

COMUNE DI CITTADELLA

Ing. EDI MORANDIN

Via S. Caterina da Siena, 13 - Cittadella (Pd)

Tel. e Fax 049.9403823, email: edimor@mediacity.it

Progetto:

AMPLIAMENTO DI UN FABBRICATO ARTIGIANALE ESISTENTE AI SENSI DELL'ART. 3 DELLA L.R. 55/2012

Il committente:

SILAF S.R.L.

Contenuto:

- STUDIO DI MICROZONIZZAZIONE SISMICA

Progettista:

Ing. EDI MORANDIN

Allegato n.:

C

Collaboratori:

Revisione n.:

Data:

OTTOBRE 2022

Scala:

1:500

File:

2021_52_All_C pdf



INDICE

1. Premesse	2
2. La microzonazione sismica.....	2
3. Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area	4
4. Idrogeologia.....	6
5. Sismicità del Comune di Cittadella	8
6. Dati geotecnici e geofisici	11
7. Conclusioni	11

1. Premesse

La presente relazione ha lo scopo di esporre uno studio di Microzonazione Sismica di Livello I, ai sensi dell'OPCM 52 del 20.02.2013 e della DGR n. 1572 del 3.10.2013, dell'intervento previsto dal "Progetto per l'ampliamento di un fabbricato artigianale esistente ai sensi dell'art.3 della L.R. 55/2012", interessante un'area di circa 3.325 mq, sita in Comune di Cittadella (Pd) in via Don G. Lago.

La presente relazione espone le modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati geologici, geotecnici, sismici e cartografici adottate nella realizzazione dello studio di Microzonazione Sismica di Primo Livello ed illustra la cartografia tematica prodotta secondo lo schema logico e le norme richiesti dagli ICMS 2008 e dalle *Linee guida per l'esecuzione di studi di Microzonazione Sismica della Regione Veneto* (DGR n. 1572 del 3.10.2013, all. A).

2. La microzonazione sismica

Secondo quanto ricordato dalla DGR. n. 1572 del 03.09.2013, i numerosi eventi sismici accaduti in Italia negli ultimi anni, hanno reso maggiormente evidente la vulnerabilità sismica del territorio italiano.

L'osservazione degli effetti dei terremoti degli ultimi decenni, ha evidenziato, inoltre, che i danni alle costruzioni a seguito di eventi sismici si manifestano con differenze notevoli in centri abitati posti anche a piccole distanze tra loro. Le cause di queste situazioni, oltre alla differente tipologia costruttiva, vanno ricercate in una diversa pericolosità sismica locale, accentuata dalle differenti modalità di propagazione delle onde sismiche, funzione delle caratteristiche geometriche, elastico-acustiche e di instabilità di suolo e sottosuolo.

La microzonazione è la suddivisione di un dato territorio in zone aventi differenti risposte alle azioni sismiche attese al sito per effetto delle condizioni locali. La microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente di dettaglio le condizioni di sito che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre effetti cosismici rilevanti (fratture, frane, liquefazioni, ...) per le costruzioni e le infrastrutture.

In sostanza lo studio di microzonazione restituisce una mappa del territorio nella quale sono indicate:

- 1) le zone in cui il moto sismico viene amplificato (e su quali frequenze questa amplificazione avviene) a causa delle caratteristiche morfologiche, strutturali, stratigrafiche, geofisiche e geotecniche dei terreni.
- 2) le zone in cui sono presenti, o suscettibili di attivazione, dissesti o deformazioni del suolo dovuti al sisma o incrementati da esso.

Gli “effetti di amplificazione locale” che possono portare a sollecitazioni nelle strutture notevolmente amplificate rispetto a quelle che si avrebbero se l’edificio fosse fondato su roccia o terreno duro pianeggiante. Infatti, se il sottosuolo fosse costituito da terreno rigido (velocità $V_s > 800$ m/s), delimitato da una superficie limite orizzontale, la pericolosità sismica del sito dipenderebbe solo dalla grandezza dell’evento sismico e dalla distanza della sorgente sismica.

