



Regione Toscana – Provincia di Siena

Comune di Trequanda

PIANO OPERATIVO COMUNALE

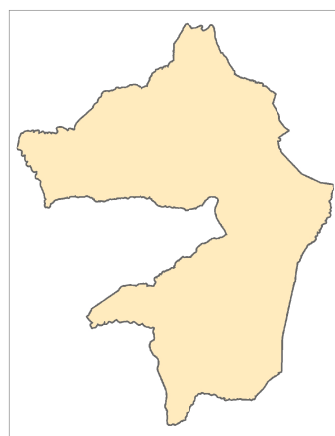
(ai sensi art. 95 della L.R. 65/2014)

INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE

Ai sensi D.P.G.R. n. 5/R del 5 febbraio 2020



Relazione geologico-tecnica



Data	Professionista
9 febbraio 2021	Dott. Geol. Francesco Agnelli

Indice

1. Introduzione	1
2. Assetto geografico e morfologico	6
3. Pericolosità sismica di base e sismicità storica	7
3.1 Pericolosità sismica di base	7
3.2 Sismicità storica del comune di Trequanda	11
4. Elementi di base del quadro conoscitivo	12
4.1 Analisi aspetti geologici	12
4.1.1 Assetto geologico-strutturale generale	12
4.1.2 Inquadramento tettonico e paleogeografico	16
4.1.3 Inquadramento geologico generale	19
4.1.4 Aspetti geologici del territorio urbanizzato di Trequanda	38
4.1.5 Aspetti geologici del territorio urbanizzato di Petroio	41
4.1.6 Aspetti geologici del territorio urbanizzato di Castelmuzio	44
4.2 Aspetti geomorfologici	46
4.2.1 Aspetti geomorfologici del territorio urbanizzato di Trequanda	58
4.2.2 Aspetti geomorfologici del territorio urbanizzato di Petroio	59
4.2.3 Aspetti geomorfologici del territorio urbanizzato di Castelmuzio	61
4.3 Aspetti litologico-tecnici	63
4.3.1 Aspetti litologico-tecnici del territorio urbanizzato di Trequanda	67
4.3.2 Aspetti litologico-tecnici del territorio urbanizzato di Petroio	69
4.3.3 Aspetti litologico-tecnici del territorio urbanizzato di Castelmuzio	70
4.4 Aspetti idrogeologici	70
4.4.1 Aspetti idrogeologici del territorio urbanizzato di Trequanda	73
4.4.2 Aspetti idrogeologici del territorio urbanizzato di Petroio	74
4.4.3 Aspetti idrogeologici del territorio urbanizzato di Castelmuzio	75
4.4.4 Censimento punti d'acqua	75
<i>Prescrizioni</i>	80
4.5 Aspetti di vulnerabilità degli acquiferi	81
4.5.1 Aspetti di vulnerabilità degli acquiferi del territorio urbanizzato di Trequanda	82
4.5.2 Aspetti di vulnerabilità degli acquiferi del territorio urbanizzato di Petroio	84
4.5.3 Aspetti di vulnerabilità degli acquiferi del territorio urbanizzato di Castelmuzio	84
<i>Prescrizioni</i>	85
4.6 Aspetti di sensibilità degli acquiferi	88
4.6.1 Aspetti di sensibilità degli acquiferi del territorio urbanizzato di Trequanda	89
4.6.2 Aspetti di sensibilità degli acquiferi del territorio urbanizzato di Petroio	89
4.6.3 Aspetti di sensibilità degli acquiferi del territorio urbanizzato di Castelmuzio	90
4.7 Analisi delle pendenze	98

5. Analisi delle condizioni di pericolosità ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R	99
5.1 Analisi della pericolosità geologica	99
5.1.1 Pericolosità geologica UTOE Trequanda	102
5.1.2 Pericolosità geologica UTOE Petroio	102
5.1.3 Pericolosità geologica UTOE Castelmuzio	103
5.1.4 Aspetti di pericolosità da frana - PAI Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana	103
5.2 Analisi della pericolosità da alluvioni	112
5.2.1 Pericolosità da alluvioni UTOE Trequanda	113
5.2.2 Pericolosità da alluvioni UTOE Petroio	115
5.2.3 Pericolosità da alluvioni UTOE Castelmuzio	117
5.2.4 Pericolosità da alluvioni per proposta di modifica al PGRA vigente	117
5.2.5 Prescrizioni ai sensi della l.r. 41/2018	123
5.3 Analisi della pericolosità sismica locale	129
5.3.1 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica	129
5.3.2 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)	130
5.3.3 Carta della pericolosità sismica locale	137
6. Rischio atteso per aspetti geologici, idraulici e sismici	141
7. Fattibilità degli interventi sul territorio urbanizzato	142
<i>Prescrizioni in merito ad aspetti di pericolosità geologica</i>	149
<i>Prescrizioni in merito ad aspetti di pericolosità da alluvioni</i>	151
<i>Prescrizioni in merito ad aspetti di pericolosità sismica locale</i>	152
7.1 Fattibilità degli interventi - UTOE Trequanda	153
7.1.1 Ambito di trasformazione B1T - Lotto di completamento Via Taverne	153
7.1.2 Ambito di trasformazione CT-1 - Nuova edificazione	155
7.1.3 Ambito di trasformazione CT-2A - Riuso (Ex-Salumificio Angelini)	157
7.1.4 Ambito di trasformazione CT-2B - Nuova edificazione	160
7.1.5 Ambito di trasformazione BT2 - Nuova edificazione	162
7.1.6 Ambito di trasformazione B3T - Lotto di completamento intercluso nel tessuto lineare BL di Via Molino a Vento	165
7.1.7 Ambito di trasformazione DT2 - Lotto di completamento	167
7.1.8 Ambito di trasformazione DT3 - Lotto di completamento	169
7.1.9 Ambito di trasformazione DT-A - Nuova edificazione (Area Artigianale Pian delle Fonti)	171
7.1.10 Ambito di trasformazione TT-AT- Interventi vari (Pod. Castagnolo)	174
7.2 Fattibilità degli interventi - UTOE Petroio	176

7.2.1 Ambito di trasformazione CP-1 – Nuova edificazione	176
7.2.2 Ambito di trasformazione B1P – Nuova edificazione	179
7.2.3 Ambito di trasformazione B2P – Nuova edificazione	181
7.2.4 Ambito di trasformazione B3P – Nuova edificazione	183
7.2.5 Ambito di trasformazione SO-A – Area scolastica di nuova previsione	185
7.2.6 Ambito di trasformazione DE – Nuovo depuratore comunale di Petroio	188
7.2.7 Ambito di trasformazione DP2 – Nuova edificazione con ampliamento edificio artigianale	191
7.2.8 Ambito di trasformazione P-A – Ampliamento parcheggio pubblico esistente	194
 7.3 Fattibilità degli interventi – UTOE Castelmuzio	 196
7.3.1 Ambito di trasformazione CC-1 – Nuova edificazione	196
7.3.2 Ambito di trasformazione B1C – Riqualificazione edifici esistenti	198
7.3.3 Ambito di trasformazione B2C – Lotto di completamento	200
7.3.4 Ambito di trasformazione B3C – Lotto di completamento	202
7.3.5 Ambito di trasformazione DC-A (Area speciale artigianale per depositi)	204
7.3.6 Ambito di trasformazione Spc-A (Aree per attrezzature sportive)	206
 7.4 Fattibilità degli interventi per approfondimento della Cava di Madonnino dei Monti	 208
 8. Fattibilità degli interventi non compresi tra quelli schedati nel PO	 211
8.1 Fattibilità degli interventi per aspetti geologici	212
8.2 Fattibilità degli interventi per aspetti idraulici	217
<i>Prescrizioni</i>	221
 Bibliografia	 224

ALLEGATI

Tavole di supporto al Piano Operativo

- TAV.1.a – Carta geologica – UTOE Trequanda
- TAV.1.b – Carta geologica – UTOE Petroio
- TAV.1.c – Carta geologica – UTOE Castelmuzio
- TAV.2.a – Carta geomorfologica – UTOE Trequanda
- TAV.2.b – Carta geomorfologica – UTOE Petroio
- TAV.2.c – Carta geomorfologica – UTOE Castelmuzio
- TAV.3.a – Carta litologico-tecnica e dei dati di base – UTOE Trequanda

- TAV.3.b - Carta litologico-tecnica e dei dati di base - UTOE Petroio
- TAV.3.c - Carta litologico-tecnica e dei dati di base - UTOE Castelmuzio
- TAV.4.a - Carta idrogeologica - UTOE Trequanda
- TAV.4.b - Carta idrogeologica - UTOE Petroio
- TAV.4.c - Carta idrogeologica - UTOE Castelmuzio
- TAV.5.a - Carta della vulnerabilità degli acquiferi - UTOE Trequanda
- TAV.5.b - Carta della vulnerabilità degli acquiferi - UTOE Petroio
- TAV.5.c - Carta della vulnerabilità degli acquiferi - UTOE Castelmuzio
- TAV.6.a - Carta della sensibilità degli acquiferi - UTOE Trequanda
- TAV.6.b - Carta della sensibilità degli acquiferi - UTOE Petroio
- TAV.6.c - Carta della sensibilità degli acquiferi - UTOE Castelmuzio
- TAV.7.a - Carta delle pendenze - UTOE Trequanda
- TAV.7.b - Carta delle pendenze - UTOE Petroio
- TAV.7.c - Carta delle pendenze - UTOE Castelmuzio
- TAV.8.a - Carta della pericolosità da frana per proposta di modifica al PAI - Bacini Fiume Arno e Fiume Ombrone - UTOE Trequanda
- TAV.8.b - Carta della pericolosità da frana per proposta di modifica al PAI - Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana - UTOE Petroio
- TAV.8.c - Carta della pericolosità da frana per proposta di modifica al PAI - Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana - UTOE Castelmuzio
- TAV.9.a - Carta della pericolosità da alluvione per proposta di modifica al PGRA (U.o.M. Arno e Ombrone) - UTOE Trequanda
- TAV.9.b - Carta della pericolosità da alluvione per proposta di modifica al PGRA (U.o.M. Arno e Ombrone) - UTOE Petroio
- TAV.10.a - Carta della pericolosità geologica - UTOE Trequanda
- TAV.10.b - Carta della pericolosità geologica - UTOE Petroio
- TAV.10.c - Carta della pericolosità geologica - UTOE Castelmuzio
- TAV.11.a - Carta della pericolosità da alluvioni - UTOE Trequanda
- TAV.11.b - Carta della pericolosità da alluvioni - UTOE Petroio
- TAV.11.c - Carta della pericolosità da alluvioni - UTOE Castelmuzio
- TAV.12.a - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica - UTOE Trequanda

- TAV.12.b - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica - UTOE Petroio
- TAV.12.c - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica - UTOE Castelmuzio
- TAV.13.a - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - UTOE Trequanda
- TAV.13.b - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica - UTOE Petroio
- TAV.13.c - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica - UTOE Castelmuzio
- TAV.14.a - Carta della pericolosità sismica locale - UTOE Trequanda
- TAV.14.b - Carta della pericolosità sismica locale - UTOE Petroio
- TAV.14.c - Carta della pericolosità sismica locale - UTOE Castelmuzio
- TAV.15.a - Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni geologici - UTOE Trequanda
- TAV.15.b - Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni geologici - UTOE Petroio
- TAV.15.c - Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni geologici - UTOE Castelmuzio
- TAV.16.a - Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni alluvionali - UTOE Trequanda
- TAV.16.b - Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni alluvionali - UTOE Petroio
- TAV.16.c - Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni alluvionali - UTOE Castelmuzio
- TAV.17.a - Carta degli elementi esposti a rischio sismico - UTOE Trequanda
- TAV.17.b - Carta degli elementi esposti a rischio sismico - UTOE Petroio
- TAV.17.c - Carta degli elementi esposti a rischio sismico - UTOE Castelmuzio
- TAV.18.a - Carta delle pericolosità sugli ambiti di trasformazione - UTOE Trequanda
- TAV.18.b - Carta delle pericolosità sugli ambiti di trasformazione - UTOE Petroio
- TAV.18.c - Carta delle pericolosità sugli ambiti di trasformazione - UTOE Castelmuzio
- Schede di Fattibilità

Tavole di supporto alla Variante al Piano Strutturale

- TAV. G.1 - Carta geologica (Quadrante Nord)
- TAV. G.1 - Carta geologica (Quadrante Sud)
- TAV. G.2 - Sezioni geologiche
- TAV. G.3 - Carta geomorfologica (Quadrante A)

- TAV. G.3 - Carta geomorfologica (Quadrante B)
- TAV. G.3 - Carta geomorfologica (Quadrante C)
- TAV. G.3 - Carta geomorfologica (Quadrante D)
- TAV. G.3 - Carta geomorfologica (Quadrante E)
- TAV. G.4 - Carta litologico-tecnica (Quadrante Nord)
- TAV. G.4 - Carta litologico-tecnica (Quadrante Sud)
- TAV. G.5 - Carta idrogeologica (Quadrante Nord)
- TAV. G.5 - Carta idrogeologica (Quadrante Sud)
- TAV. G.6 - Carta della vulnerabilità degli acquiferi (Quadrante Nord)
- TAV. G.6 - Carta della vulnerabilità degli acquiferi (Quadrante Sud)
- TAV. G.7 - Carta della sensibilità degli acquiferi (Quadrante Nord)
- TAV. G.7 - Carta della sensibilità degli acquiferi (Quadrante Sud)
- TAV. G.8 - Carta delle pendenze (Quadrante Nord)
- TAV. G.8 - Carta delle pendenze (Quadrante Sud)
- TAV.G.9 - Carta della pericolosità da frana per proposta di modifica al PAI - Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana (Quadrante Nord)
- TAV.G.9 - Carta della pericolosità da frana per proposta di modifica al PAI - Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana (Quadrante Sud)
- TAV.G.10 - Carta della pericolosità da alluvione per proposta di modifica al PGRA (U.o.M. Arno e Ombrone) - (Quadrante Nord)
- TAV.G.10 - Carta della pericolosità da alluvione per proposta di modifica al PGRA (U.o.M. Arno e Ombrone) - (Quadrante Sud)
- TAV.G.11 - Carta della pericolosità geologica (Quadrante Nord)
- TAV.G.11 - Carta della pericolosità geologica (Quadrante Sud)
- TAV.G.12 - Carta della pericolosità da alluvioni (Quadrante Nord)
- TAV.G.12 - Carta della pericolosità da alluvioni (Quadrante Sud)
- TAV.G.13 - Carta della pericolosità sismica locale

1. Introduzione

La presente relazione geologico–tecnica supporta il nuovo Piano Operativo del comune di Trequanda, redatto in ottemperanza alla l.r. n. 65/2014, con l'obiettivo di pianificare e regolamentare nuovi interventi previsti all'interno del territorio urbanizzato, nonché riproporre alcuni già individuati nell'ultimo strumento urbanistico redatto. In aggiunta al Piano Operativo, è oggetto di aggiornamento normativo il Piano Strutturale, con la variante alla parte normativa.

I centri urbani oggetto di approfondimento ai fini degli studi geologico–tecnici per il Piano Operativo sono Trequanda, Petroio e Castelmuzio. In conformità ai limiti del territorio urbanizzato e alle nuove UTOE tracciate in corrispondenza dei suddetti centri urbani, sono state prodotte cartografie rappresentative dei diversi aspetti trattati dalla normativa regionale in materia di indagini geologico–tecniche di supporto agli strumenti urbanistici. I diversi tematismi sono stati redatti ai sensi della nuova D.P.G.R. n. 5/R del 2020 – Allegato A alla Del. GRT n. 31/2020.

Inoltre, al fine di rendere completa la copertura del territorio comunale per i diversi tematismi di carattere geologico–tecnico, sono state aggiornate, ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R del 2020, le cartografie precedentemente redatte per il territorio aperto ai sensi della vecchia 53/R del 2011.

Lo studio è stato condotto, perciò, attraverso l'analisi dei vari aspetti trattati dal nuovo Regolamento Regionale n. 5/R. In particolare sono stati analizzati e cartografati elementi riconducibili ad aspetti geologici, geomorfologici (geomorfologia e pendenze), litologico–tecnici, idrogeologici e di vulnerabilità e sensibilità degli acquiferi, di pericolosità geologica, idraulica e sismica (comprendente delle cartografie di microzonazione sismica) e relativamente al rischio per fenomeni geologici, alluvionali e sismici. Sono state inoltre redatte cartografie rappresentative degli elementi di pericolosità da frana e da alluvioni per la modifica rispettivamente del PAI e del PGRA.

Gli approfondimenti di Quadro Conoscitivo del nuovo Piano Operativo risultano accompagnati da uno studio idrologico–idraulico realizzato sui territori urbanizzati di Trequanda e Petroio, nelle porzioni vallive interessate da intersezione del reticolo idraulico secondario esistente (censito dalla Regione Toscana) con le zone di espansione del POC. In fig. 1 sono mostrate le zone interessate dagli approfondimenti di Quadro Conoscitivo all'interno del territorio comunale di Trequanda relativamente al Piano Operativo. Per quanto concerne, invece, l'aggiornamento delle cartografie tematiche riferite a tutto il territorio comunale, in fig. 2 si riporta un'immagine dei due quadranti

nei quali è stato suddiviso il suddetto areale comunale al fine di rappresentare in scala 1:10.000 gli elementi di quadro conoscitivo anche per il territorio aperto.

Le cartografie prodotte in scala 1:2.000 e 1:1.000, ai sensi della 5/R, a supporto del nuovo Piano Operativo del comune di Trequanda sono:

- *Carta geologica* (Tav. 1.a UTOE Trequanda, Tav. 1.b UTOE Petroio, Tav. 1.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta geomorfologica* (Tav. 2.a UTOE Trequanda, Tav. 2.b UTOE Petroio, Tav. 2.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta litologico-tecnica e dei dati di base* (Tav. 3.a UTOE Trequanda, Tav. 3.b UTOE Petroio, Tav. 3.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta idrogeologica* (Tav. 4.a UTOE Trequanda, Tav. 1.b UTOE Petroio, Tav. 1.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta della vulnerabilità degli acquiferi* (Tav. 5.a UTOE Trequanda, Tav. 5.b UTOE Petroio, Tav. 5.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta della sensibilità degli acquiferi* (Tav. 6.a UTOE Trequanda, Tav. 6.b UTOE Petroio, Tav. 6.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta delle pendenze* (Tav. 7.a UTOE Trequanda, Tav. 7.b UTOE Petroio, Tav. 7.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta della pericolosità da frana per proposta di modifica al PAI – Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana* (Tav. 8.a UTOE Trequanda, Tav. 8.b UTOE Petroio, Tav. 8.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta della pericolosità da alluvione per proposta di modifica al PGRA (U.o.M. Arno e U.o.M. Ombrone)* (Tav. 9.a UTOE Trequanda, Tav. 9.b UTOE Petroio)
- *Carta della pericolosità geologica* (Tav. 10.a UTOE Trequanda, Tav. 10.b UTOE Petroio, Tav. 10.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta della pericolosità da alluvioni* (Tav. 11.a UTOE Trequanda, Tav. 11.b UTOE Petroio, Tav. 11.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica* (Tav. 12.a UTOE Trequanda, Tav. 12.b UTOE Petroio, Tav. 12.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica* (Tav. 13.a UTOE Trequanda, Tav. 13.b UTOE Petroio, Tav. 13.c UTOE Castelmuzio)

- *Carta della pericolosità sismica locale* (Tav. 14.a UTOE Trequanda, Tav. 14.b UTOE Petroio, Tav. 14.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni geologici* (Tav. 15.a UTOE Trequanda, Tav. 15.b UTOE Petroio, Tav. 15.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta degli elementi esposti a rischio per fenomeni alluvionali* (Tav. 16.a UTOE Trequanda, Tav. 16.b UTOE Petroio, Tav. 16.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta degli elementi esposti a rischio sismico* (Tav. 17.a UTOE Trequanda, Tav. 17.b UTOE Petroio, Tav. 17.c UTOE Castelmuzio)
- *Carta delle pericolosità sugli ambiti di trasformazione* (Tav. 18.a UTOE Trequanda, Tav. 18.b UTOE Petroio, Tav. 18.c UTOE Castelmuzio)

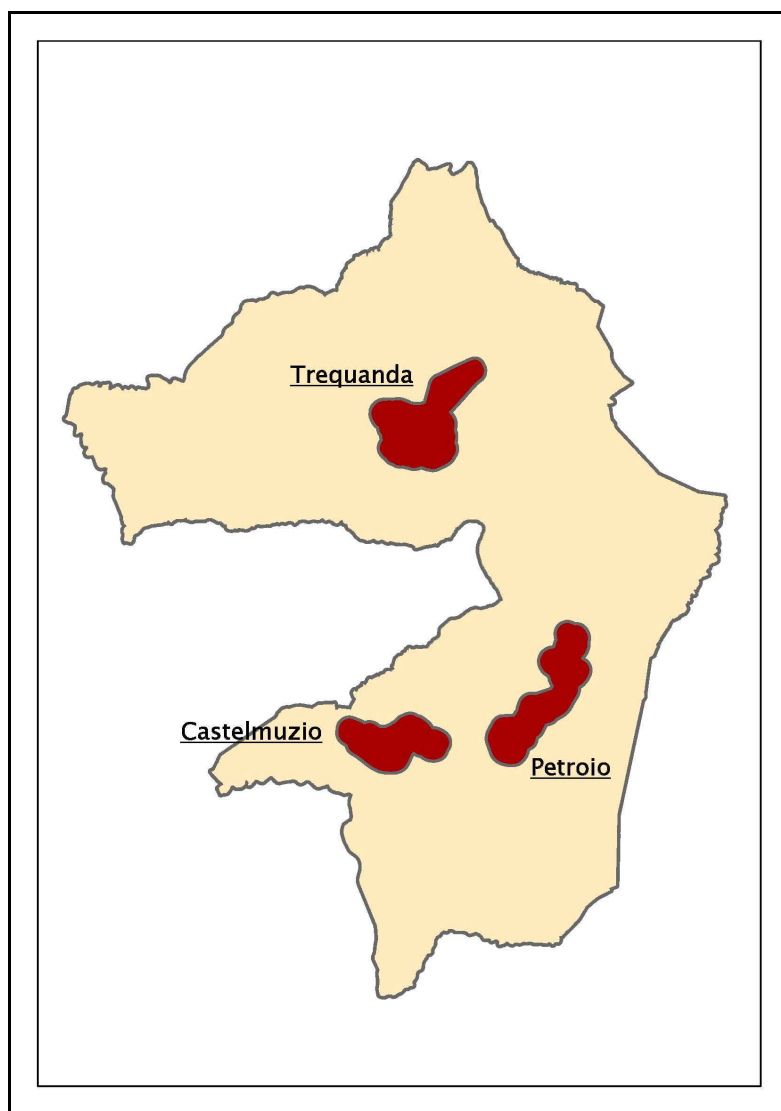


Fig.1: Areali di approfondimento del Quadro Conoscitivo per il nuo Piano Operativo di Trequanda.

Tutte le cartografie di PO, ad eccezione della *Carta delle pericolosità sugli ambiti di trasformazione*, sono state redatte in scala 1:2.000. Infatti nelle tre diverse località interessate da previsioni urbanistiche, la tavola 18 riporta i lotti di intervento rappresentati in scale comprese tra 1:500 e 1:1.000.

La tavola *Carta delle pericolosità sugli ambiti di trasformazione* è un tematismo redatto in sostituzione della carta delle fattibilità non più prevista tra gli elaborati di minimo della D.P.G.R. 5/R. Si è ritenuto infatti che ai fini di una migliore comprensione sulla fattibilità espressa per gli interventi previsti all'interno del Piano Operativo e nelle schede di fattibilità, fosse redatta una tavola comunque rappresentativa delle condizioni di sintesi delle pericolosità per i singoli lotti di intervento previsti all'interno del Piano Operativo.

