



REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI MONZA E BRIANZA



COMUNE DI SEREGNO

Variante specifica del PGT
dell'area distinta al foglio n.40
mapp. 448-456-462-468-473-480

L.R. 11 marzo 2005 n.12 e s.m.i.



Elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

L.R. 12/2005 – DGR 2616/2011 – DGR X/5001

Committente



Amministrazione Comunale

Estensore

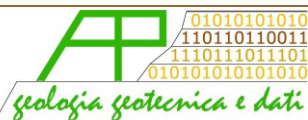


A. & P. sas

Il presente elaborato è confidenziale e ne è vietata la riproduzione o l'utilizzo da terzi non autorizzati

Informazioni documento

Operazione	Soggetto	Data
Redatto	A & P sas – Dr. Aletti Corrado	31.01.2023
Approvato	A & P sas – Dr. Aletti Corrado	03.02.2023
File	relazione.docx	
Commessa	2023.01.031	



Elaborato	Data	Rev.	Pag.
Relazione	Gennaio 2023	0	1 di 19

A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900



INDICE


1. Introduzione	3
2. Inquadramento geologico idrogeologico e sismico	6
2.1. Sismica	8
2.2. Indagine sismica	10
2.2.1. Tecnica di misurazione e strumentazione	10
2.2.2. Effetti di sito: risposta sismica locale	11
2.2.3. Risultati dell'analisi	11
2.3. Analisi di II livello	13
2.4. Stima della magnitudo di riferimento	14
2.5. Verifica alla liquefazione	16
3. Fattibilità	19



1. INTRODUZIONE

Il Comune di Seregno è dotato di Piano di Governo del Territorio approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 51 del 28/06/2014 ed entrato in vigore in data 28/01/2015 a seguito della pubblicazione del relativo avviso di approvazione sul BURL – Serie Avvisi e Concorsi n. 5. Successivamente gli atti costituenti il PGT sono stati oggetto di modifiche a fronte delle deliberazioni consiliari n. 12 del 17/03/2015, n. 20 del 05/04/2016, n. 17 del 08/02/2017, n. 67 del 03/11/2016 e n. 27 del 23/05/2017 (approvazione del Piano attuativo “Pac-1 Ambito di Via Milano, allo Stadio” in variante al Piano delle Regole), n. 9 del 07/12/2017 e n. 65 del 09/07/2019. Relativamente al Documento di Piano, in data 28/01/2019 è sopravvenuto il termine quinquennale di scadenza del documento, per il quale l’Amministrazione comunale ha ritenuto non attivare la facoltà di proroga della sua validità, prevista dall’art. 8 comma 4 della L.r. 12/2005, e, contestualmente, di attivare le procedure di cui all’art. 25 comma 7 della L.r. 12/2005 per la redazione del Documento d’inquadramento per la programmazione integrata d’intervento, come riscontrato nella D.G.C. n. 14 del 28/01/2020 di “Presenza d’atto decadenza del Documento di Piano del PGT – Piano di Governo del Territorio. Avvio procedure per la redazione del Documento d’Inquadramento dei PII – Programmi Integrati di Intervento e avvio fase di indagine di cui all’art. 40bis C. 1 L”. Posto che il PGT vigente permane nella sua validità per quanto riguarda le aree conformate e regolamentate dal Piano delle regole o dal Piano dei servizi, **l’Amministrazione comunale ha inteso dare avvio ad una procedura di variante specifica al Piano delle regole del PGT con D.G.C. n. 126 del 05/11/2021, concernente l’area identificata al foglio n. 40, mappali n. 448-456-462-468-473-480, al fine di dare esecuzione alla sentenza del T.A.R. Lombardia – Milano n. 226/2021 pubblicata in data 25/01/2021.** La citata sentenza dispone l’annullamento della deliberazione n. 51 del 28/06/2014 di Consiglio Comunale di approvazione del PGT “limitatamente alla disciplina dell’area della ricorrente, con obbligo del Comune di riprovedere alla pianificazione dell’area, nel rispetto dei criteri motivazionali delle eventuali scelte di sovradotazione degli standard” e di riconsiderare, a valle della decisione relativa a questi ultimi, la parziale destinazione a verde dell’area di proprietà motivata dalla scelta di “individuare una rete verde di connessione finalizzata a ricostruire, ove possibile, una connessione tra gli spazi urbanizzati”.

Le aree in variante sono riportate in Figura 1 e Figura 2. Nel dettaglio la variante, che risulterà puntuale, riguardante l’area dell’Ambito PAr-8 che attualmente è interamente destinata a “Servizi comunali e aree a uso pubblico” (una parte è destinata come “MS-P: Servizi per la mobilità e per la sosta”, mentre l’area rimanente è destinata a “AV: Aree verdi”) e che passerebbe a “Micro tessuto polifunzionale” con la possibilità di realizzare una trasformazione residenziale nel comparto già pianificata a parcheggio dal Piano dei Servizi nel PGT comunale.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	3 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

