

COMUNE DI BRESCIA



EX OSPEDALE SANT'ORSOLA
PIANO ATTUATIVO AT-C7 EX FATEBENEFRAPELLI
VIA VITTORIO EMANUELE II

 <p>Dr. Roberto Drera</p>	<p>Committente:</p> <p>ORDINE OSPEDALIERO DI S. GIOVANNI DI DIO - FATEBENEFRAPELLI CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)</p>
<p>Data:</p> <p>Dicembre 2020</p>	<p>Relazione di Fattibilità Geologica ai sensi del D.G.R. N. IX/2616 del 30.11.2011</p>

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	5
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	5
4.1	IDROGEOLOGIA DI SUPERFICIE	5
4.2	IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA	6
5	PERICOLOSITÀ, FATTIBILITÀ E VINCOLI	7
6	CAMPAGNA D'INDAGINE	10
7	ANALISI SISMICA DEL SITO	10
7.1	CLASSIFICAZIONE	12
7.2	PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	14
7.3	VALUTAZIONE DEI FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA	16
8	CONCLUSIONI.....	16

1 PREMESSA

La presente relazione di fattibilità geologica viene redatta a supporto del progetto per la realizzazione del Piano Attuativo AT-C.7 (Ex Fatebenefratelli) di via Vittorio Emanuele II a Brescia.

L'intervento, che si sviluppa su di un'area totale di circa 9.000 mq, prevede la demolizione e la ricostruzione di parte dei fabbricati presenti sul lotto, unitamente al restauro degli edifici con valenza storica o architettonica. E' inoltre previsto l'ampliamento degli spazi interrati esistenti, con l'approfondimento di una parte degli stessi alla quota di - 7 m circa rispetto all'attuale livello del p.c.

Scopo del presente lavoro è la verifica di fattibilità geologica dell'intervento, attraverso l'esame delle potenziali problematiche inerenti l'interazione della struttura con il sottosuolo ed il confronto con quanto previsto dalla normativa vigente.

Per le notizie di carattere geologico generale sono stati eseguiti rilievi di campagna, basati sull'osservazione delle forme del territorio e delle litologie superficiali, correlati al passato geologico dell'area; lo studio è stato poi completato dalle notizie e dai dati bibliografici a disposizione, nonché dalle conoscenze acquisite dallo scrivente nella zona, tramite precedenti lavori e indagini.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Ministeriale 17/01/2018
Norme Tecniche per le Costruzioni
- D.G.R. Lombardia n. 9/2616 del 30/11/2011
Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12
- D.G.R. Lombardia n. 10/2129 del 11/07/2014
Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
- R.R. Lombardia n. 7 del 23/11/2017
Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della L.R. n. 12 del 11.03.2005
- Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del comune di Brescia.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame è situata in prossimità del limite sud - ovest del nucleo storico dell'abitato di Brescia.

Il sito è posizionato sulle coordinate 45.5351° di latitudine N e 10.2166° di longitudine E, ad una quota di 145 m s.l.m.



Figura 2.1: ubicazione dell'area oggetto di studio

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio, a morfologia pianeggiante con debole pendenza verso S-W (circa 1%), si colloca nella fascia settentrionale della pianura bresciana, dove i depositi alluvionali quaternari hanno, nel corso del tempo, colmato le irregolarità morfologiche del substrato, costruendo, durante le fasi deposizionali connesse con gli eventi glaciali, il ripiano generale della pianura medesima.

Il sito è ubicato a poca distanza delle mura medievali che cingevano l'antico centro abitato; gli interventi antropici hanno di conseguenza interamente modificato l'originale assetto morfologico, che attualmente si presenta pianeggiante ed interamente urbanizzato.

La successione litologica dei terreni di fondazione è rappresentata da depositi alluvionali e fluvioglaciali (WÜRMI); le litologie predominanti sono quindi attribuibili ai depositi fluvioglaciali post – Würmiani, costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa intercalate sia a lenti a granulometria più grossolana (ciottoli) che a livelli prevalentemente sabbiosi con giacitura lenticolare.

In base ai dati a disposizione, riferiti a campagne d'indagine condotte in siti adiacenti (campagna d'indagine condotta nel 2003 sul sito adiacente di via V. Emanuele II n° 20, dove è stata realizzata una berlinese di micropali necessaria allo scavo di locali interrati), nei primi 15 m di terreno si rinviene un'alternanza di depositi granulari sabbioso – ghiaiosi dotati di buona permeabilità, con una successione litostratigrafica che coincide con l'assetto generale del territorio circostante.