Le cartografie prodotte ai sensi della 5/R a supporto della Variante al Piano Strutturale del comune di Trequanda sono:

- *Carta geologica* (Tav. G.1 Quadrante Nord, Tav. G.2 Quadrante Sud)
- *Sezioni geologiche* (Tav. G.2)
- *Carta geomorfologica* (Tav. G.3 Quadranti A, B, C, D, E)
- *Carta litologico–tecnica e dei dati di base* (Tav. G.4 Quadrante Nord, Tav. G.4 Quadrante Sud)
- *Carta idrogeologica* (Tav. G.5 Quadrante Nord, Tav. G.5 Quadrante Sud)
- *Carta della vulnerabilità degli acquiferi* (Tav. G.6 Quadrante Nord, Tav. G.6 Quadrante Sud)
- *Carta della sensibilità degli acquiferi* (Tav. G.7 Quadrante Nord, Tav. G.7 Quadrante Sud)
- *Carta delle pendenze* (Tav. G.8 Quadrante Nord, Tav. G.8 Quadrante Sud)
- *Carta della pericolosità da frana per proposta di modifica al PAI – Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana* (Tav. G.9 Quadrante Nord, Tav. G.9 Quadrante Sud)
- *Carta della pericolosità da alluvione per proposta di modifica al PGRA (U.o.M. Arno e U.o.M. Ombrone)* (Tav. G.10 Quadrante Nord, Tav. G.10 Quadrante Sud)
- *Carta della pericolosità geologica* (Tav. G.11 Quadrante Nord, Tav. G.11 Quadrante Sud)
- *Carta della pericolosità da alluvioni* (Tav. G.12 Quadrante Nord, Tav. G.12 Quadrante Sud)
- *Carta della pericolosità sismica locale* (Tav. G.13)

Le cartografie di Piano Strutturale sono tutte redatte in scala 1:10.000 ad eccezione degli stalci relativi alla carta geomorfologica (Quadranti A, B, C, D, E), in quanto redatti in scala 1:5.000. Quest'ultimi sono stati rappresentati in scala di maggiore dettaglio in conformità alla precedente

stesura (a supporto del precedente strumento urbanistico), ritenendo fondamentale mantenere il dettaglio di rappresentazione unitamente alle integrazioni apportate con gli approfondimenti per la redazione del nuovo Piano Operativo.

All'interno della presente relazione sono stati descritti gli aspetti di quadro conoscitivo mappati nelle cartografie di sintesi sopra elencate ed inoltre sono state descritte le condizioni di fattibilità e le relative prescrizioni per i diversi interventi di Piano Operativo, da considerare in fase di progettazione definitiva per la richiesta del titolo edilizio (vedi anche schede di fattibilità allegate). Sono state espresse, inoltre, le fattibilità di cui tenere conto per tutti gli interventi che saranno realizzati sul territorio aperto, non attualmente ricompresi nei lotti contemplati all'interno delle cartografie del nuovo strumento urbanistico.

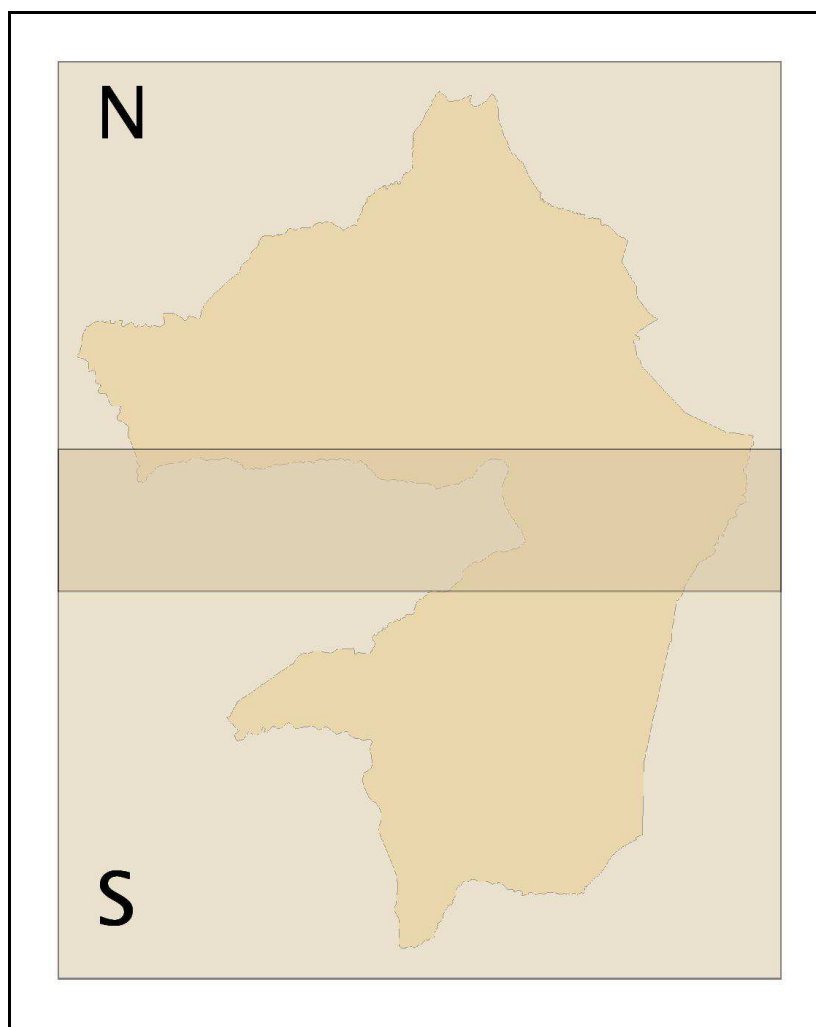


Fig.2: Quadranti nord (N) e sud (S) utilizzati per la rappresentazione cartografica dei vari aspetti di quadro conoscitivo sul territorio comunale di Trequanda.

2. Assetto geografico e morfologico

Il territorio comunale di Trequanda si colloca nella Toscana meridionale e si sviluppa all'interno delle zone collinari che delimitano ad ovest l'area valliva della Valdichiana. In particolare l'area comunale comprende una parte della dorsale morfologica che si sviluppa tra Rapolano e il Monte Cetona e che risulta caratterizzata dall'affioramento di formazioni geologiche litoidi facenti parte della serie denominata Falda Toscana.

La dorsale Rapolano-Cetona conferisce un aspetto caratteristico alle aree collinari presenti ad ovest della Valdichiana. Infatti la morfologia del piano campagna tende a presentare morfologie generalmente arrotondate nella fascia pede-collinare e di bassa collina, dove l'affioramento di depositi pliocenici sabbiosi e argillosi permette la formazione di versanti con pendenze variabili. In corrispondenza del cuore della dorsale, si osservano morfologie più accidentate, caratterizzate da pendenze elevate, legate sia all'affioramento di materiali litoidi antichi e sottoposti a deformazione per stress tettonici crustali, che alle morfologie originatesi dalla stessa tettonica attiva.

La presenza contemporaneamente di questi fattori, ha permesso la genesi di una dorsale caratterizzata talora da altimetrie tipiche delle zone collinari, talora riconducibili a quelle della montagna, come nella zona meridionale della stessa dorsale, al raggiungimento del Monte Cetona. Il comune di Trequanda confina a nord con i comuni di Rapolano Terme e Sinalunga, ad ovest con i comuni di Asciano e Montalcino-San Giovanni d'Asso, a sud con il comune di Pienza e ad est con il comune di Torrita e parte del comune di Sinalunga.

Il territorio comunale di Trequanda presenta una forma non strettamente regolare, sviluppandosi nella parte settentrionale prevalentemente lungo una direttrice W-E, mentre nella parte meridionale tende a dislocarsi preferenzialmente lungo una direttrice SW-NE.

Morfologicamente il territorio comunale è caratterizzato quasi totalmente da aree collinari. Queste lungo i rami principali del reticolo idrografico risultano delimitate da fasce di pianura poco sviluppate realmente, a costituire i fondovalle di unione tra un versante a quello opposto.

Le pendenze risultano molto variabili, in quanto lo stesso territorio comunale risulta abbracciare zone caratterizzate da altimetrie e geologia diverse nei vari settori. Perciò è frequente passare da pendenze elevate legate alla presenza di pareti sub-verticali o comunque con inclinazioni $> 30^\circ$ (presenza di materiali litoidi o cementati/sub-cementati, strutture legate a processi gravitativi di

versante), a pendenze medio-basse per la presenza di depositi pliocenici (settore di NW del comune) o zone intravallive presenti ai piedi dei versanti.

Tutti i principali nuclei abitativi sono dislocati alla sommità di rilievi collinari. I principali centri urbani come Trequanda, Petroio e Castelmuzio si trovano ubicati su dorsali morfologiche delle quali quelle afferenti a Trequanda e Petroio risultano rocciose. Infatti al nucleo delle stesse affiorano unità rocciose della Falda Toscana, mentre in corrispondenza dell'abitato di Castelmuzio sono presenti spessori decametrici (fino a circa 90–100 m) di sabbie plioceniche da addensate a sub-cementate o cementate.

Anche nel territorio aperto la quasi totalità dei poderi o degli aggregati edilizi si trovano dislocati alla sommità di versanti collinari.

3. Pericolosità sismica di base e sismicità storica

3.1 Pericolosità sismica di base

Con Deliberazione GRT n° 431 del 19 giugno 2006 la Giunta di Governo della Regione Toscana approvava la riclassificazione sismica del territorio regionale, applicando i criteri nazionali riportati nell'O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006, di cui la Mappa di Pericolosità Sismica in figura 3 ne rappresenta l'Allegato 1. Tale classificazione teneva conto della individuazione della pericolosità sismica locale e della relativa azione sismica di progetto sulla base di un approccio “zona-dipendente”, metodo legato anche alla normativa vigente nel 2006 in materia di costruzioni (DM 1996 e NTC 2005). Secondo la GRT n°431/2006 il comune di Trequanda risultava classificato in **zona 3**.

Ai sensi delle Norme Tecniche (D.M. 17/01/2018) la pericolosità sismica di base risulta ancora individuata sulla base di una mappa di pericolosità prodotta a livello nazionale dall'I.N.G.V (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) nella quale tale pericolosità è espressa in termini di accelerazione massima orizzontale delle onde sismiche su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s) e con superficie topografica orizzontale (condizione topografica T1). La stima della pericolosità sismica risulta basata perciò su un approccio di tipo sito-dipendente, dove la pericolosità non è più assegnata per territorio comunale ma sui nodi di una griglia di punti a maglia quadrata presenti su tutto il territorio nazionale. Nell'ambito della progettazione strutturale, l'accelerazione sismica necessaria per il calcolo di quella progettuale (a_{max}) è individuata all'interno del territorio di

interesse, tra quattro vertici della maglia precostituita a livello nazionale. Tali vertici sono identificati da un codice univoco (ID), da coordinate geografiche espresse in gradi decimali (latitudine e longitudine) e da parametri spettrali (a_g/g , F_0 , T_c^*) riferiti a diversi tempi di ritorno T_r .

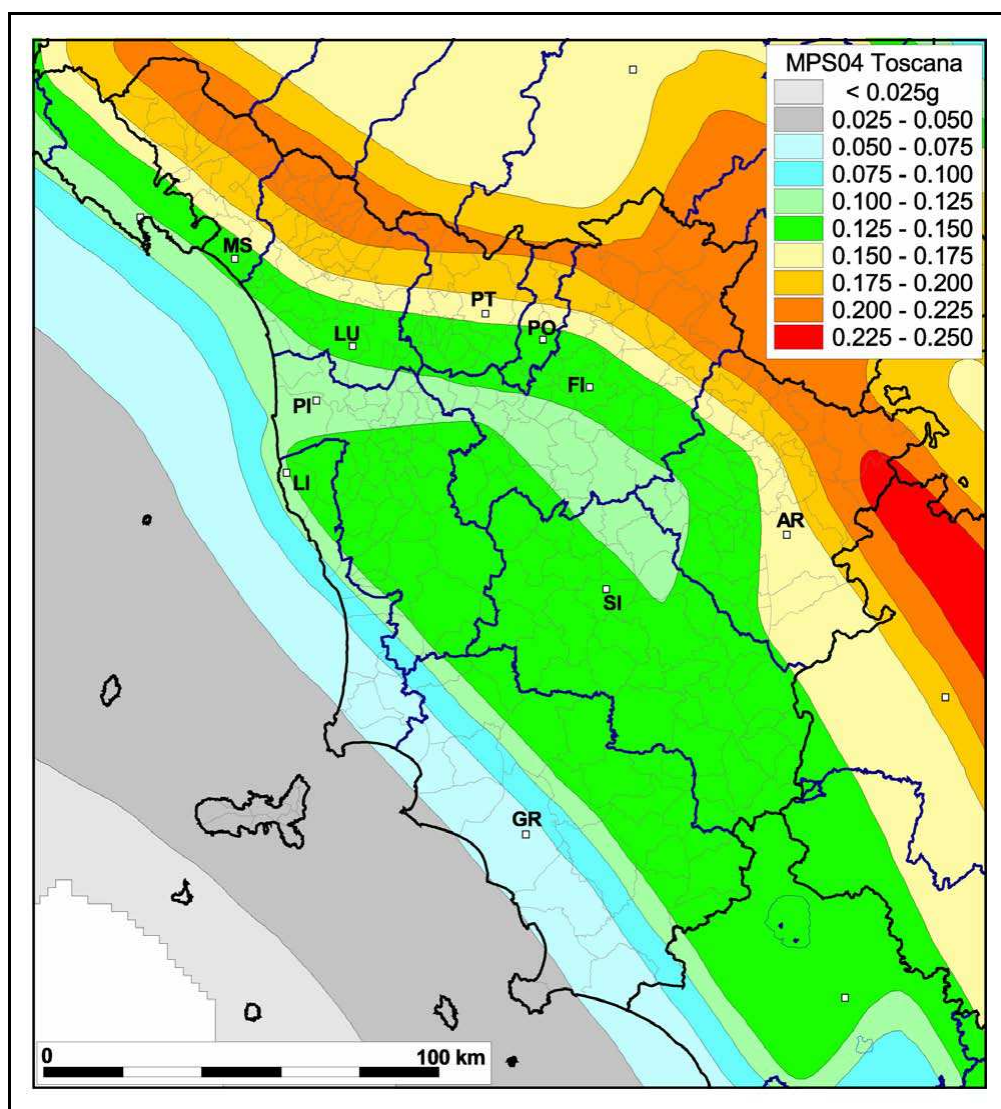


Fig. 3: Mappa di pericolosità sismica (MPS) della Toscana (mappa mediana al 50° percentile). I valori di accelerazione sono riferiti ad un tempo di ritorno pari a 475 anni (INGV, 2004)

In fig. 4 è mostrato un estratto della mappa dell'INGV, relativo al territorio comunale di Trequanda, con riportati i nodi e la relativa scala di valori di accelerazione sismica su suolo rigido associati agli stesi nodi della maglia, riferiti ad un tempo di ritorno di 475 anni e ad una probabilità di superamento in 50 anni del 10%. Considerando la necessità di adattare la classificazione sismica

del territorio regionale alla nuova mappa di pericolosità sismica (sito-dipendente), sulla scorta dei valori di a_g riferiti ai diversi punti della maglia e tenendo conto di una serie di aspetti valutativi legati alla presenza, all'interno dei territori comunali, di nodi con valori di $a_g > 0,15g$, è stata prodotta la nuova mappa di classificazione sismica regionale approvata con D.G.R. n. 58/R del 22 ottobre 2012.

Secondo la nuova classificazione, il comune di Trequanda è stato riconfermato in **zona 3**. Di seguito è mostrata la nuova mappa di classificazione sismica dei comuni della Regione Toscana (vedi fig. 5).

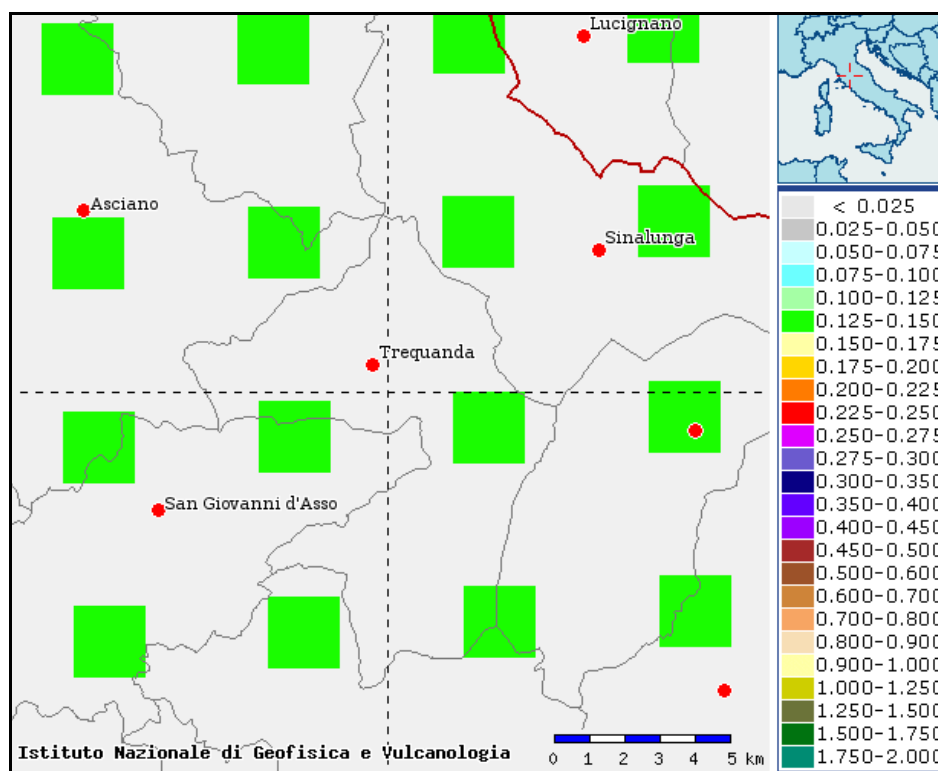


Fig.4: Mappa di pericolosità sismica (INGV) relativa al territorio comunale di Trequanda (mappa mediana al 50° percentile). I valori di accelerazione associati a ciascun nodo sono riferiti ad un tempo di ritorno pari a 475 anni (INGV, 2004)

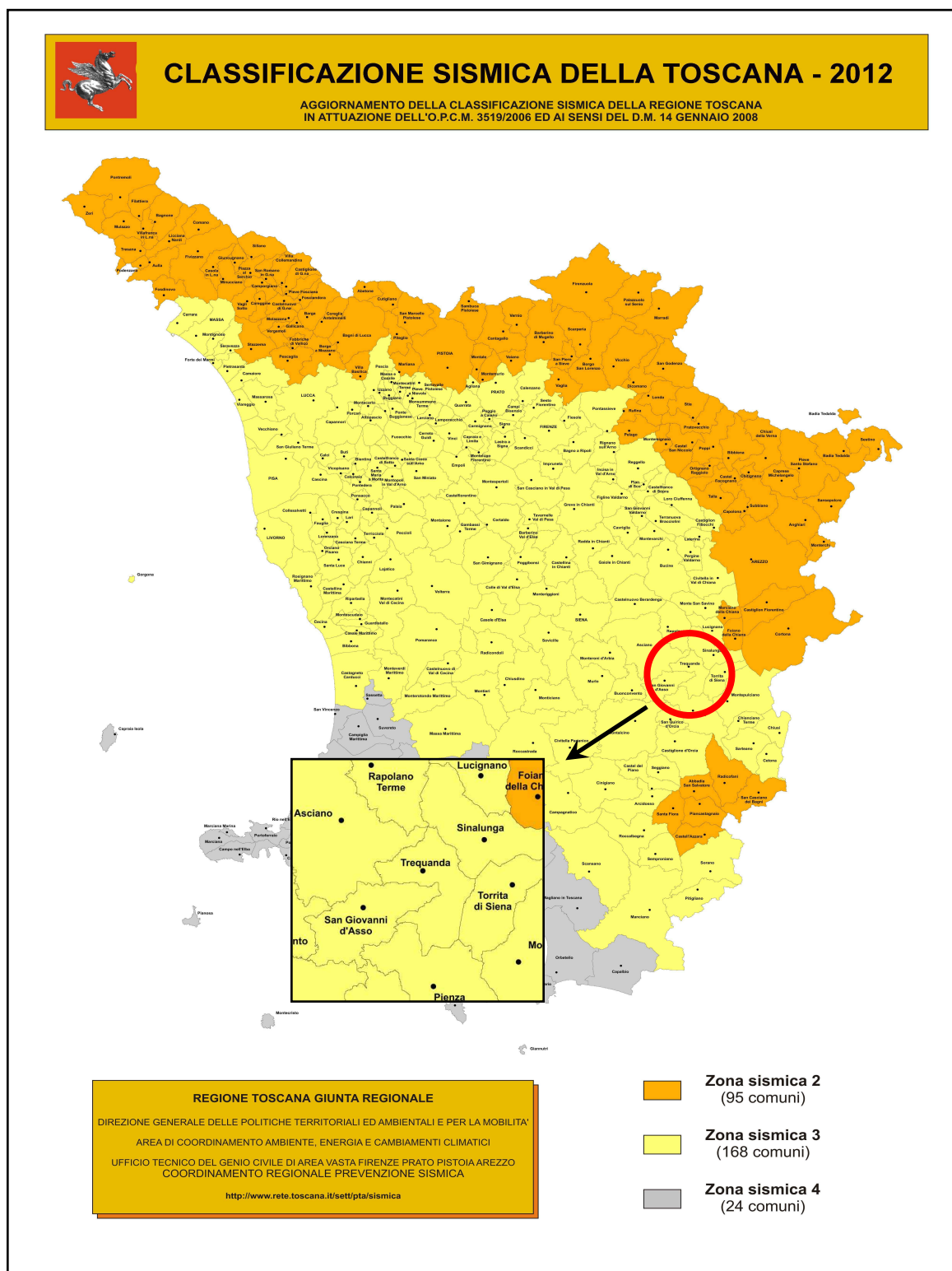


Fig.5: Mappa di classificazione sismica dei comuni della Regione Toscana. Il cerchio evidenzia l'area di interesse (Trequanda)

3.2 Sismicità storica del comune di Trequanda

Di seguito si riporta la lista dei terremoti censiti dall'INGV per l'area di Trequanda (censimento INGV dall'anno 1000 al 2006, vedi fig. 6).

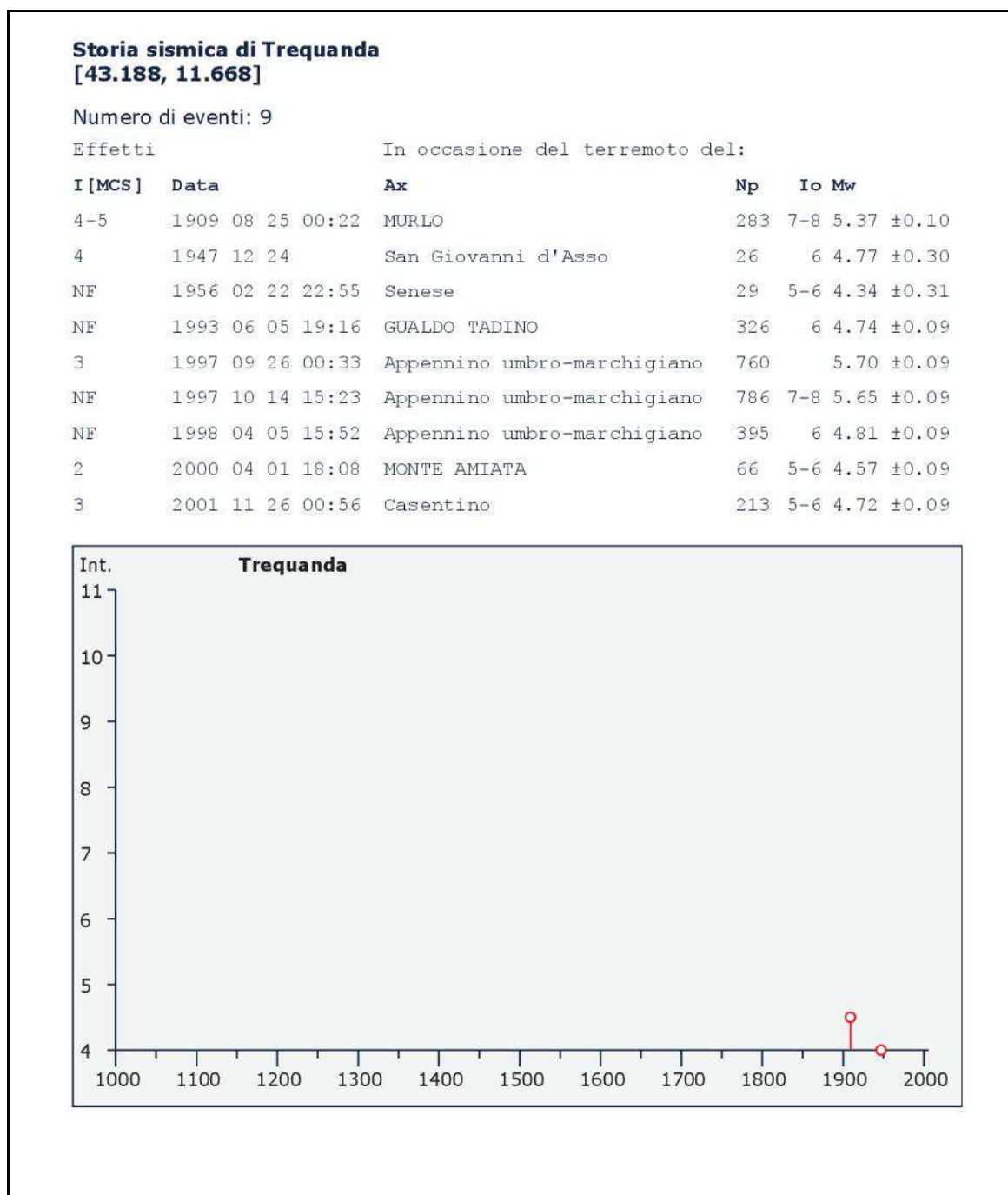


Fig.6: Sismicità storica di Trequanda (periodo 1000-2006)

Agli eventi censiti fino al 2006 vanno aggiunti sicuramente gli eventi sismici di agosto ed ottobre 2016 dell'area Umbro-Marchigiana-Laziale, i cui effetti, anche se prevalentemente con movimenti

ondulatori del piano campagna, si sono fatti sentire fino al territorio comunale di Trequanda ed oltre.

