrafica e geofisica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;

b) un'**analisi più approfondita** (terzo livello di approfondimento) è invece richiesta per la definizione di indici di rischio nei seguenti casi (vedere Allegato A1):

- aree soggette a liquefazione e densificazione;
- aree instabili e potenzialmente instabili;
- aree con rapida variazione della profondità del substrato rigido, come ad esempio le valli strette e profondamente incise, il cui modello stratigrafico non può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale; in questo caso sono raccomandate analisi bidimensionali.

La prima fase, o primo livello di approfondimento (individuazione delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali), viene attuata già nell'ambito della pianificazione a scala di area vasta (es. provinciale), relativamente all'intero territorio, ed è recepita e integrata, ad una scala di maggior dettaglio, nella pianificazione urbanistica comunale, limitatamente alle zone da indagare di cui al par. 2.1 del DGR 2193/2015.

La seconda fase (analisi della risposta sismica locale e microzonazione sismica del territorio) è richiesta per la predisposizione e approvazione degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale e deve interessare le aree già urbanizzate e quelle indicate come suscettibili di urbanizzazione, i corridoi infrastrutturali e gli agglomerati posti in territorio rurale che possano considerarsi significativi, per dimensione e/o interesse insediativo, in rapporto alla

realità territoriale locale, ricadenti nelle aree potenzialmente soggette ad effetti locali individuate nella prima fase.

4.2 - PRIMA FASE - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD EFFETTI LOCALI

Primo livello di approfondimento

Il primo livello di approfondimento ha le seguenti finalità:

- individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica;
- definire il tipo di effetti attesi;
- indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario;
- descrivere le caratteristiche delle unità geologiche del sottosuolo, in termini di litologia, stratigrafia, tettonica e geometria per definire il modello geologico di base per la microzonazione sismica.

Per lo studio in oggetto sono stati predisposte le seguenti cartografie:

- 1) Carta delle indagini;
- 2) Carta geologico-tecnica
- 3) Carta delle frequenze naturali dei terreni, derivata da indagini svedite di sismica passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali)
- 4) Carta delle aree suscettibili di effetti locali.

Per l'areale in oggetto si ipotizzano zone suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico per effetto dell'assetto litostratigrafico, in cui si ritiene sufficiente un approfondimento di secondo livello (analisi semplificata con seconda fase). L'areale in oggetto è caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati.

Per la caratterizzazione del sito sono state eseguite svariate prove penetrometriche all'interno dell'area, ed una indagine sismica passiva con tecnica tromografica (HVSR), per la delineazione, sia delle Vseq di sito, che della frequenza fondamentale del sottosuolo.

Non si hanno elementi geomorfologici caratteristici, ne tantomeno, con differenze all'interno dell'area di studio, che presenta un andamento sub pianeggiante, con assenza di rilievi, scarpate, ecc.

L'areale in oggetto presenta una potenziale amplificazione del moto sismico, indotta esclusivamente dalla condizione litologica di sito – amplificazione sismica o effetto sismico di sito per effetti litologici, come confermato dall'attuale cartografia sismica del PSC approvato.

Anche dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna (edizione 2017), si evince che il settore in oggetto non è interessato da lineamenti tettonici critici.

Dall'analisi sismica passiva eseguita in sito, emerge il valore della V_{seq} (30) pari a 378 m/s, e viene definita la frequenza fondamentale del terreno pari a 21,45 Hz caratteristica per l'areale in oggetto, pertanto con omogeneità areale. La cartografia viene considerata superflua, sia per il carattere estremamente locale dell'area, che per l'omogeneità del parametro.

Anche la carta degli effetti sismici locali per l'areale (carattere estremamente locale) risulta associata alla amplificazione litologica omogenea per tutto il settore in oggetto. La cartografia viene considerata superflua, sia per il carattere estremamente locale dell'area, che per l'omogeneità del parametro.

4.3 - SECONDA FASE - ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

La seconda fase ha come obiettivo la valutazione della risposta sismica locale e la micro zonazione sismica del territorio indagato.

Secondo livello di approfondimento – analisi semplificata

Per la definizione dell'amplificazione ove è ritenuta sufficiente l'analisi semplificata si utilizzeranno gli abachi, le formule e le procedure indicate nell'Allegato A2.