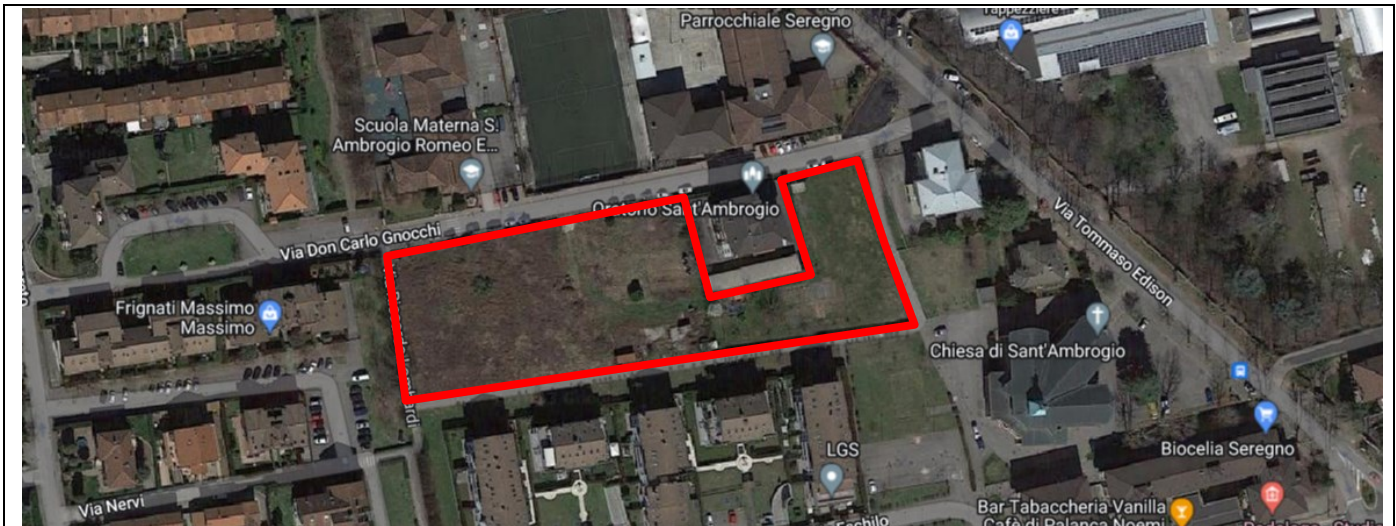



Figura 1 – Ubicazione dell'area in variante



Figura 2 – Estratto catastale (da RL) dell'area in variante

Sulla base dei disposti legislativi vigenti la trasformazione della destinazione d'uso prevede l'analisi e la valutazione di numerosi fattori tra cui l'interferenza con i gli aspetti ed i vincoli geologici al fine di stimare l'idoneità del sito alle nuove e mutate esigenze urbanistiche. I risultati di questa verifica trovano espressione nella fattibilità geologica, organizzata in classi omogenee per problematiche e prescrizioni. La documentazione del PGT vigente comprende anche la Componente Geologica, redatta in ottemperanza alla D.G.R 22 Dicembre 2005 – n. 8/1566: "Criteri ed indirizzi attuativi per la definizione

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	4 di 19
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			



della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12" e successive modifiche. L'analisi ha riguardato pertanto lo stretto intorno della zona interessata dalla variante e si è verificato la rappresentatività dei contenuti della Componente Geologica rispetto alle aree di variante e l'eventuale adeguamento alle mutate condizioni ambientali, laddove presenti, o alla nuova normativa.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	5 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				



2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO E SISMICO

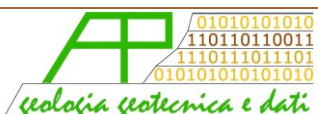
L'assetto geologico dell'area d'intervento è stato determinato durante il Quaternario continentale dagli intensi eventi deposizionali che hanno portato a colmamento il bacino Padano. In particolare, ci si riferisce al Pleistocene e all'Olocene, in cui la nota climatica dominante fu rappresentata da un ripetuto alternarsi di climi caldi e freddi, con una netta tendenza al progressivo raffreddamento, reso evidente con l'avvento delle glaciazioni. I terreni del territorio comunale di Seregno sono caratterizzati da depositi di origine fluvioglaciale e fluviale wurmiani che costituiscono il **“Livello fondamentale della pianura padana”** (Figura 3 e Figura 4).



Figura 3 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia – (Foglio 45 - “Milano”)



Figura 4 – Stralcio della Carta Geologica (da PGT)

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	6 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				



Dal punto di vista litologico i depositi fluvioglaciale e fluviali che caratterizzano l'area in esame sono caratterizzati da ghiaie e sabbie medio grossolane, localmente associate a frazioni fini argillose presenti in subordine (Figura 5).

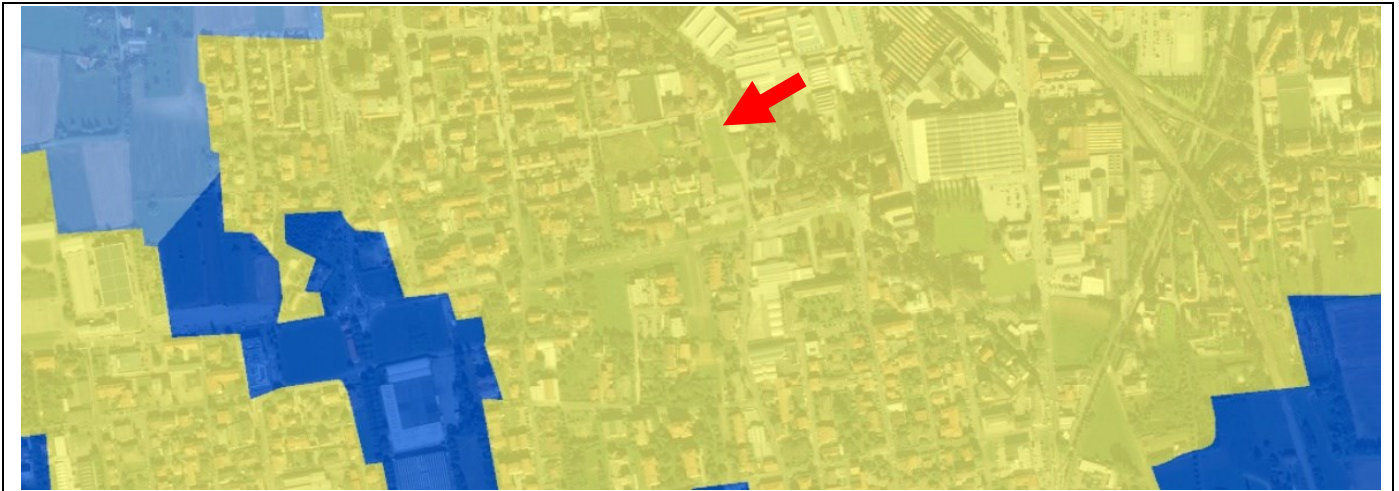


Figura 5 – Stralcio della Carta litologica (da RL. Blu = ghiaie e sabbie; azzurro = ghiaie e argille)

Morfologicamente il territorio comunale risulta essere sub pianeggiante debolmente degradante verso sud-sud est. Il tessuto paesaggistico originario di Seregno era determinato dall'idrografia superficiale. Tale tessuto oggi appare stravolto dall'intensa urbanizzazione, residenziale e industriale, le cui logiche di sviluppo geometrico sono completamente aliene da quelle originarie del territorio. Il sito oggetto di variante si colloca in corrispondenza del livello fondamentale della pianura alla quota di circa 216.00 m.s.m., con cadente topografica verso SSE. Non si identifica nessun corpo idrico superficiale nell'immediato intorno del sito in esame. Dal punto di vista idraulico la variante in progetto non andrà a modificare l'attuale stato dei luoghi. Non si ravvisano pertanto variazioni rispetto alla situazione descritta nella Cartografia del PAI vigente e nella Cartografia del PGRA 2022 delle Regione Lombardia (Figura 6).



Figura 6 - Sovrapposizione Carta del PAI vigente e Direttiva alluvioni 2007/60/CE – revisione 2022 (da RL)

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	7 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

L'area in variante infatti si colloca esternamente alle zone perimetrate dal PAI e dal PGRA. Dal punto di vista idrogeologico non si ravvisano variazioni rispetto alla situazione descritta nella componente geologica a corredo del PGT vigente. Per quanto esposto la variante è conforme a quanto rappresentato nella Componente Geologica del PGT approvato nel 2013.

