

AMPLIAMENTO DEL PARCO COMUNALE DELLO STELLA

Relazione geologica
e
norme tecniche di attuazione
geologico – idrauliche

ELABORATO N.

AL5

VERS. **01**

REV. **00**

PROFESSIONISTI INCARICATI

COMMITTENTE

DATA

25.10.2017

dott. for. Enrico Siardi

arch. Paola Cigalotto

Comune di Rivignano Teor

dott. geol. Luca Bincoletto

dott. for. Giulio Cosola

1. INDICE

1.	INDICE.....	2
2.	PREMESSA	3
3.	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
3.1.	Normativa nazionale.....	4
3.2.	Normativa regionale	4
4.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO, IDROLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMOLOGICO	4
4.1.	Inquadramento geografico	4
4.2.	Inquadramento geomorfologico, idrologico e idrogeologico.....	4
4.3.	Il fenomeno delle risorgive.....	5
4.4.	Distinzioni idrologiche e morfologiche dei corsi d'acqua della pianura friulana.....	5
4.5.	Il sistema del Fiume Stella.....	5
4.6.	Inquadramento sismologico	6
4.6.1.	Definizione della zona sismica di appartenenza	6
4.6.2.	Zone sismogenetiche dell'area Veneto Orientale-Friulana	6
4.6.3.	Storia sismica del comune di Rivignano Teor	8
5.	CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA E GEOLITOLOGICA.....	8
5.1.	Caratterizzazione idrogeologica.....	8
5.2.	Caratterizzazione geolitologica del sottosuolo.....	9
6.	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DELL'AREA INDAGATA	9
7.	PERICOLOSITA' IDRAULICA	10
8.	SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE	10
9.	NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE GEOLOGICO – IDRAULICHE.....	11
10.	BIBLIOGRAFIA	16
11.	CONCLUSIONI	16
12.	ALLEGATI NORMATIVI	17
13.	ALLEGATI CARTOGRAFICI.....	17

2. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione comunale di Rivignano Teor è stata svolta un'analisi geologico-technica dell'area interessata attualmente dal parco comunale e dal progetto di ampliamento del Parco Comunale dello Stella di Rivignano Teor ai fini della verifica della compatibilità del progetto stesso con le condizioni geologiche, idrauliche e valanghive del territorio (L.R. 27/88). Obiettivo è quello di individuare, attraverso l'integrazione dei dati già esistenti, i contenuti significativi degli ambiti geo-ambientali del territorio e valutare le loro vulnerabilità per indirizzare le scelte urbanistiche interessanti l'area di studio, come indicato dalle leggi e criteri regionali specifici.

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

- acquisizione ed analisi delle conoscenze pregresse di carattere geologico, morfologico, idrogeologico e sismologico, in particolare i riferimenti principali individuati sono i seguenti:
 - Pivetta, 1989, *Zonizzazione Geologico-Tecnica del Territorio Comunale*, Comune di Teor;
 - Geofim, 1999, *Relazione geologica per la Variante n. 12 al P.R.G.C.*, Comune di Rivignano;
 - Geofim, 1997, *Studio Geologico per il P.R.G.C. – Relazione Idrogeologica*, Comune di Teor;
 - Fontana, 2006, *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana*;
 - AA.VV., *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Regionali della Regione Friuli Venezia Giulia – P.A.I.R.*;
 - Documentazione dell'I.N.G.V..
- analisi complessiva integrante le informazioni utili desunte dalle fonti definite al punto precedente;
- stesura del presente documento.

Gli elaborati cartografici prodotti ed allegati al presente studio, sono i seguenti:

- 1 – Carta Geolitologica del Sottosuolo (Tav. 5.1)
- 2 – Carta della Zonizzazione Geologico – Tecnica (Tav. 5.2)
- 3 – Carta della Pericolosità Idraulica P.A.I.R. (Tav. 5.3)

La cartografia di base utilizzata è quella della Carta Tecnica Regionale a scala 1. 5.000 e gli elaborati cartografici sono stati rappresentati in scala 1:10.000.

Lo studio ha recepito i risultati del P.A.I.R., approvato con D.P.Reg. N. 28 in data 1 febbraio 2017 e pubblicato sul supplemento ordinario n. 7 allegato al B.U.R n. 6 del 8 febbraio 2017.

Si ricorda che le analisi riportate nel seguente documento non possono considerarsi sostitutive delle indagini geologiche e geotecniche di maggior dettaglio prescritte dalla normativa vigente in particolare dal D.M. del 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche Per le Costruzioni (NTC2008) e Circolare del 02.02.2009 n. 617/C.S. LL.PP.

