

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA

AMPLIAMENTO ARTIGIANALE/COMMERCIALE AI SENSI DELLA L.R.
11/87 VARIANTE 5 E RINNOVO C.E. N° 81 DEL 16.07.1998

COMUNE DI ORSAGO

Committente: EcoSand recuperi srl
Via Camparnei, 21/A
Orsago

San Vito al Tagliamento, 27/01/2017

Dott. Geol. Luca Bincoletto

1. INDICE

1. INDICE	1
2. PREMESSA	3
3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	3
3.1. Normativa nazionale	3
3.2. Normativa regionale	3
4. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO	4
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, SISMOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI SINTESI	4
5.1. Inquadramento geomorfologico	4
5.2. Inquadramento geologico	5
5.3. Inquadramento idrogeologico	5
5.4. Inquadramento sismologico	5
5.4.1. Definizione della zona sismica di appartenenza	5
5.4.2. Zone sismogenetiche dell'area Veneto Orientale-Friulana	6
5.4.3. Storia sismica del comune di Orsago	7
6. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI DEL SITO INDAGATO	8
6.1. Lineamenti geomorfologici	8
6.2. Lineamenti geologici	8
7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	8
7.1. Indagini geognostiche pregresse	8
7.2. Modello geologico	8
7.3. Modello idrogeologico	9
7.4. Modello geotecnico	9
8. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA	10
8.1. Dati generali	10
8.2. Pericolosità sismica di base (parametri sismici sul sito di riferimento)	10
8.3. Definizione delle categorie topografica e del sottosuolo	11
8.4. Azione sismica	11
8.5. Suscettibilità alla liquefazione	11
9. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	12
9.1. Pericolosità geomorfologica	12
9.2. Problematiche idrogeologiche	12
9.3. Pericolosità idraulica	12
9.4. Pericolosità sismica	12
10. STRUTTURE DI FONDAZIONE	12
10.1. Dati di progetto delle strutture di fondazione e proprietà geotecniche dei terreni di fondazione	12

10.2.	Stime della capacità portante e della resistenza di progetto dei terreni di fondazione_	13
10.3.	Cedimenti dei terreni di fondazione_____	14
11.	CONCLUSIONI _____	14
12.	BIBLIOGRAFIA _____	15
13.	ALLEGATI _____	15

2. PREMESSA

Il presente studio geologico, geotecnico e sismico riguarda i terreni fondazionali che sono interessati al progetto di ampliamento artigianale/commerciale ai sensi della L.R. 11/87 variante 5 e rinnovo C.E. n° 81 del 16.07.1998, sito in via Camparnei 21/A, Comune di Orsago, Fog. 1 Mapp. 186.

Gli scopi principali dello studio sono stati la definizione dei seguenti elementi:

- illustrazione dei principali lineamenti geologici, geomorfologici e idrogeologici della zona;
- Illustrazione delle caratteristiche sismologiche dell'area;
- caratterizzazione e modellazione sismica dei terreni interessati dalle strutture di fondazione;
- stime della portanza e della resistenza di progetto dei terreni di fondazione;
- valutazioni dei cedimenti dei terreni di fondazione a seguito della realizzazione dell'opera.

La metodologia di sviluppo dello studio ha previsto in sintesi i seguenti punti:

- acquisizione dei dati necessari per lo studio in oggetto, mediante le seguenti attività:
 - raccolta delle informazioni progettuali ed in particolar modo relative alle strutture fondazionali;
 - raccolta delle informazioni derivanti dalla letteratura e dai piani di settore;
 - esame superficiale dell'area;
- elaborazione ed integrazione delle informazioni ottenute dal punto precedente;
- stesura del presente documento.

Sono parte integrante della presente relazione i seguenti documenti:

Allegato 1 – Inquadramento cartografico nella CTR dell'area di progetto e delle indagini geognostiche pregresse.

3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Nel presente capitolo sono riportati i principali riferimenti normativi nazionali e regionali.

3.1. Normativa nazionale

- O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 (G.U. 08/05/2003 n. 105 Supplemento Ordinario n. 72) e successive modifiche ed integrazioni. Costruzioni in zona sismica – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 (G.U. 11/05/2006 n. 108) – Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;
- D.M. 14 gennaio 2008 (G.U. 04/02/2008 n. 29 Suppl. Ordinario n. 30) – Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2008);
- Circolare del 2 febbraio 2009 n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

3.2. Normativa regionale

- L.R. n. 11 del 23 aprile 2004 – Norme per il governo del territorio;
- D.G.R. n. 67 del 3 dicembre 2003 – Classificazione sismica dei Comuni del Veneto ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003;

- D.G.R. 71 del 22 gennaio 2008 – O.P.C.M. 28.4.2006, n. 3519: Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. Direttive per l'applicazione;
- D.G.R. 3308 del 4 novembre 2008 – Applicazione delle nuove norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica. Indicazioni per la redazione e verifica della pianificazione urbanistica;
- Linee guida per la realizzazione dello studio di compatibilità sismica per i Piani di Assetto del Territorio comunali e intercomunali (PAT e PATI) ai sensi della D.G.R. n. 3308 del 4 novembre 2008.

4. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Il sito in esame è inquadrato nell'elemento *085051 – Godega di Sant'Urbano* della CTR, scala 1:5.000 della Regione Veneto. L'ubicazione approssimata dell'opera è riportata nelle Tab. 1, in particolare le coordinate nel sistema Gauss-Boaga fuso Ovest e la quota geoidica sono state ricavate dalla cartografia precedentemente citata e dalla loro conversione sono state ottenute le coordinate nei sistemi ED50 e WGS84. La conversione è stata realizzata mediante l'utilizzo del software *ConveRgo 2.04* sviluppato dal C.I.S.I.S..

GAUSS-BOAGA FUSO OVEST	
Est	Nord
1764304 m	5092625 m
QUOTA GEOIDICA	
53 m s.l.m.m.	
ED50	
Latitudine	Longitudine
45,93699594°	12,41008070°
WGS84	
Latitudine	Longitudine
45,93610649°	12,40910329°

Tab. 1 – Ubicazione dell'opera nei sistemi Gauss-Boaga fuso Ovest, ED50 e WGS84

Il documento *Allegato 1 – Inquadramento cartografico nella CTR della regione Veneto* individua il sito in esame nella relativa CTR in scala 1:5.000 della regione Veneto.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, SISMOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI SINTESI

Il presente capitolo ha lo scopo di illustrare sinteticamente gli aspetti geomorfologico, geologico, idrogeologico e sismologico del territorio comunale e dell'area in esame sulla base di fonti bibliografiche. In particolare gli inquadramenti geomorfologico, geologico ed idrologico è derivato dal documento *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo* (Fabroni, 2009) e l'inquadramento sismico dalla consultazione della documentazione prodotta dall'I.N.G.V..

5.1. Inquadramento geomorfologico

Il Comune di Orsago è posizionato nella parte nord-orientale della pianura Trevigiana, compresa tra i fiumi Piave e Livenza. Il territorio comunale si presenta allungato in direzione NO-SE, interamente pianeggiante, con quote variabili da 55 a 21 m s.l.m.m. e pendenze da NO verso SE (mediamente attorno allo 0,5%).

Il territorio comunale si colloca al passaggio tra la alta e la bassa pianura trevigiana orientale, interessato dal passaggio della fascia risorgive.

5.2. Inquadramento geologico

Il territorio comunale è costituito da sedimenti fluvio-glaciali ed alluvionali ghiaioso-sabbiosi prevalenti ed in spessore nella parte settentrionale e centro-settentrionale, mentre a partire dalla Borgata Bavaro e proseguendo verso sud, si rintraccia la presenza, graduale e sempre più marcata, di sedimenti fini coerenti di natura prevalentemente limoso-argillosa e subordinatamente limoso-sabbiosa, talora anche con limitati livelli torbosi: tali litologie vanno a ricoprire in spessori sempre più marcati i sedimenti grossolani sopraccitati.

5.3. Inquadramento idrogeologico

Il territorio comunale si colloca nella zona di transizione tra l'alta e la bassa pianura ("fascia" delle risorgive), in cui le variazioni si riscontrano non solo lateralmente ma anche verticalmente, attraverso complesse interdigitazioni tra depositi grossolani (permeabili) e depositi fini (meno permeabili e/o impermeabili), che creano a livello stratigrafico complesse sovrapposizioni. Tali modificazioni tessiturali comportano variazioni di permeabilità: si assiste pertanto alla venuta a giorno di parte delle acque sotterranee (risorgive), e dall'altra alla iniziale formazione di quello che diverrà più a sud un complesso sistema multifalda dato da acquiferi più o meno estesi, variamente in pressione.

L'andamento della prima falda in Comune di Orsago risulta chiaramente vincolato ai litotipi presenti, in particolare ai loro rapporti ed al loro spessore. Esso tende a risalire man mano che ci si sposta sul territorio lungo l'asse NO-SE, che corrisponde sia alla pendenza naturale del piano campagna che al verso di scorrimento della falda stessa. A partire da NO (via Camparnei), ove rintracciamo le maggior profondità della prima falda (da 5 a 10 m dal p.c.) nelle ghiaie sabbiose, si prosegue verso SE verificando l'innalzarsi della stessa, con livelli generalmente compresi tra i 2 ed i 5 m dal p.c. in tutta la porzione centro-settentrionale: qui le litologie presentano le prime soluzioni di continuità sia verticali che laterali (prime interdigitazioni delle ghiaie sabbiose con i limi argillosi).

A partire grossomodo dalla linea ferroviaria verso SE la presenza della falda è generalmente rintracciabile tra 0 e 2 m, con zone di risalienza naturale concentrate in particolare nel tratto di territorio posto tra il fosso Gravon ed il torrente Aralt (area di risorgive). Proseguendo verso sud la presenza della falda si fa a volte discontinua pur tuttavia mantenendo, ove rintracciabile, livelli compresi tra 0,5 m e 1,5 m dal p.c..