2.1. Sismica

La verifica del rischio sismico si è resa altresì necessaria in merito alla recente adozione, con Ordinanza del Presidente del Consiglio in data 20 marzo 2003, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 105 del 08 maggio 2003, dei criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e delle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, così come modificata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio n° 3316. Secondo tale ordinanza, in prima applicazione, ovvero sino alle deliberazioni delle Regioni, le zone sismiche sono individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale" elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito dal Servizio Sismico Nazionale, in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997. L'entrata in vigore di tale ordinanza è stata più volte prorogata sino al 23 ottobre 2005, quando con l'entrata in vigore delle "Norme tecniche per le costruzioni" il grado di sismicità è stato riconfermato, così come modificato dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio n° 3316 e n° 3431. La classificazione proposta ordina il territorio comunale di Seregno (codice ISTAT 030108039) come ricadente nella zona 4 (cfr. Figura 7) a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale inferiore a 0,15 a_g/g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

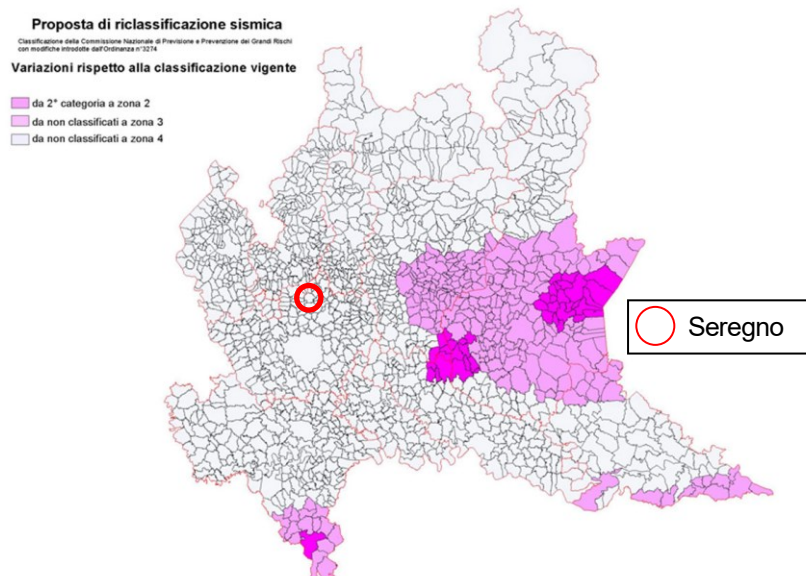


Figura 7 - Classificazione sismica 2003

 geologia geotecnica e dati	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	8 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				



La riclassificazione della Regione Lombardia (Delibera Giunta Regionale 11 luglio 2014 n. X/2129) in vigore dal 11.10.2014 e quindi prorogata al 10.04.2016 ha innalzato la classe di appartenenza del Comune di Seregno alla 3 (Figura 8) a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale compresa tra 0,15 e 0,25 a_g/g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

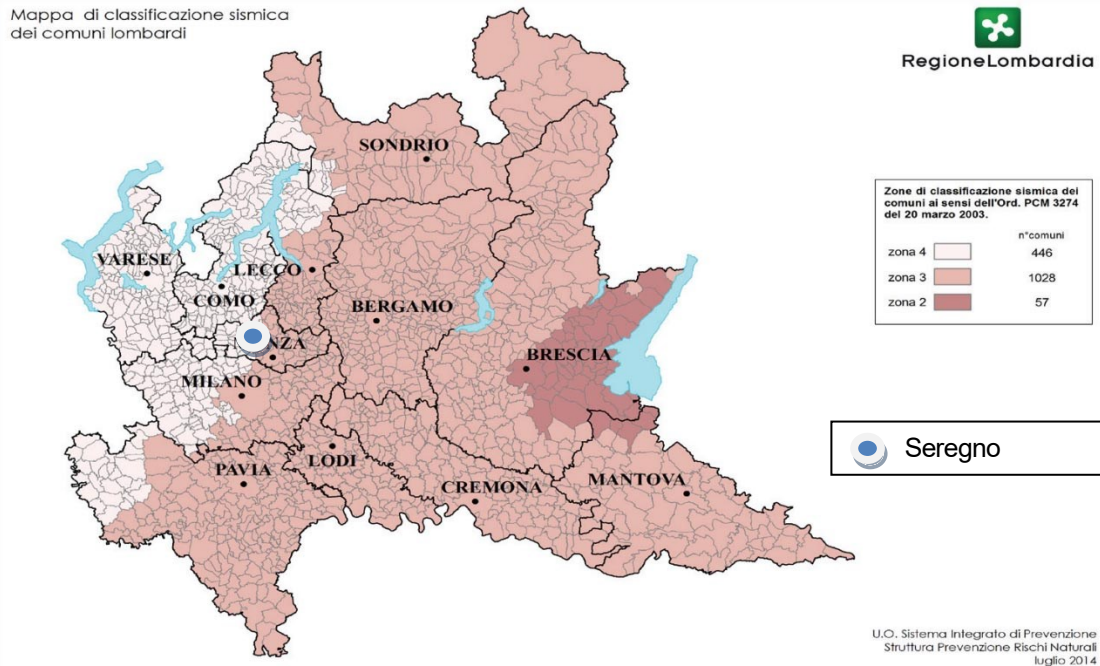


Figura 8 - Riclassificazione sismica 2014

In riferimento alla pericolosità sismica locale (studio di I livello da PGT), l'area in variante è identificata con la classe Z4a, ovvero *Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi* e quindi classe di pericolosità sismica H2 conseguente a possibili amplificazioni sismiche dovute alla litologia (Figura 9).

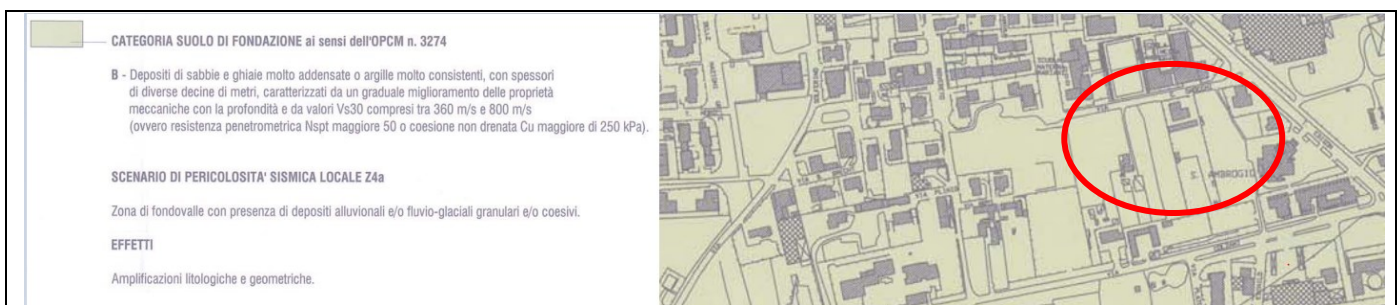


Figura 9 – Stralcio della Carta della PSL (da PGT vigente)

Il sito risulta sub pianeggiante, pertanto non si ravvisano le condizioni necessarie all'innesco di possibili amplificazioni morfologiche e viene attribuita la classe topografica di riferimento T1. Per la caratterizzazione geofisica del sito in studio si è fatto riferimento ad una prova down hole, eseguita in sede di PGT. I risultati di questa prova possono essere estesi anche

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	9 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				



al sito in variante in considerazione della sostanziale uniformità dell'insieme sedimentologico su scala territoriale dell'abitato comunale di Seregno. Sulla base dei risultati della prova il sito in variante è classificato come "categoria di sottosuolo B" (Figura 10).