Generalmente sulle aree interne alla cerchia muraria è inoltre presente un primo orizzonte di terreno riportato con spessore variabile (mediamente compreso tra 3 e 5 m), costituito da sedimenti di ghiaia in matrice argilloso - limosa con inclusi antropici (laterizi e conglomerato cementizio, rari resti di materiale organico).

L'assetto morfologico e la posizione dell'area d'intervento permettono di escludere possibili fenomeni di instabilità legati a dinamiche gravitative.

4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

4.1 IDROGEOLOGIA DI SUPERFICIE

La rete idrografica superficiale è principalmente rappresentata dal Torrente Garza, che scorre quasi interamente intubato al limite esterno delle mura medievali cittadine; anche gli altri canali del reticolo idrico minore che attraversano il centro storico cittadino sono interamente intubati

e non più visibili. Tra questi il più vicino al sito è il T. Bova, che scorre ad est del lotto, con andamento N-S, ad una distanza di circa 100 m.

La zona non è segnalata tra quelle a rischio idrogeologico per allagamento nel PGRA; non si rilevano di conseguenza fattori di rischio legati all'idrografia di superficie.

4.2 IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA

L'alimentazione della falda freatica è principalmente legata all'infiltrazione diretta delle acque meteoriche ed agli apporti provenienti dai rilievi a monte.

La direzione di deflusso delle acque è da N-E a S-O (linee isofreatiche monitoraggio ARPA, 2016), con un gradiente idraulico modesto ed inferiore all'andamento topografico; la soggiacenza è di circa 30 m rispetto alla quota del piano di campagna.

Si segnala che parte del sito ricade all'interno del perimetro SIN falda relativo al Sito Inquinato d'interesse Nazionale Brescia - Caffaro (D.M. 24.02.2003), che prevede l'esecuzione di una campagna di monitoraggio qualitativo continuo delle acque sotterranee nei pozzi e nei piezometri esistenti all'interno del perimetro stesso.

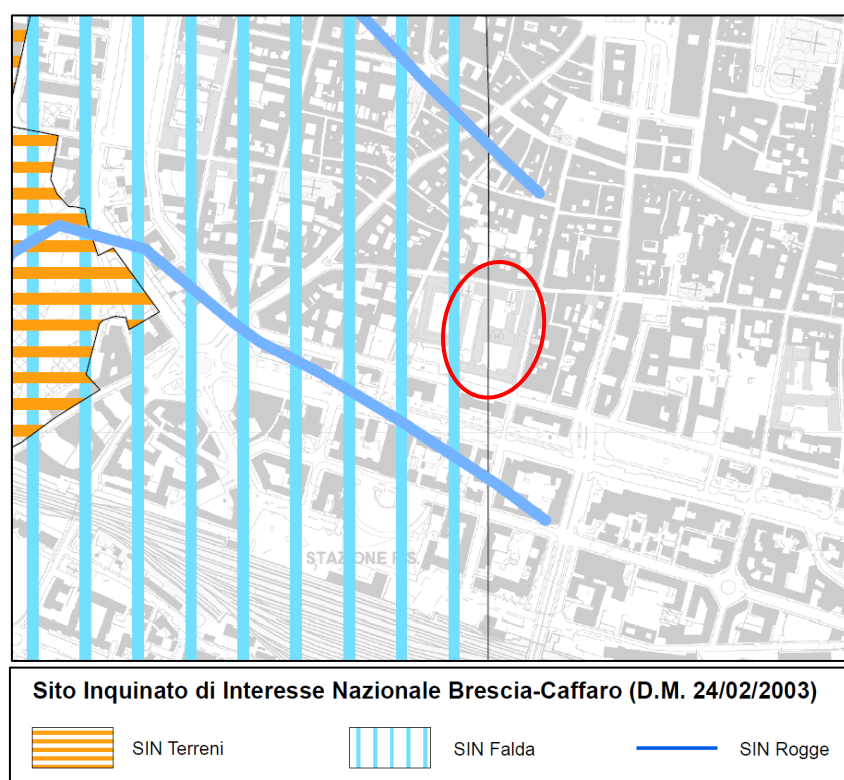


Figura 4.1: stralcio della Carta dei Vincoli (PGT)