4. Elementi di base del quadro conoscitivo

4.1 Analisi aspetti geologici

Di seguito sono descritti gli aspetti di quadro conoscitivo relativamente alla geologia del territorio comunale di Trequanda.

Si evidenzia che lo studio degli aspetti geologici è stato effettuato sia attraverso la consultazione della cartografia ufficiale della regione Toscana (foglio CARG n. 297 “Asciano” – sezioni in scala 1:10.000 n. 297160, foglio CARG n. 298 “Cortona” – sezioni in scala 1:10.000 n. 298130, foglio CARG n. 308 “Montalcino” – sezioni in scala 1:10.000 n. 308040, 308080, foglio CARG n. 309 “Montepulciano” – sezioni in scala 1:10.000 n. 309010, 309050), nonché del Database Geologico della Regione Toscana a cui è collegata la banca dati delle frane e un controllo speditivo in campagna nel corso delle verifiche relative agli aspetti geomorfologici.

4.1.1 Assetto geologico-strutturale generale

Il territorio comunale di Trequanda si inquadra in un contesto geologico-strutturale caratterizzato alla base dalla presenza delle unità della Falda Toscana affioranti lungo la dorsale Rapolano-Cetona, ma costituenti il substrato roccioso su cui poggiano i depositi del Neautoctono Toscano e i depositi alluvionali terrazzati e attuali.

La dorsale morfologica, ben evidente nella porzione centro-settentrionale del territorio comunale all'interno della quale raggiunge altimetrie significative e una forma tipicamente di cresta rocciosa (base piuttosto ristretta con pendenze elevate dei fianchi e sommità spigolosa), è la risultanza di un processo deformativo (legato alla formazione della catena appenninica e ai processi tettonici di subduzione e corrugamento per scontro tra placca africana ed europea) che ha portato alla formazione di una piega antiforale coricata sul fianco di nord-est. Tale piega coinvolge le formazioni più antiche della serie stratigrafica della Falda Toscana (in primis Calcare di Limano, Calcare Massiccio e Calcare a Rhaetavícula Contorta presente al nucleo della stessa piega, perciò la piega risulta riconducibile ad una anticlinale). Ad essa succedono in direzione nord-est, all'interno

del comprensorio di Trequanda e Sinalunga, altre due pieghe antiformali simili, in questo caso però risultano coinvolte prevalentemente unità più recenti.

Le deformazioni manifestatesi all'interno della serie sono riconducibili a quella di una tettonica polifasata, nella quale il corrugamento della crosta porta talora a parziali inversioni della polarità delle serie stratigrafiche qui affioranti.

La dorsale Monti del Chianti–Monte Cetona costituisce il tratto meridionale di un importante elemento morfo–tettonico di estensione regionale, che attraversa la Toscana in direzione NNW–SSE per oltre 200 Km (BERTINI *et alii*, 1991) (fig. 6). Essa costituisce un alto strutturale ove compaiono alcune delle unità di copertura della catena appenninica settentrionale ed è delimitata ad ovest e ad est, rispettivamente, da due depressioni tettoniche generatesi successivamente allo sviluppo della tettonica distensiva neogenico–quaternaria, post–ortoniana.

A sud dei Monti del Chianti gli affioramenti delle unità pre–neogeniche hanno estensioni ridotte poiché ricoperti dai depositi neogenico–quaternari del Complesso Neoautoctono. Tuttavia da Rapolano Terme fino al Monte Cetona affiorano con buona continuità alcuni nuclei di substrato pre–neogenico, dove è possibile riconoscere le strutture deformative connesse con l'evoluzione tettonica polifasata della catena appenninica settentrionale.

Talora le unità della Falda Toscana risultano sormontate da unità alloctone (unità liguri) per processi di sovrascorrimento con direzione di movimento verso NE e i cui piani talora risultano sub–orizzontali/orizzontali.

Ad est e ad ovest della dorsale sono presenti i depositi marini e continentali plio–pleistocenici rispettivamente dei bacini deposizionali di Siena–Radicofani e della Valdichiana. Tali depositi sono legati all'instaurarsi a partire dal Pliocene Inferiore di bacini marini che con vari cicli successivi si sono trasformati in bacini lacustri e fluvio–lacustri ritornando successivamente di nuovo a bacini marini per poi riprocedere ad acque più dolci.

I depositi del Complesso Neoautoctono della Toscana meridionale (BOSSIO *et alii*, 1993) riempiono i bacini di Siena–Radicofani e della Valdichiana dove raggiungono spessori superiori ai 2000 metri (BARCHI *et alii*, 1998).

Essi compaiono anche come placche residue di erosione sulla dorsale dislocati a qualche centinaio di metri sul l.m.m.. La dorsale durante il Pliocene probabilmente costituiva una zona parzialmente emersa (vari isolotti allineati), come testimoniano le frequenti impronte di litodomi osservabili a quote diverse nei litotipi di natura calcarea, soprattutto lungo il fianco sud–ovest (vedi per es. area

di estrazione della cava di Madonnino dei Monti). Inoltre, come si desume da studi precedenti effettuati sull'area di interesse, altre strutture di alto morfologico secondarie, presenti all'interno dell'areale di Trequanda (Montelifrè, Montisi, Poggio Lecceto, Monti di Poggiano) risultavano probabilmente emergere a costituire ulteriori isolotti con forma allungata in direzione NW-SE equivalente a quella della dorsale principale.

I depositi del Neotattone sono rappresentati da sedimenti marini pliocenici di ambiente costiero, costituiti da sabbie, arenarie, conglomerati e argille e da depositi continentali quaternari, costituiti da ghiaie, sabbie e limi, distinti in unità litologiche talora con spessori di qualche centinaia di metri.

La dorsale su cui sorge l'abitato di Trequanda, come detto, fa parte di una serie di tre pieghe antiformi della quale risulta quella più importante, caratterizzata dalla presenza al nucleo di formazioni più antiche (anticlinale) e con numerose deformazioni secondarie delle unità toscane (pieghe parassite). L'antiforme di Trequanda risulta dislocata da faglie ad alto angolo dirette e con componente di movimento orizzontale. A nord e a sud di Trequanda si possono osservare le migliori esposizioni di questa struttura, della quale è visibile la zona di cerniera ed il fianco rovesciato. Il fianco rovesciato e la zona di cerniera sono particolarmente ben riconoscibili a sud di Trequanda, nella zona di Piazza di Siena (LOSACCO, 1952; LAZZAROTTO, 1972). A nord di Trequanda l'antiforme è osservabile più o meno in continuità fino a Serre di Rapolano, dove viene dislocata dalla faglia principale che delimita ad oriente il Bacino di Siena (LAZZAROTTO, 1972; BROGI *et alii*, 1999).

La sinforme che segue ad est questa piega, e che fa da raccordo con la successiva anticlinale, non affiora in questo tratto di dorsale, poiché ricoperta dai depositi pliocenici.

L'antiforme che segue verso est è ben esposta nella zona di Podere Romitorio (NE di Trequanda, fig. 7) dove è possibile osservarne la zona di cerniera ed il fianco rovesciato.

Al nucleo affiora la Scaglia toscana, mentre verso est compare il Macigno che costituisce tutti i rilievi collinari nei dintorni di Sinalunga. Verso nord questa struttura è riconoscibile fino a Rapolano Terme; verso sud studi preliminari permettono di ipotizzare che essa possa proseguire fino all'area di Montefollonico.

La sinforme che segue verso est è riconoscibile ad ovest di Sinalunga, dove affiora soltanto il Macigno.

All'interno delle formazioni affioranti è possibile osservare la presenza di pieghe parassite, tutte caratterizzate dalla medesima orientazione strutturale delle pieghe principali (medesima vergenza con trasporto tettonico verso E-NE delle strutture).

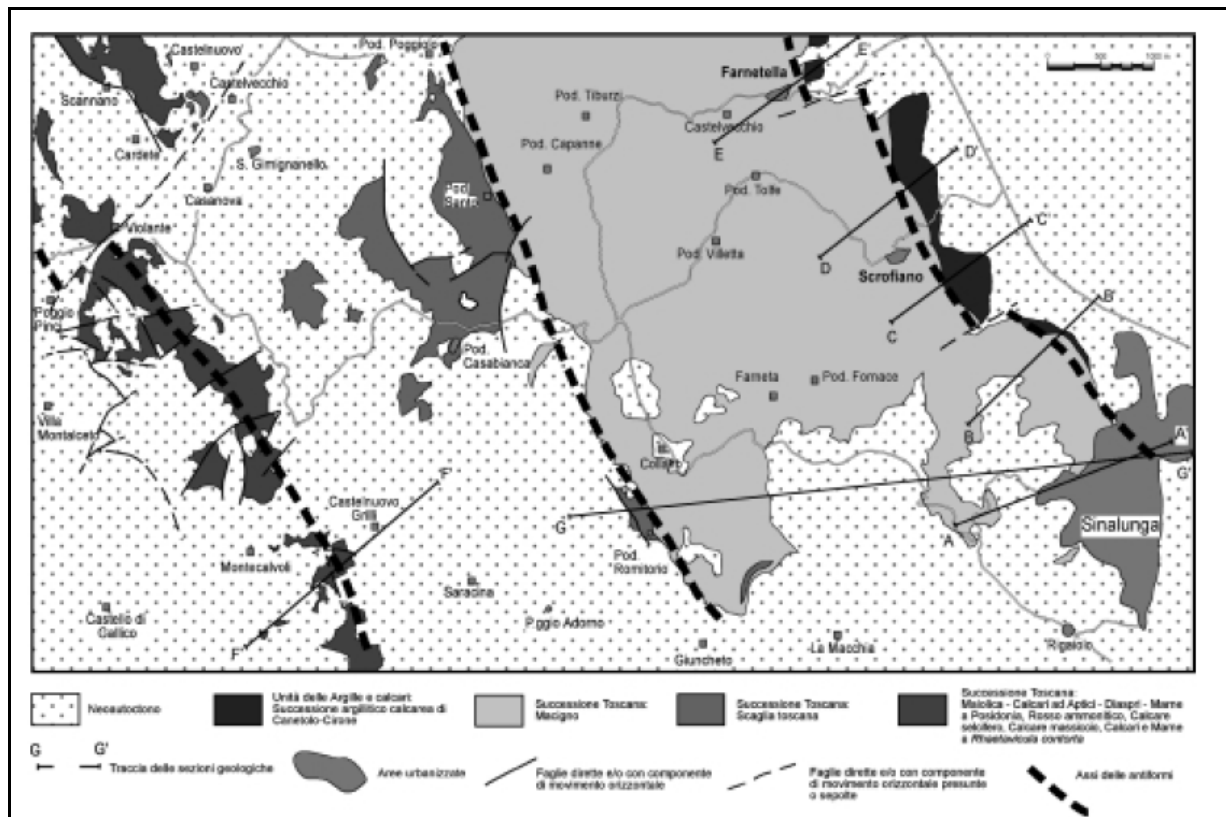


Fig.7: Schema geologico-strutturale nell'areale di studio.

Alle pieghe è talvolta associata una foliazione tettonica, espressa come clivaggio disgiuntivo nei litotipi calcarei e come clivaggio di crenulazione nei litotipi pelitici. La foliazione tettonica è localizzata nelle zone intensamente deformate, soprattutto nelle zone di cerniera, mentre ha carattere discontinuo nei fianchi delle pieghe, dove nelle alternanze di litotipi ad elevato contrasto di competenza, talvolta si osservano fenomeni di *boudinage*.

Un ulteriore fase deformativa che ha interessato l'area successiva a quella principale che ha generato la piega antiforme di Trequanda, è responsabile dello sviluppo di faglie dirette ad alto angolo e con componente di movimento orizzontale. Queste faglie possono essere classificate e raggruppate in due gruppi distinti per la loro cinematica:

- faglie normali e transtensive, orientate N160°-N170° e N40°-N50°
- faglie con prevalente componente di movimento orizzontale, orientate N40°-N50°.

La caratterizzazione di questi gruppi di faglie, come desunto da pubblicazioni dell'Università di Siena, è tuttora oggetto di studio. Al primo gruppo appartengono le faglie che delimitano ad oriente il Bacino di Siena (COSTANTINI *et alii*, 1982); nella porzione più occidentale dell'area rilevata compare la terminazione meridionale di quella che è ritenuta la *master fault* di questo sistema (vedi fig. 11). Le faglie di questo gruppo hanno rigetti fino ad un migliaio di metri (COSTANTINI *et alii*, 1982); non mancano però esempi alla scala mesoscopica.

Le faglie del secondo gruppo hanno rigetti dell'ordine della decina di metri; solo in alcuni casi sono osservabili dislocazioni maggiori. L'attività delle faglie connesse con questo evento deformativo in Toscana meridionale è riferibile ad un arco di tempo compreso tra il Miocene superiore (post-Tortoniano) ed il Quaternario (COSTANTINI *et alii*, 1982; BERTINI *et alii*, 1991; CARMIGNANI *et alii*, 1994a, 1994b, 1995; HANCOCK *et alii*, 1999).

4.1.2 Inquadramento tettonico e paleogeografico

La tettonica manifestatasi nell'area di studio è legata al processo deformativo regionale che ha portato alla formazione della catena appenninica. L'Appennino è descrivibile come una catena a falde di ricoprimento, costituita da più unità tettoniche deformate e strutturate durante la collisione continentale tra la Placca Europea e quella Africana e la successiva migrazione verso est del fronte compressivo.

Il processo di avvicinamento della Placca Africana nei confronti della Placca Europea inizia nel Cretacico superiore e si conclude nell'Eocene medio. Nel corso di questo intervallo temporale si sono formati ambienti deposizionali adiacenti (domini paleogeografici), legati dapprima alla esistenza di un bacino marino e successivamente alla chiusura dello stesso per movimenti crustali rappresentati dallo scontro tra la Placca Africana e quella Europea (vedi fig. 8 e fig. 9).

In corrispondenza dell'Eocene medio si ha la chiusura del Dominio Ligure e la successiva fase di impilamento delle Unità (tettoniche) Liguri (Liguridi), con l'accavallamento delle unità interne su quelle esterne.

Nell'Eocene medio–superiore ha inizio la fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica. In questa fase, si ha lo sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso ovest delle Unità Toscane (prima) e di quelle Umbro–Marchigiane (dopo) sotto le unità precedentemente impilate. Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie

questa strutturazione crustale. E' in questa fase che le Unità Liguri si vengono a sovrapporre su quelle della Serie Toscana per processi di sovrascorrimento con conseguenti impilamento delle più antiche ed alloctone su quelle più recenti ed autoctone.

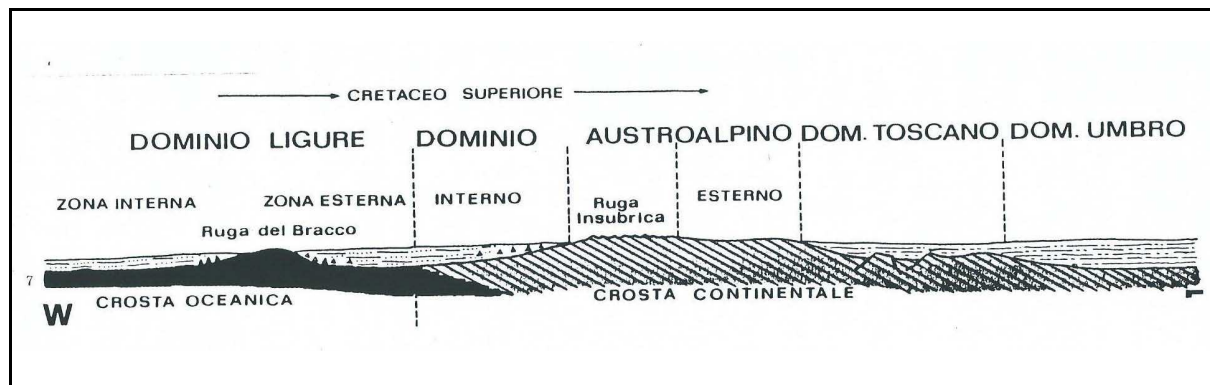


Fig. 8: Domini paleogeografici dell'Appennino settentrionale

Con la fine della fase compressiva appenninica, ha avuto inizio quella distensiva che ha portato all'apertura del mar Tirreno e alla formazione dei sistemi ad horst e graben con il quale si sono generati i diversi bacini deposizionali neogenici e quaternari della Toscana (vedi fig. 10).

Questa nuova fase ha determinato un assottigliamento della crosta terrestre con conseguente sprofondamento della stessa lungo linee di rottura (*faglie*) adiacenti tra di loro. Le faglie sviluppatesi a seguito di tali eventi presentano tutte direzione appenninica, in quanto legate ai movimenti tettonici che hanno originato la stessa catena montuosa.

La deposizione dei sedimenti "marini" plio-pleistocenici è stata caratterizzata più volte dall'alternarsi di fasi trasgressive e fasi regressive. Le variazioni granulometriche presenti nei sedimenti marini sono la testimonianza che nel passato si sono alternati ambienti deposizionali di mare profondo o poco profondo con ambienti di spiaggia o addirittura di tipo continentale-lacustre.

Successivamente nel Pliocene medio superiore, l'innescarsi di un generale fenomeno di sollevamento tettonico (isostatico) ha portato al verificarsi di una regressione del mare con il conseguente instaurarsi di un ambiente continentale (deposizione di sedimenti fluvio-lacustri).

Oltre ai bacini maggiori individuabili a scala regionale è noto che nel corso della deposizione delle sabbie plioceniche, nell'area compresa tra Trequanda, Petroio e Monteliffre si è venuto a formare un sotto-bacino lacustre all'interno del quale oltre ai depositi limoso-sabbioso-argillosi pliocenici, si sono depositi quantitativi significativi di materiale lignitifero (resti di vegetali) i quali hanno

permesso l'instaurarsi nei primi secoli del Novecento di attività estrattive importanti per l'area della Valdichiana, attualmente dismesse.

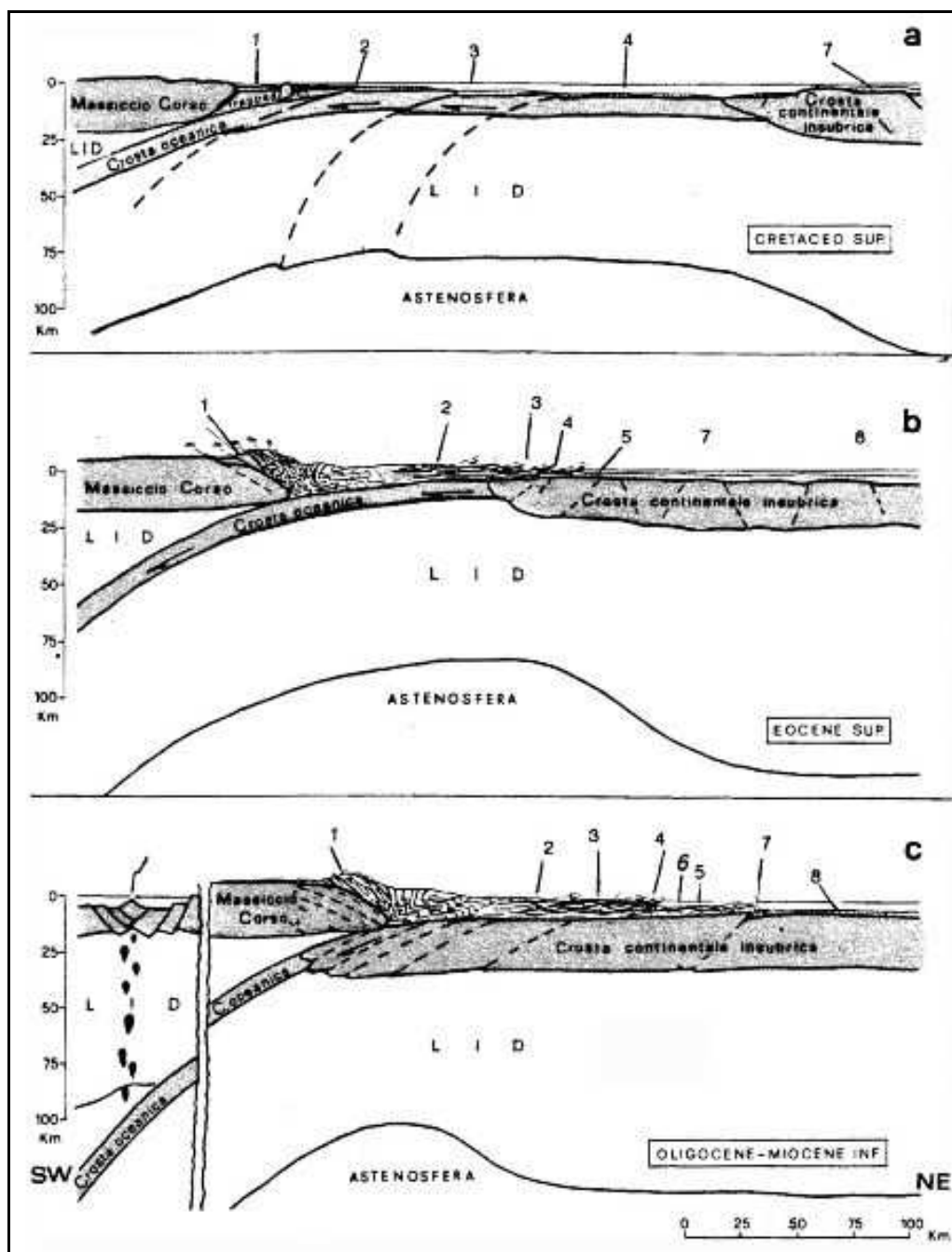


Fig. 9: Evoluzione orogenica dell'Appennino Settentrionale dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore.