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO			
Categoria sottosuolo	Descrizione	Spessore (m)	Vs (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{seq} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.	Qualsiasi	≥ 800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi fra 360 m/s e 800 m/s	> 30 m	≥ 360 ≤ 800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi fra 180 e 360 m/s	> 30 m	≥ 180 ≤ 360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{seq} < 180$ m/s	> 30 m	< 180
E	Terreni di tipo C o D per spessore non superiore a 30 m, giacenti su un substrato di riferimento ($V_{seq} > 800$ m/s).	Fino a 30 m	$\approx C$ e D


Figura 10 – Classificazione delle tipologie di sottosuolo sulla base delle Vseq

Per le analisi sismiche di approfondimento in sito è stata effettuata una verifica mediante la tecnica HVSR di seguito riportata. Sulla base dei dati sito specifici ricavati dall'indagine sismica è stata poi effettuata l'analisi di II livello per la stima dei fattori di amplificazione litologica. I risultati delle indagini sono di seguito riportati.

2.2. Indagine sismica

2.2.1. Tecnica di misurazione e strumentazione

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) consiste nel misurare direttamente, sfruttando il rumore di fondo ambientale (microtremori), le frequenze di risonanza degli edifici e dei terreni costituenti il sottosuolo, allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera. Per rumore ambientale di fondo s'intende l'insieme delle vibrazioni che si propagano nel terreno dovute sia a fenomeni naturali, moto ondoso, perturbazioni atmosferiche, ecc., sia all'azione antropica, traffico veicolare, macchinari, ecc.. Si è riconosciuto, a partire dagli anni settanta, che i microtremori tendono a eccitare le frequenze naturali di oscillazione dei terreni, permettendone l'individuazione. In pratica ciò che viene misurato sono, in certo intervallo di frequenze, solitamente 0.1-100 Hz, le velocità dei microtremori lungo il piano orizzontale e verticale (H e V) e il rapporto fra le due componenti (H/V). I valori di massimo locale (picchi positivi) di H/V ai quali corrispondono minimi locali di V individuano le frequenze di risonanza degli strati di terreno lungo la verticale di misura. Più elevato è il valore del rapporto H/V maggiore è il contrasto di impedenza sismica e quindi la variazione di velocità delle onde S fra livelli stratigrafici contigui. La tecnica HVSR richiede l'utilizzo di un tromografo digitale, cioè di un sismometro a

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	10 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				



stazione singola in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 10-20 minuti). Il moto indotto nel terreno viene misurato in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z), secondo il passo di campionamento impostato dall'operatore. Le misure registrate vengono poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, dove H è la media delle misure lungo X e Y) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza). Attraverso la tecnica HVSR è possibile:


- valutare in maniera quantitativa gli effetti di sito (risposta sismica locale e suscettibilità alla liquefazione del terreno);
- ricavare il profilo delle velocità delle onde S con la profondità e calcolare V_{seq} ;
- analizzare la vulnerabilità sismica degli edifici, esistenti o in progetto.

2.2.2. Effetti di sito: risposta sismica locale

Le onde di taglio (S) sono le principali responsabili delle lesioni che subiscono gli edifici durante un evento sismico. Infatti, mentre le onde di compressione (P) agiscono sulle sovrastrutture in direzione prevalentemente verticale (moto sussultorio), le onde S sollecitano le stesse con forze di taglio lungo il piano orizzontale (moto ondulatorio), dove gli elementi strutturali sono più vulnerabili. Nelle analisi di pericolosità sismica è quindi fondamentale esaminare in dettaglio in che modo le onde S si propagano. E' infatti ampiamente dimostrato che questo tipo di oscillazione durante il percorso verso la superficie può subire un'azione di filtraggio che tende a ridistribuire l'energia associata al treno d'onda, concentrandola in determinate frequenze, corrispondenti alle frequenze naturali di vibrazione dei terreni attraversati. L'effetto finale è quello di amplificare le onde S che andranno a sollecitare l'opera. Questo fenomeno può essere dovuto sia a particolarità topografiche del sito (amplificazione topografica), come valli sepolte o zone di cresta o di versante in pendii naturali o artificiali, sia a variazioni brusche nelle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati lungo la verticale (amplificazione stratigrafica). Lermo e Chavez-Garcia (1993), basandosi sul lavoro di Nakamura (1989), suggeriscono che lo spettro H/V possa essere visto, a tutti gli effetti, come rappresentativo della funzione di trasferimento del moto sismico dal bedrock alla superficie. Secondo questi Autori quindi le ampiezze dei picchi stratigrafici nello spettro H/V possono essere interpretate direttamente come fattori di amplificazione del moto sismico, almeno per quanto riguarda la componente stratigrafica.

2.2.3. Risultati dell'analisi

Si riportano di seguito in Figura 11 gli spettri H/V e V registrati nel sito di misura. Nello spettro H/V sono stati individuati i

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	11 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

picchi positivi che corrispondono ad altrettanti minimi locali nello spettro V (Up-Down component in legenda), fatto questo che consente di riconoscere le frequenze associate ai picchi H/V come frequenze di risonanza del terreno.