L'acquifero indifferenziato presente a monte della fascia delle risorgive viene prevalentemente alimentato da perdite in alveo del fiume Meschio e dalle acque di dilavamento (ridotte) ed infiltrazione (prevalenti) provenienti dalle limitrofe zone collinari (Cordignano).

In sintesi il territorio comunale è caratterizzato da dalla presenza superficiale della falda freatica che risulta avere una soggiacenza compresa tra 1 e 5 metri dal p.c. e più in profondità, contenuto entro depositi ghiaioso-sabbiosi compresi tra orizzonti argilloso-limosi, s'intercetta un sistema multifalda in pressione.

5.4. Inquadramento sismologico

5.4.1. Definizione della zona sismica di appartenenza

Sulla base della D.G.R. n. 67 del 3 dicembre 2003 della regione Veneto, il comune di Orsago è classificato come segue:

Comune	Zona sismica	a_g con $P_s(50 \text{ anni}) = 10\%$ o $T_r = 475 \text{ anni}$
Orsago	2	$0,15 < a_g \leq 0,25$

Tab. 2 – Classificazione sismica secondo la D.G.R. n. 67 del 3 dicembre 2003 della regione Veneto e corrispondente intervallo di a_g attesa secondo l'O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006

5.4.2. Zone sismogenetiche dell'area Veneto Orientale-Friulana

Sulla base della zonazione sismogenetica denominata ZS9 realizzata dall'INGV nel 2004 contestualmente alla realizzazione della mappa della pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, l'area Veneto Orientale Friulana è interessata dalle aree sismogenetiche identificate dai valori 904, 905 e 906 (Fig. 1) e legate all'interazione Adria-Europa. In particolare tali zone sono caratterizzate dalla massima convergenza tra le placche adriatica ed europea e sono caratterizzate da strutture a pieghe sud-vergenti del Sudalpino Orientale e faglie inverse associate e nelle aree ad est del confine friulano, da faglie trascorrenti destre con direzione NW-SE (trend dinarico).

La tabella seguente riporta le caratteristiche geometriche principali di tali aree sismogenetiche in termini di meccanismo di *fagliazione principale* e *profondità efficace* definita come la profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità sismica della zona.

Zona sismogenetica	Meccanismo di fagliazione principale	Profondità efficace (km)
904	Faglia trascorrente	7
905	Faglia inversa	8
906	Faglia inversa	8

Tab. 3 – caratteristiche geometriche principali delle aree sismogenetiche di interesse dell'area Veneto Orientale-Friulana

Sulla base del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2011 (CPTI11)* realizzato dall'INGV, nel quale sono contenuti i terremoti storici avvenuti entro il periodo temporale compreso tra il 1000 ed il 2006 d.C., è stato possibile estrarre i terremoti di magnitudo momento (M_w) superiore a 5 il cui epicentro è localizzato entro l'area Veneto Orientale-Friulana. La sovrapposizione di tali terremoti con le aree sismogenetiche prima definite (Fig. 1) evidenzia che la sismicità dell'area è prevalentemente generata nella zona sismogenetica identificata con il valore 905, sede della forte attività sismica avvenuta nel 1976.

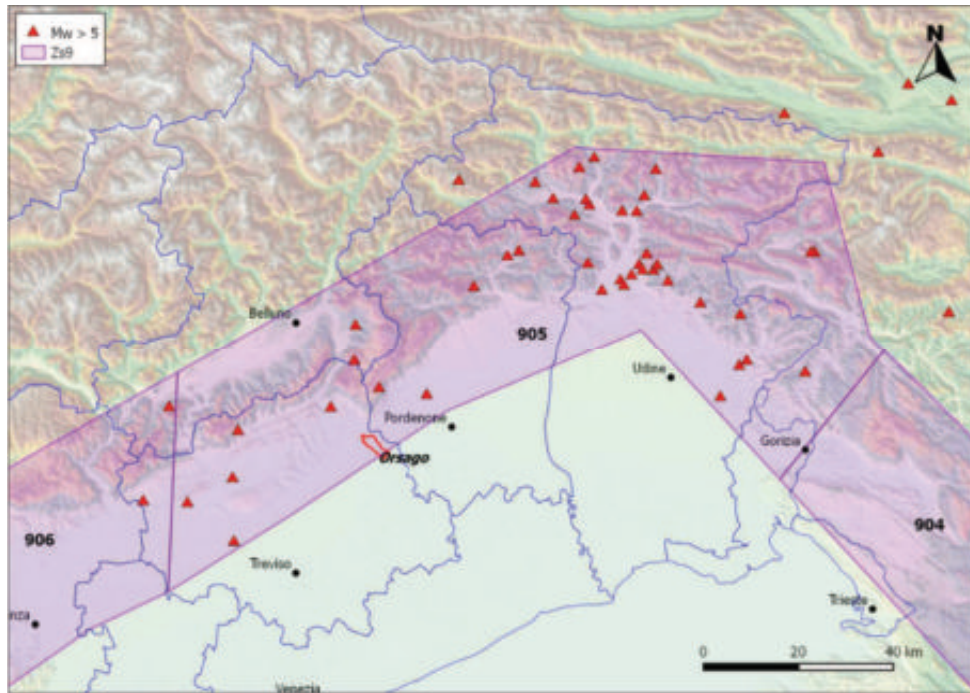


Fig. 1 – Aree sismogenetiche ricadenti nell’area Veneto Orientale-Friulana e sismicità storica