Invece possiamo avere:

- effetti stratigrafici (al passaggio tra bedrock e depositi superficiali si possono sviluppare risonanze, dissipazioni, variazioni delle pressioni interstiziali, scadimento delle proprietà geotecniche);
- effetti di bordo (riflessioni o rifrazioni delle onde sismiche ai bordi di depositi con geometria irregolare o propagazioni tra materiali a diversa rigidità);
- effetti topografici (focalizzazioni dell’energia sismica legati alla morfologia superficiale o sepolta che suscita amplificazioni dell’ampiezza delle onde sismiche)

Lo studio delle problematiche sopra descritte è oggetto della microzonazione sismica. Il miglioramento della conoscenza in materia prodotto dagli studi di microzonazione sismica può contribuire concretamente, insieme a quelli sulla vulnerabilità ed esposizione, all’ottimizzazione delle risorse rese disponibili per interventi mirati alla mitigazione del rischio sismico.

La Regione Veneto, in una prima fase sperimentale di verifica dell’applicabilità delle linee guida regionali, ha deciso di procedere all’avvio degli Studi di Microzonazione Sismica nei comuni già inseriti in zona sismica 1 e 2 e quelli per cui il territorio è in tutto o in parte caratterizzato da valori di accelerazione sismica massima al suolo superiori a 0,175 g di cui all’OPCM 3519/2006.

Le nuove Linee Guida per la Microzonazione Sismica (ICMS 2008) vanno applicate agli studi di microzonazione sismica a corredo degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale (PAT, PI e loro varianti di cui alla L.R. 11/2004). Anche i Piani Urbanistici Attuativi (PUA), nei Comuni i cui strumenti urbanistici di livello superiore non contengano studi sismici, devono essere dotati di specifici studi di microzonazione sismica.

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente:

- **LIVELLO I:** si applica in sede di PAT e consente di delineare gli scenari della pericolosità sismica e di identificare le parti del territorio comunale suscettibili di effetti sismici locali:

amplificazione del moto sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, liquefazione, rottura del terreno, ecc.;

- **LIVELLO II:** si applica in sede di PI a tutte le parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica individuati nella precedente fase e per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche del territorio che comportano un incremento dei carichi urbanistici/insediativi e per il territorio compreso nel perimetro del "centro abitato" così come previsti dalla normativa vigente;
- **LIVELLO III:** si applica in sede di PI per le scelte di trasformazione urbanistica nelle aree con particolari criticità geologiche, geomorfologiche e geotecniche. Si applica altresì alle aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

3. Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area

Il territorio in esame si trova a sud delle propaggini meridionali delle prealpi venete nella fascia più settentrionale dell'unità geografica della Pianura Veneta, formata in tempi geologicamente recenti, dalla deposizione di materiali prevalentemente detritici di origine fluviale e fluvio-glaciale.

Il territorio della frazione di "Laghi" si pone a nord-ovest del centro del Comune di Cittadella (Pd) e ricade pertanto alla sinistra idrografica del fiume Brenta; in particolare esso si trova all'incirca in corrispondenza del limite inferiore della conoide del Brenta che trova il suo apice in corrispondenza di Bassano del Grappa allo sbocco in pianura della Valsugana.

Valutando il territorio nel suo insieme ed osservando la Carta geologica del Veneto di cui si riporta un estratto alle pagine seguenti, si possono individuare situazioni stratigrafiche ed idrogeologiche tipiche che caratterizzano, seppure orientativamente, intere fasce della pianura. Queste fasce, che definiscono l'alta, la media e la bassa pianura, hanno caratteristiche abbastanza omogenee e si susseguono da N a S delle Prealpi al Mare Adriatico: esse si sviluppano per tutta l'estensione della Pianura Veneta e Friulana, in direzione subparallela rispetto al limite dei rilievi montuosi ad alla linea attuale di costa e perpendicolarmente ai corsi d'acqua. Tale disposizione è la logica conseguenza dei processi che hanno determinato la deposizione del materasso quaternario.