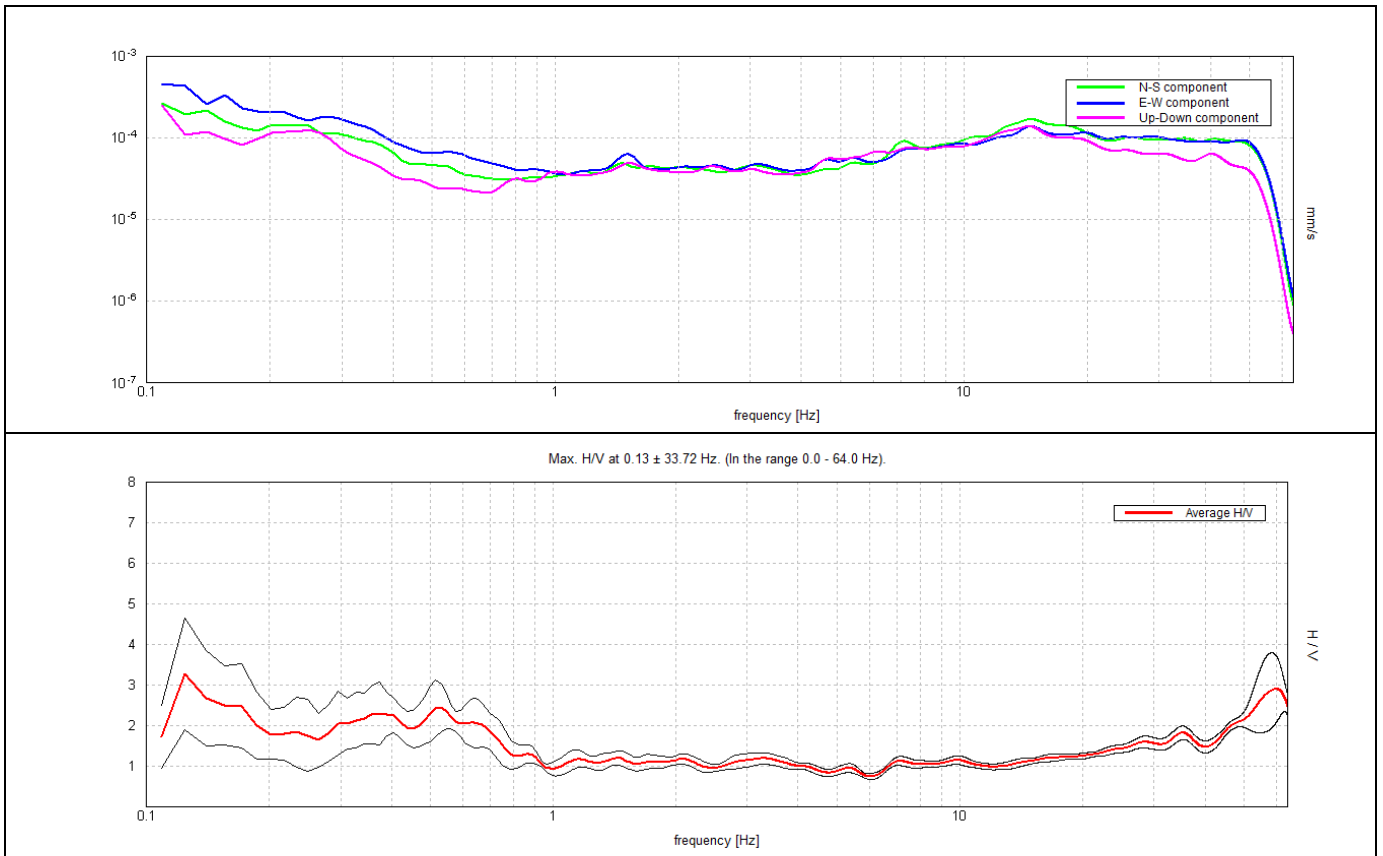


Figura 11 – Andamento degli spettri

La curva H/V sintetica è stata modellata in modo da sovrapporsi ai picchi stratigrafici misurati (Figura 12).

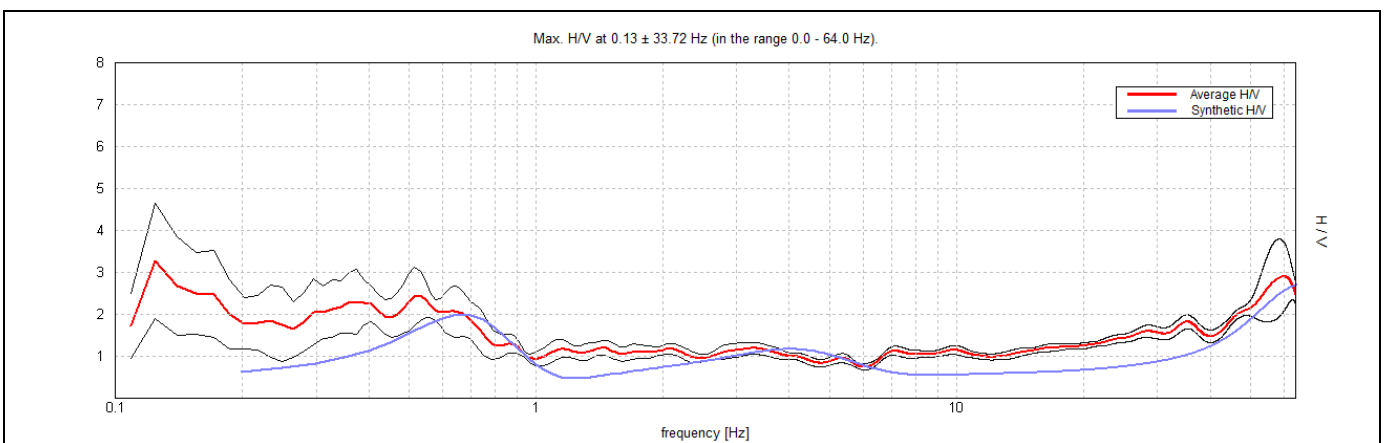


Figura 12 – Andamento della frequenza caratteristica

L'inversione ha consentito di ricavare il profilo delle velocità delle onde S in funzione della profondità.



Profondità a (m)	da (m)	$\Delta z(m)$	$V_s(m/s)$	Inversioni di velocità
0.00	0.60	0.60	161	-
0.60	8.70	8.10	331	-
8.70	21.70	13.00	377	-
21.70	30.70	9.00	536	-
30.70	45.20	14.50	642	-


Il valore di V_{seq} calcolato da piano campagna è risultato uguale a 384 m/s, che pone il sito nella classe di sottosuolo B secondo il D.M. 17.01.2018. Da piano fondazione la classe è la medesima. La frequenza fondamentale del sito è stata misurata direttamente mediante l'indagine geofisica ed è risultata pari a circa 0.53 Hz.

2.3. Analisi di II livello

La procedura permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e la verifica dei valori proposti dalla normativa nazionale. A tale scopo verrà stimato il valore del Fattore di amplificazione (F_a) e confrontato con quello proposto dalla Regione Lombardia. Il valore di F_a si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di F_a sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili. Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia. In alternativa è possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore.

Sulla base delle risultanze della prova HVSR sono state valutate le velocità delle onde sismiche, quindi sono state scelte le curve corrispondenti per litologia o profilo di V_s (Rif. Allegato 5 Direttive LR 12.05). Nel caso esista la scheda di valutazione per la litologia esaminata ma l'andamento delle V_s con la profondità non ricadesse nel campo di validità della scheda potrà, in questa prima fase, essere scelta un'altra scheda che presenti l'andamento delle V_s con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine. Nel caso in esame la scheda di riferimento è risultata la sabbiosa (Figura 13).