5.4.3. Storia sismica del comune di Orsago

Dalla Fig. 1 è possibile definire che il comune di Orsago ricade nel limite meridionale della zona sismogenetica identificata con il valore 905, sede della genesi, come è già stato definito precedentemente, della maggior parte della sismicità osservata nell’area Veneto Orientale-Friulana. Sulla base del database denominato *DBMI11* realizzato dall’INGV nel 2011 e contenente le osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico *CPTI11* utilizzato precedentemente, non è stato possibile ricostruire la storia sismica del comune di Orsago. In particolare in tale catalogo sono presenti 8 eventi sismici che hanno generato degli effetti macrosismici o non sono stati avvertiti (NF). Tali eventi sono riportati nella tabella seguente, dove *Is* ed *Io* sono le intensità macrosismiche osservate rispettivamente nel comune in esame e nell’epicentro dell’evento ed espresse nella scala MCS ed *Mw* è la magnitudo momento dell’evento. In particolare si può notare che le intensità macrosismiche storiche rilevate nel territorio comunale sono in genere di valore medio-basso con massimo pari a 7. Si aggiunge che 7 eventi sono associati alla zona sismogenetica identificata con 905 (Fig. 1) e sede della maggior parte dei terremoti che generano sismicità nell’area Veneto Orientale-Friulana.

Effetti	Terremoti			
	<i>Is</i>	Anno	Area epicentrale	<i>Io</i> <i>Mw</i>
	7	1936	BOSCO CANSIGLIO	9 6,12
	4	1952	POLCENIGO	5 4,57
	NF	1994	CADORE	5-6 4,15
	NF	1996	BARCIS	5 4,48
	NF	1996	CLAUT-BARCIS	5-6 4,62
	3	2001	MERANO	6 4,84
	NF	2004	ALPI GIULIE	5,19
	NF	2004	VALLE DEL PIAVE	5 4,18

Tab. 4 – Sintesi della storia sismica del comune di Orsago

6. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI DEL SITO INDAGATO

Il presente capitolo, sulla base delle informazioni desunte dalla bibliografia illustra i principali lineamenti geomorfologici, geologici ed idrogeologici del sito indagato.

6.1. Lineamenti geomorfologici

Il sito indagato è caratterizzato da una superficie topografica pianeggiante ed è posto ad una quota di circa 53 m s.l.m.m., sui depositi fluvioglaciali e alluvionali dell'unità geomorfologica *Cervada-Meschio-Alta pianura* (AA.VV., 2015).

6.2. Lineamenti geologici

Secondo il documento *Carta Geomorfologica della Provincia di Treviso* (AA.VV., 2015), il sito indagato è interessato dalla seguente litologia: ghiaia, ghiaia e ciottoli.

Secondo il documento *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo* (Fabroni, 2009), il sito indagato è interessato dalla seguente litologia: alluvioni ghiaioso-sabbiose e sabbioso-ghiaiose (con saltuarie limitate lenti torbose) (AGS).

7. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Nel seguito sono illustrati il modello geologico e geotecnico del sito indagato ottenuti dall'integrazione delle informazioni bibliografiche ed in particolare dallo scavo meccanico T7 ricavato dal documento *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo* (Fabroni, 2009).

7.1. Indagini geognostiche pregresse

Ai fini della caratterizzazione litologica e geotecnica del sottosuolo di fondazione ovvero dell'implementazione dei modelli geologico e geotecnico, è stata utilizzato lo scavo meccanico T7 desunto dal documento *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo* (Fabroni, 2009), la cui ubicazione è riportata nel documento *Allegato 1 – Inquadramento cartografico nella CTR dell'area di progetto e delle indagini geognostiche pregresse*.

7.2. Modello geologico

Dall'integrazione dell'esame delle condizioni superficiali attuali dell'area di progetto con lo scavo meccanico T7 è possibile definire il seguente modello geologico semplificato (Fig. 2): sottostante il livello di calcestruzzo superficiale, di potenza ipotizzata pari a 0,3 m vi è un livello di ghiaia sabbiosa e limosa fino alla profondità di 3,0 m dal p.c..