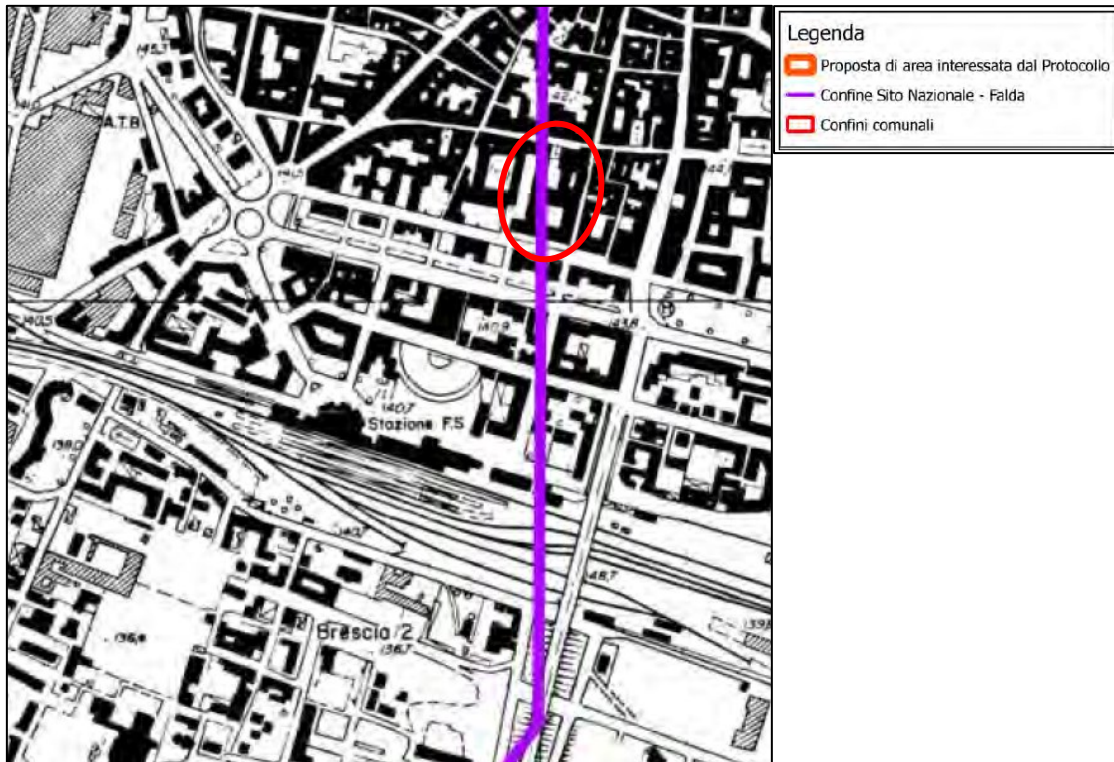


Figura 4.2: stralcio della tavola di perimetrazione SIN falda - ARPA Lombardia

In considerazione della destinazione d'uso e della tipologia delle strutture in progetto, non si rileva alcuna particolare problematica legata al pericolo d'inquinamento delle acque sotterranee; non sono pertanto necessarie prescrizioni di cautela particolare oltre all'osservanza della vigente normativa.

5 PERICOLOSITÀ, FATTIBILITÀ E VINCOLI

Dall'esame della componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. vigente si ricavano i seguenti dati:

- Non si rilevano rischi da segnalare dal confronto con quanto rilevato e quanto riportato nelle Carte Geologica e Geomorfologica, anche in considerazione dell'assetto pianeggiante e stabile.
- Dal punto di vista idrogeologico non ci sono evidenze o rischi particolari da segnalare; l'area è inquadrata tra le zone con vulnerabilità bassa (ID 72-117). Come già specificato, in considerazione della tipologia della struttura in progetto e della sua destinazione d'uso, non si segnala la necessità di adottare particolari cautele oltre a quelle legate ad una corretta norma costruttiva.

- Dall'esame della Carta dei Vincoli non di rilevano prescrizioni relative all'area che possano costituire un limite all'intervento in progetto; si segnala comunque che parte del lotto è compreso all'interno del perimetro SIN falda (D.M. 24/02/2003 - Sito di Interesse Nazionale Brescia - Caffaro) anche se, come già precisato, l'intervento è ininfluenza rispetto all'assetto idrogeologico dell'area.
- La Carta di Fattibilità Geologica inserisce l'area in classe 2C per la presenza di riporti storici; al proposito, nella Relazione Generale PGT - componente geologica (variante marzo 2018) è precisato che la modifica della precedente classe di fattibilità 1 in classe 2 "non determina limitazioni all'edificabilità né limitazioni alla trasformazione urbanistica del territorio".