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. del 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/C.S. LL.PP. – 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. 27 del 9 maggio 1988 (B.U.R. 10/05/1988 n. 057) – Norme sull'osservanza delle disposizioni sismiche ed attuazione dell'articolo 20 della legge 10 dicembre 1981, n. 741;
- L.R. n. 16 dell'11 agosto 2009 (B.U.R. 19/08/2009 n. 033) – Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio;
- D.G.R. n. 845 del 6 maggio 2010 (B.U.R. 19/05/2010 n. 20) – Classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità ai sensi dell'art 3, comma 2, lett. a) della legge regionale n. 16/2009;
- L.R. n. 11 del 29 aprile 2015 (B.U.R. 2° Supplemento Ordinario 06.05.2015 n. 19 al B.U.R. 06.05.2015 n. 18) – Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO, IDROLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMOLOGICO

Il presente capitolo ha lo scopo di inquadrare, sulla base della fonte bibliografica definita da *Fontana, 2006*, l'area in esame, con particolare riferimento agli aspetti geografico, geologico, geomorfologico ed idrologico dell'area in esame.

4.1. Inquadramento geografico

Il progetto prevede l'ampliamento del Parco del Fiume Stella nel territorio che apparteneva al comune di Teor. L'area di studio è definita dal territorio interessato attualmente dal parco comunale e dal progetto di ampliamento del Parco Comunale dello Stella di Rivignano Teor.

L'area studiata è ricompresa entro il territorio della bassa pianura friulana, delimitato a nord dalla fascia delle risorgive, a sud dalla frangia marittimo-lagunare, ad ovest dal Fiume Livenza e ad est dal Fiume Isonzo.

4.2. Inquadramento geomorfologico, idrologico e idrogeologico

Il territorio della bassa pianura friulana è caratterizzato da una elevata abbondanza di acque superficiali e sotterranee ed elevata variabilità tipologica dei corsi d'acqua, di genesi alpina quali il Fiume Tagliamento e il Fiume Isonzo e di risorgiva quale il Fiume Stella.

4.3. Il fenomeno delle risorgive

La pianura friulana è suddivisa, dal punto di vista geomorfo-idrologico, in due unità territoriali: alta e bassa pianura friulana. L'alta pianura friulana è delimitata a monte dai rilievi collinari e/o montani e a valle dalla fascia delle risorgive che definisce altresì il limite a monte della bassa pianura friulana che si chiude a valle con la frangia costiera-lagunare.

La fascia delle risorgive è caratterizzata dalla venuta a giorno delle acque della falda freatica con la formazione delle sorgenti di risorgiva, origine dei corsi d'acqua di risorgiva che caratterizzano la bassa pianura friulana caratterizzata, dal punto di vista idro-litologico, da prevalenza di sedimenti con granulometria fine, con permeabilità idraulica medio-bassa, contrapposti ai sedimenti grossolani, con permeabilità idraulica elevata, dell'alta pianura e che induce la quasi assenza di acque superficiali.

La genesi della pianura friulana è dovuta principalmente ai maggiori corsi d'acqua di origine montana, principalmente i fiumi Tagliamento, Isonzo e Piave che al loro sbocco in pianura, nel corso del tempo hanno variato frequentemente direzione generando dei sistemi deposizionali con morfologia assimilabile ad un ventaglio e definito megafan alluvionale. I megafan, la cui massima aggradazione è avvenuta durante l'ultimo massimo glaciale (L.G.M. 22.000-18.000 anni fa) e successivamente hanno subito erosione fluviale in corrispondenza delle porzioni apicali e deposizione fluviale nelle parti medio-distali, sono caratterizzati da una differenziazione litologica longitudinale, causata dalla diminuzione di capacità di trasporto a partire dalla parte apicale verso le porzioni più distali. Viene generato un limite tra l'area di deposizione delle ghiaie permeabili, definita alta pianura friulana e l'area di deposizione dei depositi limo-argillosi impermeabili, definita bassa pianura friulana. Tale limite, dal punto di vista planimetrico, è nel tempo variato, generando una differenziazione verticale nella media pianura, con alternanze di livelli permeabili e impermeabili. Gli orizzonti a prevalenza argillosa, inducono la falda freatica ad emergere in superficie generando il fenomeno delle risorgive o a fluire entro i livelli ghiaioso-sabbiosi creando, nella bassa pianura friulana, un sistema multifalda in pressione.

4.4. Distinzioni idrologiche e morfologiche dei corsi d'acqua della pianura friulana

I grandi fiumi di origine alpina sono caratterizzati da regime stagionale, portate estremamente variabili e azione morfogenetica elevata e come riportato precedentemente sono la causa della formazione della pianura friulana. Sono caratterizzati da elevata capacità di trasporto solido, ampio letto a canali intrecciati nell'alta pianura friulana, che diviene monocursale e meandriforme, con sviluppo di ampi e rilevati dossi fluviali nella bassa pianura friulana e ampi ed articolati apparati deltizi in corrispondenza della fascia costiera.

I corsi d'acqua di risorgiva sono caratterizzati da regime quasi costante, portate limitate e azione morfogenetica limitata e che agisce entro la bassa pianura friulana, formata dai grandi fiumi di origine alpina. Sono caratterizzati da relativa bassa capacità di trasporto solido, letto poco ampio e meandreggiante, che scorre infossato nella parte a monte e che diviene quasi pensile scorrendo su limitati dossi fluviali nella parte terminale ed in genere gli apparati deltizi sono poco sviluppati ed articolati.