Nell'alta pianura, a ridosso dei rilievi prealpini (150-200 m s.l.m.) dove i fiumi sboccano dai bacini montani, si estende una fascia larga da 5 a 20 km costituita da alluvioni ghiaiose e ghiaioso sabbiose di origine fluviale e fluvio-glaciale praticamente indifferenziate fino al substrato roccioso, dello spessore anche di 300-400 metri; localmente si rinvencono anche sottili intercalazioni limoso-argillose e livelli ghiaiosi con diverso grado di cementazione.

Procedendo verso S e SE (media pianura) si assiste ad una progressiva diminuzione del materiale ghiaioso grossolano e ad un conseguente aumento dei litotipi sabbiosi a granulometria variabile da grossa a media di origine prevalentemente fluviale, alternati a sabbie argillose, limi e argille di origine marina.

Il materasso dell'alta pianura e gran parte di quello della zona mediana del territorio è formato da una serie di grosse conoidi contigue, addentellate e parzialmente sovrapposte, depositate in seguito ad imponenti fenomeni di alluvionamento operati dai fiumi al loro sbocco in pianura. Non esistono nette linee di separazione tra di esse, anzi durante la formazione si sono più volte incrociate, sovrapposte, anastomizzate, a causa del mutare frequente del corso dei fiumi.

Infine la bassa pianura, una fascia di 10-20 km di larghezza a ridosso della costa adriatica, appare caratterizzata da alternanze di spessi orizzonti limoso-argillosi con livelli sabbiosi di potenza limitata e generalmente a granulometria fine, di origine prevalentemente marina (Pleistocene).