In conformità a quanto prescritto, nella fase di progettazione definitiva verrà eseguita una campagna d'indagini geognostiche che consentirà la precisa caratterizzazione stratigrafica, idrogeologica e geotecnica dei terreni del sottosuolo.

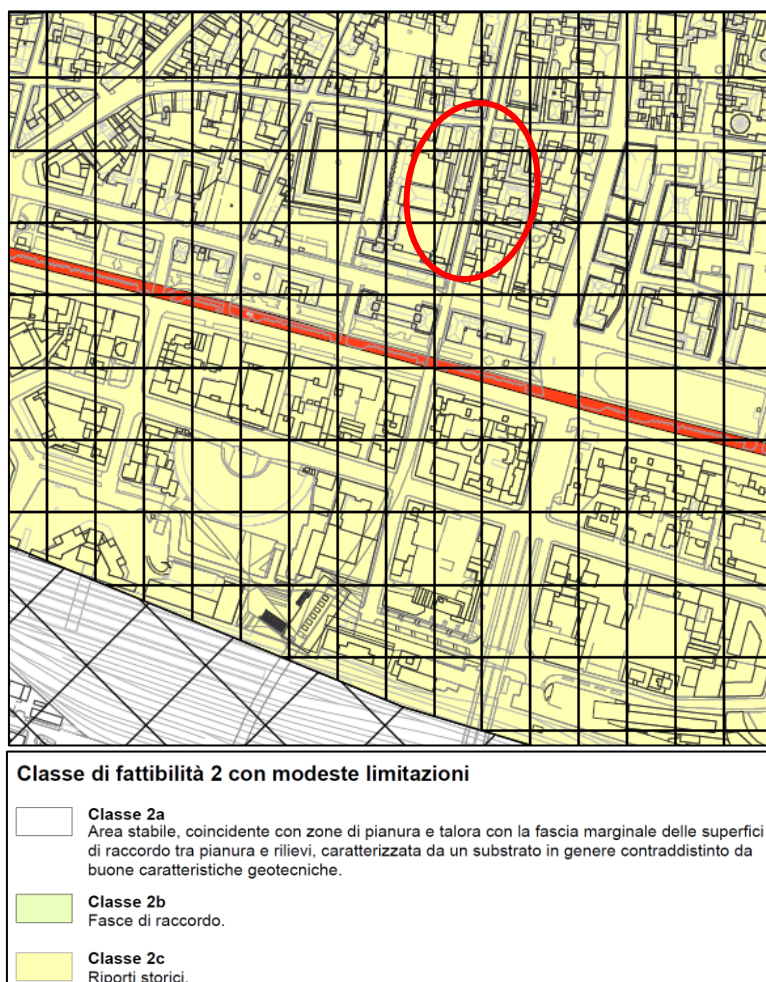


Figura 5.1: stralcio della Carta di Fattibilità Geologica - PGT

- In relazione alla pericolosità sismica locale, nelle tavole di analisi del rischio sismico (1° e 2° livello) l'area è inquadrata nella classe Z4a (*zona di fondovalle e pianura con presenza di depositi alluvionali o fluvioglaciali granulari*), suscettibile di amplificazioni litologiche e geometriche; riguardo a quest'ultimo punto non sono peraltro segnalate lineazioni morfologiche che possano indurre fenomeni di amplificazione o instabilità. La Carta Sismica di 2° livello evidenzia che su tutto il territorio il valore di F_a stimato è maggiore del valore soglia per la categoria di suolo individuata. Nella fase di progettazione definitiva verranno svolte le indagini per la caratterizzazione sismostratigrafica del sito.