Per tale fase di approfondimento sono state elaborate:

- 1) Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s).
- 2) Carte dei fattori di amplificazione.

La stima dell'amplificazione tramite procedure semplificate (utilizzo di abachi e formule) è possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

L'amplificazione sarà quantificata in termini di parametri FAPGA, $FA_{0,1-0,5s}$, $FA_{0,5-1s}$, $FA_{0,5-1,5s}$ che esprimono l'amplificazione per motivi stratigrafici, eventualmente incrementati con il fattore di amplificazione per cause topografiche ST. Tali coefficienti di amplificazione vengono stimati impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (punti A2.1 e A2.2)

I FA rappresentano il rapporto fra lo scuotimento sismico, espresso con i parametri sotto indicati, valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A. Quest'ultimo è definito nella tabella 3.2.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC (2018), come segue:

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

I FA sono relativi a due parametri rappresentativi dello scuotimento sismico.

Il primo è l'accelerazione di picco orizzontale (**PGA**), il secondo è l'intensità spettrale:

E' stato considerato uno smorzamento $\xi = 5\%$ e tre intervalli di periodo proprio T_0 ottenendo tre valori di intensità spettrale:

SI1 : $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$

SI2 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$

SI3 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$

Per l'areale in oggetto, si considera il seguente scenario "Margine settore B":

MARGINE: settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura caratterizzato da terreni prevalentemente fini sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine pleistoceniche o da peliti plio-pleistoceniche (substrato non rigido); questo settore è classificato come:

Dalla prova sismica di sito emerge una Vs30 pari a 378 m/s con classe topografica di tipo T1 alla luce dell'assenza di pendenze di rilievo, ne tanto meno, di scarpate. Dall'analisi delle Vs, si ha un FA PGA:

Da tale Vs30 emerge un FA PGA = 1.5

La cartografia, sia per le velocità delle onde sismiche, che per i fattori di amplificazione viene considerata superflua, sia per il carattere estremamente locale dell'area, che per l'omogeneità del parametro.

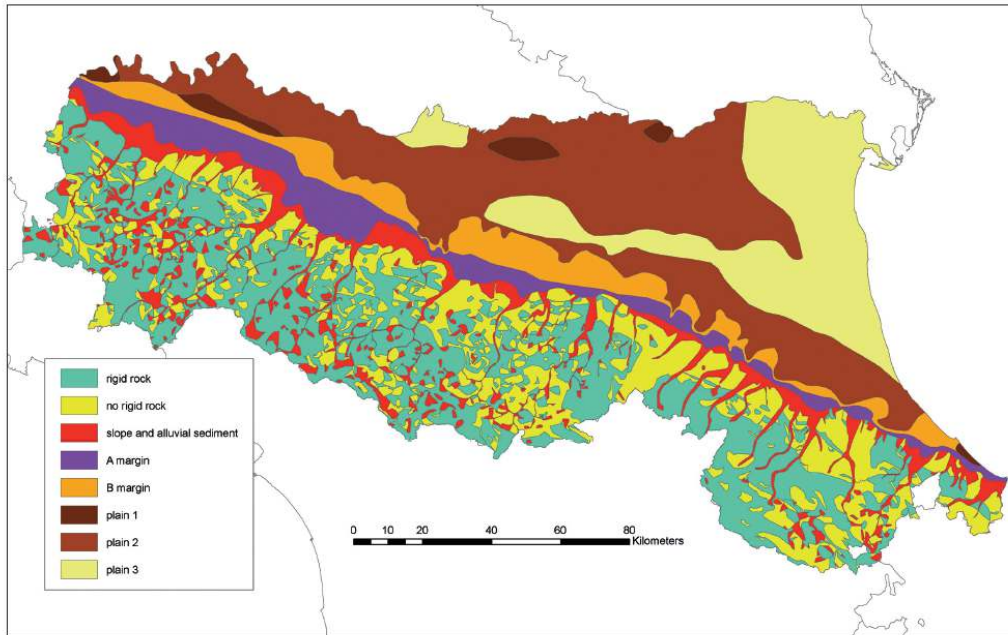


Fig. 11 - Emilia-Romagna map of the geologic macrozones for seismic studies.