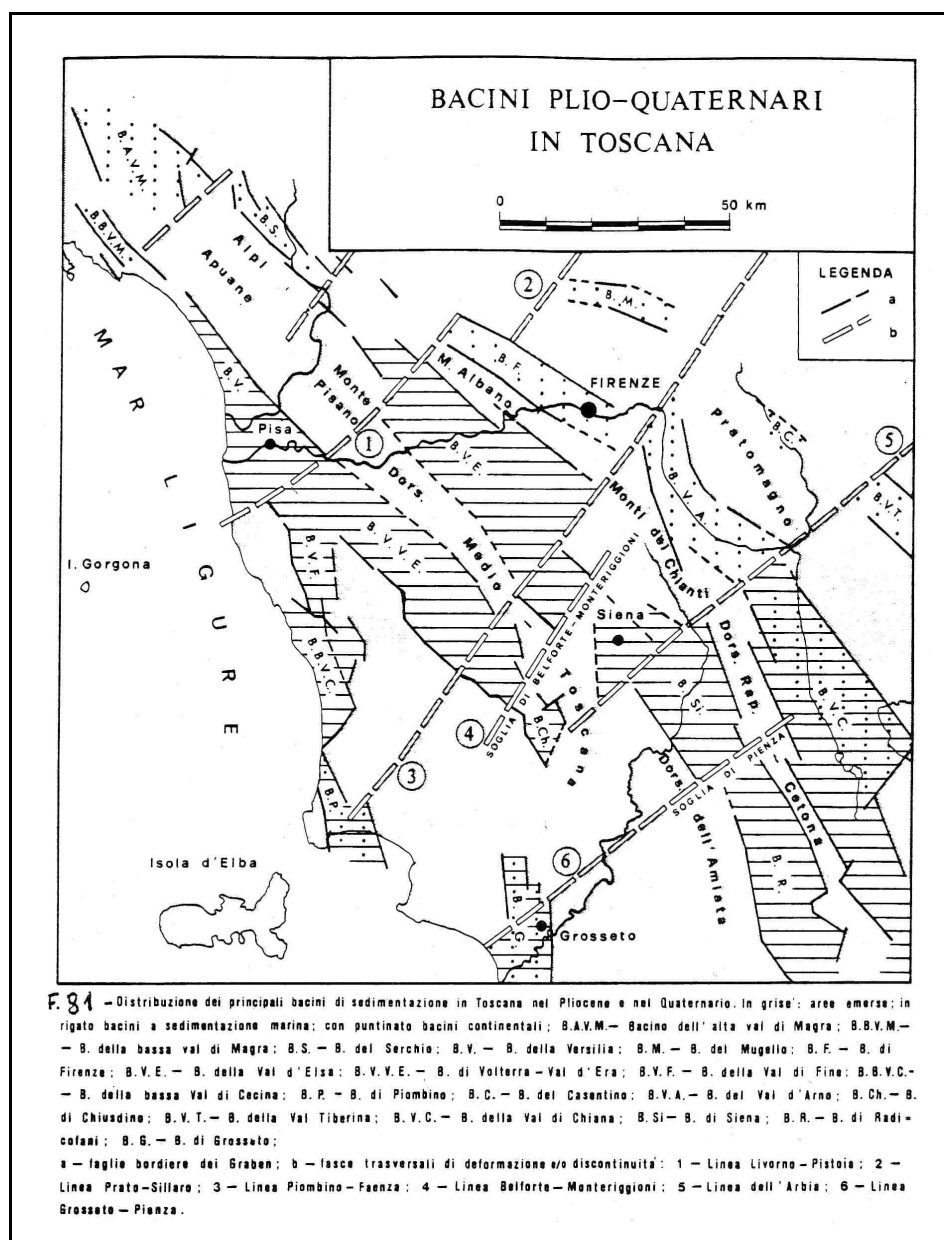


Fig. 10: Bacini deposizionali neogenici e quaternari della Toscana.

4.1.3 Inquadramento geologico generale

Le unità geologiche affioranti all'interno del territorio comunale di Trequanda, aggiornate con ulteriori sopralluoghi in corrispondenza degli areali di approfondimento dei principali centri urbani, sono descritte di seguito in ordine cronologico a partire dalla più recente:

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI

Forme e depositi

Frana (a1)

Frana con tipo di movimento e stato di attività indeterminati. Si tratta di depositi caotici di litotipi eterogenei, costituiti da elementi litoidi eterometrici, immersi in una matrice di natura variabile da limoso-sabbiosa a limoso-argillosa a seconda dell'unità geologica di origine. Lo spessore è di qualche metro.

Depositi antropici (h5, h3)

Si tratta di terreni di riporto costituiti da materiali eterogenei ed eterometrici. In loco sono riconducibili prevalentemente a materiale di risulta degli scavi di cave attive o abbandonate (h3), nonché a rilevati di ritenuta di invasi artificiali (h5). Lo spessore è variabile da qualche metro ad alcuni metri.

Depositi di versante (aa)

Sono rappresentati da accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi eterometrici, talora, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbioso-limosa o limoso-argillosa, la cui composizione dipende fortemente dal substrato litoide di origine. Si tratta quindi di depositi monomittici od oligomittici la cui matrice è funzione dell'unità geologica dai quali si sono originati. Infatti lungo i versanti nei quali affiorano i sedimenti sabbioso-limoso-argillosi pliocenici, sono caratterizzati da tessiture prevalentemente medio-fini, mentre alle pendici della dorsale Rapolano Cetona, lungo le zone di affioramento delle unità litoidi della Falda Toscana tendono, i depositi di versante risultano costituite da brecce immerse in una matrice sabbioso-limosa. In quest'ultimo caso talora si può riscontrare una debole sub-cementazione. Gli spessori generalmente sono di qualche metro.

Depositi alluvionali attuali (b)

Si tratta dei depositi alluvionali dei letti fluviali attuali esistenti all'interno del territorio comunale. Ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali. Sono individuabili prevalentemente nelle zone limitrofe del territorio comunale, in corrispondenza dei corsi d'acqua il cui tracciato spesso coincide con la linea di confine comunale. In particolare si

ritrovano in corrispondenza del T. Asso, del T. Trove e di altri tributari minori. Lo spessore in genere è dell'ordine di alcuni decimetri.

Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna)

Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali. Si tratta dei depositi alluvionali terrazzati dei corsi d'acqua attualmente esistenti nel comprensorio di studio. Sono individuabili su buona parte del reticolo idraulico comunale e la loro natura è variabile in funzione dei litotipi attraversati. Si osservano depositi prevalentemente sabbioso-limosi che risultano ricchi in argilla in prossimità delle aree di affioramento dei depositi pliocenici argillosi.

Lo spessore in genere è variabile da alcuni decimetri a qualche metro.

Depositi eluvio-colluviali (b2a)

Coperture di materiale a granulometria medio-grossolana (sabbie e brecce), con rari frammenti litoidi grossolani; processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile. Si presentano spesso come accumuli di materiali sabbioso-limosi con eventuali clasti di sabbie con limo, che tendono a passare a limi argillosi in corrispondenza delle zone di affioramento delle argille plioceniche. Tendono invece a risultare grossolani (prevalenza brecce) e poco selezionati nelle aree prossime alle unità rocciose della Falda Toscana.

Hanno spessore variabile da alcuni decimetri ad oltre il metro.

DEPOSITI DEL PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE

Travertini e calcari continentali (f1b)

Si tratta di depositi originati dalla risalita in superficie di fluidi idrotermali i quali hanno depositato nel tempo materiale prevalentemente carbonatico, producendo talora dei depositi debolmente cementati, talora dei veri livelli litoidi calcarei a Travertino.

L'area di affioramento è presente nel settore NW del territorio comunale, in prossimità di Pod. Petreto (vedi fig. 11), lungo la S.P. di Trequanda.

Questi si trovano sovrapposti ai depositi pliocenici delle unità PLIs (sabbie e arenarie gialle) e FAA (argille e argille siltose grigio-azzurre).

Il sito di affioramento dei travertini non è l'unico sito all'interno del comune di Trequanda interessato da risalita di acque termali o pseudo-termali. E' nota l'esistenza di manifestazioni

idrotermali in loc. Podere Miciano (ad est di Trequanda) e lungo il Borro delle Solforate in prossimità di Petroio. Inoltre, è presente una vecchia vasca in prossimità di Castelmuzio, in loc. Pieve di Cennano, adibita a raccogliere acque calde di origine termale. Presentano colorazione da debolmente giallastra a grigio-chiara e generalmente assumono spessori variabile da qualche metro ad alcuni metri.



Fig. 11: Probabile affioramento di travertini in prossimità di Pod. Petreto.

Depositi alluvionali terrazzati (bnb)

Si presentano come lenti di materiali alluvionali residuali collocati a quote maggiori rispetto ai letti fluviali attuali, riconducibili al Pleistocene. Si tratta di materiali prevalentemente sabbioso-limosi talora sabbioso-limoso-ghiaiosi. Spessore da metrico a decametrico.

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI E VILAFRANCHIANI

Calcari (VILd)

Si tratta di calcari di età villafranchiana, si presentano sottilmente stratificati. Risultano affiorare nell'areale presente a nord di Petroio. Presentano spessori da decimetrici a metrici.

Argille e argille sabbiose lignitifere lacustri e fluvio–lacustri (VILc)

Si tratta di depositi limoso–argilloso–sabbiosi, debolmente stratificati di colorazione bruna talora ricchi in residui elementi lignitiferi. Affiorano localmente nel margine sud–occidentale del territorio comunale. Presentano spessori metrici.

Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa)

Sono i depositi più grossolani della serie villafranchiana, si presentano spesso come delle sabbie grossolane bruno–giallastra talora debolmente rossastre alternate a livelli conglomeratici da cementati a sub–cementati.

Presentano generalmente colorazione bruna talora grigiastra e spessori metrici, più raramente decametrici.

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

Calcarei e calciruditi bioclastiche (PLIc)

Si presentano come calcari fini facilmente intaccabili, con stratificazione, originatisi in ambiente di basso mare e ricchi di gusci calcarei. Presentano colorazione grigiastra, talora si alternano con livelli da millimetrici a centimetrici di siltiti marnose.

Presentano spessori da metrici a decametrici. Talora affiorano sospesi lungo i versanti di sud–ovest della dorsale morfologica Rapolano–Cetona (vedi fig. 12).

Si trovano sovrapposti al sottostante Calcare a Rhaetavicula Contorta e possono risultare interessati da fori di litodomi come lo stesso substrato calcareo, a dimostrazione che nel passato era presente una linea di costa (spiaggia) lungo la quale vivevano molluschi tipici dell’ambiente di basso mare.

(Zanclano–Piacenziano)

Sabbie e arenarie gialle (PLIs)

Si tratta di sabbie limose con talora livelli da metrici a decametrici di arenarie bruno–giallastre più o meno cementate, a grana medio–fine. Le sabbie presentano un colore variabile dal giallo ocra al marrone (vedi fig. 13) e una granulometria da media a fine; spesso risultano alternate a livelli di limo sabbioso e limo sabbioso–argilloso (vedi fig. 14).

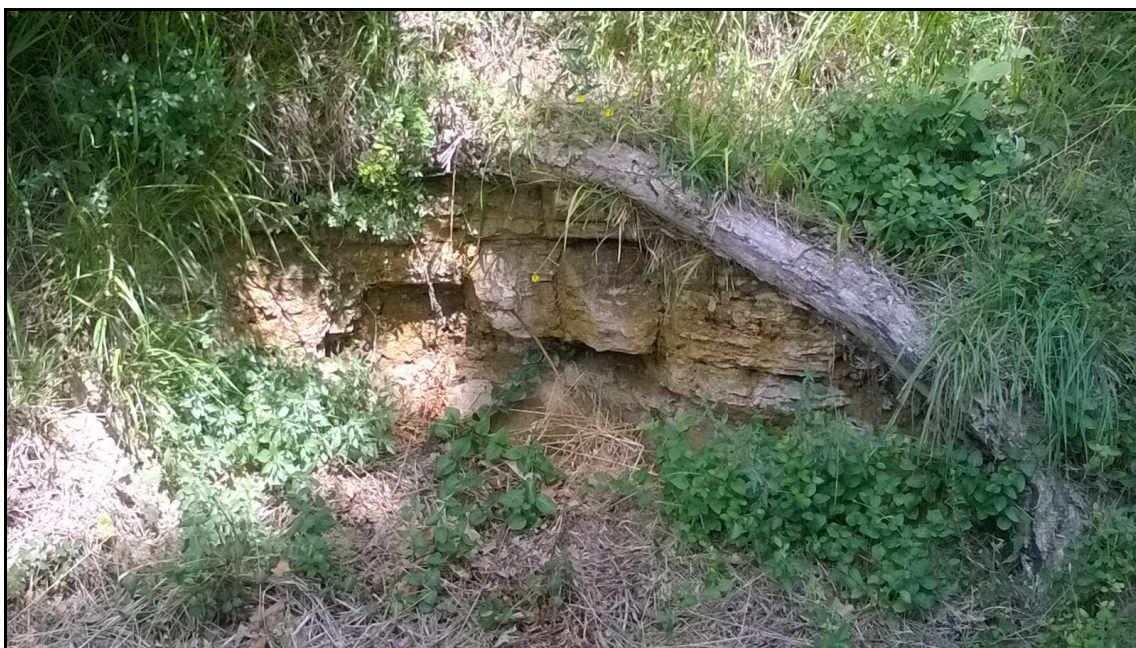


Fig. 12: Affioramento dei calcari continentali presso l'abitato di Petroio a lungo la SP 71.

Mostrano una percentuale importante di limo e argilla nella matrice. Risultano localmente fossilifere e in alcuni casi si presentano mediamente cementate e spesso non stratificate. Talora sono presenti rari orizzonti conglomeratici di spessore decimetrico. L'unità geologica delle sabbie presenta spessori decametrici (talora supera i 100 m).

(Zancleano-Piacenziano)



Fig. 13: Affioramento di sabbie plioceniche in prossimità di Castelmuzio. Si nota la presenza di livelli cementati.

ARGILLE AZZURRE

Calcarei detritici organogeni costituiti prevalentemente da gusci di ostreidi (FAAi)

Sono depositi a tratti cementati o sub–cementati costituiti prevalentemente da resti di gusci calcarei di Ostreidi in matrice fine calcarea talora grossolana sabbiosa.

(Zancleano–Piacenziano)

Argille sabbiose, limi e argille siltose con intercalazioni sabbiose con fossili marini (FAAb)

Depositi limosi con alternanze talora più ricche in argilla, talora più ricche in sabbia grossolana, con rari fenomeni di sub–cementazione a costituire piccoli blocchi di pochi decimetri siltitici.

(Zancleano–Piacenziano)

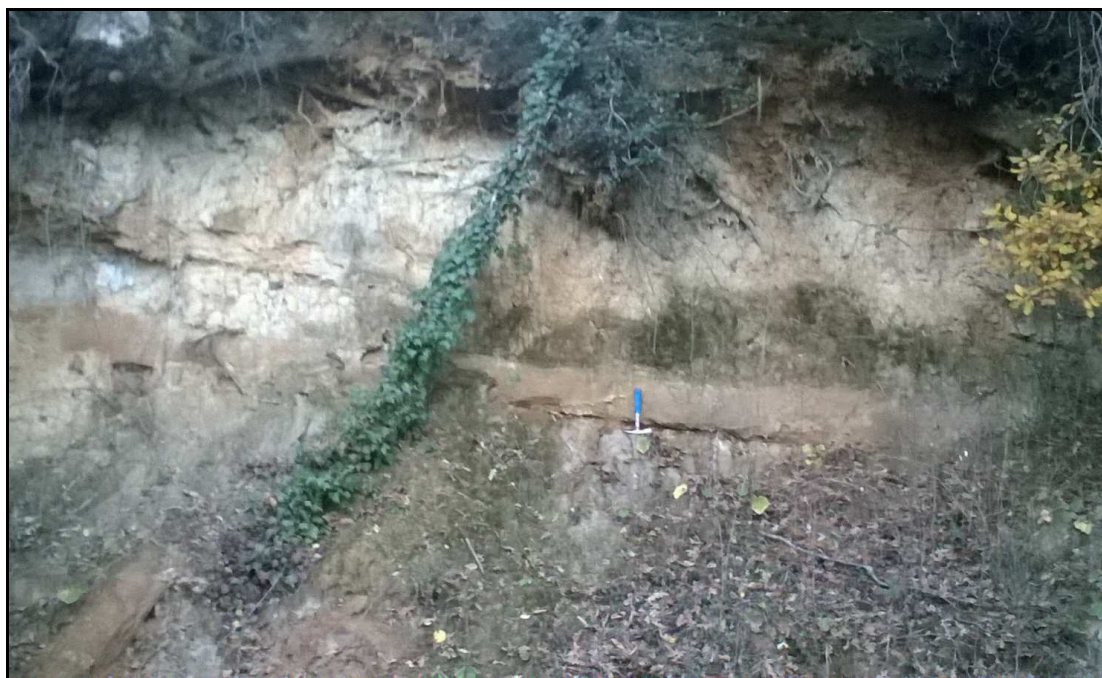


Fig. 14: Affioramento di sabbie plioceniche (PLIs) in prossimità di Pod. La Casella, lungo la S.P. di Trequanda.

– Argille e argille siltose grigio–azzurre localmente fossilifere (FAA)

Si presentano di colore variabile da marrone a grigio o grigio–azzurro, spesso limose e talora debolmente sabbiose. Presentano inoltre al loro interno orizzonti fossiliferi.

Risultano avere spessori variabili da metrici a decametrici. In corrispondenza del sito di studio gli spessori risultano di alcune decine di metri. Sono presenti talora all'interno della formazione livelli confinati limoso–sabbioso–argillosi sede di acquiferi locali confinati e poco produttivi. Generano

su molte zone di affioramento, sia sulla zona nord che su quella sud, aree calanchive ben sviluppate (vedi fig. 15).

(Zanclano–Piacenziano)

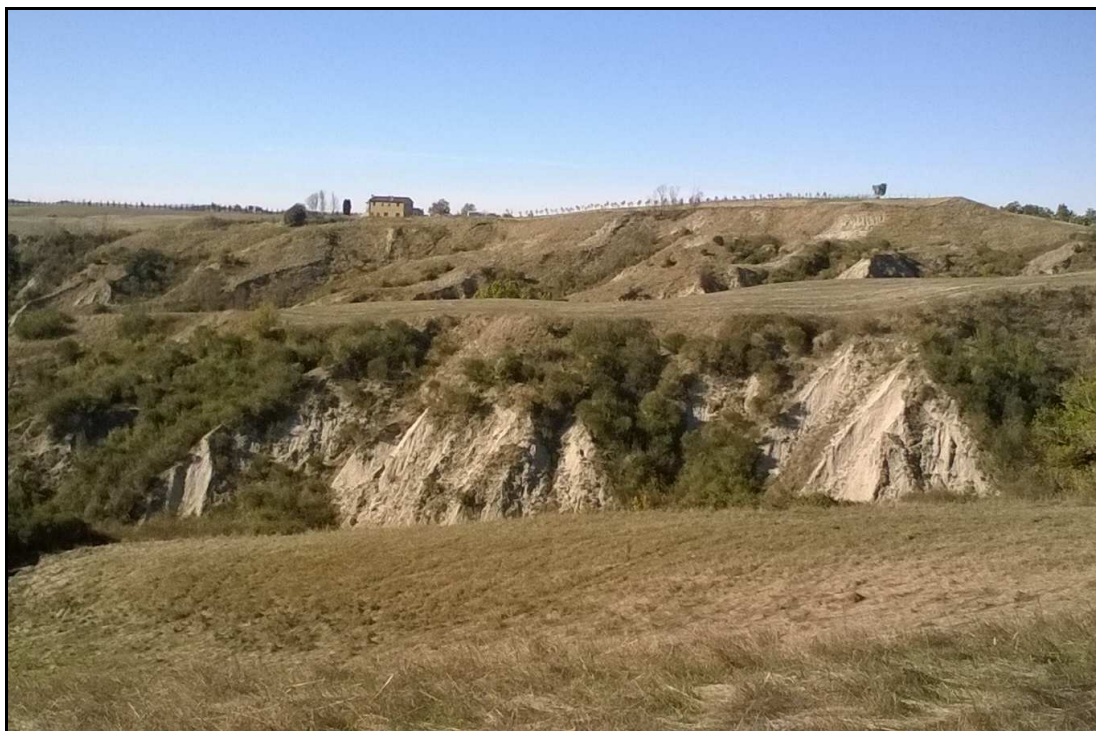


Fig. 15: Affioramento dell'unità FAA ad ovest di Castelmuzio, riconducibile ad un area calanchiva.

– Conglomerati marini poligenici (PLIb)

Si tratta di conglomerati costituiti da clasti arrotondati prevalentemente grigio-verdi, originatisi da rocce appartenenti alle Unità Liguri e/o della Falda Toscana, con varia pezzatura, immersi in una matrice limoso–sabbiosa da sub–cementata a cementata. Presentano spessori variabili da metrici a decametrici. Perciò talora si ritrovano anche clasti arenacei e/o sabbiosi. In affioramento si presentano prevalentemente con struttura massiva, talora comunque stratificata, ben cementati. Questa unità costituisce la base della successione di depositi pliocenici e perciò si trova in discordanza sul substrato pre-neogenico. Talora, come l'unità PLIc, affiorano sospesi lungo i versanti di sud–ovest della dorsale morfologica Rapolano–Cetona, anche se non risultano cartografati sulla cartografia ufficiale CARG.

Si trovano sovrapposti al sottostante Calcere a Rhaetavicula Contorta e possono risultare interessati da fori di litodomi come lo stesso calcare sottostante, a dimostrazione che nel passato

era presente una linea di costa (spiaggia) nel quale vivevano molluschi tipici dell’ambiente di basso mare (vedi fig. 16)

(Zancleano–Piacenziano)



Fig. 16: Affioramento di conglomerati sovrapposti a Calcare a Rhaetavicula Contorta affioranti lungo la dorsale in prossimità della cava presente poco a sud di Piazza di Siena.

DOMINIO TOSCANO

FALDA TOSCANA

Macigno (MAC)

Arenarie quarzoso–feldspatico–micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di siltiti.

Si presentano costituite da potenti strati di arenarie torbiditiche quarzoso–feldaspatiche alle quali si alternano livelli di peliti micacee. Intercalati soprattutto nella parte basale della successione, sono osservabili potenti strati calcarenitici e calcareo–marnosi di modesto spessore (max 60 cm), di colore prevalentemente grigio chiaro.

Ciascuno strato è gradato in modo normale, con base calcarenitica e tetto calcilutitico o calcareo–marnoso, talvolta con laminazione piano–parallela e strutture a ripples. Le arenarie hanno granulometria variabile da medio–grossolana a finissima in strati di spessore variabile da

plurimetrici a pochi decimetri ed un colore grigio in frattura fresca ed ocraceo se alterate. Le peliti hanno una colorazione grigio-verde oppure giallo ocra e si presentano con spessori variabili da qualche centimetro (generalmente 3–4 cm) fino a decimetrici (30–40 cm); spesso risultano organizzate in alternanze siltiti–argilliti ciascuna con spessori decimetrici (circa 10–15 cm). Le bancate arenacee possono raggiungere spessori elevati (fino a 4 m) sebbene in generale il loro spessore si aggiri attorno al metro (vedi fig. 17).

Il rapporto arenaria/pelite varia da $>>1$ a <1 . Le arenarie mostrano una variabilità nella maturità tessiturale, che comunque si mantiene sempre di tipo moderato–buono, con bassa presenza o addirittura assenza di matrice fine, tale da poterle classificare come areniti. Le strutture sedimentarie sono quelle tipiche dei depositi torbiditici di conoide intermedio–distale; in particolare ricorrono facies inquadrabili nelle “classical turbidites” di Walker (1978), caratterizzate dalla sequenza di Bouma completa o parziale (in tal caso mancano gli intervalli inferiori), con gradazione normale, laminazione piano–parallela ed incrociata con ripples.

Da bibliografia a livello di rilevamento CARG è noto che localmente, all'interno della formazione, è possibile distinguere, sulla base della classificazione di Mutti–Ricci Lucchi (1972) facies B (depositi caotici), C (arenarie ciottolose con matrice pelitica) e D (arenarie ciottolose massive).

Gli ambienti deposizionali delle varie facies individuabili all'interno della formazione sono riferibili ad ambienti di lobo torbiditico di carattere distale o intermedio–distale.

Lo spessore della formazione è molto variabile in funzione della posizione all'interno del graben della Valdichiana. Spostandoci dal margine occidentale a quello orientale, lo spessore varia da qualche decina di metri ad alcune centinaia di metri. All'interno del comune di Trequanda, nella fascia orientale del territorio, si ipotizza che lo spessore raggiunga valori massimi di circa 150–200 m.

(Oligocene sup. – Miocene inf.)

Macigno – Membro ad Arenarie torbiditiche fini e siltiti grigio scure (MACb)

Si tratta di arenarie torbiditiche fini e siltiti grigio scure (Arenarie zonate), individuate all'interno della formazione del Macigno e classificate come membro MACb. Presenta spessori massimi di qualche decina di metri.

(Oligocene sup. – Miocene inf.)



Fig. 17: Affioramento dell'unità del Macigno (MAC) in prossimità di Pod. Bruciate.

Scaglia Toscana (STO)

Argilliti e argilliti siltose e marnose rossastre, verdastre o grigie, talvolta con sottili intercalazioni di calcilutiti silicee e calcareniti grigie o verdastre; rare radiolariti rosse. Gli affioramenti, non riferibili precisamente a facies identificative dei membri noti della stessa formazione (Argilliti di Brolio, Marne del Sugame, Calcareniti di Montegrossi, Calcareniti di Dudda), sono presenti nella porzione meridionale del territorio comunale (vedi foglio sud della carta geologica).