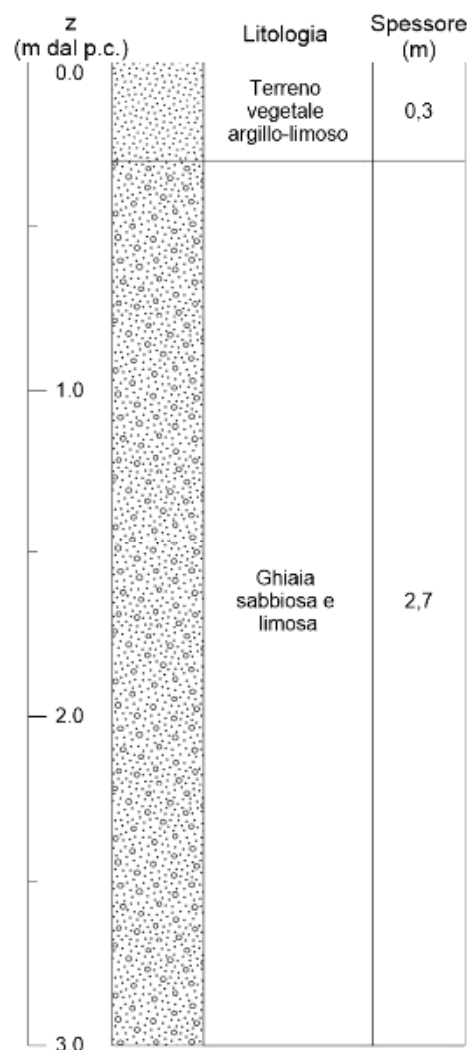


Fig. 2 – Modello geologico semplificato

7.3. Modello idrogeologico

Sulla base del documento *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo* (Fabroni, 2009), la soggiacenza della falda freatica, in condizioni ordinarie, è posta a 9 m dal p.c.. Non si esclude il potenziale decremento, in condizioni di massimo impingimento, del valore della soggiacenza della falda freatica a 5-6 m dal p.c. causato da periodi piovosi prolungati.

7.4. Modello geotecnico

Sulla base delle stratigrafia definita nel modello geologico, il modello geotecnico è stato realizzato mediante la caratterizzazione geotecnica delle relative litologie. Tale caratterizzazione è stata effettuata su base bibliografica (Riga, 2011).

Per i terreni incoerenti sono stati stimati i seguenti parametri geotecnici cautelativi: peso di unità di volume (γ), peso di unità di volume saturo (γ_{sat}), angolo di attrito efficace (ϕ'), modulo di Young (E) e modulo di Poisson (ν).

Litologia	Intervallo del livello (m da p.c.)	Coesivo / Incoerente	γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	ϕ' (°)	E (MPa)
Calcestruzzo	0,0-0,3	-	25,0	-	-	-
Ghiaia sabbiosa e limosa	0,3-3,0	Incoerente	17,0	17,5	30	10

Tab. 6 – Modello geotecnico, parametri geotecnici significativi stimati

8. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA

In sintesi, la modellazione sismica ha la funzione di quantificare i parametri dell'azione sismica utili alla progettazione delle strutture.

In funzione dell'ubicazione geografica, della tipologia e vita nominale della struttura da realizzare, è determinata la pericolosità sismica di base in funzione di diversi periodi di ritorno correlati con differenti livelli prestazionali dell'opera, identificati dagli stati limite.

Sulla base delle caratteristiche topografiche e del sottosuolo, la pericolosità sismica di base è tradotta in azione sismica definita in particolare dalle accelerazioni del suolo massime attese e altri parametri correlati in funzione dei differenti livelli prestazionali.

8.1. Dati generali

I dati generali utili alla definizione della pericolosità sismica di base sono riportati nelle Tab. 7 e Tab. 8, in particolare è ripresa l'ubicazione dell'opera nel sistema ED50 definita precedentemente.

ED50	
Latitudine	Longitudine
45,93699594°	12,41008070°

Tab. 7 – Ubicazione dell'opera ai fini sismici

Tipo opera	2 – Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
Classe d'uso	II – Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali
Coefficiente d'uso C_u	1,0
Vita nominale	50 anni
Vita di riferimento	50 anni

Tab. 8 – Dati generali dell'opera

8.2. Pericolosità sismica di base (parametri sismici sul sito di riferimento)

Sulla base dei dati generali precedentemente definiti, e la mappatura del rischio sismico approntata allo scopo dal C.S.L.P., è stata ricavata la pericolosità sismica di base definita dai parametri sismici sul sito di riferimento caratterizzato da suolo sismicamente rigido ovvero secondo la classificazione del sottosuolo ai fini sismici, di classe A e superficie topografica di categoria T1.

La definizione di sottosuolo di categoria A è la seguente: *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.*

La definizione di superficie topografica di categoria T1 è la seguente: *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$.*

La Tab. 8 riporta tali parametri in funzione dei diversi stati limite, e dove:

a_g è l'accelerazione massima orizzontale attesa nel sito di riferimento;

F_0 è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

S.L. Stato limite	T _r Tempo ritorno (anni)	a _g (m/s ²)	F ₀	T _c * (s)
SLO	30	0,58	2,48	0,24
SLD	50	0,78	2,47	0,25
SLV	475	2,27	2,42	0,33
SLC	975	3,06	2,41	0,35

Tab. 9 – Parametri sismici sul sito di riferimento

8.3. Definizione delle categorie topografica e del sottosuolo

La topografia del sito indagato è pianeggiante ed è dunque possibile assegnare la categoria topografica alla classe T1.