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	13 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

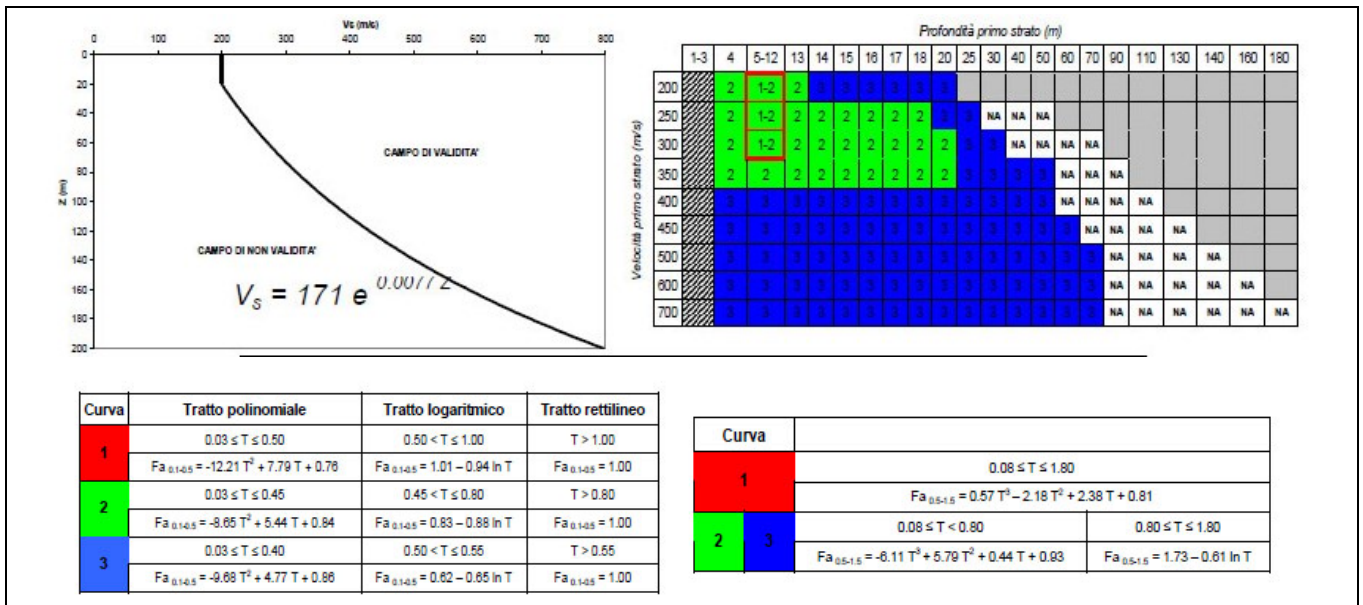


Figura 13 – Scheda di riferimento sabbiosa

Il periodo di oscillazione fondamentale della colonna lito-stratigrafica (inverso della frequenza fondamentale) è risultato uguale a 1.92 s per Tr1. Utilizzando questo dato si sono ricavati i seguenti valori di Fa (fattori di amplificazione spettrali):

Fa (nell'intervallo 0.1-0.5 s) = $1.0 \pm 0.1 > 1.4$ (soglia di Normativa per il Comune in esame)

Fa (nell'intervallo 0.5-1.5 s) = $1.3 \pm 0.1 < 1.7$ (soglia di Normativa per il Comune in esame).

Questi valori sono stati confrontati con quelli di soglia previsti dalla Normativa regionale, nel caso di sottosuolo di tipo B, per il Comune di Seregno (1.4 e 1.7 rispettivamente). Il confronto mostra come, per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s, il valore di Fa ottenuto risulti al di sotto del valore di soglia considerando il fattore di variabilità di -0.1 del valore ottenuto.

Quindi, in fase di progettazione edilizia, sarà possibile assegnare ai terreni di fondazione la categoria di sottosuolo B.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Figura 14 – Livelli di attendibilità (Tab 3 - All. 5 D.g.r. 28 Maggio 2008 n. 8/7374)

2.4. Stima della magnitudo di riferimento

Nel settore di appartenenza del comune di Seregno la sismicità è legata alla tettonica molto complessa del margine padano

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	14 di 19
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			



setentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria. L'analisi della sismicità, intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti in una determinata area, costituisce il primo tassello per gli studi di valutazione della pericolosità sismica di base. Trattandosi di modelli probabilistici, infatti, le caratteristiche sismo-tettoniche e le modalità di rilascio dell'energia sismica pregressa consentono la messa a punto di modelli previsionali dell'attività sismica attraverso una quantificazione dei livelli di accelerazione attesi. L'attività sismica storica nel Bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria e risulta correlata alla collocazione, delle aree di studio, tra zone sismogenetiche riferibili, da una parte al fronte alpino e dall'altra al fronte appenninico, sepolti al di sotto della coltre fluvioglaciale-alluvionale della Pianura Padana.

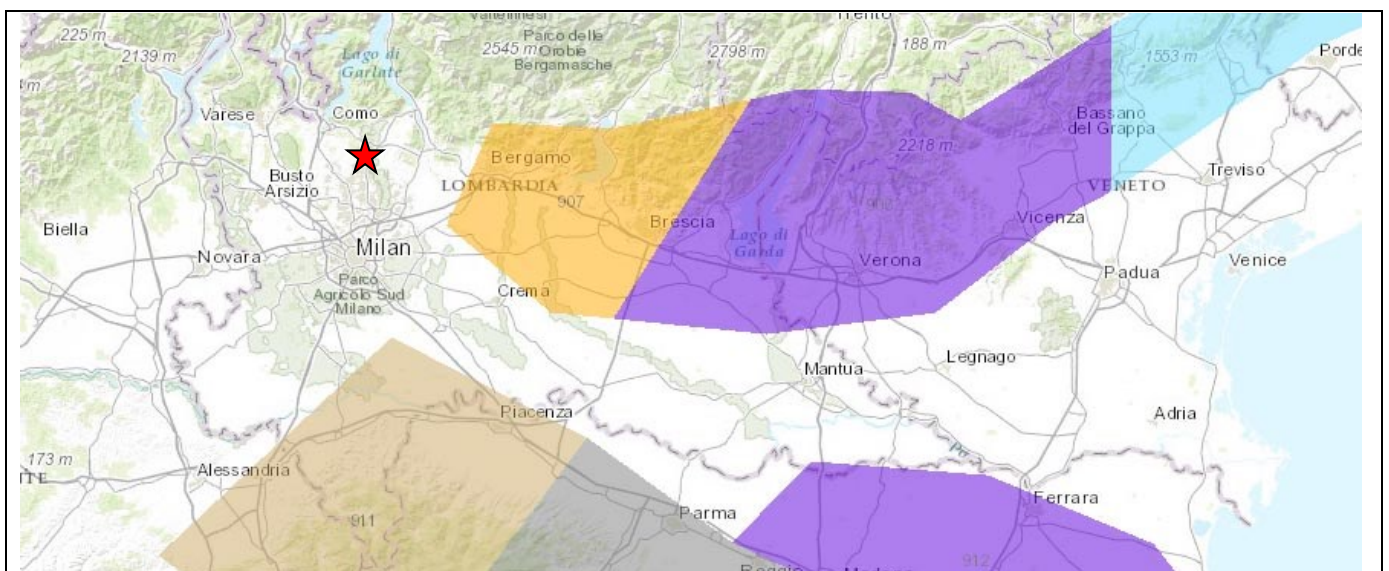



Figura 15 – Schema Zonizzazione Sismogenetica ZS9

Storicamente la zona risente di effetti macroscopici in funzione della relativa vicinanza alle aree epicentrali dei forti terremoti storici, che colpiscono le vicine provincie di Brescia e Verona. Alcuni sismi recenti, con le massime intensità storiche, si sono risentiti, per la relativa vicinanza con l'area sismogenetica del Reggiano-Ferrarese-Parmense e dell'edificio appenninico sepolto al di sotto delle coltri quaternarie dei depositi di pianura. L'area in esame secondo il modello sismotettonico riassunto nella zonazione sismogenetica ZS9 ricade in prossimità della zona sorgente 907 (Figura 15). Ai fini della verifica alla liquefazione, il calcolo della Magnitudo M_w è stato effettuato mediante la metodologia della disaggregazione della pericolosità sismica che somma i contributi dovuti alle singole coppie magnitudo-distanza dagli epicentri ricadenti nell'area di riferimento, allo scopo di ricavare l'evento sismico dominante. In questo modo si ottiene il terremoto di scenario, caratterizzato da un valore univoco della magnitudo, della distanza e del tempo di ritorno; ciò lo