4.5. Il sistema del Fiume Stella

Il Fiume Stella costituisce il principale corso d'acqua di risorgiva presente nella bassa pianura friulana e si sviluppa lungo il contatto del megafan del Fiume Tagliamento a

ovest e il megafan del Torrente Corno a est. I rami sorgentiferi si sviluppano in un'area compresa tra il Fiume Tagliamento e il Torrente Cormor che convergono in tre corsi d'acqua principali e definiti dai fiumi Stella, Taglio e Torsa.

Il Fiume Stella propriamente detto è formato dall'unione di più rami sorgentiferi che nascono a sud della linea Bertolo-Flambro e a valle di Sterpo, scorre in una bassura, delimitata da terrazzi fluviali, larga in alcuni punti 2 km circa e che tende a restringersi procedendo verso valle, fino a scomparire in destra idrografica presso Titiano e in sinistra idrografica presso Piancada.

Presso Flambruzzo riceve le acque del Fiume Taglio, principale affluente in destra idrografica e presso Rivalta riceve le acque del Fiume Torsa, principale affluente in sinistra idrografica.

A valle della confluenza con il Fiume Torsa, il Fiume Stella volge meandreggiando verso la Laguna di Marano dove ha sviluppato un articolato delta endolagunare, attualmente non più attivo.

Il Fiume Taglio è formato dall'unione di più rami sorgentiferi che nascono nella porzione orientale del megafan del Fiume Tagliamento ed è in parte alimentato, tramite collegamento artificiale, dal Torrente Corno. Il Fiume Taglio si immette nel Fiume Stella a valle di Flambruzzo.

Il Fiume Torsa è formato dall'unione di più rami sorgentiferi che nascono nella porzione di area compresa tra il Fiume Stella propriamente detto, e il Torrente Cormor. Il Fiume Taglio si immette nel Fiume Stella presso Rivarotta.

La portata ordinaria totale del Fiume Stella alla foce è di oltre 40 m³/s, suddivisa in circa 15 m³/s derivanti dal Fiume Stella propriamente detto, 10 m³/s derivanti dal Fiume Taglio, 10 m³/s derivanti dal Fiume Torsa ed i rimanenti derivanti dagli affluenti minori. Le portate massime alla foce sono stimate in valori superiori ai 100 m³/s.

4.6. Inquadramento sismologico

4.6.1. Definizione della zona sismica di appartenenza

Sulla base della D.G.R. n. 845 del 6 maggio 2010, approvata antecedentemente all'unione dei comuni di Rivignano e Teor, i territori comunali ante unione sono classificati uniformemente come segue:

Comune ante unione	Zona sismica	Area di Alta/Bassa sismicità	a_g con P_s(50 anni) = 10% o T_r = 475 anni
Rivignano	3	Bassa	0,050 < a _g ≤ 0,175
Teor	3	Bassa	0,050 < a _g ≤ 0,175

Tab. 1 – Classificazione sismica secondo la D.G.R. n. 845 del 6 maggio 2010

4.6.2. 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. 2 – caratteristiche geometriche principali delle aree sismogenetiche di interesse dell'area Veneto Orientale-Friulana

Sulla base del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2015 (CPTI15)* realizzato dall'I.N.G.V., nel quale sono contenuti i terremoti storici avvenuti entro il periodo temporale compreso tra il 1000 ed il 2014 d.C., è stato possibile estrarre i terremoti di magnitudo momento (M_w) superiore a 5 il cui 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.