(Cretacico inf.? – Paleogene)

Scaglia Toscana – Membro delle Argilliti di Brolio (STO1)

Argilliti rosso–vinate e grigio–verdi alle quali sono intercalati strati centimetrici di calcari silicei grigio–verdi e marne agillose di colore rosso, principalmente presenti nella parte alta della successione. Le argilliti costituiscono potenti livelli, spessi fino a qualche decina di metri, spesso ad assetto caotico. Nella parte alta della successione gli strati calcarei ed i livelli argillitici assumono una colorazione nera per la presenza di biossido di manganese. Localmente compaiono, a tetto di quest'ultima litofacies, livelli di radiolariti, finemente stratificati, di colore grigio–scuro e più raramente rosso e verde. L'abbondante presenza di ossido di manganese negli

strati silicei ha permesso il loro sfruttamento minerario nei primi anni del ventesimo secolo. A testimonianza di questo rimangono oggi trincee ed una galleria di circa 80 m, poste laddove gli affioramenti erano consistenti.

Lo spessore del membro delle argilliti di Brolio è variabile per cause tettoniche, tuttavia non supera i 40 m. L'ambiente di sedimentazione è marino profondo.

Affiora lungo tutta la fascia orientale del territorio comunale.

(Albiano – Cenomaniano)

Scaglia Toscana – Membro delle Marne del Sugame (STO2)

Marne calcaree di colore da rosso a grigio-avana. Alla fatturazione si presentano con frattura concoide negli orizzonti più calcarei, mentre manifesta la tipica forma a saponetta nei litotipi più marnosi. Come le Argilliti di Brolio, anche le Marne del Sugame affiorano lungo tutta la fascia orientale del territorio comunale. Le due unità geologiche sono separate da una importante lacuna sedimentaria (40–47 Ma). Perciò il limite stratigrafico tra le stesse corrisponde ad una superficie di discontinuità stratigrafica. L'ambiente di deposizione è marino-pelagico.

Lo spessore in affioramento varia da pochi metri a qualche decina di metri. Lo spessore massimo presunto dell'unità geologica all'interno del territorio di Trequanda è di qualche decina di metri.

(Eocene inf. – medio)

Scaglia Toscana – Membro delle Calcareniti di Montegrossi (STO3)

Calcareniti e calciruditi bioclastiche di colore grigio, talora con noduli e liste di selce nera.

Questa unità è suddivisa in strati con evidente gradazione granulometrica diretta. Intercalati alle calcareniti, compaiono anche rari strati di ruditi ed arenarie a composizione mista/ibrida carbonatica e non, con silicoclastiti a quarzo, feldspati e frammenti litici, con strutture sedimentarie quali quelle a gradazione diretta e laminazione piano-parallela ed incrociata.

Lo spessore degli strati è mediamente variabile da 30 e 40 cm a 1–2 cm. All'interno sono osservabili laminazioni sia piano-parallele, che convolute ed incrociate. Alla base sono riscontrabili forme da corrente quali quelle di *groove* e *flute-coast*. Talvolta fra gli strati si notano livelletti da millimetrici a centimetrici di argille rosse.

L'ambiente di deposizione è marino profondo. La presenza di strati calcarenitici e calciruditici, contenenti resti di organismi tra cui Foraminiferi bentonitici e platonici eocenici, indica l'impostazione di uno o più lobi di conoide sottomarina alimentati da piattaforme carbonati che (Bambini et alii, 2009)

(Eocene medio – sup.)

Scaglia Toscana – Membro delle Calcareniti di Dudda (STO4)

Si presentano come argilliti e siltiti di colorazione variabile da grigio-scura a nocciola, suddivise in sottili strati nei quali talora si intercalano livelli decimetrici calcarenitici e calcilutitici con spessore variabile tra 10 e 50 cm di colorazione grigia più o meno scura (vedi fig. 18).

Nella parte alta dell'unità geologica aumenta la frequenza e lo spessore dei livelli calcarei con prevalenza di calcilutiti.

L'ambiente deposizionale originario è marino profondo, interessato da flussi torbidity provenienti da piattaforme carbonatiche.

Lo spessore del membro è variabile a scala territoriale tra 50 e 100 m.

(Eocene medio – sup.)

Maiolica (MAI)

Calcilutiti selcifere ben stratificate, bianche nella parte inferiore della formazione, grigie e con rari livelli calcarenitici nella parte superiore. La stratificazione è caratterizzata mediamente da livelli lapidei con spessore di circa 1 m.

Le liste di selce si presentano di colorazione variabile da grigia a nera e talora a rossa. Negli interstrati sono presenti sottili livelli di marne più o meno argillitiche.

Lo spessore delle bancate calcaree risulta maggiore nella parte bassa dell'unità geologica. All'interno del territorio comunale affiora localmente a nord-ovest dell'abitato di Castelmuzio, in prossimità del confine con il comune di Montalcino-San Giovanni d'Asso. L'ambiente deposizionale di origine è sostanzialmente marino profondo. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 120 m.

(Berrasiano – Aptiano?)



Fig. 18: Affioramento del membro STO4 dell'unità Scaglia Toscana in prossimità di Pod. Bruciate, lungo la S.P. Traversa dei Monti.

Calcari ad Aptici (APT)

Sono calcari a grana medio–fine di colorazione gialla alternati a calcari marnosi di colore rosso e grigio, talora maculati, con stratificazione spesso sottile (circa 20 cm). I calcari contengono liste di selce rossa che occupano quasi l'intero spessore dello strato. Ai livelli più calcarei si trovano alternati banchi stratificati comprendenti livelli lapidei prevalentemente marnosi, il cui spessore totale di gruppo può arrivare a qualche metro.

Il passaggio alla soprastante unità della Maiolica avviene generalmente attraverso una zona transizionale caratterizzata da una litofacies a calcari color nocciola. Tale litofacies è caratterizzata, inoltre, da una stratificazione frequente (livelli di spessore decimetrico), nella quale si alternano livelli calcarei di colore nocciola e livelli marnoso–argillitici di colore grigio–verde.

L'ambiente deposizionale di origine è marino profondo.

Lo spessore della formazione è di circa 50 m. Affiora localmente lungo il piede dei versanti rocciosi esposti a NE della dorsale morfologica Rapolano–Cetona (vedi fig. 19).

(Malm sup.)



Fig. 19: Affioramento dell'unità APT presso l'area di cava abbandonata in prossimità della loc. Buca delle Fate.

Diaspri (DSD)

Radiolariti rosso–scure, verdi o grigie, sottilmente stratificate (livelli centimetrici), localmente con interstrati argillitici di colore nocciola, talora verde–chiaro. Talvolta, nella parte alta della formazione si presentano come marne silicee e argilliti rosse con rare intercalazioni di calcilutiti silicee grigio–verdastre. Nella parte medio–bassa della formazione è presente un orizzonte di qualche metro di spessore costituito prevalentemente da marne con intercalazioni di livelli centimetrici a radiolariti.

Talora nella serie stratigrafica della Falda Toscana è presente una lacuna per la quale i Diaspri poggiano direttamente sulle Marne a Posidonomya, sul Rosso Ammonitico oppure sul Calcare Selcifero di Limano.

L'ambiente deposizionale di origine è marino profondo. Lo spessore massimo dell'unità è circa 50 m. Come i Calcari ad Aptici affiora localmente ai piedi del fianco NE della dorsale morfologica Rapolano–Cetona.

(Malm sup.)

Marne a Posidonomya (POD)

Marne e calcari marnosi di colorazione rossa, gialla grigia, talora grigio-verdastra, con rare intercalazioni di marne o argilliti rosse e di calcareniti talvolta selcifere. I livelli lapidei calcarei si presentano in bancate spesse fino a qualche metro e separati da sottili livelli di siltiti grigie e rosse. Localmente i livelli calcarei evidenziano una origine torbidity.

Il passaggio ai sovrastanti Diaspri avviene attraverso una serie di orizzonti litologici costituenti una litofacies di pochi metri costituita da alternanze di livelli siltoso–marnosi e silicei.

L'ambiente deposizionale di origine è marino profondo e lo spessore alla scala della formazione è pari a circa 25 m. Nell'areale di studio affiora localmente lungo i versanti orientali della dorsale Rapolano–Cetona.

(Lias sup. – Dogger p.p.)

Calcere Selcifero di Limano (LIM)

Sono calcari fortemente stratificati (spessori da centimetrici a decimetrici) con sottili intercalazioni millimetriche marnose (vedi fig. 20). Si tratta di calcilutiti talvolta marnose, grigio – chiare, ben stratificate, con noduli e liste di selce grigio–chiara e sottili interstrati marnosi; rari livelli calcarenitici.

Nonostante la preponderante sottile stratificazione a scala globale della formazione, nella parte basale della stessa i calcari per uno spessore di 10–15 m circa risultano assumere struttura più massiccia, presentando livelli con spessori di alcuni decimetri e perciò stratificazione ridotta, nonché una grana più grossolana. Le caratteristiche della parte basale sono perciò confrontabili con le caratteristiche tessiturali e strutturali del Calcere Massiccio che si trova stratigraficamente sotto allo stesso Calcere di Limano e generalmente a contatto diretto per assenza (lacuna stratigrafica) del Rosso Ammonitico.

L'orizzonte massiccio basale della formazione presenta rare lenti, con estensione laterale di pochi decimetri, costituite da sedimenti micritici grigi e rosati.

L'ambiente deposizionale originario è quello bacinale profondo con ricorrenti scivolamenti gravitativi di sedimenti dai fianchi per una irregolare ed accentuata subsidenza del bacino. Lo spessore massimo della formazione è di circa 250 m.



Fig. 20: Affioramento dell'unità APT presso l'area di cava abbandonata in prossimità della loc. Buca delle Fate.

Nell'areale di Trequanda affiora su buona parte del fianco orientale della dorsale morfologica.

(Lias medio – sup.)

Rosso Ammonitico (RSA)

Calcari nodulari rosati, rossi o giallastri e calcari stratificati rosa, talvolta con sottili interstrati millimetrici di marne rosse e rare selci rosse. Questa unità geologica presenta forte discontinuità stratigrafica, producendo di conseguenza numerose zone lacunari all'interno della serie della Falda Toscana.

L'ambiente deposizionale di origine è del tipo marino pelagico. Lo spessore massimo della formazione è di qualche decina di metri (non superiore a 50 m). Nel territorio comunale affiora solamente in prossimità della località Casalone, a NE dell'abitato di Trequanda. Gli affioramenti presentano fronti di pochi metri.

(Lias inf.–medio)

Calcare Massiccio (MAS)

Calcari e calcari dolomitici grossolanamente stratificati e massicci, con bancate totalmente carbonatiche di alcuni metri di spessore alternate a sottili intercalazioni siltoso–marnose poco frequenti alla scala globale dell'unità geologica.

Si tratta di calcari di colore grigio e grigio–chiaro (vedi fig. 21), talora di natura dolomitica, con bassa stratificazione e relativo elevato spessore degli strati. La colorazione tende a divenire più scura in corrispondenza dei margini sommitali e basali della formazione. Gli interstrati dei livelli calcarei sono costituiti da sottili livelli siltoso–marnosi di colorazione da verde a giallo ocra, con spessore variabile da millimetrico a centimetrino.

L'ambiente sedimentario di origine, da sopratidale a intratidale, è caratteristico di una zona di laguna esterna frequentemente interessata da episodi ad alta energia.

Questa formazione insieme al Calcare a Rhaetavicula Contorta si trova al nucleo di una piega antiforme parzialmente coricata lungo il fianco NE, a seguito della quale lo spessore assunta risulta paragonabile ampiamente se non superiore a quello del Calcare di Limano (almeno 200–250 m).

(Lias inf.)



Fig. 21: Affioramento di Calcare Massiccio della Strada Provinciale di Trequanda, in prossimità di Pod. Poderuccio.

Calcari a Rhaetavicula Contorta (RET)

Calcari, calcari dolomitici e dolomie con sottili intercalazioni di marne (vedi fig. 22).



Fig. 22: Affioramento di Calcare a Rhaetavicula Contorta lungo la dorsale morfologica Rapolano–Cetona, in prossimità della cava di Madonnino dei Monti.

Generalmente nella parte inferiore prevalgono calcari, calcari dolomitici e dolomie grossolanamente stratificati, cui seguono calcilutiti nere alternate con sottili livelli di marne grigio scure a patina d'alterazione giallastra. Il passaggio alla sovrastante formazione del Calcare Massiccio è generalmente testimoniato dalla presenza di banconi di circa 2–3 m di spessore di natura calcarea, con colorazione grigio-rosata, alternati a livelli di calcari nerastri localmente attraversati da reti di venature di calcite di colorazione da bianca a giallo-ocra (facies tipo Portoro). Inoltre nella parte basale della formazione si manifesta tendenzialmente una progressiva diminuzione degli strati calcarei ed un aumento dei livelli marnosi di colore grigio. L'ambiente deposizionale di origine è marino poco profondo, con fluttuazioni di energia, di ossigenazione e probabilmente anche di salinità. Lo spessore della formazione (verticale) come da dati di bibliografia può raggiungere i 300 m circa. Negli affioramenti lungo i versanti esposti a SW sono frequenti fori di litodomi a testimoniare la presenza di condizioni di basso mare, nelle quali la dorsale principale risultava parzialmente emersa a costituire isolotti allineati tra di loro.

(Retico)

4.1.4 Aspetti geologici UTOE di Trequanda

Le unità geologiche cartografate in scala 1:2.000 all'interno dell'areale di studio di Trequanda (vedi Tav. 1.a), dalla più recente alla più antica, sono:

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI

Forme e depositi

Frana (a1)

Frana con tipo di movimento e stato di attività indeterminati. Lo spessore è di qualche metro.

Depositi antropici (h5, h3)

Si tratta di terreni di riporto costituiti da materiali eterogenei ed eterometrici. In loco sono riconducibili prevalentemente a materiale di risulta degli scavi di cave attive o abbandonate (h5), nonché a rilevati di ritenuta di invasi artificiali (h3). Lo spessore è variabile da qualche metro ad alcuni metri.

Depositi di versante (aa)

Sono rappresentati da accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi eterometrici, talora, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbioso-limosa o limoso-argillosa, la cui composizione dipende fortemente dal substrato litoide di origine. Gli spessori generalmente sono di qualche metro. Affiorano copiosamente lungo i fianchi della dorsale su cui è presente l'abitato di Trequanda.

Depositi alluvionali attuali (b)

Si tratta dei depositi alluvionali dei letti fluviali attuali esistenti all'interno del territorio comunale. Lo spessore in genere è dell'ordine di alcuni decimetri.

Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna)

Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali. Lo spessore in genere è variabile da alcuni decimetri a qualche metro.

Depositi eluvio–colluviali (b2a)

Coperture di materiale a granulometria medio–grossolana (sabbie e brecce), con rari frammenti litoidi grossolani; processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile. Affiorano su buona parte dell'area valliva presente ad est dell'abitato di Trequanda, su cui scorre il Torrente Rigo. Hanno spessore variabile da alcuni decimetri a qualche metro.

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI E VILLAFRANCHIANI

Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa)

Sono i depositi più grossolani della serie villafranchiana. Si presentano spesso come delle sabbie grossolane bruno–giallastre talora debolmente rossastre alternate a livelli conglomeratici da cementati a sub–cementati. Affiorano localmente con spessori metrici a sud–est di Trequanda.

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

Sabbie e arenarie gialle (PLIs)

Si tratta di sabbie limose con talora livelli da metrici a decametrici di arenarie bruno–giallastre più o meno cementate, a grana medio–fine. Sono l'unità geologica del Pliocene di riferimento sull'areale di Trequanda. Affiorano copiosamente sul territorio circostante e in corrispondenza del centro storico, nonché presso Pod. Colombaio, con spessori decametrici (fino a 50–60 m).

(Zancaleano–Piacenziano)

ARGILLE AZZURRE

Calcarei detritici organogeni costituiti prevalentemente da gusci di ostreidi (FAAi)

Sono depositi a tratti cementati o sub–cementati costituiti prevalentemente da resti di gusci calcarei di Ostreidi in matrice fine calcarea talora grossolana sabbiosa. Affiorano per qualche decina di metri alla base delle sabbie e arenarie gialle (PLIs) nella fascia di territorio compresa tra il versante a NW del campo sportivo e l'area collinare su cui si trovano loc. Poderino e Pod. Valdalta. Sono presenti anche a sud–est di Trequanda.

(Zancaleano–Piacenziano)

– Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere (FAA)

Si presentano di colore variabile da marrone a grigio o grigio-azzurro, spesso limose e talora debolmente sabbiose. Presentano talora al loro interno orizzonti fossiliferi e risultano avere spessori variabili da metrici a decametrici. Affiorano per qualche decina di metri nell'area collinare compresa tra loc. Pian delle Fonti, Pod. Castagnolo e Pod. Casino.

(Zanclano-Piacenziano)

DOMINIO TOSCANO

FALDA TOSCANA

Marne a Posidonomya (POD)

Marne e calcari marnosi di colorazione rossa, gialla grigia, talora grigio-verdastra, con rare intercalazioni di marne o argilliti rosse e di calcareniti talvolta selcifere. Affiorano per qualche metro a nord dell'abitato di Trequanda.

(Lias sup. – Dogger p.p.)

Calcare Selcifero di Limano (LIM)

Sono calcari fortemente stratificati (spessori da centimetrici a decimetrici) con sottili intercalazioni millimetriche marnose. Affiorano per qualche metro a nord dell'abitato di Trequanda.

(Lias medio – sup.)

Calcare Massiccio (MAS)

Calcari e calcari dolomitici grossolanamente stratificati e massicci, con bancate totalmente carbonatiche di alcuni metri di spessore alternate a sottili intercalazioni siltoso-marnose poco frequenti alla scala globale dell'unità geologica.

Questa formazione insieme al Calcare a Rhaetavicula Contorta si trova al nucleo della dorsale morfologica su cui si sviluppa l'abitato di Trequanda. Risulta la formazione di natura rocciosa più estesamente affiorante in corrispondenza del territorio urbanizzato di Trequanda. In particolare costituisce il substrato geologico di riferimento su cui si sviluppa il nucleo storico del capoluogo e

tende affiorare lungo tutto il fianco ovest della dorsale, con spessori (in affioramento) di circa 150 m.

(Lias inf.)

Calcari a Rhaetavicula Contorta (RET)

Calcari, calcari dolomitici e dolomie con sottili intercalazioni di marne (vedi fig. 20).

La formazione tende ad affiorare in prossimità di loc. Pallareto, a sud di Trequanda. In affioramento presenta spessori di circa 20–30 m.

(Retico)

4.1.5 Aspetti geologici UTOE di Petroio

Le unità geologiche cartografate all'interno dell'areale di studio di Petroio, dalla più recente alla più antica, sono:

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI

Forme e depositi

Frana (a1)

Frana con tipo di movimento e stato di attività indeterminati. Lo spessore è di qualche metro.

Depositi antropici (h5, h3)

Si tratta di terreni di riporto costituiti da materiali eterogenei ed eterometrici. In loco sono riconducibili prevalentemente a materiale di risulta degli scavi di cave attive o abbandonate (h5), nonché a rilevati di ritenuta di invasi artificiali (h3). Lo spessore è variabile da qualche metro ad alcuni metri.

Depositi di versante (aa)

Sono rappresentati da accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi eterometrici, talora, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbioso-limosa o limoso-argillosa, la cui composizione dipende fortemente dal substrato litoide di origine. Sono rinvenibili in corrispondenza del versante ovest

dell'abitato di Petroio e lungo i versanti di valle della cava del Madonnino dei Monti. Lungo la dorsale Rapolano Cetona, a causa dell'affioramento delle unità litoidi della Falda Toscana, i depositi di versante risultano costituiti da brecce immerse in una matrice sabbioso-limosa. In quest'ultimo caso talora si può riscontrare una debole sub-cementazione. Gli spessori generalmente sono di qualche metro.

Depositi eluvio-colluviali (b2a)

Coperture di materiale a granulometria medio-grossolana (sabbie e brecce), con rari frammenti litoidi grossolani; processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile. Affiorano lungo i rami del reticolo secondario ed in particolare all'interno dell'area valliva su cui si sviluppa la porzione più recente dell'abitato di Petroio, compresa la zona artigianale.

Hanno spessore variabile da alcuni decimetri a qualche metro. Alla base non è esclusa la presenza di depositi terrazzati (bna).

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI E VILAFRANCHIANI

Calcari (VILd)

Si tratta di calcari di età villafranchiana, si presentano sottilmente stratificati. Risultano affiorare nell'areale presente a nord di Petroio. Presentano spessori da decimetrici a metrici.

Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa)

Sono i depositi più grossolani della serie villafranchiana. Si presentano spesso come delle sabbie grossolane bruno-giallastre talora debolmente rossastre alternate a livelli conglomeratici da cementati a sub-cementati. Affiorano localmente con spessori metrici a sud-est di Trequanda.

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

Calcareni e calciruditi bioclastiche (PLIc)

Si presentano come calcari fini facilmente intaccabili, con stratificazione, originatisi in ambiente di basso mare e ricchi di gusci calcarei. Presentano colorazione grigiastra, talora si alternano con livelli da millimetrici a centimetrici di siltiti marnose.

Presentano spessori da metrici e risultano affiorare come lenti residuali in loc. Madonnino dei Monti lungo i versanti di sud-ovest della dorsale morfologica Rapolano-Cetona.

Si trovano sovrapposti al sottostante Calcere a Rhaetavicula Contorta e possono risultare interessati da fori di litodomi come lo stesso substrato calcareo, a dimostrazione che nel passato era presente una linea di costa (spiaggia) lungo la quale vivevano molluschi tipici dell'ambiente di basso mare.

(Zancleano-Piacenziano)

Sabbie e arenarie gialle (PLIs)

Si tratta di sabbie limose con talora livelli da metrici a decametrici di arenarie bruno-giallastre più o meno cementate, a grana medio-fine. Sono l'unità geologica del Pliocene di riferimento in loco, in quanto affiorano copiosamente su tutto l'areale di Petroio circostante. Mediamente presentano spessori dell'ordine di 15-20 m. Localmente, come a sud-est di Petroio, presentano spessori superiori ai 30 m.

(Zancleano-Piacenziano)

ARGILLE AZZURRE

Calcarei detritici organogeni costituiti prevalentemente da gusci di ostreidi (FAAi)

Sono depositi a tratti cementati o sub-cementati costituiti prevalentemente da resti di gusci calcarei di Ostreidi in matrice fine calcarea talora grossolana sabbiosa. Affiorano lungo la vallecchia del Torrente Selciaie (circa 10-15 m in affioramento) e lungo i versanti sottostanti l'area di cava del Madonnino dei Monti (spessori fino a 30-40 m in affioramento). Si trovano alla base delle sabbie e arenarie gialle (PLIs).

(Zancleano-Piacenziano)

DOMINIO TOSCANO

FALDA TOSCANA

Calcere Massiccio (MAS)

Affiora in corrispondenza del cocuzzolo su cui si sviluppa l'abitato di Petroio e lungo tutto il fianco est dell'area valliva lungo il quale si sviluppa il territorio urbanizzato. Insieme ai Calcarei a

Rhaetavicula costituiscono il substrato lapideo di riferimento e in affioramento presentano spessori massimi di circa 50 m.

(Lias inf.)

Calcari a Rhaetavicula Contorta (RET)

Calcari, calcari dolomitici e dolomie con sottili intercalazioni di marne. Affiorano su tutto l'areale di Petroio per alcune decine di metri, costituendo di fatto il substrato lapideo di riferimento.

(Retico)

4.1.6 Aspetti geologici UTOE di Castelmuzio

Le unità geologiche cartografate all'interno dell'areale di studio di Petroio, dalla più recente alla più antica, sono:

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI OLOCENICI

Forme e depositi

Frana (a1)

Frana con tipo di movimento e stato di attività indeterminati. Lo spessore è di qualche metro.

Depositi alluvionali attuali (b)

Si tratta dei depositi alluvionali dei letti fluviali attuali esistenti nelle aree vallive circostanti l'abitato di Castelmuzio. Lo spessore in genere è dell'ordine di alcuni decimetri.

Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna)

Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali. Si tratta dei depositi alluvionali terrazzati affioranti nelle aree vallive circostanti l'abitato di Castelmuzio. Lo spessore in genere è variabile da alcuni decimetri a qualche metro.

Depositi eluvio-colluviali (b2a)

Coperture di materiale a granulometria medio-grossolana (sabbie e brecce), con rari frammenti litoidi grossolani. Hanno spessore variabile da alcuni decimetri ad oltre il metro e affiorano alle pendici dei torrenti locali.