MARGINE di tipo B: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini;

| | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V_{S30} (m/s) → | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| PGA | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 |

Fattore di Amplificazione **PGA**

4.4 – SCOTIMENTO SISMICO

In valore assoluto lo scuotimento sismico atteso al sito (accelerazione in cm/sec^2) è evidenziato dal parametro:

$$\text{HSM} = (\text{ASI}_{\text{UHS}}/\Delta T) \times \text{FA}$$

dove:

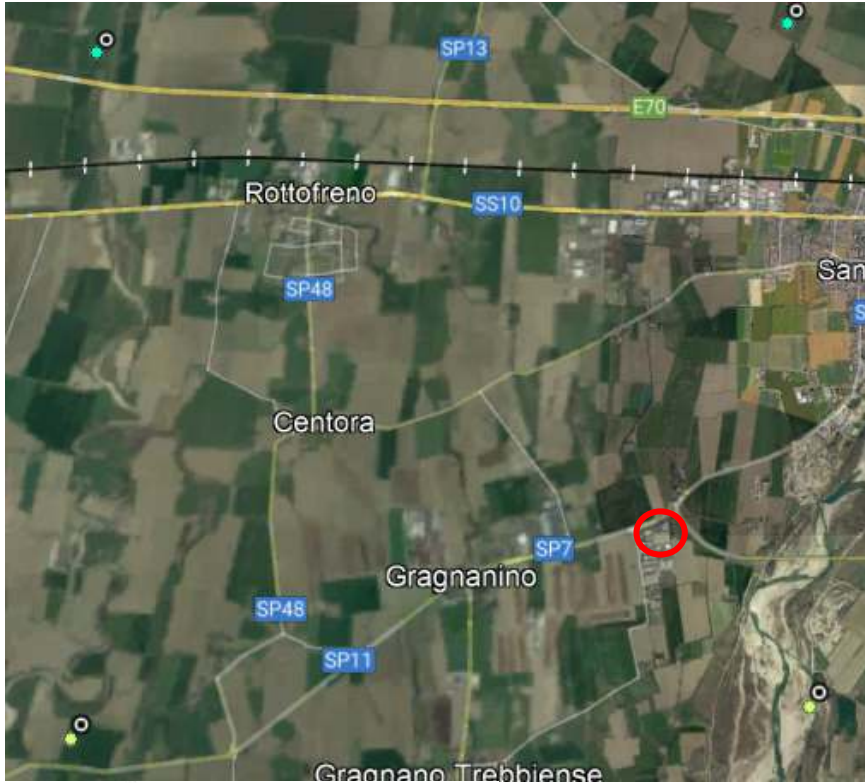
ASI_{UHS} : integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato nell'intervallo $0.1 \leq T \leq 0.5 \text{ s}$

ΔT = tempo (la delibera di riferimento indica 0.4 s)

I valori del rapporto $(\text{ASI}_{\text{UHS}}/\Delta T)$ sono stati calcolati per ogni punto della griglia INGV e sono disponibili nel data base della regione E.R. di cui si riporta uno stralcio della relativa carta:

Il lotto in esame è interno alla griglia quadrata in cui i vertici sono caratterizzati da un $ASI_{UHS}/\Delta T$ pari a 200 - 225, con un valore puntuale di un vertice prossimo al sito in oggetto nel settore sud-est pari a 207; ne deriva:

$$H_{SM} = (ASI_{UHS}/\Delta T) \cdot FA = 207 \times 1.5 = 310 \text{ cm/sec}^2$$



$ASI_{0.105} / 0,4s$

| cm/s ² | Color | Range |
|-------------------|--------------|---------|
| 125-150 | Grey | 125-150 |
| 150-175 | Light Blue | 150-175 |
| 175-200 | Cyan | 175-200 |
| 200-225 | Light Green | 200-225 |
| 225-250 | Bright Green | 225-250 |
| 250-275 | Yellow | 250-275 |
| 275-300 | Orange | 275-300 |
| 300-325 | Dark Orange | 300-325 |
| 325-350 | Red | 325-350 |
| 350-375 | Pink | 350-375 |
| 375-400 | Purple | 375-400 |
| 400-425 | Dark Purple | 400-425 |
| 425-450 | Blue | 425-450 |
| 450-475 | Dark Blue | 450-475 |





Nel dichiararmi a disposizione per eventuali chiarimenti, colgo l'occasione per porgere i più distinti saluti.

*Fiorenzuola d'Arda
21 febbraio 2024
Massimo dott. Mannini geologo*