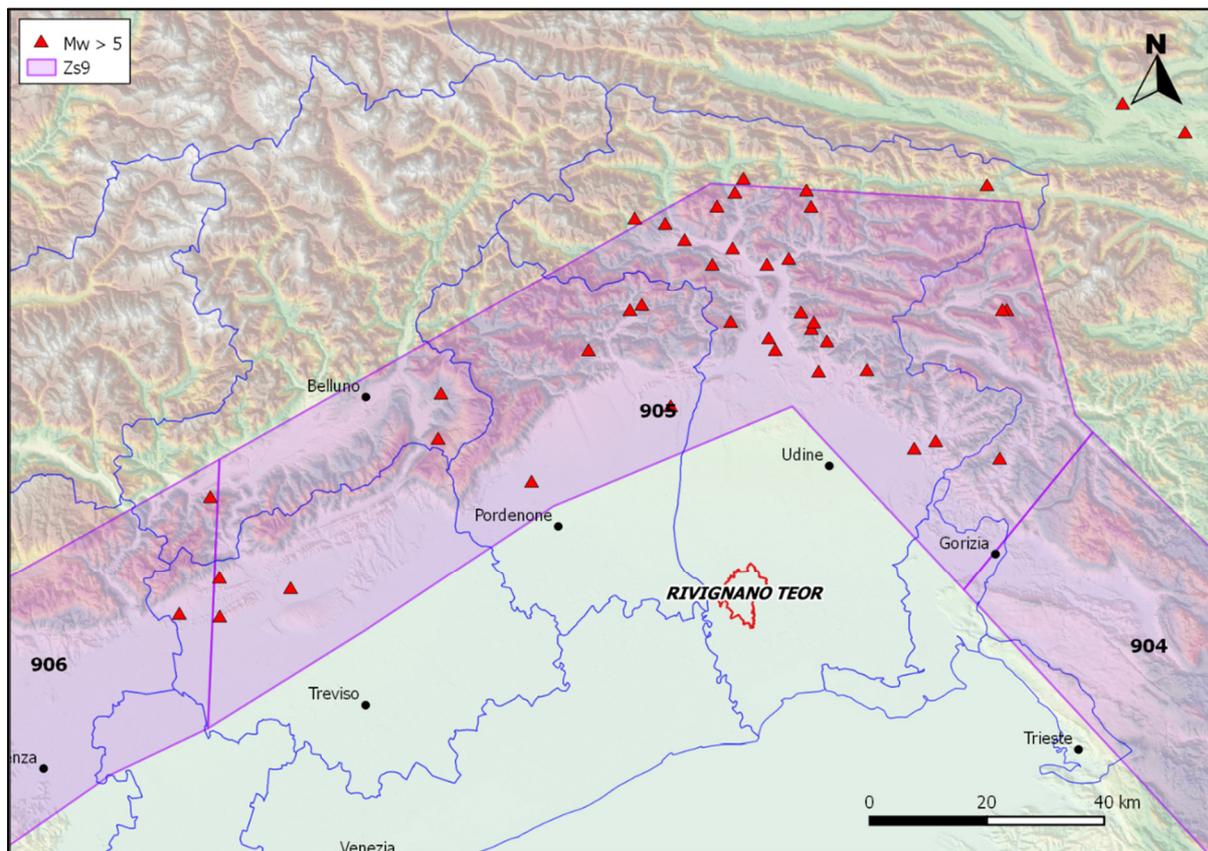


Fig. 1 – Aree sismogenetiche ricadenti nell'area Veneto Orientale-Friulana e sismicità storica

4.6.3. Storia sismica del comune di Rivignano Teor

Dalla Fig. 1 è possibile definire che il comune di Rivignano Teor ricade a sud 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 *DBT115* realizzato dall'I.N.G.V. nel 2016 e contenente le osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico *CPT115* utilizzato precedentemente, è stato possibile ricostruire la storia sismica del comune di Rivignano Teor. In particolare in tale catalogo sono presenti 7 sismi che hanno generato degli effetti macrosismici nel comune di Rivignano Teor. Tali sismi sono riportati nella tabella seguente, dove *I_s* ed *I_o* sono le intensità macrosismiche osservate rispettivamente nel comune in esame e nell'epicentro dell'evento ed espresse nella scala MCS e *M_w* è la magnitudo momento dell'evento. In particolare si può notare che le intensità macrosismiche storiche rilevate sono in genere di valore medio con massimo pari a 6. Si aggiunge che tutti gli 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>I_s</i>	Anno	Area epicentrale	<i>I_o</i>
4	1928	Carnia	9	6,02
6	1976	Friuli	9-10	6,45
4	1988	Friuli	5-6	4,13
2-3	1988	Friuli	6	4,62
3-4	1991	Prealpi Giulie	5-6	4,51
4	2002	Carnia	5-6	4,67
4	2004	Slovenia nord-occidentale		5,12

Tab. 3 – Sintesi della storia sismica del comune di Rivignano Teor

5. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA E GEOLITOLOGICA

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

5.1. Caratterizzazione idrogeologica

L'immediato sottosuolo dell'area indagata è caratterizzato dalla presenza della falda acquifera superficiale, localizzata, a profondità comprese tra il p.c. e 3,0 m dal p.c. (Geofim, 1997 e Geofim, 1999).

Diverse falde artesiane sono invece presenti in livelli ghiaioso-sabbiosi a profondità variabile ed in particolare, secondo lo studio *Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell'attuale utilizzo* (AA.VV., 2011), il tetto delle falde sopra indicate, nell'area in esame, si rilevano indicativamente alle seguenti profondità (AA.VV., 2011):

- la falda A entro un range di 15/20-35 m dal p.c.;
- la falda B entro un range di 65-80 m dal p.c.;
- la falda C entro un range di 90-110 m dal p.c.;
- la falda D entro un range di 130-135 m dal p.c.;
- la falda E entro un range di 170-175 m dal p.c.;

- la falda F entro un range di 215-230 m dal p.c.;
- la falda G entro un range di 260-280 m dal p.c.;
- la falda H_a entro un range di 340-360 m dal p.c.;
- la falda H_b entro un range di 400-405 m dal p.c.;
- la falda I entro un range di 460-470 m dal p.c.;
- la falda L entro un range di 480-490 m dal p.c..