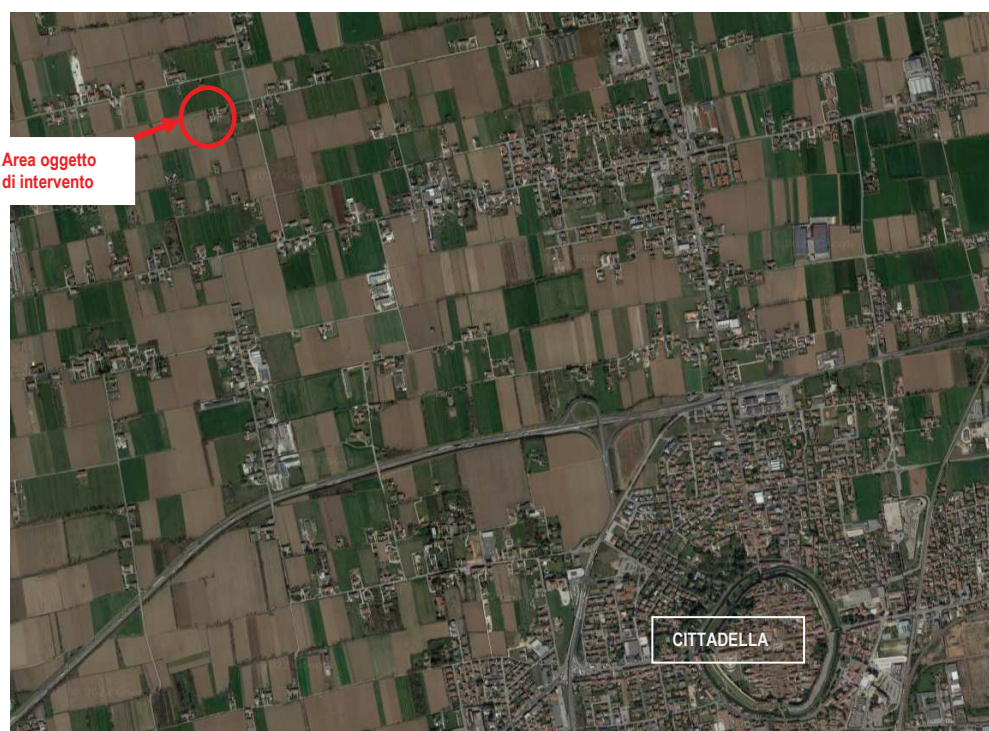


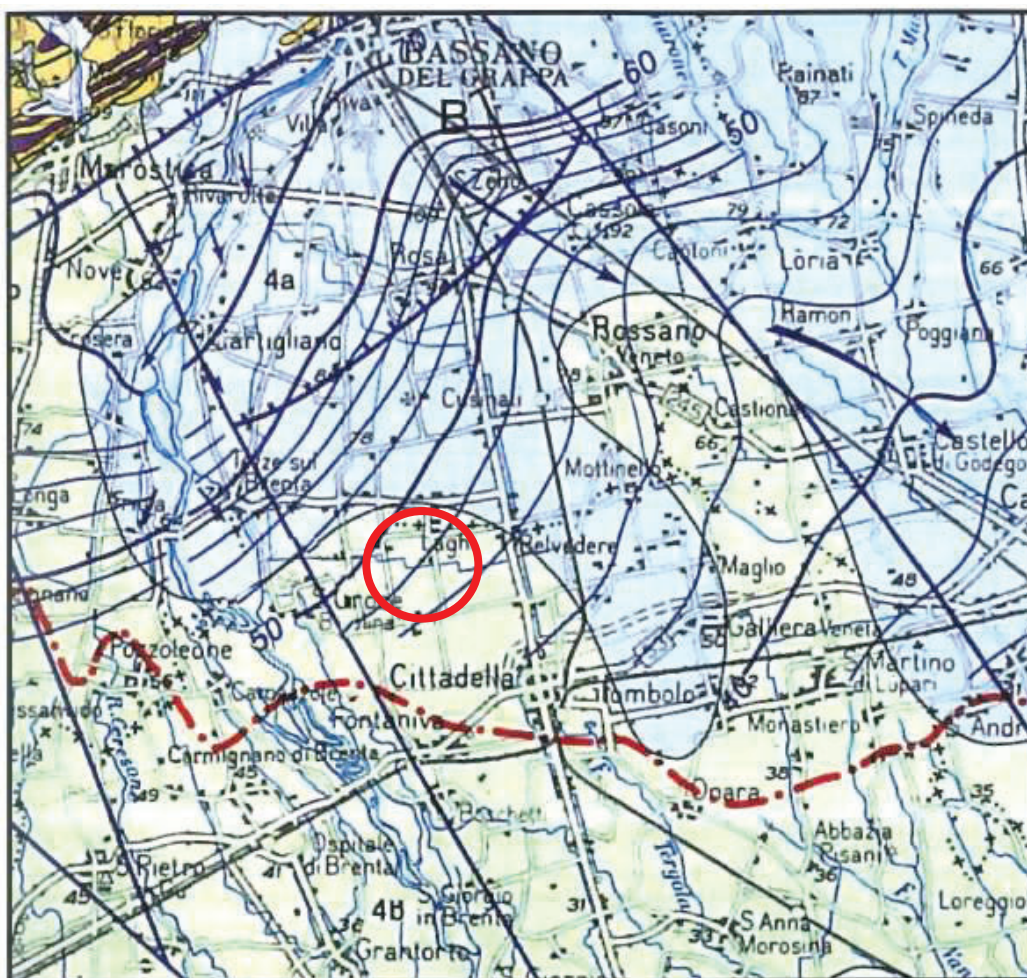
Figura 1: *Ortofoto della zona di intervento*