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	15 di 19
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			



rende utilizzabile ai fini progettuali nelle verifiche agli stati limite. Il metodo si basa sulla mappa della pericolosità sismica messa a disposizione dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) attraverso il proprio portale web. Il sistema consente di visualizzare e interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05°. Per ogni singolo nodo della griglia di riferimento è possibile richiedere il dettaglio in forma grafica e tabellare dell'analisi di disaggregazione (vale a dire il contributo delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza alla pericolosità del nodo) della relativa **a(g)**. Per il comune di Seregno il valore medio di riferimento propone una magnitudo pari a 5.00 ad una distanza di 59.60 km.

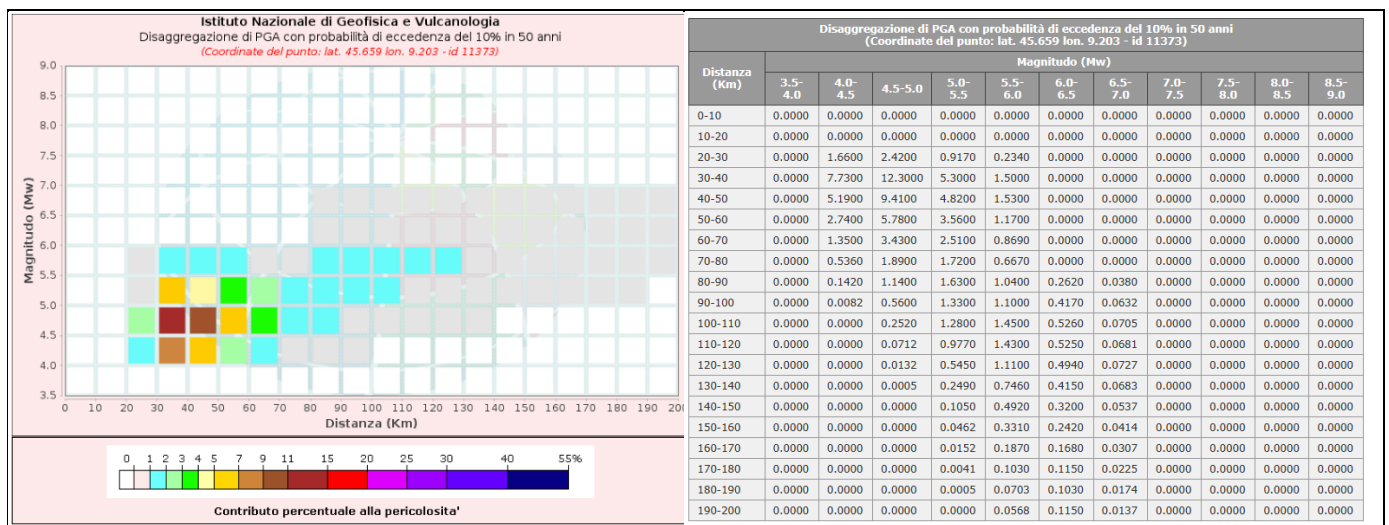


Figura 16 - Verifica Magnitudo

Il valore non è però riferito alla magnitudo momento Mw, ma bensì alla magnitudo locale media. Per questo devono essere sommati i singoli contributi sino all'ottenimento di un valore superiore al 90%. Sommando i contributi da 0 a 40 km si raggiunge un valore superiore al 90% per magnitudo fino a 5.5 anche se in queste zone la probabilità che si verifichi un evento sismico di tale intensità è molto rara. I valori calcolati con entrambe i metodi convergono su un risultato confrontabile.

2.5. Verifica alla liquefazione

Durante un evento sismico vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Per tutta la durata della scossa ogni elemento di terreno è soggetto ad una serie di sforzi tangenziali che cambiano ripetutamente verso ed ampiezza. Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	16 di 19
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Quindi, maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggiore numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. I depositi sabbiosi sotto falda sono i terreni con più alto potenziale di liquefazione in particolare se sono di recente (in termini geologici) deposizione, e di granulometria fine o media come riportato nella Figura 17.