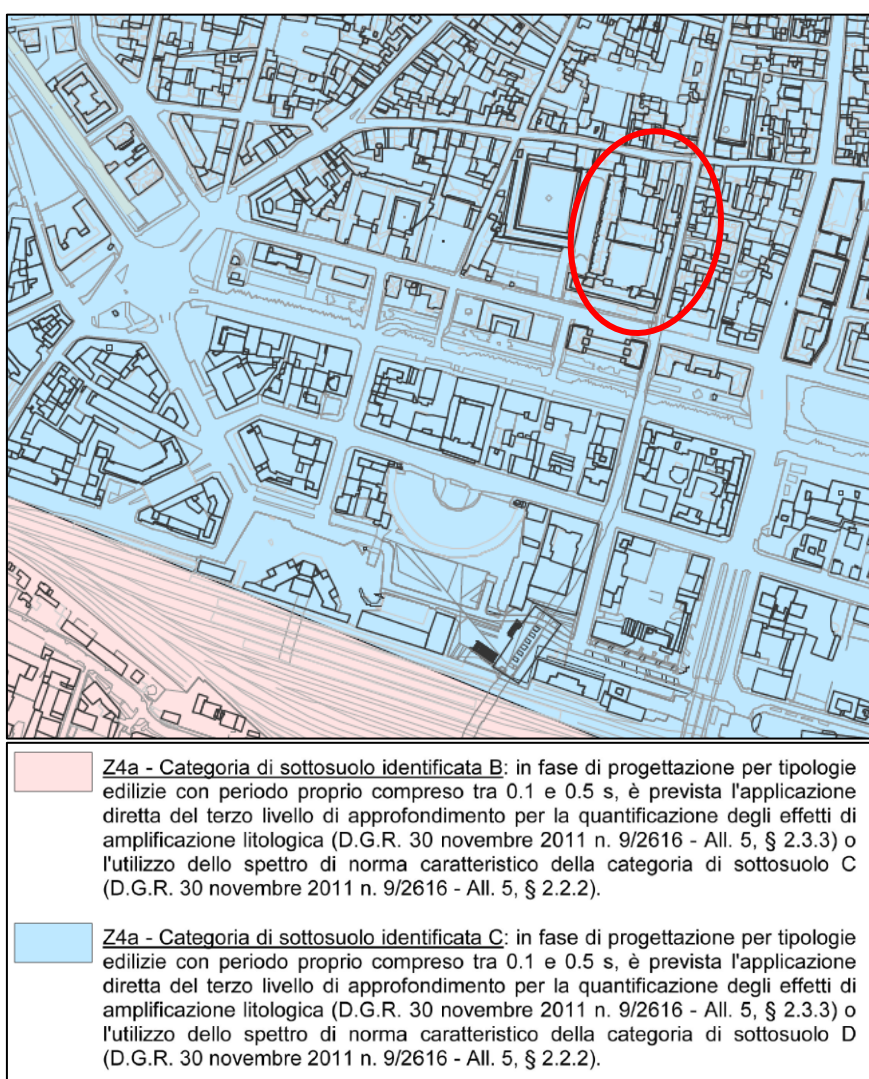


Figura 5.2: stralcio della Carta di Pericolosità Sismica II livello (PGT)

6 CAMPAGNA D'INDAGINE

Nella fase di progettazione definitiva verranno svolte le indagini atte a definire le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo ed i parametri idrogeologici e geotecnici dei terreni interessati dall'intervento, attraverso le seguenti metodologie:

- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti alla profondità minima di 20 m dal p.c., che consentano la ricostruzione della sequenza litostratigrafica.
- Prove penetrometriche SPT e SCPT per la definizione dei parametri geotecnici dei diversi strati del terreno di fondazione, se necessario accompagnate da analisi di laboratorio geotecnico su campioni prelevati dai fori di sondaggio.
- Prove di permeabilità in foro di sondaggio per la misura della permeabilità dei terreni, necessaria allo sviluppo del Progetto d'Invarianza Idraulica ed Idrogeologica.
- Indagini sismiche MASW ed HVSR per la ricostruzione del profilo sismostratigrafico del terreno di fondazione.

7 ANALISI SISMICA DEL SITO

La porzione di territorio in cui ricade l'area in esame è classificata a pericolosità sismica media.

La normativa vigente sul rischio sismico è di seguito riassunta:

- Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni, pubblicata sul supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 105 del 08/05/2003, che emana i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche" e disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto. L'occorrenza di tali fenomeni dovrà essere valutata con opportune indagini geognostiche il cui scopo sarà anche quello di classificare il terreno di fondazione nelle categorie individuate dall'ordinanza.
- D.G.R. Regione Lombardia 30 novembre 2011, n. 9/2616: aggiornamento dei "Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12",

approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374.