5.2. Caratterizzazione geolitologica del sottosuolo

La caratterizzazione geolitologica del sottosuolo del territorio indagato, è definita dall'integrazione degli studi pianificatori di carattere geologico e geoidrologico pregressi *Relazione geologica per la Variante n. 12 al P.R.G.C.* (Geofim, 1999) inerente l'ex territorio comunale di Rivignano e *Studio Geologico per il P.R.G.C. – Relazione Idrogeologica* (Geofim, 1997) e *Zonizzazione Geologico-Tecnica del Territorio Comunale* (Pivetta, 1989) inerenti l'ex territorio comunale di Teor.

La situazione geolitologica prevalente entro i primi 6/9 m di profondità dal p.c. è data dalle seguenti litologie:

- GSM – Sedimenti prevalentemente costituiti da ghiaia e sabbia con limo e argilla
- SM – Sedimenti prevalentemente costituiti prevalentemente da sabbia e limo

A profondità maggiori si ha la presenza di prevalenti terreni sabbioso-ghiaiosi.

Il documento cartografico allegato *A. 5.1 – Carta Geolitologica del Sottosuolo*, è riportata, per l'area indagata, la geolitologia del sottosuolo.

I relativi limiti cartografati sono da ritenersi indicativi in quanto di difficile definizione dovuta alla variazione laterale molto graduale da una litologia all'altra. Inoltre si evidenzia la potenziale presenza di livelli sabbioso-limose entro la geolitologia GSM.

6. ZONIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DELL'AREA INDAGATA

La zonizzazione geologico – tecnica del territorio indagato, è definita dall'integrazione degli studi pianificatori di carattere geologico e geoidrologico pregressi *Relazione geologica per la Variante n. 12 al P.R.G.C.* (Geofim, 1999) inerente l'ex territorio comunale di Rivignano e *Studio Geologico per il P.R.G.C. – Relazione Idrogeologica* (Geofim, 1997) e *Zonizzazione Geologico-Tecnica del Territorio Comunale* (Pivetta, 1989) inerenti l'ex territorio comunale di Teor.

In tutta l'area indagata, l'acquifero superficiale è posto a profondità comprese tra 0 e 3 m dal p.c..

La zonizzazione geologico – tecnica, individua le seguenti zone:

Zona Z 3/4

Vengono raggruppati i depositi di *Ghiaia e sabbia con limo ed argilla – GSM*.

Le caratteristiche geotecniche piuttosto scadenti in superficie e discrete a profondità maggiori di 3-6 m.

Zona Z 4/5

Vengono raggruppati i depositi costituiti prevalentemente da *Sabbia e limo – SM*. Le caratteristiche geotecniche sono complessivamente scadenti in misura maggiore rispetto ai precedenti, con miglioramento a profondità maggiori di 3-6 m.

Il documento cartografico allegato *A. 5.2 – Carta della Zonizzazione Geologico – Tecnica*, è riportata, per l'area indagata, la zonizzazione geologico – tecnica.

7. PERICOLOSITA' IDRAULICA

Il presente studio recepisce, per il territorio indagato, integralmente il P.A.I.R., approvato con D.P.Reg. N. 28 in data 1 febbraio 2017 e pubblicato sul supplemento ordinario n. 7 allegato al B.U.R n. 6 del 8 febbraio 2017. La documentazione tecnica specifica è definita in *Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (bacini idrografici tributari della laguna di Marano – Grado, ivi compresa la laguna medesima, del torrente Slizza e del levante)* (AA.VV., 2016) e relative cartografie della pericolosità idraulica allegate al medesimo documento.

In particolare, l'area studiata è integralmente interessata ad uno dei seguenti livelli di pericolosità P.A.I.R. crescenti:

- P1 – Pericolosità idraulica modesta
- P2 – Pericolosità idraulica media
- P3 – Pericolosità idraulica elevata
- F – Area fluviale

Il documento cartografico allegato *A. 5.3 – Carta della Pericolosità Idraulica P.A.I.R.*, è riportata, per l'area indagata, la zonizzazione del P.A.I.R. recepita integralmente.

8. SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un processo in cui i terreni sabbioso limosi saturi, sottoposti all'azione ciclica di un sisma, possono comportarsi come un liquido viscoso e perdere la loro resistenza per l'aumento delle pressioni interstiziali e la conseguente riduzione delle pressioni efficaci.

Il processo di liquefazione si può manifestare attraverso fattori definiti predisponenti e scatenanti che vengono di seguito elencati.

Fattori predisponenti

- terreno saturo poco addensato;
- costituzione granulometrica sabbiosa – limosa nei primi 15-20 m di profondità;
- stato tensionale in sito.

Fattori scatenanti

- $M_w \geq 5$;
- distanza dall'epicentro;
- durata del sisma in termini di numero di cicli di carico e scarico sismico;
- accelerazione massima in superficie in condizioni di campo libero, $a_{max} \geq 0,10g$ (I-MCS \geq VII).