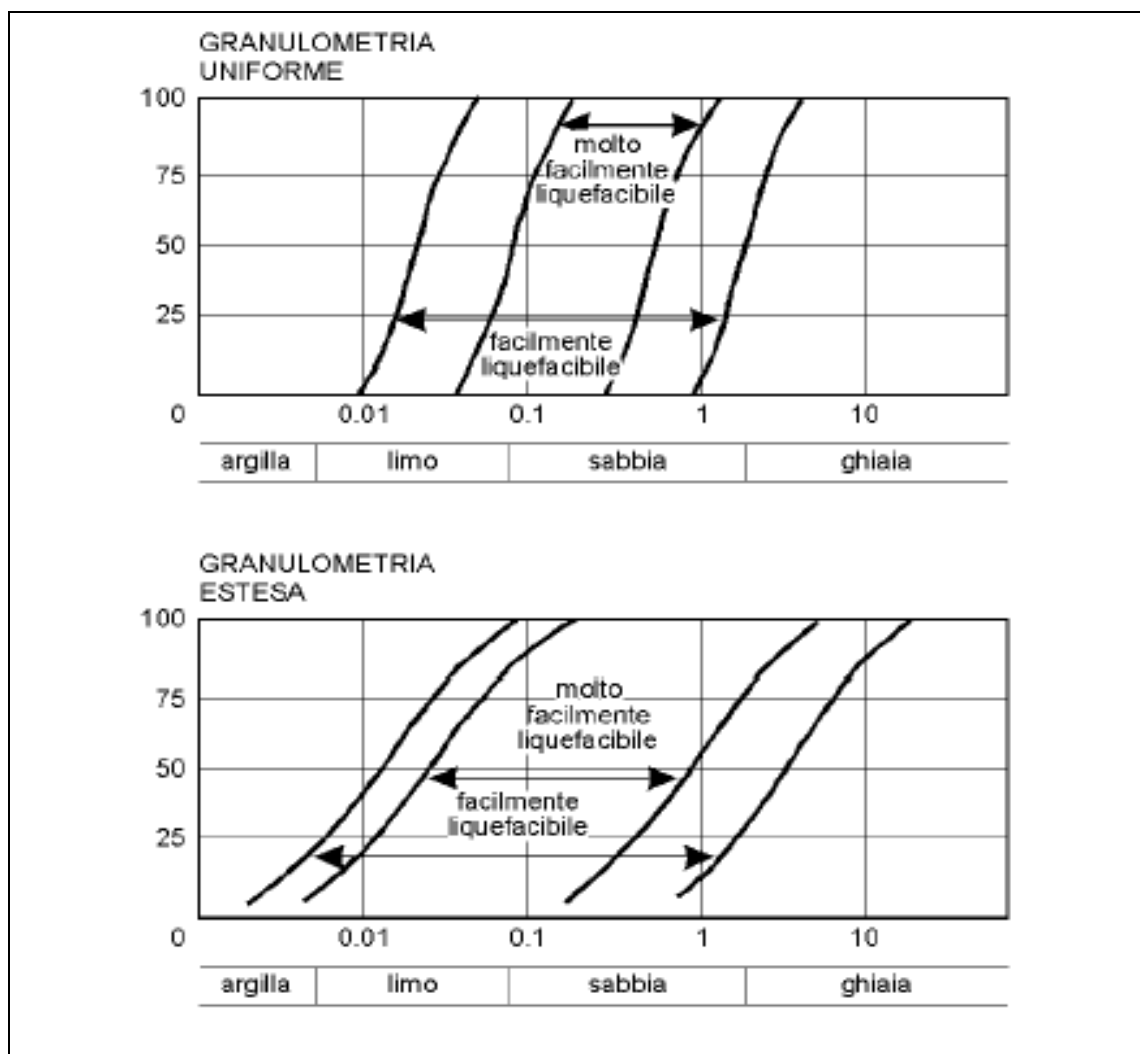


Figura 17 – Valutazione della suscettibilità alla liquefazione – fasce granulometriche critiche

Tutti i metodi semplificati permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di



sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilabile nello strato (CSR) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (CRR). Cioè in pratica si ha:

$$F_s = \frac{CSR}{CRR}$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza sarà minore di 1 (di 1.25 secondo l'Eurocodice 8). La grandezza CSR dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto). CRR è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche e statiche o con i valori delle velocità delle onde S ricavati da indagine geofisica. La grandezza CSR viene ricavata attraverso la relazione:

$$CSR = \frac{1}{MSF} \cdot r_d \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}$$

dove:

- a_{max} = accelerazione sismica massima;
- g = accelerazione di gravità = 980.7 cm/s²;
- σ_{vo} = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.;
- σ'_{vo} = pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.;
- r_d = coefficiente funzione della profondità dal p.c.;
- MSF = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma,

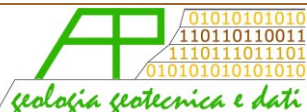
La grandezza r_d può essere valutata attraverso alcune correlazioni empiriche note in letteratura. Nel caso in esame è stata utilizzata la seguente:

ANDRUS e STOKOE (2000)

$$CRR = 0,022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{SI}}{100} \right)^2 + \frac{2.8}{(V_{SIC} - K_c \cdot V_{SI})} - \frac{2.8}{V_{SIC}} \qquad CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

La verifica numerica è stata omessa in ragione della granulometria grossolana dei depositi e della soggiacenza della falda.

Si ritengono pertanto verificate le condizioni di cui sopra.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	18 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				



3. FATTIBILITÀ

L'area in studio è identificata nel PGT vigente con la classe di fattibilità 3 ovvero fattibilità con consistenti limitazioni legate alla fascia di rispetto dei pozzi ad uso potabile e con la classe di fattibilità 2, ovvero fattibilità con modeste limitazioni. Secondo i disposti regionali l'indicazione relativa alla classe 3 non è più attuale in quanto la zona di rispetto e salvaguardia dei pozzi e delle sorgenti non concorre alla definizione della fattibilità geologica essendo disciplinata da apposita normativa. Si riportano di seguito le prescrizioni dettate dalle Norme tecniche di attuazioni per la classe 2:

CLASSE 2 → Aree agricole e urbane limitrofe agli insediamenti principali, ove l'assenza di dati e riscontri geotecnici sui terreni rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geotecnico e idrogeologico, al fine di verificare le eventuali disomogeneità areali dei terreni di fondazione dei nuovi fabbricati e di identificare le corrette tipologie di fondazioni adottabili in relazione all'entità dell'intervento, predisponendo quando necessario eventuali opere di bonifica e sistemazione che non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe.

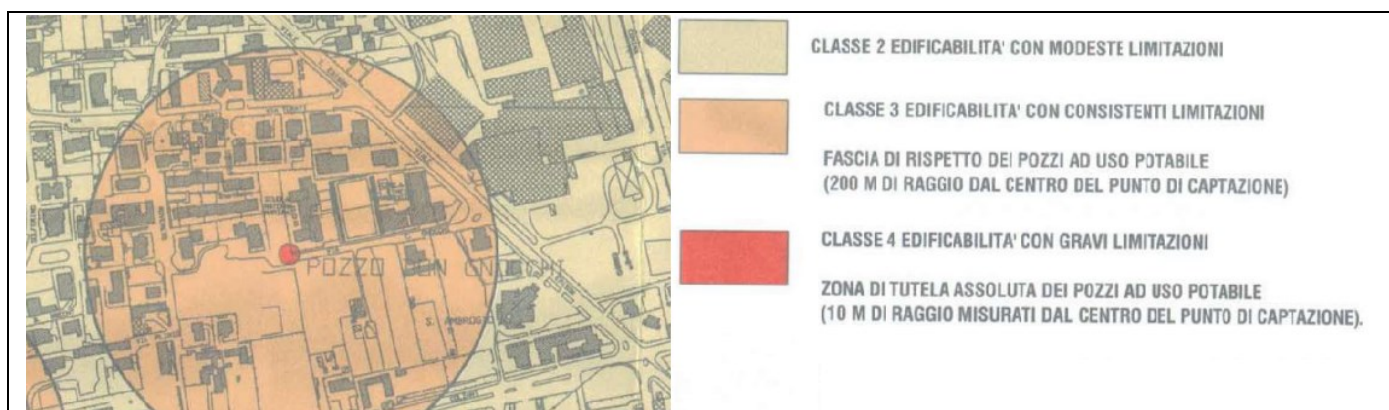


Figura 18 – Stralcio della Carta della Fattibilità (da PGT)

Come indicato nei paragrafi precedenti l'assetto geologico, morfologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale non è stato sottoposto a variazioni sensibili. Pertanto possono essere riconfermate le considerazioni espresse nella Componente Geologica a corredo del PGT ed in particolare la Fattibilità.

La variante in esame è compatibile con la situazione geologica, idrogeologica, idraulica e vincolistica del territorio e ed coerente con la fattibilità indicata negli elaborati della componente geologica.

Seniga, 04.02.2023

Dr. Geol. Corrado Aletti

(documento firmato digitalmente)

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2023	0	19 di 19
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				