Dalle informazioni litologiche dell'area desunte dalla bibliografia, il sottosuolo del sito indagato è inquadrabile nella classe di sottosuolo C.

La Tab. 10 riporta in sintesi le categorie topografiche e del sottosuolo.

Categoria	Codifica	Caratteristiche
Topografica	T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
Sottosuolo	C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente 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 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)

Tab. 10 – Categorie topografica e del sottosuolo

8.4. Azione sismica

L'azione sismica è definita dalle accelerazioni del suolo massime attese ed altri parametri correlati e dagli spettri di risposta elastici ed è definita per la classe denominata *Stabilità dei pendii e fondazioni* a partire dalla pericolosità di base e dalle categorie topografiche e di sottosuolo.

La Tab. 11 sintetizza i valori dell'accelerazione massima orizzontale attesa nel sito ed altri parametri ad essa correlati, in particolare:

a_{max} è l'accelerazione massima orizzontale al suolo attesa nel sito;

β è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

k_h è il coefficiente sismico orizzontale;

k_v è il coefficiente sismico verticale.

Stato limite	a _{max} (m/s ²)	β	k _h	k _v
SLO	0,870	0,20	0,0177	0,0089
SLD	1,170	0,20	0,0239	0,0119
SLV	3,096	0,28	0,0884	0,0442
SLC	3,821	0,28	0,1091	0,0546

Tab. 11 – Accelerazioni massime orizzontali attese e coefficienti sismici orizzontali e verticali

8.5. Suscettibilità alla liquefazione

Secondo la normativa, la liquefazione dei terreni è intesa come l'insieme dei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in

terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. La normativa indica che è possibile omettere la verifica della stabilità alla liquefazione nel caso in cui la profondità media stagionale della falda sia superiore a 15 m dal piano campagna nel caso di piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.

Date la presenza della componente ghiaiosa nei terreni di fondazione, si escludono potenziali fenomeni di liquefazione.

9. SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

9.1. Pericolosità geomorfologica

Date le caratteristiche pianeggianti delle aree indagate e limitrofe, non sussiste pericolosità geomorfologica.

9.2. Problematiche idrogeologiche

L'acquifero freatico è posto, in condizioni ordinarie, alla profondità di 9 m dal p.c.. Non si esclude il potenziale decremento, in condizioni di massimo impinguamento, del valore della soggiacenza della falda freatica a 5-6 m dal p.c. causato da periodi piovosi particolarmente prolungati.

Date le caratteristiche delle fondazioni ipotizzate e costituite dall'utilizzo del livello di calcestruzzo superficiale attualmente esistente in termini di platea di fondazione, non vi sono potenziali interferenze della struttura stessa con la falda freatica durante le fasi di realizzazione ed esercizio del manufatto.

9.3. Pericolosità idraulica

Il sito, secondo il documento *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza – Prima Variante* non presenta pericolosità idraulica e secondo il documento *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo* (Fabroni, 2009) l'area ricade in zone soggette a brevi esondazioni (fonte: Tecnici Comunali).

9.4. Pericolosità sismica

Come precedentemente definito, il comune di Orsago, nel quale ricade il sito indagato, secondo la normativa regionale è classificato in zona sismica 2. Ciò è confermato dalla storia sismica del comune di Orsago che eventi di intensità genere medio-bassa e con grado massimo pari a 7 della scala della scala MCS. Ai fini della progettazione, le azioni sismiche sono state opportunamente valutate e descritte nel *capitolo 8 – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA*.

10. STRUTTURE DI FONDAZIONE

10.1. Dati di progetto delle strutture di fondazione e proprietà geotecniche dei terreni di fondazione

Sulla base delle informazioni fornite dal progettista dell'opera, è ipotizzato il recupero del livello di calcestruzzo attualmente esistente in termini di platea di fondazione avente le seguenti dimensioni di massima:

Struttura di fondazione	Larghezza (B)	Lunghezza (L)	Profondità piano di posa dal p.c. (D)
Platea	10 m	14 m	0,30 m

Tab. 12 – Dimensioni di massima delle strutture di fondazione continue

Le proprietà geotecniche del terreno d'imposta delle strutture di fondazione sono le seguenti:

Struttura di fondazione	Litologia	Intervallo del livello (m da p.c.)	Coesivo / Incoerente	γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	ϕ' (°)	E (MPa)
Platea	Ghiaia sabbiosa e limosa	0,3-3,0	Incoerente	17,0	17,5	30	10

Tab. 13 – Proprietà geotecniche del terreno di imposta della fondazione

La falda freatica si attesta in condizioni ordinarie alla profondità di circa 9 m dal p.c..