4. Idrogeologia

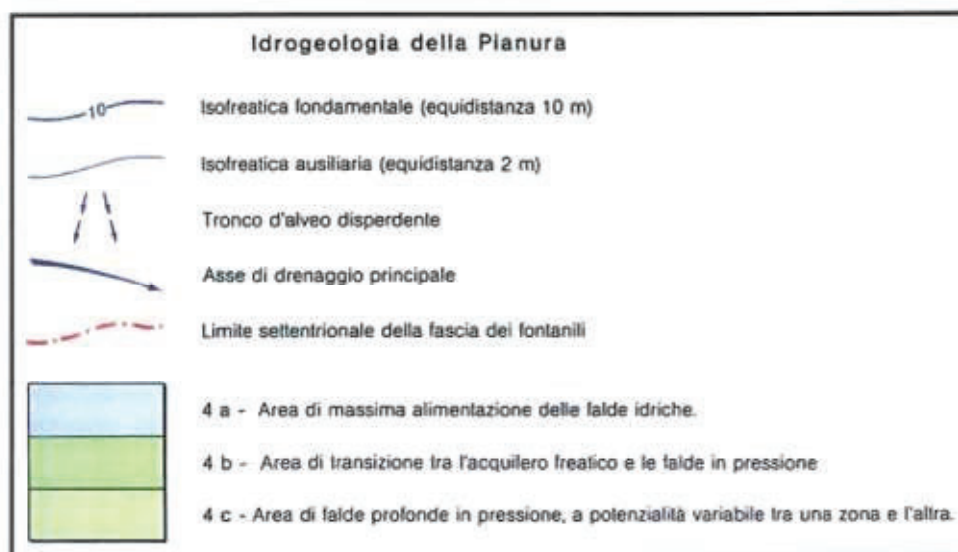
La costituzione litostratigrafica del sottosuolo della Pianura Veneta determina l'esistenza di differenti situazioni idrogeologiche.

Il materasso ghiaioso grossolano nella zona pedemontana, riconducibile alle attività dei principali fiumi (Piave e Brenta, e in subordine Astico), è sede di un acquifero freatico indifferenziato, intensamente sfruttato a scopo idropotabile. Tale falda presenta continuità laterale determinata dal contatto diretto tra i materiali grossolani permeabili delle varie conoidi alluvionali. La profondità della superficie della falda è massima a ridosso dei rilievi prealpini, dove si trova compresa tra i 50 e i 150 metri sotto il piano campagna.

Il sito oggetto di intervento si pone nella parte inferiore della conoide del Brenta dove prevalgono nettamente i terreni ghiaiosi ed il fiume presenta ancora un alveo disperdente (le isoipse presentano infatti convessità verso sud, nella direzione di flusso del fiume stesso).



Estratto Carta Geologica del Veneto 1:250.000 – Servizio Geologico Nazionale
(Università di Padova, Istituto di Geologia - 1988)



Il passaggio tra l'alta e la media pianura e cioè tra l'acquifero freatico indifferenziato a nord ed il sistema multifalde in pressione a sud avviene in modo graduale attraverso una zona di transizione che coincide arealmente con la fascia di restituzione del fontanili, o "zona delle risorgive", in corrispondenza della quale la falda freatica del sistema indifferenziato affiora spontaneamente nei punti più depressi, dopo un percorso sotterraneo di 10-40 km. Il sito in esame è ubicato in prossimità del limite superiore di tale fascia delle risorgive, come evidenziato nella carta geologica riportata in estratto alle pagine precedenti.