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

Sabbie e arenarie gialle (PLIs)

Si tratta di sabbie limose con talora livelli da metrici a decametrici di arenarie bruno-giallastre più o meno cementate, a grana medio-fine. Rappresentano il substrato geologico di riferimento sull'abitato di Castelmuzio. Affiorano su tutto il promontorio su cui si sviluppa l'abitato, raggiungendo spessori prossimi al centinaio di metri. Ad est tendono a diminuire di spessore per affioramento delle unità litoidi (MAS e RET).

(Zancleano-Piacenziano)

DOMINIO TOSCANO

FALDA TOSCANA

Calcare Massiccio (MAS)

Affiora in corrispondenza del rilievo collinare di Poggio Lecceto, ad est di Castelmuzio e presenta in affioramento spessori superiori a 100 m.

(Lias inf.)

Calcari a Rhaetavicula Contorta (RET)

Calcari, calcari dolomitici e dolomie con sottili intercalazioni di marne. Come il Calcare Massiccio affiora ad est di Castelmuzio lungo il rilievo collinare di Poggio Lecceto. Presenta in affioramento spessori superiori a 150 m.

(Retico)

4.2 Analisi aspetti geomorfologici

Gli elementi morfologici individuati sul territorio comunale e cartografati all'interno della carta geomorfologica (Tavola G.3 del supporto geologico-tecnico al PS) sono legati strettamente alla natura dei terreni presenti nell'area di studio e alle condizioni morfologiche del territorio comunale.

Come già descritto nella sezione relativa agli aspetti geologici, l'area comunale di Trequanda si sviluppa in un contesto geologico caratterizzato sia dall'affioramento di depositi pliocenici e quaternari (prevalenti sul territorio), sia di unità rocciose affioranti però soltanto lungo la dorsale morfologica dislocata con asse NW-SE all'interno del territorio comunale e all'interno della fascia collinare presente ad ovest di Trequanda.

La dorsale Rapolano-Cetona divide in due parti sostanzialmente eguali il territorio comunale. Si presenta come una cresta rocciosa ben sviluppata in lunghezza (circa 10 km all'interno del comune di Trequanda) caratterizzata da fianchi molto acclivi (pendenze > 45%) e base piuttosto stretta, tale da conferirgli una morfologia simile a quella di una catena montuosa anche se le altimetrie esistenti sono tipiche della collina.

Le variazioni di quota tra piede e sommità della dorsale generalmente variano tra 100 e 150 m, ma talora superano i 200 m laddove il versante sfocia all'interno di vallecole laterali legate al reticolo idraulico all'interno dei depositi pliocenici presenti ai piedi della stessa dorsale.

Il paesaggio perciò tende ad essere caratterizzato da morfologie più spigolose lineari in corrispondenza delle aree di affioramento di litotipi rocciosi (in prevalenza lungo la dorsale), mentre tendono ad essere più morbide ed arrotondate, come tipicamente si rinvencono nelle zone collinari della bassa Toscana, laddove affiorano i depositi marini pliocenici.

La conformazione è legata ovviamente, non soltanto alla natura dei materiali affioranti in loco, ma anche ai processi di morfogenesi del territorio tra i quali in primis la tettonica regionale e in secundis i processi di alterazione dei terreni ad opera delle acque di ruscellamento e di percolazione, nonché del reticolo idraulico esistente.

Lo studio geomorfologico del territorio comunale di Trequanda è stato condotto sulla base sia degli studi già realizzati in passato a supporto dello strumento urbanistico comunale, che sulla scorta di nuove evidenze desunte dall'analisi attuale dello stesso territorio comunale. In particolare il territorio è stato verificato sia attraverso l'analisi delle immagini aeree messe a disposizione dalla Regione Toscana sul portale del Data-Base Geologico Regionale (immagini OFC-

AGEA 2016 con risoluzione a 20 cm), che eseguendo rilievi localmente su aree considerate strategiche o comunque su siti per i quali era necessario appurare la reale esistenza di rischio e/o di attività del fenomeno individuato a livello di immagine aerea. Inoltre a supporto dello studio, sono state considerate e cartografate tutte le coltri di frana e di versante (depositi di versante ed eluvio-colluviali) messe a disposizione dalla Regione Toscana per mezzo del Data-Base Geologico Regionale e in aggiunta sono state verificate le pericolosità pre-esistenti a livello di pianificazione di Bacino sia per il fiume Arno che per il fiume Ombrone. In aggiunta è stata considerata anche la banca dati IFFI dell'istituto ISPRA e in ultima analisi è stato effettuato un controllo con i dati SAR (Radar) messi a disposizione dalla Regione Toscana presso il Genio Civile di Siena. Con le elaborazioni SAR è stato possibile verificare l'esistenza di locali dissesti e di potenziali frane di crollo in corrispondenza degli affioramenti rocciosi lungo la dorsale morfologica Rapolano-Cetona.

Al fine del presente studio non è stata condotta una nuova analisi stereoscopica di immagini aeree recenti, in quanto si è ritenuto di possedere una buona base di partenza (costituita dalla banca dati regionale delle frane e IFFI) e di poter integrare sufficientemente con i sopralluoghi effettuati su molte aree del territorio comunale.

Gli elementi geomorfologici rilevati, sono stati distinti e riportati sulla cartografia di base (CTR 1:10.000 della Regione Toscana) facendo riferimento alla classificazione prevista dalle linee guida VEL per la cartografia regionale in scala 1:2.000, nonché anche della nuova legenda regionale per la carta geomorfologica. Sicuramente è stata applicata per buona parte la catalogazione prevista dalla legenda VEL, la quale, pur essendo piuttosto completa, presenta una semplificazione sulla distinzione delle aree in frana rispetto alla nuova legenda geomorfologica regionale. Tale catalogazione semplificata è risultata necessaria per il presente studio, al fine di poter rappresentare compiutamente le coltri di frana rispetto al proprio stato di attività e tipologia di movimento, nella enorme mole di dati morfologici cartografati.

L'analisi geomorfologica del territorio comunale è stata effettuata inizialmente rispetto ad una scala globale, qual'è quella al 10.000 considerata anche per tutti i tematismi redatti a supporto del quadro conoscitivo della Variante al Piano Strutturale, in quanto rappresentativi di tutto il territorio comunale.

Al fine di rendere più facilmente leggibile la cartografia finale, la stessa è stata prodotta in scala 1:5.000 suddivisa in cinque tavole suddivise secondo quadranti sovrapponibili (vedi fig. 21).

Di seguito si elencano e si descrivono brevemente gli elementi geomorfologici individuati all'interno del territorio comunale di Trequanda.

FORME STRUTTURALI

Cresta: si tratta delle zone di alto morfologico individuate in corrispondenza dei rilievi collinari presenti all'interno del territorio di studio e identificate da una linea rappresentativa dello spartiacque morfologico esistente tra due versanti più o meno acclivi. A seconda della maggiore o minore inclinazione dei versanti si generano zone di cresta più o meno ampie, la cui inclinazione comunque è sempre superiore a 10°. Anche la forma può variare da una prevalentemente spigolosa generalmente associata alla presenza di substrato roccioso (cresta rocciosa in senso stretto), ad una piuttosto appiattita o comunque arrotondata (cresta piatta) generalmente associata alla presenza di materiali poco coerenti. Nell'areale di studio si ritrovano numerose zone di cresta. In corrispondenza delle zone di affioramento della Falda Toscana, in particolare lungo la dorsale Rapolano-Cetona, si osserva la tipica morfologia della cresta rocciosa caratterizzata da elevate pendenze e base piuttosto ristretta rispetto ai dislivelli associati tra sommità e piede dei versanti. Su buona parte del territorio comunale, invece, si osservano creste caratterizzate da versante meno acclivi e con forma piuttosto arrotondata o appiattita, legata sicuramente alla natura poco-coerente dei depositi sabbioso-limosi e argillosi pliocenici affioranti su una porzione significativa del comprensorio.

Sella: sono le zone di rottura delle linee di cresta individuate per il presente studio generalmente in corrispondenza delle zone di cresta rocciosa, generate dalla congiunzione di due rami laterali di drenaggio del reticolo idrografico che per arretramento opposto lungo uno stesso rilievo tendono a congiungersi e ad incidere la linea di cresta generando un avvallamento denominato appunto sella.

FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE

Orlo di scarpata di frana

Orlo di scarpata di frana attivo: è il ciglio di scarpata (corona di frana) che delimita la nicchia di distacco a valle della quale è osservabile il corpo di frana potenzialmente ancora attivo. Ha generalmente forma arcuata (arco di cerchio) e separa la massa in frana (a valle) da quella stabile (a monte), creando una zona nuda oggetto di affioramento del substrato vergine e potenzialmente

soggetta a nuovi processi di rottura o erosione con conseguente arretramento del fenomeno franoso.

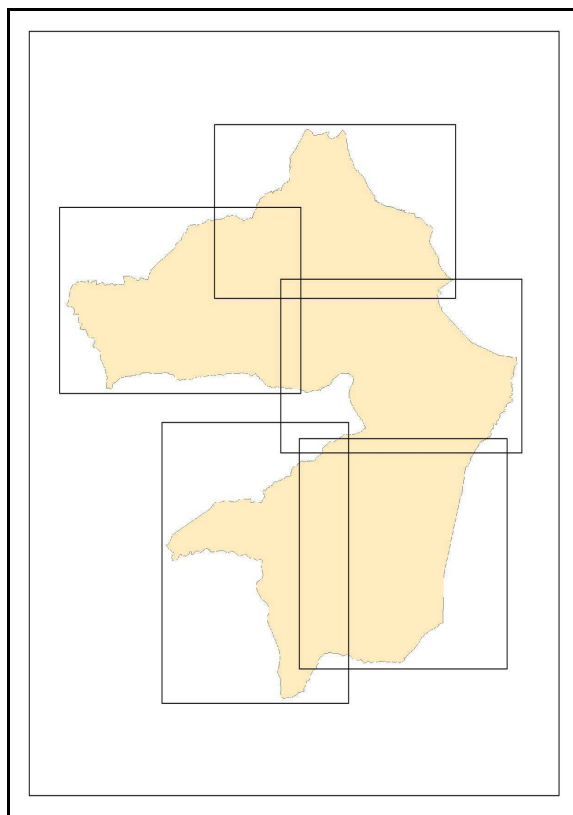


Fig. 21: Quadranti di rappresentazione della carta geomorfologica in scala 1:5.000

Orlo di scarpata di frana quiescente: è il ciglio di scarpata (corona di frana) che delimita la nicchia di distacco del corpo di frana presente a valle. E' associabile generalmente a fenomeni quiescenti per i quali non si esclude una possibile riattivazione.

Orlo di scarpata di frana inattivo:

è il ciglio di scarpata (corona di frana) che generalmente risulta associato a corpi di frana stabilizzati e perciò potenzialmente non riattivabili.

Orlo di scarpata di erosione

Orlo di scarpata di erosione attivo: sono orli di scarpate, di origine prevalentemente naturale ma talora di origine antropica, soggette attualmente ad erosione profonda. In campagna, nonché anche dalle immagini aeree, le scarpate spesso si presentano sub-verticali co comunque con

inclinazioni elevate ($> 45^\circ$), caratterizzate da una superficie della falesia completamente nuda, soggetta appunto ad erosione. Le altezze risultano molto variabili. I valori di dislivello variano spesso da circa 3–4 m a circa 10 m. In misura minoritaria sono abbinabili dislivelli ≥ 20 m o addirittura di qualche decina di metri, generalmente riconducibili a scarpate con terminazione direttamente sull'alveo di torrenti minori. Le scarpate aventi attività evolutiva recente o attuale sono presenti su tutto il territorio comunale. Sono identificate, spesso da falesie sub-verticali per presenza di depositi sabbioso-limosi o talora conglomeratici, da sub-cementati a cementati (prevalenza nelle aree circostanti l'abitato di Petroio e Castelmuzio). Talora costituiscono il ciglio di terrazzi fluviali sospesi o comunque il limite di superfici erosive all'interno di domini di posizionali dei depositi pliocenici. Talora coincidono con vecchi orli di frana disposti ad arco alla sommità di versanti nei quali sono stati individuati corpi di frana quiescenti o inattivi. In questo caso è stata data precedenza alla identificazione del fenomeno erosivo in quanto risulta attualmente attivo e potenzialmente generatore di futuri dissesti e arretramenti della scarpata coinvolta.

Orlo di scarpata di erosione quiescente: si tratta di cigli di scarpate le quali non presentano chiari segni di attività attuale o recente (ultimi cicli stagionali), ma le cui condizioni di copertura vegetale fanno ipotizzare che si possa riattivare, a seguito di fenomeni meteorologici significativi, un nuovo processo erosivo portando a completa denudazione della scarpata sottesa. Presentano altezze variabili da pochi metri, fino ad alcune decine di metri. Sono frequenti nelle aree del territorio aperto orli di scarpate non attualmente denudate ma che presentano altezze dai fondovalle anche di 50–70 m.

Orlo di scarpata di erosione inattivo: si tratta di orli delimitanti scarpate ormai da molto tempo inattive (alcuni anni), le cui condizioni di copertura vegetale e stato di conservazione fanno ipotizzare che anche a seguito di eventi meteorologici importanti, non si abbia riattivazione dei processi di alterazione/erosione. Sono state tracciate sulla carta geomorfologica in quanto associate generalmente a scarpate con dislivelli o pendenze significativi (aspetti topografici di sito).

Orlo di debole rottura di pendio: si tratta di scarpate morfologiche con dislivelli generalmente ≤ 3 m, di origine prevalentemente antropica per i quali risultano generalmente associati alle zone di terrazzo agrario (zone di coltivazione di oliveti, vigneti, altro).

Aree in frana e falde detritiche

Deformazione gravitativa profonda quiescente (DPGV): si tratta di fenomeni franosi che tendono a mobilitare grossi volumi di materiali litoidi o deposizionali, spesso associati a spostamenti lenti lungo il versante e talora sistemi di fogliazioni profonde lungo le catene montuose. Nell'areale di studio è ipotizzata l'esistenza, così come già definita a livello di banca dati regionale delle frane, di un corpo di frana riconducibile a DPGV in località Pod. Grillana al confine con il comune di Torrita di Siena.

Area interessata da deformazioni superficiali: aree in cui vi sono segni evidenti di dissesti gravitativi superficiali sia di stile prettamente plastico sia combinati con altri stili deformativi (scivolamenti localizzati, deformazione di taglio superficiali, liquefazione, crolli), possono risultare accompagnati da segni di erosione profonda localizzata o strutturata lungo il pendio a costituire reticoli ben evidenti. Sono generati prevalentemente da ricariche pluviometriche eccezionali e concentrate in brevi intervalli temporali.

Area interessata da soliflusso generalizzato: si tratta di aree ben sviluppate nelle quali prevalgono fenomeni di colamento lento o rapido/istantaneo localizzati. La presenza di numerosi fenomeni ravvicinati, ascrivibili ai movimenti precedentemente descritti, hanno permesso di identificare aree omogenee classificabili come aree a soliflussi. Come per le zone ad deformazioni superficiali, risultano spesso associati a fenomeni di erosione concentrata (superficiale di limitata estensione) e risultano spesso generati da fenomeni meteorologici eccezionali per ricarica pluviometrica abbondante ed improvvisa. Sono chiaramente visibili lobi di terreno che tendono a spostarsi verso il basso con associate rughe arcuate di deformazione marginale del piano campagna. Sono associate spesso a coltri di alterazione presenti in corrispondenza delle zone di affioramento della Falda Toscana o di depositi plioceici prevalentemente di natura limoso–sabbiosa o sabbioso–ghiaiosa.

Soil creep: sono originati sia da fenomeni di ricarica eccezionale che mediocre ma prolungata nel tempo e risultano generalmente prevalenti su litologie limoso–argillose. Si tratta di fenomeni di reptazione lenta e prolungata (spostamenti millimetrici), legata fortemente alla presenza di una matrice di fondo argillitica satura. Le coltri di versante per effetto del peso proprio e sotto l'azione di gravità sviluppano lenti movimenti denominati anche creep. Sono importanti ai fini della stabilità dei versanti, perché anche se non collegati a breve termine a spostamenti significativi, a lungo termine però, qualora siano applicati carichi non conformi alle proprietà geotecniche del sottosuolo, possono degenerare in importanti rotture del versante.

Area a franosità diffusa: area ad alta densità di frane prevalentemente attive, singolarmente non cartografabili. Lo stato di attività, come per i singoli corpi di frana cartografabili, è riconducibile ad un intervallo temporale breve, talora riconducibile al solo ultimo ciclo stagionale, talora ad alcuni cicli stagionali (ultime annualità) nel qual caso però i segni di deformazione del piano campagna risultano ancora ben identificabili.

Detrito di versante: accumuli detritici eterometrici ed eterolitici, prodotti dai processi di naturale evoluzione dei versanti e depositi lungo gli stessi a costituire coperture ben sviluppate arealmente, con spessori che generalmente risultano > 3 m e talora fino a circa 5–6 m. Sono presenti sia lungo i versanti rocciosi (presenza di materiale detritico prodotto dall'alterazione delle unità della Falda Toscana) che in corrispondenza delle zone collinari nelle quali sono prevalenti i depositi poco–coerenti di età pliocenica. Si tratta di brecce da centimetriche a decimetriche immerse in una matrice da sabbioso–limosa a limoso–argillosa a seconda della natura più o meno argillosa–argillitica delle unità plioceniche e/o pre–plioceniche.

Corpi di frana

Corpo di frana attiva per scorrimento: si tratta di masse detritiche soggette a movimentazione lungo il versante per effetto di uno scorrimento lungo una superficie netta di scivolamento. La rottura avviene per superamento delle condizioni di equilibrio e lo scivolamento può essere legato sia a movimentazione di materiali poco coerenti per rottura profonda del versante, oppure a movimentazione di livelli lapidei lungo giunti di strato, oppure ancora a movimentazione di falde detritiche di versante lungo il contatto stratigrafico con il sottostante substrato (lapideo o

terrigeno). Per frane attive si intendono quelle mobilizzate nelle attuali condizioni morfologiche e climatiche (“fenomeno attualmente in movimento”) in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in un breve intervallo temporale; si tratta quindi di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni definitive di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al ciclo stagionale. Il movimento di scivolamento può avvenire lungo una superficie pressoché circolare, oppure lungo una superficie piana (superficie di stato) oppure lungo una superficie composita (circolare+planare).

Corpo di frana quiescente per scorrimento: si tratta di masse perlopiù detritiche movimentatesi in passato per scivolamento lungo piani ben definiti, caratterizzate da apparente inattività ma che potrebbero riattivarsi per effetto delle cause di rottura originarie (es. pendenze e morfologia del versante). Per frana quiescente si intende quella mobilizzata in condizioni morfologiche e climatiche simili alle attuali, ma che risulta appunto in apparente stato di stabilità. Il movimento può riprendere sia lungo la nicchia di distacco che nel cumulo della frana, in occasione di sensibili variazioni morfologiche, per eventi climatici anomali o in caso di adeguate sollecitazioni transitorie (interventi antropici, sisma, ecc.). Gran parte delle frane quiescenti non ha perciò subito sostanziali evoluzioni negli ultimi anni, ma è facilmente prevedibile che, in concomitanza di eventi piovosi eccezionalmente intensi o di periodi piovosi molto prolungati nel tempo, si possano verificare una riattivazione dello scivolamento verso il piede del pendio. Sono comprese sia frane attivate negli ultimi anni, che paleo frane le cui condizioni morfologiche non possono far escludere riattivazioni locali sulla superficie del corpo di frana o lungo la superficie di frana più profonda. Il movimento di scivolamento può essere avvenuto lungo una superficie pressoché circolare, oppure lungo una superficie piana (superficie di stato) oppure lungo una superficie composita (circolare+planare).

Corpo di frana stabilizzata per scorrimento: sono corpi di frana movimentatisi in passato (alcuni anni fa o alcuni secoli fa) per scorrimento, le quali hanno raggiunto un ipotetico equilibrio con il versante e le quali perciò non possono essere riattivate (probabilmente) dalle cause originarie che le avevano generate. All'interno sono comprese sia le frane la cui mobilitazione è avvenuta negli ultimi decenni, che quelle aventi origine negli ultimi secoli o addirittura negli ultimi cicli

interglaciali (paleofrane stabilizzate). Il movimento di scivolamento può essere avvenuto lungo una superficie pressoché circolare, oppure lungo una superficie piana (superficie di stato) oppure lungo una superficie composita (circolare+planare).

Corpo di frana attiva per colamento: si tratta di fenomeni di colamento dei materiali detritici superficiali del versante, legati collasso della massa detritica per effetto di saturazione completa e annullamento dell'attrito tra le varie particelle incoerenti. La saturazione è generalmente istantanea, per ricarica pluviometrica eccezionale all'interno di intervalli temporali brevi. In altri casi, più rari, il colamento è legato a saturazione quale fase terminale di un processo più lungo di ricarica della falda freatica lungo il versante. Lo stato di attività, come già descritto precedentemente per le altre tipologie di franosità, è riconducibile all'ultimo ciclo stagionale o comunque ad un arco temporale di poche annualità, per il quale la movimentazione non risulta ancora conclusa.

Corpo di frana quiescente per colamento: si tratta di corpi di frana apparentemente stabili, generati in passato (almeno prima dell'ultimo ciclo stagionale e comunque generalmente alcuni anni fa) per l'instaurarsi di processi di colamento e la cui riattivazione non può essere esclusa considerando le cause originarie di movimentazione.

Corpo di frana stabilizzata per colamento: sono corpi di frana apparentemente stabili, generati in passato (generalmente alcuni anni fa o decine di anni fa) per l'instaurarsi di processi di colamento e la cui riattivazione può essere ipoteticamente esclusa per raggiungimento di condizioni di stabilità con il versante. Per cui si esclude che le cause che hanno dato origine a questo tipo di processo geomorfologico possano riattivare i corpi qui cartografati come stabilizzati.

Dissesti localizzati

Soliflusso localizzato: si tratta di fenomeni localizzati di deformazione superficiale dei pendii per colamento più o meno lento localizzato. Si precisa che tali morfologie sono state individuate su immagini ad alta risoluzione quali quelle messe a disposizione sul Data–base della Regione Toscana e rappresentano fenomeni di pseudo–reptazione localizzata delle coltri terrigene su territorio aperto. Tali fenomeni sono riconducibili a sviluppi areali modesti generalmente

dell'entità di 2–3 m circa. Sono distinti dai soliflussi generalizzati perché sono riscontrabili come fenomeni singoli locali, ben distanziati da eventuali altri singoli soliflussi, perciò non raggruppabili tra loro a costituire un area franosa significativa.

Frana non fedelmente cartografabile attiva: si tratta di corpi di frana attivi di limitata estensione areale e profondità, per la quale risulta difficoltosa la cartografabilità alla scala di studio utilizzata (1:10.000).

Frana non fedelmente cartografabile quiescente: si tratta di corpi di frana quiescenti di limitata estensione areale e profondità, per la quale risulta difficoltosa la cartografabilità alla scala di studio utilizzata (1:10.000).

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

Orlo di scarpata di erosione fluviale: è il ciglio di scarpata identificato in prossimità dei corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico all'interno del comune di Trequanda e delimitante la scarpata morfologica subito prossima agli stessi corsi d'acqua. Qualora siano presenti più ordini di scarpate legate all'erosione ma non adiacenti direttamente all'alveo fluviale, le stesse sono state cartografate come orli di scarpata di erosione con diverso stato di attività.

L'altezza della scarpata di erosione fluviale considerata per il presente studio varia da qualche metro ad oltre a decina di metri. Essendo prossima al corso d'acqua è intesa come scarpata di erosione pressoché attiva.

Alveo con tendenza all'approfondimento: sono gli alvei del reticolo idraulico soggetti a deflusso pressoché continuo nel corso dell'anno e conseguente instaurarsi di fenomeni di erosione. Gli alvei si presentano generalmente privi di depositi alluvio–colluviali o comunque con basso spessore della coltre alluvionale attuale e a seguito dei processi di deflusso più o meno intenso nel corso dell'anno si genera una incisione dell'alveo con conseguente progressivo approfondimento dello stesso.