- D.G.R. Regione Lombardia 11 luglio 2014, n. 10/2129: aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d).

Con il D.G.R. 10 ottobre 2014 - n. 10/2489, la Giunta Regionale ha provveduto al differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3, c.108, lett. d)".

Dal 10/04/2016, con l'entrata in vigore del D.G.R. n. 10/2129, il comune di Brescia è stato riclassificato in zona 2.

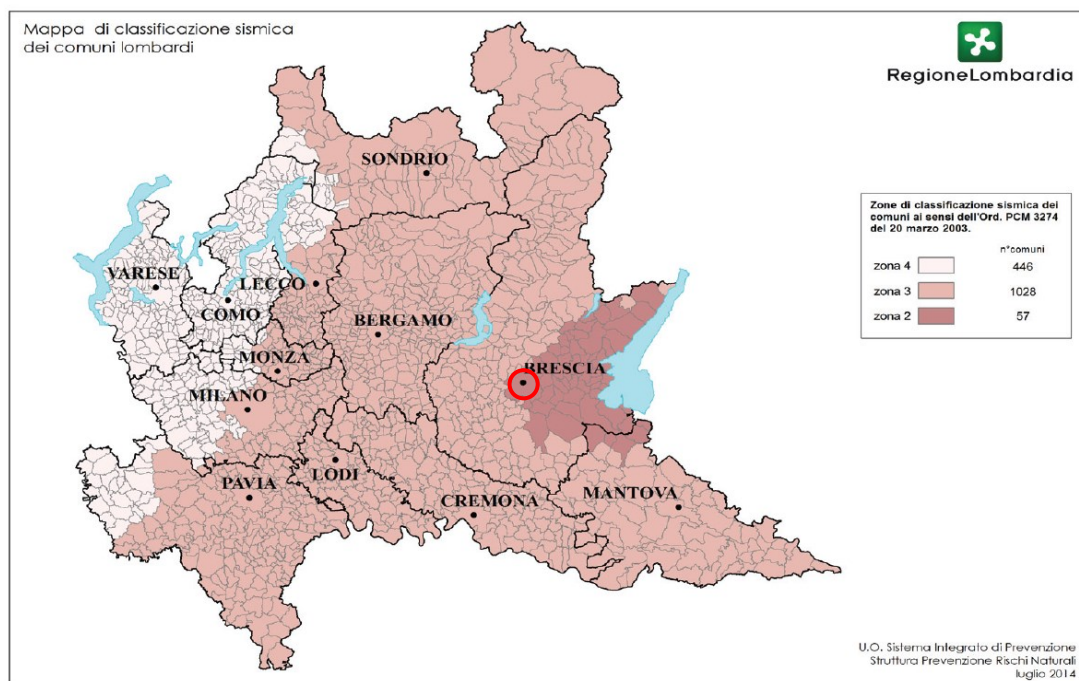


Figura 7.1: mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi

Si riporta la tabella che individua ciascuna zona secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Tabella 7.1: valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo

7.1 CLASSIFICAZIONE

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 e s.m.i. la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Il territorio nazionale è stato suddiviso in punti denominati "nodi", a ciascuno dei quali è stato assegnato un valore dell'accelerazione orizzontale massima al suolo (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Le zone sismiche individuate con l'Ordinanza n° 3274/2003 assumono, pertanto, una valenza puramente amministrativa.

Il valore mediato degli spettri di risposta della "tabella parametri spettrali" allegata al D.M. per l'accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di eccedenza in 50 anni del 10% (corrispondente ad un periodo di ritorno T_R di 475 anni), è compreso tra 0.150 e 0.175 g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Di seguito viene riportata la mappa di pericolosità sismica del progetto DPC INGV S1.