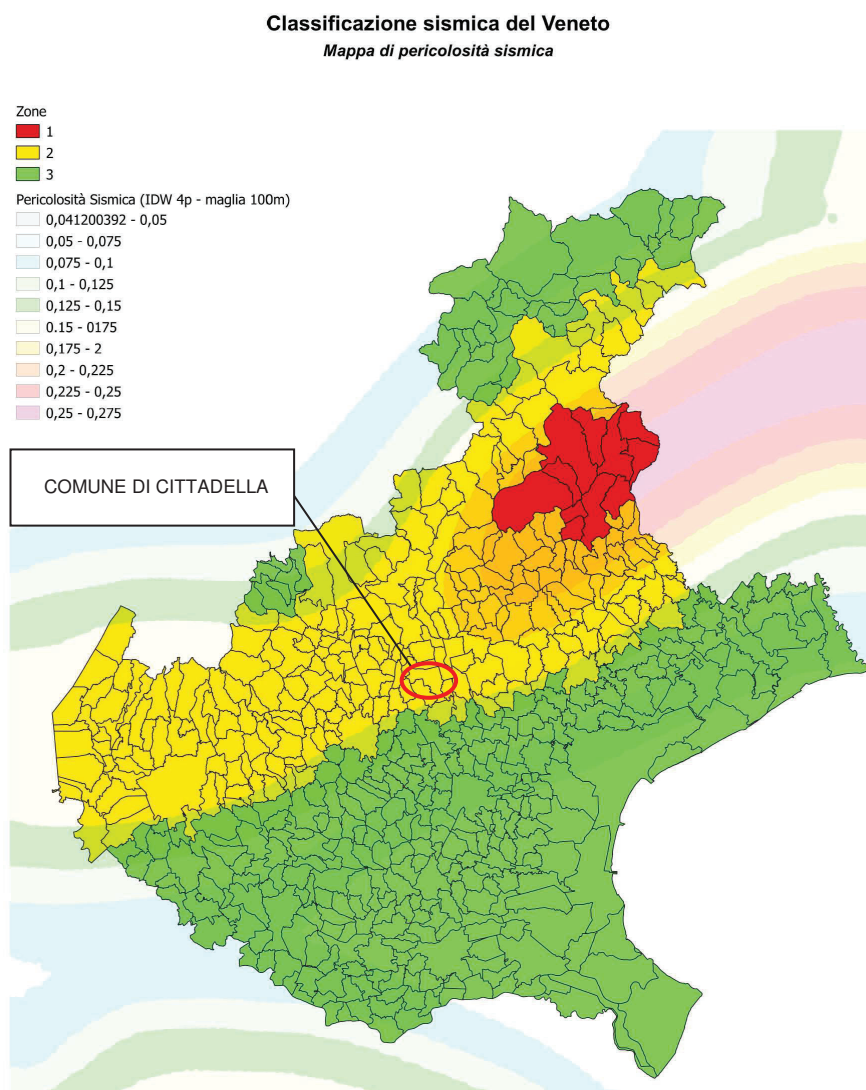
In corrispondenza della fascia delle risorgive, che definisce la media pianura, nei primi 60-100 metri di sottosuolo prevalgono ancora le ghiaie grossolane, tuttavia compaiono i primi livelli impermeabili limoso-argillosi che sono in genere poco potenti (raramente superano i 10-15 m di spessore) e molto discontinui. Tale situazione litostratigrafica determina la presenza di un sistema multifalde, costituito da un acquifero freatico a debole profondità (non sempre presente) e da più falde in pressione.

La ricarica dell'acquifero indifferenziato è determinata essenzialmente dalla dispersione in alveo che si verifica allo sbocco in pianura dei principali corsi d'acqua. Altri fattori contribuiscono all'alimentazione della falda freatica indifferenziata: l'infiltrazione diretta delle precipitazioni, dove il materasso ghiaioso, molto permeabile, è coperto solo da un sottile strato di terreno vegetale; la ricarica laterale del substrato roccioso sul quale appoggia la coltre alluvionale, almeno nei tratti in cui il substrato è costituito da acquiferi calcarei; l'infiltrazione dovuta all'irrigazione e ai canali non impermeabilizzati della rete irrigua. L'alimentazione del sistema multifalde in pressione proviene evidentemente dall'acquifero freatico indifferenziato.