Solco di erosione: incisione più o meno profonda, prodotta dalla concentrazione delle acque di ruscellamento su un ramo del reticolo di deflusso. Tali acque esercitano un'azione erosiva tale da approfondire rapidamente nel tempo il solco erosivo formatosi. Nel territorio comunale di

Trequanda questa morfologia si riscontra sia lungo la dorsale morfologica Rapolano–Cetona (in particolare su rami secondari provenienti dai versanti della stessa dorsale e perciò sviluppatasi su substrato roccioso) che nei territori collinari aventi come contesto geologico quello dei depositi pliocenici, dove alcuni tratti del reticolo idraulico risultano costeggiati da versanti molto acclivi per cui l'alveo risulta incassato e molto approfondito anche all'interno dei depositi poco coerenti (area NW e SW del territorio comunale).

Area di limitata estensione soggetta ad erosione superficiale (erosione locale): si tratta di zone difficilmente cartografabili alla scala dello studio attuale soggette ad erosione concentrata o comunque superficiale e localizzata. Si riscontrano spesso in corrispondenza di aree soggette a fenomeni franosi superficiali precedentemente descritti.

Area soggetta ad erosione superficiale: area talora molto estesa soggetta a processi di denudazione superficiale del territorio.

Area soggetta ad erosione profonda: area talora molto estesa soggetta a processi di denudazione profonda del territorio. Le evidenze di denudazione sono rappresentate sia da superfici con completa assenza di copertura vegetativa di qualsiasi ordine, che di complesse linee di deflusso concentrato ramificate lungo versanti a litologia prevalentemente limoso–argillosa.

Area calanchiva: sono aree soggette a fenomeni di erosione e denudazione profonda, caratterizzate dalla rapida formazione di vallecole con forma a V, molto approfondite, delimitate perciò da versanti molto acclivi e generati da ramificazioni complesse di solchi di erosione concentrata. Il processo è perciò generalmente irreversibile o comunque difficile da sanare con tecniche di normale difesa del suolo. Perciò risultano continuamente in evoluzione (erosione attiva) e soggette anche a fenomeni di franosità diffusa per vari tipi di cinematismo (crollo, scivolamento, colamento).

Superficie alluvionale: sono le aree per le quali è possibile correlare una precedente attività deposizionale più o meno antica, con la quale risulti la presenza relitta di depositi a quote superiori a quelle degli attuali alvei, nonché le superfici prodotte dal ruscellamento delle cque di deflusso degli stessi alvei attuali. Per quanto concerne le superfici associate a corpi alluvionali terrazzati, si

ipotizza che le stesse siano legate o a deposizione o a erosione dei depositi terrazzati per nuovo approfondimento del corso fluviale.

Depositi eluvio-colluviali: coperture di materiali eterometrici con rari frammenti litoidi grossolani, prodotti da processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile. Si presentano spesso come accumuli di materiali sabbioso-limosi con eventuali clasti di sabbie con limo, che tendono a passare a limi argillosi in corrispondenza delle zone di affioramento delle argille plioceniche. Tendono invece a risultare grossolani (prevalenza brecce) e poco selezionati nelle aree prossime alle unità rocciose della Falda Toscana.

Tendono a depositarsi ai piedi dei versanti o all'interno delle vallecicole percorse dai corsi d'acqua minori del reticolo idraulico esistente.

FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI E MANUFATTI

Orlo di scarpata antropica: sono i cigli di scarpate prodotte dall'attività umana per la realizzazione scavi stradali, di rilevati, nonché di gradinature lungo versanti molto acclivi, le quali delimitano generalmente strade comunali o poderali e perciò non cartografabili come semplice orlo di debole rottura di pendio.

Cava attiva: si tratta di aree interessate ancora attualmente da profondi interventi antropici (scavi e rinterri) legati alla produzione di materiali inerti per l'edilizia. All'interno del territorio comunale di Trequanda si riscontra la presenza di n. 3 cave attive.

Cava abbandonata: si tratta di aree di cava attualmente abbandonate o comunque inattive.

Terreni di riporto: sono accumuli metrici di materiali terrigeni o detritici grossolani a costituire talora rilevati di trattenuta per bacini di accumulo dell'acqua piovana lungo i versanti collinari, talora, invece, a costituire coltri di riporto per ripristino di luoghi (es. cave dismesse e ripristinate dal punto di vista ambientale).

Terrazzamenti agrari: sono porzioni di versanti adibiti a gradoni morfologici dell'altezza di circa 2-3 m, realizzati dall'uomo per mantenere in equilibrio i versanti stessi e permettere lo svolgimento in sicurezza delle pratiche colturali.

IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Lago: sono corpi d'acqua superficiali generalmente di origine antropica, prodotti attraverso la realizzazione di rilevati arginali con funzione di trattenuta delle acque di ruscellamento lungo i versanti. Talora risultano semplicemente scavati all'interno degli stessi versanti.

Nei casi di origine naturale (piuttosto rara nell'areale di studio) sono generati per riempimento di vecchi scavi di limitata estensione o per riempimento di zone di fondovalle su contesti geologici caratterizzati da bassa permeabilità del sottosuolo.

4.2.1 Aspetti geomorfologici UTOE di Trequanda

L'abitato di Trequanda si sviluppa su una porzione della dorsale Rapolano-Cetona, caratterizzata dall'affioramento di substrato roccioso riconducibile in primis all'unità geologica del Calcare Massiccio. La collocazione del territorio urbanizzato prevalentemente alla sommità di una cresta rocciosa conferisce apparentemente condizioni di relativa stabilità, almeno per la fascia più sommitale dove le pendenze risultano basse o addirittura trascurabili. Lungo i fianchi della dorsale si ritrovano (in prossimità di Trequanda) frequenti coltri detritiche legate sia ai processi di alterazione chimico-fisica dei materiali litoidi o pseudo-cementati affioranti alla sommità della stessa dorsale, che per sviluppo di movimenti gravitativi delle stesse coltri di alterazione riconoscibili attualmente con diverso stato di attività (attivi, quiescenti, inattivi/stabilizzati). In particolare si osservano coltri detritiche di versante ampiamente presenti lungo il fianco nord-est del capoluogo andando a coprire una porzione significativa di territorio compresa tra il centro storico di Trequanda e la zona di sud-est interessata da previsioni urbanistiche con nuovi interventi edilizi.

Lungo il fianco di sud-ovest risultano individuabili coltri circoscritte ad ambiti più ridotti, riconducibili sia a detrito di versante che a frane. In particolare lungo il versante ovest sottostante al centro storico sono individuabili due frane per scorrimento quiescenti accompagnate anche da terreni detritici di versante. La genesi di tali coltri è legata principalmente all'unità geologica delle sabbie e arenarie gialle, rappresentata da depositi sabbioso-limosi localmente molto addensati o sub-cementati/cementati, affioranti fino alla sommità della dorsale morfologica. Anche a sud del territorio di interesse, si ritrovano frane quiescenti riconducibili a cinematismo del tipo per scorrimento. Nelle zone di piede dei versanti e nelle zone circostanti il territorio urbanizzato, si osservano coltri interessate da movimenti lenti del regolite (reptazioni), riconducibili a soil creep.

Anche nei versanti circostanti l'area artigianale di Pian delle Fonti si ritrovano localmente coltri con deformazioni lente e superficiali riconducibili alla tipologia del soil creep. Lungo le zone vallive e intravallive si ritrovano abbondanti coltri di depositi eluvio-colluviali con sovrapposti depositi alluvionali recenti di spessore ed estensione trascurabile.

Particolare rilievo deve essere posto sulle morfologie erosive e sulle pendenze. Entrambe risultano legate tra di loro poichè associate alla presenza di scarpate di erosione quiescenti che localmente possono risultare attive per locali fenomeni erosivi concentrati.

Le scarpate risultano interessate da dislivelli che talora risultano soltanto di qualche metro, ma spesso si presentano prossimi ai 10 m e talora compresi tra 10 e 20 m. Spesso sono accompagnate a valle da valori significativi delle pendenze. I maggiori dislivelli e le pendenze più significative si registrano lungo il versante nord di Trequanda e lungo il fianco est della dorsale, in quanto risulta dominante in affioramento il substrato lapideo del Calcare Massiccio. Ad ovest e a sud, invece, in affioramento prevalgono i depositi sabbiosi del pliocene, che sottoposti ad erosione, generano rilievi e versanti meno acclivi e con forme meno spigolose. Tali forme risultano ancora maggiormente arrotondate in corrispondenza dell'affioramento delle unità della serie delle Argille Azzurre.

Nell'areale di interesse si nota che le pendenze sono prevalentemente medio-basse (10-35%). Lungo il fianco di nord-est della dorsale e in corrispondenza di alcune delle zone di scarpata tracciate sulla carta geomorfologica, le pendenze tendono a divenire medio-alte (localmente fino a > 45%). Lungo i versanti collinari, interessati dall'affioramento dei depositi sabbioso-argillosi pliocenici, sono presenti ampie zone ad erosione superficiale per effetto delle periodiche lavorazioni agrarie.

4.2.2 Aspetti geomorfologici UTOE di Petroio

Il territorio urbanizzato di Petroio risulta caratterizzato mediamente da pendenze medio-elevate con frequenti zone interessate da valori > 45%. Tale configurazione morfologica è inquadrabile in un contesto caratterizzato dall'affioramento sia di depositi plio-pleistocenici (dove risultano osservabili zone a pendenze medio-basse e zone a pendenze medio-alte), che ampie zone di affioramento del substrato litoide rappresentato dal Calcare Massiccio e dal Calcare a Rhatevicula. Il centro storico di Petroio si sviluppa su una dorsale arrotondata e di breve sviluppo lineare a costituire una zona di cocuzzolo. Tale cocuzzolo è legato alla presenza in affioramento del Calcare

Massiccio, il quale sottoposto a sud e ad est dall'azione erosiva rispettivamente dei torrenti Porta Franca e Selciaie, ha sviluppato versanti caratterizzati in prevalenza da pendenze $> 45\%$. Alla sommità gradualmente si osservano pendenze medie dapprima (15–35%) e basse poi alla sommità della dorsale (5–15%). Tutto il centro storico di Petroio è bordato da una scarpata di erosione quiescente localmente inattiva per presenza diffusa di vegetazione arborea.

Nella zona centrale e di nord-est il territorio urbanizzato risulta principalmente sviluppato all'interno della zona valliva prodotta per escavazione da parte del reticolo idraulico locale rappresentato dal Torrente Selciaie e dal suo tributario il Fosso Canapino proveniente dalla località di Madonnino dei Monti. I fianchi della zona valliva risultano caratterizzati spesso da pendenze elevate con la presenza di scarpate di erosione quiescenti caratterizzate da dislivelli significativi, mediamente compresi tra 10 e 20 m ma talora anche > 20 m, generando anche pareti sub-verticali come nella tratta centrale di Petroio a monte della SP71. In corrispondenza della lottizzazione presente a nord-est di Petroio è osservabile una scarpata di erosione attiva, la quale genera denudazione dell'ammasso roccioso affiorante con fenomeni di soil creep lungo la zona coperta da coltre di alterazione. In realtà entrambe queste zone di scarpata sono influenzate anche da azioni antropiche pregresse legate a sbancamenti parziali al piede dei versanti per la realizzazione delle infrastrutture e dei fabbricati civili.

Anche lungo il fianco vallivo di sud-est compreso tra il campo sportivo e la zona artigianale, è presente una zona di scarpata di erosione quiescente, con dislivello compreso tra 10 e 20 m e localmente ≥ 20 m.

Nella zona valliva si registra la presenza diffusa di depositi eluvio-colluviali. Lungo i versanti invece risultano individuabili locali coltri detritiche ma soprattutto aree in frana prevalentemente quiescenti riconducibili alla tipologia per scorrimento. Sono state discriminate anche zone a franosità diffusa e coltri soggette a movimenti lenti del regolite (soil creep). Una zona oggetto di approfondimento parallelamente alla redazione del Piano Operativo per la quale si individuano condizioni potenzialmente precaria è la zona di piede del versante ovest di Petroio, nel cui sito è prevista la realizzazione del nuovo depuratore di Petroio. Qui infatti sussiste la presenza di una potenziale coltre di frana quiescente localmente soggetta a movimenti lenti del regolite. Dalle indagini realizzate a supporto della progettazione, è evidente la presenza di una coltre ben sviluppata prevalentemente argillosa. Ulteriori criticità si riscontrano lungo il versante presente a monte della zona attrezzata a nord di Petroio dove si rinviene una coltre di frana per colamento

ancora potenzialmente attiva. Altrove non si registrano particolari condizioni gravose. Si sottolinea che lungo la scarpata sub-verticale presente nel centro di Petroio (lungo la SP7) si registrano locali rotture o movimenti lenti delle coltri di alterazione, non cartografabili, che si generano soprattutto a seguito di fenomeni piovosi intensi (flash flood).

4.2.3 Aspetti geomorfologici UTOE di Castelmuzio

Anche l'abitato di Castelmuzio si sviluppa alla sommità di una dorsale morfologica. In questo caso non si tratta di una cresta rocciosa ma bensì di una zona di alto morfologico prodotto da erosione selettiva sviluppatasi sui depositi sabbiosi dell'unità PLIs, il cui spessore in profondità è di alcune decine di metri. Come per gli altri territori urbanizzati, inoltre, l'erosione selettiva ha sviluppato numerose forme di rottura del pendio. In particolare sia lungo il fianco nord che quello sud della dorsale di Castelmuzio, si ritrovano numerose scarpate di erosione attive e quiescenti. Il dislivello delle scarpate varia generalmente da qualche metro ad oltre i 10 m. Si evidenzia, in particolare, la presenza su quasi tutto il perimetro dell'abitato, di una zona di scarpata attiva con dislivello mediamente ≤ 10 m (solo localmente può superare i 10 m di altezza). Solo in un tratto del fianco esposto a nord si riscontra uno stato di maggiore integrità per cui può essere ricondotta ad uno stato di attività quiescente. La scarpata si trova a ridosso della zona di cresta e perciò dell'abitato. Inoltre presenta generalmente un profilo sub-verticale con superficie nuda per effetto dei processi di alterazione superficiale (erosione e fenomeni localizzati di crollo ribaltamento delle sabbie plioceniche).

A valle della suddetta scarpata perimetrale si ritrovano varie scarpate principali e secondarie di erosione che tendono a presentare condizioni di attività erosiva attuale in corrispondenza dell'area a sud di Castelmuzio. Nella fascia di territorio presente a nord di Castelmuzio, invece, le scarpate tendono a presentare condizioni di quiescenza, come riscontrato tendenzialmente su una porzione della scarpata perimetrale sul medesimo fianco vallivo.

Per le zone di scarpata presenti su livelli più bassi si vuole porre attenzione alle serie di scarpate di erosione quiescenti presenti in serie ravvicinate tra di loro sia a valle del vertice nord-ovest di Castelmuzio, che a valle del vertice nord-est. In corrispondenza del vertice di nord-ovest si riscontra la presenza, non soltanto della scarpata di erosione attiva perimetrale sul centro abitato, ma anche di ulteriori quattro scarpate di cui tre quiescenti ed una attiva, sviluppate a valle su ulteriori tre livelli e collegate talora a nicchie erosive (sviluppo arcuato degli orli di scarpata). In

aprticolare la scarpata presente più a valle di tutte, presenta caratteristiche per cui possa essere ritenuta attualmente attiva e risulta collegata ad una ridotta fascia di erosione profonda (denudamento superficiale del pendio).

La presenza in serie ravvicinata delle scarpate suddette con la scarpata principale attiva di monte, produce una zona con dislivello > 20 m caratterizzato da elevate pendenze (generalmente $> 45\%$), con importante predisposizione all'instabilità globale del pendio.

Si ricorda che a monte sono previsti due interventi di nuova realizzazione di fabbricati civili. Condizione simile si ritrova in prossimità dell'edificio comunale denominato "Centro dell'Olio", dove si individuano due ulteriori scarpate di erosione quiescenti, localmente attive per effetto di un'azione incisiva esercitata dal ramo del reticolo idraulico sottostante (tributario del torrente Moscadella) il quale tende ad arretrare verso la sommità della dorsale di Castelmuzio. In particolare, si evidenzia che già attualmente a valle della struttura comunale del "Centro dell'Olio" il versante presenta una conformazione a vallecchia intracollinare, come testimoniato dalla forma concava del profilo trasversale delle due scarpate di erosione. Tale vallecchia è interessata nella porzione medio-bassa da erosione tendenzialmente profonda, soprattutto per fenomeni localizzati di denudamento e di erosione da parte del fosso tributario del T. Moscadella (incisione attualmente esistente al centro del pendio con tendenza all'arretramento verso la sommità del versante). Al piede del versante si può individuare una coltre superficiale di frana attualmente quiescente.

Ulteriori zone di scarpata da tenere in considerazione si ritrovano sia lungo la strada che discende verso sud dal centro storico di Castelmuzio, che in corrispondenza del versante ovest lungo la SP71. Qui le scarpate risultano in genere caratterizzate da $H \leq 10$ m, ma presentano spesso intensi fenomeni di denudamento (scarpate di erosione attive) e profilo sub-verticale o comunque piuttosto inclinato. Localmente lungo la SP 71 in corrispondenza delle suddette scarpate, si rinvencono frane non cartografabili caratterizzate da collasso della coltre superficiale (spessore generalmente ≤ 1 m), formatesi probabilmente a seguito di fenomeni meteorologici intensi.

La conformazione della porzione di dorsale presente in corrispondenza del centro storico di Castelmuzio, è quella di una zona di cocuzzolo. Qui si intersecano tre linee di cresta individuate lungo le zone di crinale presenti all'interno dell'areale di Castelmuzio. Lungo i fianchi della dorsale si riscontra talora la presenza di coltri di frana quiescenti riconducibili a cinematismi per

scorrimento e a colamento. In alcuni casi si riscontra la presenza di frane per scorrimento superficiale e locali coltri terrigene soggette a creep progressivi (deformazioni lente e superficiali). Generalmente le coltri di frana sono presenti nelle porzioni medio-basse dei versanti delimitanti l'abitato di Castelmuzio. Perciò le forme che maggiormente interessano Castelmuzio e che possono generare condizioni di instabilità dei pendii sono le zone di scarpata con eventuale fasce di erosione profonda diffusamente presenti lungo i fianchi della dorsale su cui si trova l'abitato di Castelmuzio.

4.3 Analisi aspetti litologico-tecnici

A supporto sia del Piano Strutturale che del Piano Operativo è stata prodotta, la carta litologico-tecnica e dei dati di base. Tale tematismo risulta non compreso nell'elenco elaborati della nuova D.P.G.R. 5/R, in quanto ricompreso all'interno della carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica attualmente previsto come elaborato base dalla nuova normativa.

Poichè la carta litologico-tecnica era già presente tra gli elaborati di quadro conoscitivo del vecchio strumento urbanistico e comunque deve essere estrapolata al fine di produrre la pericolosità per aspetti geologici, si è ritenuto (di concerto con l'ufficio tecnico comunale) mantenere tale elaborato al fine di rendere il quadro conoscitivo maggiormente completo.

L'analisi degli aspetti litologico-tenici è stata effettuata sulla scorta delle note contenute nelle linee guida VEL della Regione Toscana. Lo studio ha permesso la distinzione di materiali a diversa competenza per i quali è stato possibile individuare sottoclassi specifiche all'interno delle principali classi o unità litologiche (unità A per materiali lapidei non stratificati, B per materiali lapidei stratificati, C per materiali granulari cementati, D per materiali coesivi consistenti, E materiali granulari non cementati, F per materiali con consistenza limitata o nulla).

In aggiunta alle unità litologico-tecniche sono stati cartografati i dati dibase già individuati nelle precedenti revisioni dello strumento urbanistico vigente, nonché alcuni dati recenti ritenuti significativi, riconducibili alla realizzazione di pozzi nel periodo 2003-2017 (intervallo temporale intercorso dall'ultimo aggiornamento significativo del RU comunale per il territorio aperto).

Di seguito si riporta la classificazione delle unità litologico-tecniche riportata anche in calce alla carta litologico-tecnica prodotta per il territorio aperto (Tav. G.4 quadranti nord e sud).

UNITA' LITOLOGICO-TENCICA B

Unità B1: rocce poco stratificate costituite da livelli lapidei generalmente con spessore > 3 m e spesso >> 3 m, con elevata resistenza meccanica (resistenza a compressione uniassiale 25 – 200 Mpa). Ne fa nno parte i calcari a bassa stratificazione dell'unità geologica MAS (Calcare Massiccio).

Unità B2: rocce stratificate costituite da livelli lapidei sottili alternati a livelli da millimetrici a centimetrici pelitici (livelli lapidei >> 75% dell'ammasso roccioso). I livelli lapidei sovente risultano caratterizzati da bassa resistenza meccanica (resistenza a compressione uniassiale 3–25 kPa). Sono riconducibili i materiali delle unità geologiche di DSD (Diaspri), LIM (Calcare Selcifero di Limano); RSA (Rosso Ammonitico), APT (Calcari ad Aptici);

Unità B3: Rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei sottili (> 75%), da centimetrici a decimetrici e livelli pelitici sottili da millimetrici a centimetrici. I livelli lapidei e pelitici risultano spesso fratturati e perciò caratterizzati da bassa resistenza meccanica (resistenza a compressione uniassiale 3–25 kPa) alla scala del singolo strato ma non dell'intero affioramento. Sono associabili i litotipi delle unità geologiche RET (Calcari a Rhaetavicula Contorta), MAC (Macigno) e dei membri della Scaglia Toscana (STO3 – Calcareniti di Montegrossi e STO4 – Calcareniti di Dudda)

Unità B3.r5/6: rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei sottili (> 75% dell'ammasso), da centimetrici a decimetrici e livelli pelitici sottili da millimetrici a centimetrici, caratterizzati da bassa resistenza meccanica (resistenza a compressione uniassiale 3–25 kPa) alla scala del singolo strato ma non dell'intero affioramento. Sono riconducibili i calcari del villafranchiano (unità VILd);

Unità B4: rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei sottili (> 25%, < 75%) e livelli pelitici sottili da millimetrici a centimetrici, caratterizzati da bassa resistenza meccanica (resistenza a compressione uniassiale 3–25 kPa) alla scala del singolo strato ma non dell'intero affioramento. Sono riconducibili gli ammassi rocciosi delle unità STO (Scaglia Toscana), MAI (Maiolica), POD (Marne a Posidonomya), STO1 (Membro delle Argilliti di Brolio), STO2 (Membro delle Marne di Sugame), MACb (Membro del Macigno – Arenarie Zonate);

UNITA' LITOLOGICO-TENCICA C

Unità C2.r7: rocce deboli costituite da materiali granulari cementati o sub-cementati. Si tratta di conglomerati e brecce matrice-sostenuti, spesso debolmente cementati, la cui resistenza meccanica risulta bassa (resistenza a compressione uniassiale 1–3 kPa). Sono compresi i depositi calcareniti e calciruditici dei calcari organogeni riconducibili all'unità PLIc e i depositi marini conglomeratici dell'unità PLIb.

UNITA' LITOLOGICO-TENCICA E

Unità E1/E2.a1.t2: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da ciottoli e blocchi (elementi lapidei di dimensioni mediamente > 60 mm) con ghiaia (elementi lapidei di dimensioni mediamente tra 2 e 60 mm), con presenza di frazione sabbiosa. Si presentano generalmente addensati (Nspt 30 – 50). Sono compresi i conglomerati e ciottolami poligenici villafranchiani dell'unità geologica VILa;

Unità E1/E2.a4: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da blocchi e detrito grossolano (elementi lapidei di dimensioni mediamente > 60 mm) con matrice detritica più fine (elementi lapidei spigolosi di dimensioni mediamente tra 2 e 60 mm). Si presentano generalmente sciolti (Nspt < 4). Sono riconducibili i riporti antropici individuati all'interno del territorio comunale;

Unità E2.a1/2.t2: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da ghiaie e detrito (elementi lapidei di dimensioni mediamente tra 2 e 60 mm spesso di origine organogena), con presenza di frazione sabbiosa. Si presentano da addensati a moderatamente addensati (Nspt 10 – 50). Ne fanno parte i calcari detritici organogeni dell'unità geologica FAAi;

Unità E2/E3.a1: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da ghiaie, detrito (elementi lapidei di dimensioni mediamente tra 2 e 60 mm) e sabbia (elementi lapidei di dimensioni comprese tra 2 mm e 0,06 mm). Si presentano generalmente addensati (Nspt 30 – 50) e debolmente cementati da fluidi carbonatici di origine termale. E' riconducibile ai travertini continentali dell'unità F1b;

Unità E3.a1/2.t3: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da sabbie (elementi lapidei di dimensioni mediamente tra 2 e 0,06 mm), con presenza di frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno. Si presentano da addensate a moderatamente addensate (Nspt 10 – 50). E' riconducibile ai depositi sabbioso-limosi pliocenici dell'unità geologica PLIs;

Unità E3.a3.t1/3: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da sabbie (elementi lapidei di dimensioni mediamente tra 2 e 0,06 mm), con presenza di frammenti di dimensioni maggiori (ghiaie) e frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno. Si presentano poco addensate (Nspt 4 – 10). Sono compresi i depositi eluvio-colluviali (b2a) e i depositi alluvionali terrazzati pleistocenici (bnb). Inoltre si è ritenuto significativo comprendere anche una porzione dell'unità PLIs affiorante sul quadrante nord, che risulta talora cartografata a livello di CARG (ma non del Continuum) come unità PLI_i2 (Sabbie di San Bernardino – Subsistema di Sinalunga), caratterizzata da una granulometria talora maggiore rispetto a quella media delle sabbie e arenarie gialle.