La valutazione del fenomeno, per il territorio in esame, si è basata sui dati disponibili attraverso un'analisi qualitativa delle indagini geologiche e geotecniche esistenti.

Il territorio indagato, integralmente, presenta le condizioni indicate nei fattori predisponenti sopra riportati, mentre per i fattori scatenanti si è fatta una verifica attraverso i dati sismologici esistenti.

Lo schema litologico sintetico di questa zona indica la presenza di terreni sabbioso-limosi o presenza di lenti sabbioso-limose che possono rientrare nelle fasce granulometriche critiche.

L'acquifero superficiale è posizionato ad una profondità compresa tra il p.c. e 3 m dal p.c., quindi i terreni si presentano saturi.

Il valore di M_w atteso è stato valutato secondo il metodo riportato in *Bramerini et alii, 2008*.

Il territorio comunale non ricade in nessuna delle 36 zone in cui è suddiviso il territorio nazionale. La zona più prossima è la 905 (Fig. 1), che si caratterizza per $M_i = 6,6$ (Magnitudo di riferimento per la zona 905).

Si determina il seguente valore di magnitudo fittizia del sito M_s in relazione alla distanza:

$$M_s = 1 + 3 \cdot \log R \quad \text{Eq. 2}$$

dove R è la distanza dalla sorgente sismica.

Se la seguente disequazione è verificata, il fattore scatenante magnitudo è concreto:

$$M_s < M_i \quad \text{Eq. 3}$$

Nel caso del territorio comunale di Sesto al Reghena:

$$R = 21 \text{ km} \\ M_s = 5,0 \quad \rightarrow \quad M_s < M_i$$

Dunque anche il fattore scatenante magnitudo è concreto e integrato ai fattori predisponenti, indica che il territorio indagato è suscettibile alla liquefazione.

9. NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE GEOLOGICO – IDRAULICHE

Premessa

Le presenti norme costituiscono parte integrante e sostanziale delle N.T.A. della variante al P.R.G.C..

Le norme sono divise nelle seguenti due sezioni:

- 1) Norme a carattere geologico (Capo I)
- 2) Norme a carattere idraulico (Capo II)

Capo I: Disposizioni generali – Ambito geologico

Art.1 – Specifiche tecniche generali – Ambito geologico

Tutti i progetti che prevedano l'interazione con i terreni e il loro assetto geologico, idrogeologico e morfologico sono sottoposti alle disposizioni delle norme del DM.14.01.2008 (Nuove norme tecniche per le costruzioni) e Circ. 02.02. 2009 n.617/C.S.LL.PP., delle Norme di Attuazione del P.A.I.L..

Le norme del P.A.I.L. assumono carattere sovraordinato rispetto a quanto previsto dalle disposizioni locali.

In merito a quanto previsto dal DM 14.08.2008 ai paragrafi: 6.1. Disposizioni generali, 6.2. Articolazione del progetto e 6.4. Opere di fondazione. Si evidenziano le prescrizioni generali da osservare:

- *Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese dalle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali;*
- *I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica devono essere esposti in una specifica relazione geologica;*
- *Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive;*
- *Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla prescrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica;*
- *La caratterizzazione e modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio;*
- *In funzione del tipo di opera e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico, che deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche;*
- *Nel caso di costruzioni o interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali;*
- *Le opere geotecniche devono essere verificate nei confronti dei possibili stati limite ultimi (SLU), stati limite di esercizio (SLE) e di sollevamento e sifonamento;*
- *Le strutture di fondazione devono rispettare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e le verifiche di durabilità;*
- *Devono essere valutati gli effetti della costruzione dell'opera sui manufatti attigui e sull'ambiente circostante;*
- *Nel caso di fondazioni su pali, le indagini devono essere dirette anche ad accertare la fattibilità e l'idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle acque nel sottosuolo.*

Art.2 – Zonizzazione geologico-tecnica

Le norme geologiche di Piano si applicano a qualsiasi intervento pubblico o privato che comporti trasformazione urbanistica, edilizia o infrastrutturale del territorio.

Art. 2.1 Zona Z3/4

Vengono raggruppati i depositi di *Ghiaia e sabbia con limo ed argilla – GSM*. Le caratteristiche geotecniche sono piuttosto scadenti in superficie e discrete a profondità maggiori di 3-6 m.

La falda freatica è presente a profondità comprese tra 0,0 e 3,0 m dal p.c..

La documentazione per le nuove edificazioni, interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti e interventi locali che prevedano interventi in fondazione e/o per ampliamenti deve essere correlata da:

- Relazione geologica, geotecnica e sismica;

Le indagini geognostiche devono essere di tipologia e numerosità adeguate, secondo i criteri previsti dai paragrafi 6.2.1 e 6.2.2 dalle NTC 2008 e dalla Tab. C6.2.1 della Circ.2.2.2009 n.617, in grado di definire la modellazione geologica e geotecnica in relazione alla tipologia dell'opera, fornire i dati d'ingresso per il calcolo dell'azione sismica e verificare la stabilità del complesso opera-terreno.