Nella Carta delle Isofreatiche della Regione Veneto la zona in esame risulta in corrispondenza dell'isofratrica 46 m s.l.m.; le isofreatiche si dispongono con direzione SO-NE, evidenziando una direzione di deflusso tendente verso SE.

5. Sismicità del Comune di Cittadella

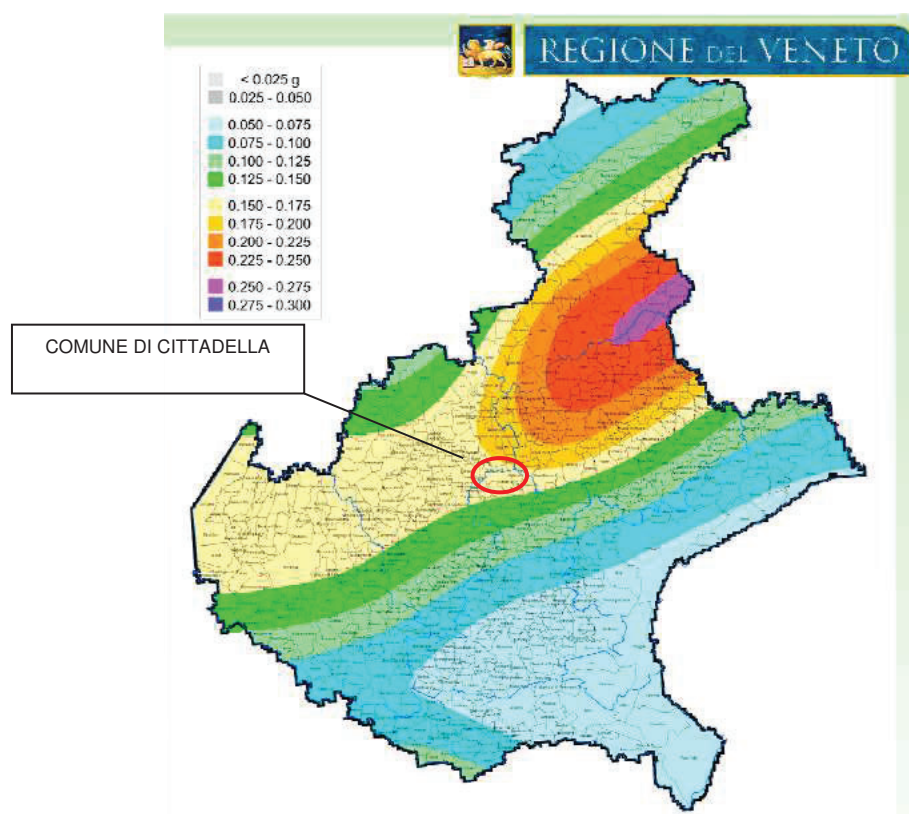
Secondo la zonazione sismica del territorio nazionale (OPCM 3274 del 20 marzo 2003), recepita dalla Regione Veneto con la Deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto n. 67 del 3 dicembre 2003, e con successiva D.G.R. n. 244 del 9 marzo 2021 con la quale la Giunta Regionale ha approvato il nuovo elenco dei comuni sismici del Veneto, in forza del quale il Comune di Cittadella ricade in zona sismica 2.



Classificazione sismica O.P.C.M. 3274/2003 e D.G.R. 244/2021

Il criterio di attribuzione dei comuni alle diverse zone sismiche si basa in primo luogo sul valore di accelerazione sismica massima attesa a_{max} con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Sono assegnati alla zona 1 i comuni con $a_{max} > 0,250g$, alla zona 2 quelli con accelerazione compresa tra 0,250 e 0,150g, e alla zona 3 quelli con accelerazione $< 0,150g$ in coerenza con le disposizioni contenute nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274.