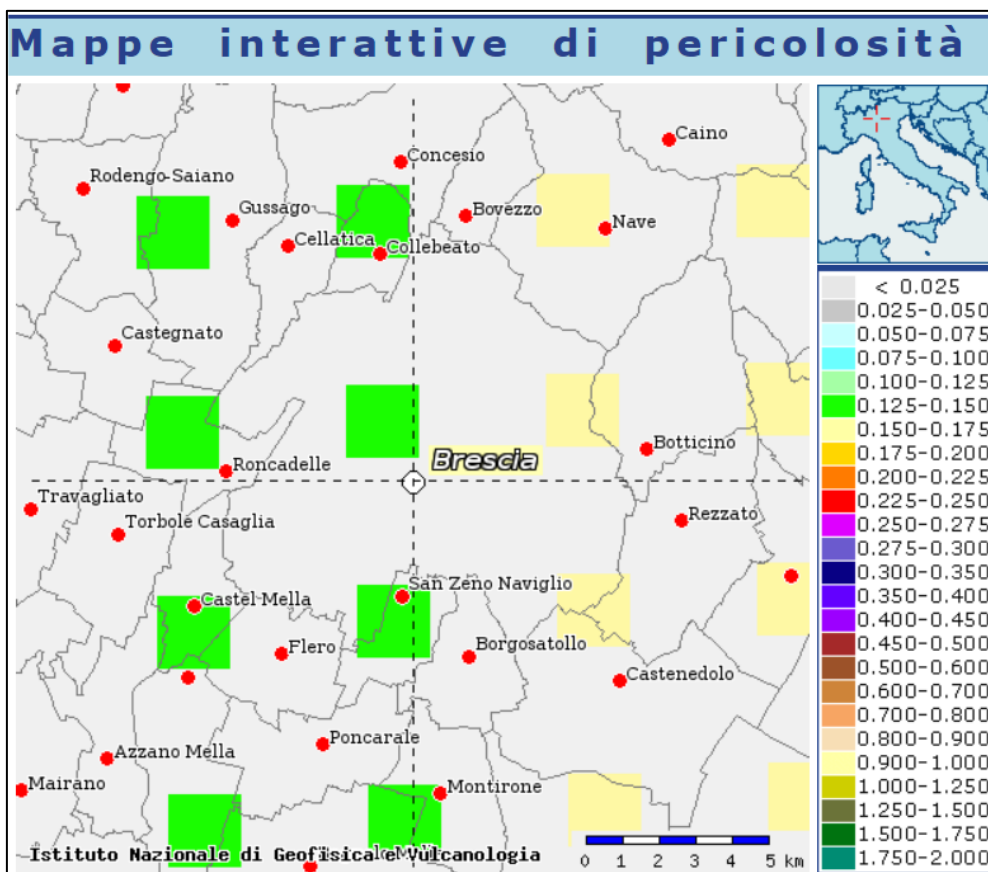


Figura 7.2: mappa di pericolosità sismica (1:125.000) - Progetto DPC INGV S1

La normativa prevede, inoltre, l'analisi delle condizioni topografiche che per configurazioni superficiali semplici può far riferimento alla seguente tabella (D.M. 17/01/2018).

Descrizione da D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.III	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 7.2: categorie topografiche

Tali categorie topografiche devono essere prese in considerazione nell'analisi sismica solo se di altezza maggiore di 30 m.

L'area oggetto della presente risulta priva di variazioni morfologiche significative (**T1**).

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione che è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento V_R espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

La pericolosità sismica è quindi definita in termini di:

1. accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1).
2. ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R nel periodo di riferimento V_R .

Per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_R vengono definiti quindi i seguenti parametri:

1. a_g accelerazione orizzontale massima al sito
2. F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
3. T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Una delle novità dell'NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti dove viene fornita la terna di valori a_g , F_0 , T^*C .

7.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

I parametri di base, attribuiti al sito di riferimento rigido orizzontale per i vari stati limite analizzati, sono riassunti nella tabella seguente.

Parametri sismici

Sito in esame				
latitudine:	45,536131			
longitudine:	10,217546			
Classe:	4			
Vita nominale:	50			
Siti di riferimento				
Sito 1	ID: 12053	Lat: 45,5404	Lon: 10,2102	Distanza: 740,095
Sito 2	ID: 12054	Lat: 45,5423	Lon: 10,2815	Distanza: 5023,798
Sito 3	ID: 12276	Lat: 45,4923	Lon: 10,2842	Distanza: 7122,637
Sito 4	ID: 12275	Lat: 45,4904	Lon: 10,2131	Distanza: 5097,001
Parametri sismici				
Categoria sottosuolo:	C			
Categoria topografica:	T1			
Periodo di riferimento:	100 anni			
Coefficiente c_u :	2 (coefficiente d'uso)			