10.2. Stime della capacità portante e della resistenza di progetto dei terreni di fondazione

La stima della capacità portante e della resistenza di progetto dei terreni di fondazione è stata computata, in base alle NTC2008, secondo l'approccio 2 (combinazione A1+M1+R3) e la formula di Brinch-Hansen, e data la caratteristica di incoerenza dei terreni di imposta della fondazione, in condizioni drenate nelle modalità statica e sismica (Stato Limite Vita, effetto sismico secondo NTC 2008 (C7.11.5.3.1)). Date le caratteristiche pianeggianti della superficie topografica e l'ipotesi di orizzontalità delle superfici di transizione verticale delle litologie, nella computazione della capacità portante e della resistenza di progetto, le inclinazioni di tali superfici sono state poste pari a 0°.

I coefficienti di parzializzazione utilizzati sono i seguenti (NTC2008, approccio 2, combinazione A1+M1+R3):

Azioni (A1) – Amplificazione dei carichi		
Azione	Coefficiente	Valore
Carico permanente	γ_{G1}	1.3
Carico variabile	γ_Q	1.5
Resistenza dei materiali (M1) – Riduzione dei parametri geotecnici		
Parametro	Coefficiente	Valore
$\tan \phi$	γ_ϕ	1.0
c	γ_c	1.0
γ	γ_γ	1.0
Resistenza globale del sistema (R3) – Riduzione delle resistenze		
Verifica	Coefficiente	Valore
Capacità portante	γ_R	2.3

Tab. 14 – Coefficienti di parzializzazione secondo NTC2008, approccio 2, combinazione A1+M1+R3

Il sistema struttura-terreno è verificato se vale la seguente relazione:

$$R_d \geq V_d$$

o la relazione equivalente:

$$R_d/A \geq V_d/A$$

dove R_d è la resistenza di progetto data dalla capacità portante ridotta mediante il coefficiente R3, V_d sono le azioni dovute ai carichi amplificati utilizzando i coefficienti di amplificazione dei carichi A1 e A è la superficie della fondazione.

Non essendo, allo stato attuale definite le azioni, è stato possibile effettuare le sole stime della capacità portante e della resistenza di progetto unitaria (R_d/A) (approccio 2 combinazione A1+M1+R3). Data la caratteristica di incoerenza dei terreni di posa della fondazione, tali stime sono state effettuate per le condizioni statiche e sismiche di lungo e condizioni drenate. La sintesi dei risultati delle stime sono riportati nella seguente tabella:

Struttura di fondazione	Condizione	Capacità portante (kPa)	Resistenza di progetto unitaria R_d/A (kPa)
Platea	Statica - Drenata	1537	668
	Sismica - Drenata	661	288

Tab. 15 – Stime della capacità portante e della resistenza di progetto unitaria (approccio 2 combinazione A1+M1+R3)

10.3. Cedimenti dei terreni di fondazione

Il progetto non prevede significati incrementi di carico sui terreni di fondazione rispetto agli attuali e caratterizzati da litologie incoerenti con discrete caratteristiche geotecniche, non sono pertanto prevedibili cedimenti di fondazione tali da produrre effetti non trascurabili sulle strutture.

11. CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha evidenziato i seguenti punti:

- il sito in esame è posto in area pianeggiante su sedimenti glaciali e fluvioglaciali costituiti da ghiaia sabbiosa e limosa coperta da un livello di calcestruzzo dello spessore di 0,3 m;
- l'acquifero freatico è posto, in condizioni ordinarie, alla profondità di 9 m dal p.c. e potenzialmente non si esclude che in condizioni di massimo impinguamento si attesti alla profondità di 5-6 m dal p.c., non generando potenziale interferenza con la struttura fondata su platea;
- il comune di Orsago, sulla base della normativa vigente, è sismicamente classificato in zona 2, ciò è confermato dalla storia sismica che presenta eventi di intensità macrosismica di intensità genere medio-bassa e con grado massimo pari a 7;
- sulla base delle indagini in sito e delle informazioni desunte dalla bibliografia, è stato possibile determinare i parametri dell'azione sismica utili alle successive fasi di progettazione dell'opera;
- il sito, secondo il *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza – Prima Variante* non presenta pericolosità idraulica e secondo il documento *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo* (Fabroni, 2009) è posto in zone soggette a brevi esondazioni (fonte: Tecnici Comunali);
- è previsto la conversione del livello superficiale di calcestruzzo in struttura di fondazione a platea;
- si raccomanda di eseguire le verifiche del sistema terreno-fondazione sulla base delle resistenze di progetto stimate ed i valori dei carichi di progetto da definire secondo l'approccio 2 (combinazione A1+M1+R3);
- non si prevedono cedimenti assoluti tali da diminuire la funzionalità dell'opera.