Il numero di verticali da indagare deve essere sufficiente ad accertare la variabilità della struttura litostratigrafica e geotecnica e verificare la stabilità nei confronti dei cedimenti e la suscettibilità alla liquefazione.

Dovranno essere realizzate indagini geofisiche dirette atte al calcolo delle $V_{s,30}$ e misure di frequenza fondamentale del terreno.

Per le nuove edificazioni non è ammessa la realizzazione di locali interrati e per gli edifici esistenti non è allessa la realizzazione o l'ampliamento di locali interrati.

Nelle zone dove l'opera in progetto preveda interazioni con il livello di falda dovranno essere eseguite indagini specifiche atte ad accertare le condizioni di sicurezza dello scavo e le problematiche degli eventuali emungimenti nei confronti delle opere contigue.

Art. 2.2 Zona Z4/5

Vengono raggruppati i depositi costituiti prevalentemente da *Sabbia e limo – SM*. Le caratteristiche geotecniche sono complessivamente scadenti in misura maggiore rispetto alla zona Z 3/4, con miglioramento a profondità maggiori di 3-6 m.

La falda freatica è presente a profondità comprese tra 0,0 e 3,0 m dal p.c..

Valgono le medesime norme generali contenute nell'Art 2.1 Zona 3/4 con la raccomandazione di incrementare il livello di attenzione nella pianificazione delle indagini geognostiche e geofisiche.

Art. 3 – Suscettibilità alla liquefazione

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione intendendo con tale termine quel fenomeno associato alla perdita di resistenza al taglio o all'accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi,

prevalentemente sabbioso-limosi sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La suscettibilità alla liquefazione del terreno deve essere valutata sulla base di prove in sito esplorando un numero di verticali adeguato all'importanza dell'opera e all'estensione dell'area d'intervento e sufficiente ad accertare la variabilità della struttura litostratigrafica e geotecnica.

Nel territorio indagato la verifica alla liquefazione deve essere sempre eseguita e costituire il presupposto per la presentazione della richiesta del titolo abilitativo edilizio. La verifica va condotta secondo le metodologie di analisi previste dal Paragrafo 7.11.3.4.3 del DM.14.01.2008 e C7.11.3.4 della Circolare 02.02.2009.

Per terreni risultati suscettibili al fenomeno della liquefazione, con conseguenze su capacità portante e stabilità di fondazioni, ai sensi del parere del Servizio Geologico Regionale del 23.06.2015 (Prot. N. 17148/P), si prescrive l'inedificabilità.

Capo II: Disposizioni generali – Ambito idraulico

Art. 1 – Norme P.A.I.R.

Alle presenti N.T.A. sono recepite integralmente le norme P.A.I.R. (approvato con D.P.Reg. N. 28 in data 1 febbraio 2017 e pubblicato sul supplemento ordinario n. 7 allegato al B.U.R n. 6 del 8 febbraio 2017) e riportate in allegato.

Art. 2 – Zone F, P3 e P2 del P.A.I.R.

Per le aree P.A.I.R. individuate con pericolosità F, P3 e P2, sono recepite integralmente le norme P.A.I.R..

Art. 3 – Zone P1 - Pericolosità Moderata del P.A.I.R.

Le norme P.A.I.R., ai sensi del relativo Art. 12 – *Disciplina degli Interventi nelle aree classificate a pericolosità moderata P1*, indicano che la disciplina delle aree P1 deve essere realizzata dalla pianificazione urbanistica e territoriale.

Art. 4 – Norme Zone P1 – Pericolosità moderata

Nelle aree classificate a pericolosità idraulica moderata P1, sono consentiti tutti gli interventi ammessi nelle aree P2 (Art. 11 del P.A.I.R.).

Ai fini del rilascio da parte dell'Amministrazione Comunale del permesso di costruire, ovvero Denuncia di inizio attività (o, nel caso di opere pubbliche, in fase di approvazione definitiva), relativo ad ogni opera o urbanizzazione che comporti aggravio al regime idraulico attuale, il soggetto richiedente, in funzione della classe di intervento individuata in base al valore di superficie impermeabilizzata potenziale (S_{tot}), riportate nella seguente tabella:

Classe di intervento	Soglie
1 – Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S_{tot} < 0,02$ ha
2 – Modesta impermeabilizzazione potenziale	$0,02 \leq S_{tot} < 0,10$ ha
3 – Significativa impermeabilizzazione potenziale	$S_{tot} \geq 0,10$ ha

Tab. 4 – Classi di intervento

dovrà adottare i criteri ed allegare agli altri elaborati progettuali la documentazione seguenti:

1 – Trascurabile impermeabilizzazione potenziale

Criteri

- Portata scaricabile massima pari a 20 l/s/ha indipendentemente dalle condizioni dello stato di fatto, oppure alternativamente si può procedere al calcolo specifico dell'invarianza per l'area in esame.
- Volume minimo di compenso pari a 100 m³/ha di S_{tot}.