Operatività (SLO):	
Probabilità di superamento:	81 %
Tr:	60 [anni]
ag:	0.059 g
Fo:	2.458
Tc*:	0.241 [s]
Danno (SLD):	
Probabilità di superamento:	63 %
Tr:	101 [anni]
ag:	0.077 g
Fo:	2.441
Tc*:	0.258 [s]
Salvaguardia della vita (SLV):	
Probabilità di superamento:	10 %
Tr:	949 [anni]
ag:	0.191 g
Fo:	2.444
Tc*:	0.258 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):	
Probabilità di superamento:	5 %
Tr:	1950 [anni]
ag:	0.247 g
Fo:	2.428
Tc*:	0.291 [s]

SLO:	Ss: 1,500 Cc: 1,680 St: 1,000 Kh: 0,018 Kv: 0,009 Amax: 0,872 Beta: 0,200	SLD:	Ss: 1,500 Cc: 1,640 St: 1,000 Kh: 0,023 Kv: 0,012 Amax: 1,130 Beta: 0,200
SLV:	Ss: 1,420 Cc: 1,590 St: 1,000 Kh: 0,065 Kv: 0,033 Amax: 2,665 Beta: 0,240	SLC:	Ss: 1,340 Cc: 1,580 St: 1,000 Kh: 0,093 Kv: 0,046 Amax: 3,244 Beta: 0,280

7.3 VALUTAZIONE DEI FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA

L'analisi sismica di II livello eseguita per la stesura del PGT vigente inquadra il sito in classe Z4a (*zona di fondovalle e pianura con presenza di depositi alluvionali o fluvioglaciali granulari*), suscettibile di amplificazioni litologiche e geometriche. Riguardo a quest'ultimo punto non sono peraltro segnalate lineazioni morfologiche che possano indurre fenomeni di amplificazione o instabilità.

La Carta Sismica di 2° livello evidenzia che su tutto il territorio comunale il valore di Fa stimato è maggiore del valore soglia per la categoria di suolo individuata. Le indagini di dettaglio previste nella fase di progettazione definitiva consentiranno la caratterizzazione sismostratigrafica del sottosuolo, a seguito della quale sarà possibile sviluppare l'analisi sismica di II livello per la stima dei fenomeni di amplificazione stratigrafica.

8 CONCLUSIONI

Lo studio di fattibilità geologica ha consentito la valutazione delle potenziali problematiche legate all'interazione delle nuove strutture con il sottosuolo.

Sulla base delle considerazioni svolte nei paragrafi precedenti e delle indagini realizzate nell'area si traggono le seguenti conclusioni:

a) Stabilità dei luoghi

La zona in oggetto è caratterizzata da morfologia pianeggiante e non evidenzia fenomeni geomorfologici in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi.

b) Azione sismica e resistenza dei terreni

L'analisi sismica di II livello eseguita per la stesura del PGT vigente inquadra il sito in classe Z4a (*zona di fondovalle e pianura con presenza di depositi alluvionali o fluvioglaciali granulari*), suscettibile di amplificazioni litologiche e geometriche. Le indagini di dettaglio previste nella fase di progettazione definitiva consentiranno la caratterizzazione sismostratigrafica del sottosuolo, a seguito della quale sarà possibile sviluppare l'analisi di rischio relativa ai possibili fenomeni di amplificazione stratigrafica

c) Scavi e sbancamenti

Il progetto prevede l'ampliamento dell'interrato esistente, in parte associato all'approfondimento dello scavo per la creazione di un 2° livello. In fase di progettazione definitiva, alla luce dei risultati della campagna d'indagini geognostiche, verranno valutate

le condizioni di stabilità dei fronti di scavo e progettate le opere di presidio per le strutture a confine.

d) Acque di falda

La soggiacenza della falda freatica è superiore a 25 m, quindi superiore alla profondità significativa d'indagine. In considerazione della tipologia di strutture in progetto, che non comporta la presenza di lavorazioni o impianti, non sarà necessario adottare particolari cautele in fase di progetto ed esecuzione.

e) Dispersione delle acque piovane - invarianza idraulica

Nella fase di progettazione definitiva verrà sviluppato il Progetto d'Invarianza Idraulica ed Idrogeologica, sulla base di quanto disposto dal Regolamento Regionale n° 8 del 19/04/2018.

Sulla base delle indagini eseguite e delle considerazioni ed ipotesi svolte, si dichiara la fattibilità dell'intervento in progetto.



Il geologo incaricato
Dr. Roberto Drera