Il Comune di Cittadella in base alla zonizzazione dell'Ordinanza n.3274 del 20.03.03 era classificato in zona 3 e con successivo Dgr.244 del 9.03.21, la Giunta regionale del Veneto ha aggiornato la classificazione del Comune in zona 2 con accelerazione massima al suolo $a_g = 0.25g$.



Mappa di pericolosità sismica O.P.C.M. 3519/2006 e D.G.R. 71/2008

Inoltre utilizzando il documento "SPETTRI NTC" fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, si sono potuti ottenere gli spettri di risposta rappresentativi (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche per l'area in esame. In particolare ci si è soffermati alla fase 1 in cui si può andare ad individuare la pericolosità del sito in base ad una ricerca per coordinate geografiche o per

comune. Inserendo le coordinate geografiche dell'area oggetto della presente relazione, si ottengono i seguenti risultati:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

11,75738

LATITUDINE

45,66729

☐ Ricerca per comune

REGIONE

Veneto

PROVINCIA

Padova

COMUNE

Cittadella

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

☒ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☐ Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

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

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0,044	2,482	0,239
50	0,059	2,478	0,252
72	0,072	2,452	0,263
101	0,085	2,408	0,273
140	0,100	2,390	0,280
201	0,118	2,384	0,288
475	0,168	2,389	0,299
975	0,220	2,398	0,309
2475	0,307	2,397	0,326

6. Dati geotecnici e geofisici

Da indagini geologiche eseguite su zone limitrofe all'area in esame, si osserva una discreta omogeneità della successione stratigrafica: è presente infatti un livello superficiale di carattere argilloso di spessore variabile tra 0,50 m a 1,50 m circa a partire dal piano campagna. Al di sotto si trovano terreni di natura incoerente costituiti in prevalenza da sabbie ghiaiose o ghiaie sabbiose.

Dalla carta delle isofreatiche risulta che il livello piezometrico si trova mediamente alla profondità di circa 10 m dal piano campagna.

Inoltre si può ritenere che la categoria sismica del sottosuolo sia di Tipo B. A tale categoria, come definito nella tab. 3.2.II del D.M. 14/01/2008, appartengono *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).

7. Conclusioni

La pericolosità del sito in base ad una ricerca per coordinate geografiche risulterebbe non soggetta allo studio di microzonazione sismica in quanto l'accelerazione sismica massima al suolo è pari a 0,168g e quindi inferiore a 0,175g di cui all'O.P.C.M. 3519/2006. Si è ritenuto però di effettuare comunque lo studio perché parte del territorio comunale può presentare accelerazioni di poco superiori a 0,175 g.

L'area in esame presenta una sostanziale uniformità morfologica e geolitologica. Le coperture sedimentarie sono poco differenziate sia nei caratteri tessiturali, che nelle geometrie. Le valutazioni sullo spessore dei sedimenti di pianura sono state condotte attraverso considerazioni di carattere generale desumibili dalla letteratura scientifica nota, che si ritengono sufficientemente affidabili per lo studio in questione.

In particolare per quanto riguarda gli effetti di amplificazione locale:

- effetti stratigrafici: nel caso in esame, data la granulometria prevalentemente ghiaiosa dei terreni sotto falda e la profondità del livello piezometrico (posto a circa 10 m dal piano campagna), non si rende necessaria la verifica della suscettibilità alla liquefazione del terreno di fondazione.

- effetti di bordo: non essendo presenti nell'area depositi con geometria irregolare e/o con materiali a diversa rigidità, le riflessioni o rifrazioni delle onde sismiche ai bordi di tali depositi non sono rilevanti.
- effetti topografici: non sono stati considerati gli effetti di amplificazione topografica poiché l'area interessata dallo Studio di Microzonazione di Primo Livello interessa unicamente un'area di pianura.

Non si riscontrano pertanto particolari caratteristiche del sito che possano generare effetti di amplificazione sismica locale.

Cittadella, 21.10.2022

Il progettista
Ing. Edi Morandin