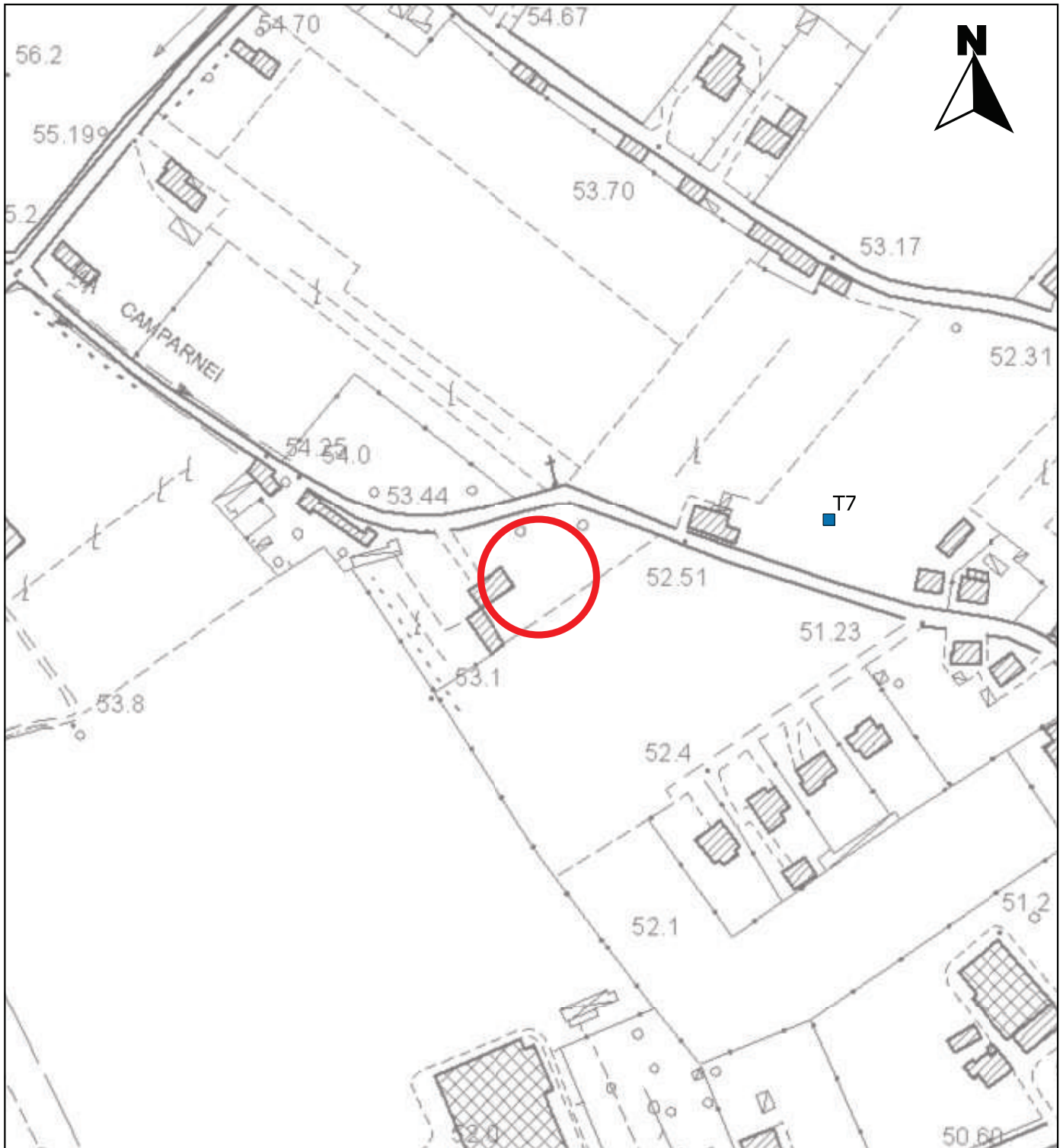
12. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2004, *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile*, INGV, Gruppo di Lavoro MPS, Milano-Roma;
- AA.VV., 2010, *Linee guida NTC 08 – Redazione di relazioni geologiche e relazioni geotecniche (Decreto Ministeriale 14.01.2008, Norme Tecniche per le Costruzioni)*, Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi;
- AA.VV., 2015, *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza – Prima Variante*, Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, Venezia;
- AA.VV., 2015, *Carta Geomorfologica della Provincia di Treviso*, Provincia di Treviso, Università degli Studi di Padova, ARPAV, Fondazione Cassamarca;
- Fabroni A., 2009, *Studio geologico del territorio comunale – P.A.T. – Quadro conoscitivo*, Comune di Orsago;
- Geostru Software, 2010, *Loadcap – Manuale d'uso*;
- Locati M., Camassi R., Stucchi M. (a cura di), 2011, *DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano*, Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>;
- Montaldo V., Meletti C., 2007, *Valutazione del valore della ordinata spettrale a 1 sec e ad altri periodi di interesse ingegneristico. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D3*, INGV;
- Riga G., 2011, *Metodi per stimare le proprietà geotecniche dei terreni*, EPC Editore, Roma;
- Rovida A., Camassi R., Gasperini P., Stucchi M. (a cura di), 2011, *CPTI11 la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>.

13. ALLEGATI

Allegato 1 – Inquadramento cartografico nella CTR dell'area di progetto e delle indagini geognostiche progressse.

Allegato 1 - Inquadramento cartografico nella CTR dell'area di progetto e delle indagini geognostiche pregresse



0 50 100 m

Scala 1:2,500

Legenda



Indagini geognostiche pregresse

■ Scavo meccanico