Documentazione

- Asseverazione del progettista di compatibilità idraulica, adozione di buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili e progettazione di adeguate opere e misure di compensazione. Non è possibile scorporare artificialmente le superfici in modo da evitare lo studio di compatibilità idraulica.

2 – Modesta impermeabilizzazione potenziale

Criteri

- Dovrà essere garantita l'invarianza idraulica mediante opere idrauliche di compensazione dei maggiori deflussi derivanti dalla realizzazione dell'opera a seguito di eventi idrometeorologici con T_r = 50 anni.
- Portata scaricabile massima pari a 20 l/s/ha indipendentemente dalle condizioni dello stato di fatto, oppure alternativamente si può procedere al calcolo specifico dell'invarianza per l'area in esame.
- Volume minimo di compenso pari a 100 m³/ha di S_{tot}.

Documentazione

- Non è possibile scorporare artificialmente le superfici in modo da evitare la documentazione riportata nei punti successivi.
- Relazione di compatibilità idraulica comprensiva di: valutazione delle portate fluenti scaricabili, individuazione del volume minimo d'invaso, calcolo dei tiranti idrici, dimensionamento dell'organo di regolazione in sezione di chiusura, dimensionamento e verifica della rete di raccolta acque meteoriche, comprese eventuali vasche di prima pioggia e trattamenti acque di dilavamento piazzali.
- Planimetria, profilo sezioni e particolari costruttivi della linea di raccolta acque meteoriche e delle opere di regolazione e compensazione.

3 – Sensibile impermeabilizzazione potenziale:

Criteri

- Dovrà essere garantita l'invarianza idraulica mediante opere idrauliche di compensazione dei maggiori deflussi derivanti dalla realizzazione dell'opera a seguito di eventi idrometeorologici con T_r = 50 anni.
- Portata scaricabile massima pari a 20 l/s/ha indipendentemente dalle condizioni dello stato di fatto, oppure alternativamente si può procedere al calcolo specifico dell'invarianza per l'area in esame.
- Il minimo valore di volume invasato non potrà essere inferiore ai seguenti valori di riferimento (in relazione alla S_{tot}):
 - 300 m³/ha per aree residenziali;
 - 400 m³/ha per aree industriali;
 - 600 m³/ha per nuova viabilità.
- Si dovrà comunque adottare il maggiore tra il volume minimo ed il volume calcolato.

Documentazione

- Non è possibile scorporare artificiosamente le superfici in modo da evitare la documentazione riportata nei punti successivi.
- Relazione di compatibilità idraulica comprensiva di: valutazione delle portate fluenti e scaricabili, individuazione del volume minimo d'invaso, calcolo dei tiranti idrici, dimensionamento dell'organo di regolazione in sezione di chiusura, dimensionamento e verifica della rete di raccolta acque meteoriche, comprese eventuali vasche di prima pioggia e trattamenti acque di dilavamento piazzali.
- Planimetria, profilo sezioni e particolari costruttivi della linea di raccolta acque meteoriche e delle opere di regolazione e compensazione.

10. 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., 2011, *Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell'attuale utilizzo*, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia;
- AA.VV., 2016, *Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini di interesse regionale (bacini idrografici tributari della laguna di Marano – Grado, ivi compresa la laguna medesima, del torrente Slizza e del levante)*, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia;
- Bramerini F., Di Pasquale G., Naso G., Severino M., 2008, *Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica – Parte I e II*, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile;
- Fontana A., 2006, *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana*, Pubblicazione n. 47 - Edizioni del Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine;
- Geofim, 1999, *Relazione geologica per la Variante n. 12 al P.R.G.C.*, Comune di Rivignano;
- Geofim, 1997, *Studio Geologico per il P.R.G.C. – Relazione Idrogeologica*, Comune di Teor;
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E., 2016, *DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.
- Pivetta M., 1989, *Zonizzazione Geologico-Tecnica del Territorio Comunale*, Comune di Teor;
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. *CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.

11. CONCLUSIONI

L'osservanza dei vincoli e delle norme prescrittive di carattere geologico – tecnico e idraulico, permette di esprimere la compatibilità geologica, geomorfologica,

idrogeologica e idraulica con le previsioni urbanistiche espresse nei documenti *Variante urbanistica relazione* (allegato AL03), *Normativa del parco* (allegato P02).

12. ALLEGATI NORMATIVI

Norme del P.A.I.R..

13. ALLEGATI CARTOGRAFICI

A. 5.1 – Carta Geolitologica del Sottosuolo;

A. 5.2 – Carta della Zonizzazione Geologico – Tecnica;

A. 5.3 – Carta della Pericolosità Idraulica P.A.I.R..