Unità E3.a4.t1/3: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da sabbie (elementi lapidei di dimensioni mediamente tra 2 e 0,06 mm), con presenza di frammenti di dimensioni maggiori (ghiaie) e frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno. Si presentano generalmente sciolte (Nspt < 4). Sono riconducibili ai depositi alluvionali attuali (b), ai depositi di versante (aa) e ad alcune coltri di frana localizzate generalmente all'interno del dominio delle sabbie e arenarie gialle.

Unità E3.a4.t3: materiali granulari non cementati o poco cementati, costituiti da sabbie (elementi lapidei di dimensioni mediamente tra 2 e 0,06 mm), con presenza di frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno. Si presentano generalmente sciolte (Nspt < 4). Sono riconducibili a riporti antropici caratterizzati da granulometrie medio-fini (generalmente rilevati di ritenuta per bacini idrici).

UNITA' LITOLOGICO–TENCICA F

Unità F1.s.5/6.t2: materiali con consistenza limitata o nulla, costituiti prevalentemente da limi (granulometria $< 0,06$ mm), talora con presenza di frazione sabbiosa, da poco consistenti a privi di consistenza. Sono comprese generalmente coltri di frana originatesi da un substrato pliocenico a sabbie e arenarie gialle o di comunque da depositi a tessitura medio–grossolana, nonché dalle formazioni litoidi facenti parte della Falda Toscana.

Unità F1.t2/4: materiali con consistenza limitata o nulla, costituiti prevalentemente da limi (granulometria $< 0,06$ mm), con presenza di frazione sabbiosa e talora di materiale torboso. Sono riconducibili i depositi villafranchiani prevalentemente argillosi con resti di materiali lignitiferi dell'unità geologica VILc;

Unità F1/F2.s5/6: materiali con consistenza limitata o nulla, costituiti da limi e argille (granulometria $0,06$ mm e $1/16$ mm), da poco consistenti a privi di consistenza. Comprende le coltri di frana generalmente prodotte da alterazione dei depositi limoso–argillosi pliocenici dell'unità FAA;

Unità F2.s3/4: materiali con consistenza limitata o nulla, costituiti prevalentemente da argille (granulometria $< 1/16$ mm), da poco consistenti a prive di consistenza. E' associabile ai depositi limoso–argillosi pliocenici dell'unità FAA (argille e argille siltose grigio–azzurre);

Unità F2.s3/4.t2: materiali con consistenza limitata o nulla, costituiti prevalentemente da argille (granulometria $< 1/16$ mm) con presenza di frazione sabbiosa, da poco consistenti a prive di consistenza. Comprende le coltri di frana originatesi da depositi argilloso–sabbiosi, ipoteticamente riconducibili all'unità FAAb (argille sabbiose, limi e argille siltose con intercalazioni sabbiose con fossili marini di età pliocenica).

4.3.1 Aspetti litologico–tecnici UTOE di Trequanda

In corrispondenza dell'abitato di Trequanda (vedi tavola 3.a) si riscontra la presenza di unità litotecniche riconducibili principalmente a:

- Unità B1: è riconducibile alla formazione del Calcere Massiccio (unità geologica MAS) che affiora su buona parte della dorsale su cui si sviluppa l'abitato di Trequanda;
- Unità B2: rocce stratificate costituite da livelli lapidei sottili alternati a livelli da millimetrici a centimetrici pelitici (livelli lapidei >> 75% dell'ammasso roccioso). I livelli lapidei sovente risultano caratterizzati da bassa resistenza meccanica (resistenza a compressione uniassiale 3–25 kPa). Sono riconducibili i materiali delle unità geologiche di DSD (Diaspri), LIM (Calcere Selcifero di Limano); RSA (Rosso Ammonitico), APT (Calcari ad Aptici) affioranti al piede del versante nord-est di Trequanda;
- Unità B3: è riconducibile alla formazione del Calcere a Rhaetavicula affiorante a sud dell'abitato di Trequanda (unità geologica RET), maggiormente stratificato e talora alterato rispetto al Calcere Massiccio e Calcere di Limano;
- Unità B4: è riconducibile alla formazione delle Marne a Posidomya;
- Unità E3.a4.t1/3: è riconducibile alle coltri detritiche dei depositi di versante, di natura medio-grossolana, prodotte dall'alterazione del substrato lapideo affiorante, nonché a locali depositi su corpi d'acqua superficiali;
- E3.a4.t3: è riconducibile ai terreni di riporto presenti in corrispondenza delle lottizzazioni già esistenti (ex-Salumificio Angelini) e in corrispondenza del cimitero comunale;
- E2.a1/2.t2: è riconducibile ai depositi organogeni sub-cementati/cementati della formazione FAaI che nell'area valliva di Trequanda risultano generalmente sub-cementati e molto alterati a costituire terreni sciolti permeabili;
- E3.a1/2.t3: è riconducibile ai depositi sabbioso-limosa talora sub-cementati della formazione delle sabbie plioceniche (unità PLIs);
- F1.s5/6.t2: associabile alle coltri di frana esistenti lungo i versanti in cui affiorano depositi medio-grossolani, spesso costituite da materiali a granulometria media in quanto generate dall'alterazione dei depositi sabbiosi del pliocene o dai calcari del villafranchiano;
- F1/F2.s5/6: associabile alle coltri di frana esistenti lungo i versanti in cui affiorano le argille plioceniche (unità geologica FAa), rappresentate da materiali con consistenza limitata o nulla, costituiti da limi e argille (granulometria 0,06 mm e 1/16 mm), da poco consistenti a privi di consistenza;
- F2.s3/4: Materiali con consistenza limitata o nulla, costituiti prevalentemente da argille (granulometria < 1/16 mm), da poco consistenti a prive di consistenza

Altrove sono state cartografate sottunità della Unità litologico-tecnica E per la presenza di depositi eluvio-colluviali o di depositi pleistocenici, nonché sottunità della classe F come in corrispondenza della zona artigianale di Pian delle Fonti, dove è stata cartografata l'unità litologico-tecnica F2.s3/4 laddove affiora l'unità delle argille azzurre (unità geologica FAA). Inoltre sono state mappate coltri detritiche di versante soggette a movimenti lenti (creep). Si sottolinea come a seguito di analisi delle condizioni lito-stratigrafiche e idrogeologiche emerse dai dati di base di alcuni interventi pregressi, realizzati in corrispondenza dell'area artigianale di Pian delle Fonti, si sia scelto di cartografare dapprima nella carta geologica la presenza di depositi afferenti all'unità geologica FAAi (calcarei organogeni) e successivamente l'unità litotecnica

4.3.2 Aspetti litologico-tecnici UTOE di Petroio

In corrispondenza dell'abitato di Petroio (vedi tavola 3.b) si riscontra la presenza principalmente delle seguenti unità litotecniche:

- Unità B1: è riconducibile alla formazione del Calcare Massiccio (unità geologica MAS) che affiora su buona parte dell'area valliva su cui si sviluppa l'edificato recente di Petroio e lungo le zone collinari su cui sorge il centro storico di Petroio, nonché in zone limitrofe;
- Unità B3: è riconducibile alla formazione del RETICO (unità geologica RET) che affiora lungo il fianco est dell'area valliva su cui si sviluppa l'edificato recente di Petroio e lungo le zone collinari presenti ad ovest del centro storico di Petroio;
- Unità B3.r5/6: è riconducibile ai calcari di origine continentale villafranchiani affioranti su alcune porzioni delle zone collinari circostanti Petroio, la cui resistenza meccanica però risulta piuttosto tenue;
- Unità C2.r7: rocce deboli costituite da materiali granulari cementati o sub-cementati. Si tratta di conglomerati e brecce matrice-sostenuti, spesso debolmente cementati, la cui resistenza meccanica risulta bassa (resistenza a compressione uniassiale 1–3 kPa). Sono compresi i depositi calcareniti e calciruditici dei calcari organogeni riconducibili all'unità PLLc affioranti in loc. Madonnino dei Monti;
- Unità E3.a4.t1/3: è riconducibile alle coltri detritiche dei depositi di versante, di natura medio-grossolana, prodotte dall'alterazione del substrato lapideo affiorante o dei calcari villafranchiani;

- Unità E3.a3.t1/3: è riconducibile alle coltri detritiche dei depositi eluvio–colluviali, presenti abbondantemente nella zona valliva di Petroio e all’interno delle vallecicole laterali;
- E3.a1/2.t3: è riconducibile ai depositi sabbioso–limosa talora sub–cementati della formazione delle sabbie plioceniche (unità PLIs);
- E1/E2.a4: riconducibile ai materiali di scavo o di riporto della cava presente in loc. Madonnino dei Monti;
- F1.s5/6.t2: associabile alle coltri di frana esistenti lungo i versanti, spesso costituite da materiali a granulometria media in quanto generate dall’alterazione dei depositi sabbiosi del pliocene o dai calcari del villafranchiano.

Più esternamente all’abitato si riscontrano materiali riconducibili alle unità litologico–tecniche E1/E2.a1.t2, E2.a1/2.t2, E3.a4.t3, riconducibili a depositi sabbioso–limosi pleistocenici e a terreni di riporto di invasi collinari.

4.3.3 Aspetti litologico–tecnici UTOE di Castelmuzio

In corrispondenza dell’abitato di Castelmuzio (vedi tavola 3.c) si riscontra la presenza principalmente delle seguenti unità litologico–tecniche:

- E3.a1/2.t3: è riconducibile ai depositi sabbioso–limosa talora sub–cementati della formazione delle sabbie plioceniche (unità PLIs)
- Unità E3.a3.t1/3: è riconducibile alle coltri detritiche dei depositi eluvio–colluviali, presenti abbondantemente nella zona valliva di Petroio e all’interno delle vallecicole laterali;

Al di fuori del territorio urbanizzato si riscontra la presenza delle unità B1 e B3 riconducibili al substrato lapideo delle unità MAS e RET. Inoltre lungo i versanti si ritrovano coltri detritiche franose riconducibili all’unità litologico–tecnica F1.s5/6.t2. Nei fondovalle a nord di Castelmuzio sono presenti depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati associabili rispettivamente alle unità litologico–tecniche a E3.a4.t1/3 e E3.a3.t1/3.

4.4 Aspetti idrogeologici

Relativamente agli aspetti idrogeologici, facendo riferimento alla associazione del grado di permeabilità con ciascuna unità litologico–tecnica discriminata e suddividendo le stesse in unità idrogeologiche, è stata redatta la carta idrogeologica su tutto il territorio comunale in scala

1:10.000 (vedi tavola G.5, quadranti nord e sud). La mappatura delle unità idrogeologiche è stata realizzata anche a scala di dettaglio (1:2.000) in corrispondenza dei centri urbani oggetto di approfondimento per il Piano Operativo (abitati di Trequanda, Petroio e Castelmuzio).

Il presente tematismo è stato redatto tenendo conto anche dello studio di caratterizzazione idrogeologica e vulnerabilità degli acquiferi prodotto a livello di PTCP.

La suddivisione generale del territorio comunale in unità idrogeologiche considerata ai fini della redazione della carta idrogeologica è la seguente:

UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MOLTO-ELEVATA (MoE)

Comprende materiali sciolti medio-grossolani con poca matrice fine (prevalenza granulometrie comprese tra 2 e 0,06 mm, riconducibili a ghiaia, detrito e sabbia), caratterizzati da valori elevati di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità prossimi a 10^{-3} m/s. Sono riconducibili depositi alluvionali attuali, recenti terrazzati e non terrazzati, depositi di versante originatisi da substrato litoide calcareo/o da unità conglomerati che, depositi antropici prodotti da attività di cava (h3).

UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' ELEVATA (E)

Comprende materiali sciolti medio-grossolani (granulometrie comprese prevalentemente tra >60 mm e 0,06 mm, riconducibili a ciottoli e/o detrito grossolano, ghiaia e/o detrito fine, sabbia), caratterizzati da valori elevati di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità compresi tra circa 10^{-4} e circa 10^{-3} m/s. Sono riconducibili depositi eluvio-colluviali e depositi di versante provenienti da unità geologiche rocciose prevalentemente calcaree e da unità deposizionali a tessitura medio-grossolana, nonché depositi alluvionali terrazzati pleistocenici. Sono riconducibili, inoltre, le unità litoidi a macroporosità per fessurazione di natura prevalentemente carbonatica, più o meno stratificate (Calcare Massiccio in primis).

UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIO-ELEVATA (MeE)

Comprende materiali sciolti prevalentemente medi (granulometrie comprese prevalentemente tra 2 mm e 0,06 mm, riconducibili a sabbie e limi), caratterizzati da valori medio-elevati di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità compresi tra circa 10^{-5} e circa 10^{-4} m/s. Sono riconducibili coltri di frana e coltri di versante in generale originatisi su unità

geologiche costituite da materiali limoso–sabbiosi e talora ghiaiosi (permeabilità per porosità primaria).

Sono riconducibili, inoltre, terreni di riporto (h5) le unità litoidi dei flysch arenaceo–siltitici (es. Macigno, Membro Calcareni di Dudda) e gli ammassi rocciosi del Calcere a Raetavicula caratterizzate da macroporosità per fessurazione (porosità secondaria).

UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIA (M)

Comprende materiali da mediamente addensati ad addensati o consistenti/molto consistenti riconducibili alle unità litologiche sabbioso–limoso–argillose facenti parte dell'unità delle argille azzurre plioceniche e dei depositi pliocenici sabbioso–limosi (unità PLIs), con granulometrie comprese prevalentemente tra 2 mm e 1/16 mm e caratterizzati da valori medi di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità compresi tra circa 10^{-6} e circa 10^{-5} m/s. Sono riconducibili inoltre le unità litoidi a composizione prevalentemente siltitica–argillitica e/o marnosa della Falda Toscana (es. Scaglia Toscana, Diaspri, Marne a Posydonomia), caratterizzate da permeabilità media per fessurazione (porosità secondaria).

UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIO–BASSA (MB)

Comprende materiali generalmente sciolti o poco consistenti/inconsistenti, rappresentativi delle coltri di frana e/o di versante e/o eluvio–colluviali generate nelle zone di affioramento dei depositi argillosi marini delle Argille Azzurre. Sono associabili granulometrie comprese prevalentemente tra 2 mm e 1/16 mm) e valori medio–bassi di permeabilità per porosità primaria (circa 10^{-7} e circa 10^{-6} m/s).

UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' BASSA (B)

Comprende materiali generalmente da consistenti a molto consistenti riconducibili ai depositi limoso–argillosi dell'unità delle Argille e argille siltose grigio–azzurre (FAA). Sono associabili granulometrie prevalentemente tra 0,06 mm e 1/16 mm) e valori bassi di permeabilità per porosità primaria (generalmente $<10^{-7}$ m/s).

4.4.1 Aspetti idrogeologici UTOE di Trequanda

All'interno dell'areale afferente all'abitato di Trequanda sono individuabili le seguenti principali unità idrogeologiche:

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MOLTO-ELEVATA (MoE)

Riconducibile ai depositi di versante grossolani affioranti abbondantemente in corrispondenza dell'abitato di Trequanda e lungo i versanti delimitanti a nord il centro storico della stessa cittadina;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' ELEVATA (E)

Comprende i materiali litoidi del Calcare Massiccio presente al nucleo della dorsale morfologica su cui si sviluppa l'abitato di Trequanda. Sono compresi inoltre i depositi eluvio-colluviali affioranti nei fondovalle circostanti l'area di studio;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIO-ELEVATA (MeE)

E' riconducibile alle coltri di frana presenti lungo i versanti, prodotte dall'alterazione di materiali permeabili quali ammassi rocciosi e depositi sabbiosi pliocenici;

Nelle aree esterne all'abitato di Trequanda e nella porzione di territorio riconducibile all'area artigianale di Pian delle Fonti e versanti circostanti, sono state mappate le seguenti unità:

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIA (M)

E' associabile ai depositi sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi pliocenici affioranti lungo i versanti circostanti Trequanda e l'area artigianale; sulla scorta di dati acquisiti sulla zona dell'area artigianale di Pian delle Fonti, in particolare su indagini pregresse realizzate in vicinanza del laghetto e dei dati pregressi relativi a perforazioni di pozzi in loco, si ritiene che una porzione dei depositi argillosi presenti nella zona a ridosso del laghetto presenti condizioni di permeabilità media, vista la presenza comunque della sorgiva naturale che alimenta lo stesso laghetto e i pozzi esistenti;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIO-BASSA (MB)

Sono riconducibili le coltri franose originatesi da substrato argilloso pliocenico;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' BASSA (B)

Rappresenta le zone di affioramento dell'unità geologica delle Argille e argille siltose grigio–azzurre (FAA), facente da unità di riferimento per il sito dell'area artigianale.

Si ricorda che proprio in corrispondenza dell'area artigianale è presente un piccolo laghetto le cui acque di accumulo scaturiscono da una sorgiva presente in corrispondenza dello stesso laghetto, prodotta probabilmente per la presenza nei sottostanti depositi organogeni (formazione delle argille azzurre) di acqua di falda la quale incontrando il substrato (limite impermeabile) tende ad emergere.

Si ricorda inoltre la presenza a sud–est di Trequanda di due pozzi ad uso idropotabile pubblici in cui è segnalata opportunamente la zona di rispetto con raggio di 200 m.

4.4.2 Aspetti idrogeologici UTOE di Petroio

All'interno dell'areale di Petroio si registra la prevalenza di unità idrogeologiche a permeabilità elevata, riconducibili sia a litotipi rocciosi che detritici.

In particolare in corrispondenza di Petroio e in un congruo intorno significativo ai fini del Piano operativo, sono state mappate le seguenti unità idrogeologiche:

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MOLTO–ELEVATA (MoE)

Riconducibile ai depositi di versante grossolani affioranti abbondantemente in corrispondenza dell'abitato di Petroio e lungo i versanti presenti a nord dell'area urbanizzata;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' ELEVATA (E)

Comprende sia materiali litoidi riconducibili al Calcare Massiccio e al Calcare a Rhaetavicula, nonché all'unità dei calcari del villafranchiano, alle coltri detritiche eluvio–colluviali e alle coltri interessate da soil creep prodotte da alterazione su unità permeabili;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIO–ELEVATA (MeE)

E' riconducibile alle coltri di frana presenti lungo i versanti, prodotte dall'alterazione di materiali permeabili quali ammassi rocciosi e depositi sabbiosi pliocenici;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIA (M)

E' associabile ai depositi sabbioso–limosi e sabbioso–argillosi pliocenici affioranti lungo i versanti circostanti l'areale urbanizzato.

Si ricorda la presenza di una sorgente ad uso pubblico ad est del centro storico di Petroio.

4.4.3 Aspetti idrogeologici UTOE di Castelmuzio

All'interno dell'areale di Castelmuzio si registra la prevalenza di unità idrogeologiche a permeabilità media per presenza prevalente dei depositi sabbiosi pliocenici dell'unità geologica PLIs.

In particolare in corrispondenza di Castelmuzio e in un congruo intorno significativo ai fini del Piano Operativo, sono state mappate le seguenti unità idrogeologiche:

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MOLTO-ELEVATA (MoE)

Riconducibile ai depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati presenti a valle dell'abitato di Castelmuzio affioranti abbondantemente in corrispondenza dell'abitato di Petroio e lungo i versanti presenti a nord dell'area urbanizzata;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' ELEVATA (E)

Comprende i materiali litoidi riconducibili al Calcare Massiccio e al Calcare a Rhaetavicula, affioranti ad est di Castelmuzio;

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIO-ELEVATA (MeE)

E' riconducibile alle coltri di frana presenti lungo i versanti circostanti Castelmuzio.

– UNITA' IDROGEOLOGICA A PERMEABILITA' MEDIA (M)

E' associabile ai depositi sabbioso-limosi pliocenici presenti al nucleo della dorsale su cui è presente l'abitato di Castelmuzio.

4.4.4 Censimento punti d'acqua

All'interno della carta idrogeologica sono stati riportati i seguenti ulteriori elementi idrogeologici:

- Pozzo ad uso acquedottistico
- Pozzo ad uso domestico e/o con altro uso, per il quale è stata riportata l'eventuale misura delle profondità da p.c. della superficie piezometrica (letture riferite ad un intervallo temporale compreso tra 2003 e 2017)
- Sorgenti ad uso acquedottistico
- Sorgenti naturali

In corrispondenza dei pozzi e delle sorgenti utilizzate a scopo acquedottistico, sono state tracciate le zone di rispetto rappresentate da un cerchio con raggio pari a 200 m incentrato sugli stessi

elementi idrogeologici ad uso pubblico. Una zona di rispetto è stata tracciata anche per una sorgente antica ad uso termale presente ad ovest dell'abitato di Castelmuzio.

Infine, a completamento del quadro idrogeologico, sono stati rappresentati i laghi esistenti negli areali di studio e il reticolo idrografico.

Di seguito si riportano in forma tabellare i punti d'acqua censiti nel precedente aggiornamento del Regolamento Urbanistico (2010) afferenti a tutto il territorio comunale di Trequanda.

N° Progr	EST	NORD	QUOTA (s.l.m.)	LOCALITA'	TIPO	PROFONDITA'	LIVELLO STATICO
13	1713831,9773	4785266,7573	362,00	v.P.Petreto	Romano	0,0	1,0
14	1718247,9654	4784861,7538	432,00	P.Casale	Romano	0,0	0,5
19	1718958,5333	4784750,6395	411,00	P.Gugliano	Romano	6,0	1,2
21	1718725,4348	4784238,1449	422,00	P.Poderuccio	Romano	0,0	1,9
24	1719305,3383	4782457,2753	490,00	P.S.Stefano	Romano	0,0	1,0
25	1719794,0374	4784375,8419	402,00	San Clemente	Romano	0,0	1,1
27	1719458,3084	4785436,9710	405,00	P.Elatera	Battuto	70,0	5,5
29	1719021,9412	4783292,1698	495,00	P.Oppe	Romano	0,0	1,1
32	1720180,4881	4784698,6892	405,00	P.Miciano	Romano	0,0	1,5
33	1717377,1105	4786865,2283	470,00	Poggio Adorno	Battuto	60,0	40,0
34	1717365,8390	4787448,9299	460,00	P.Capanne	Romano	0,0	0,5
35	1718187,8518	4787676,7748	450,00	P.Romitorio	Battuto	40,0	5,0
38	1717897,2087	4788903,7557	492,00	P.Fornoli	Battuto	50,0	7,0
39	1717906,8699	4788867,5259	492,00	P.Fornoli	Battuto	26,0	6,0
40	1717910,8904	4788776,5490	495,00	P.Fornoli	Battuto	30,0	6,0
41	1718021,1949	4789048,6747	510,00	P.Fornoli	Battuto	37,0	6,0
47	1717960,8120	4789350,5893	512,00	L'imbocco	Battuto	0,0	1,0
55	1717445,5444	4789288,5961	462,00	L'Albergo	Romano	0,0	1,3
57	1718753,8410	4786638,9937	430,00	P.Giuncheto	Battuto	38,0	21,0
58	1720075,0193	4786749,2931	363,00	P.Le Macchie	Romano	9,0	0,6
59	1717475,3334	4785594,7717	405,00	Trequanda	Romano	3,0	1,8
60	1717637,1596	4785467,5651	409,00	Trequanda	Battuto	25,0	2,3
61	1717805,4266	4786061,7330	442,00	P.Castagnolo	Romano	23,0	18,0
63	1714473,8998	4786008,9986	309,00	Fornace	Romano	0,0	2,7
64	1717352,9573	4784685,4050	451,00	P.Poggiolo	Romano	0,0	3,0
65	1716526,1139	4776650,4513	381,00	P.Casalavia	Battuto	30,0	20,0
66	1716522,8935	4776755,1151	369,00	P.Casalavia	Battuto	20,0	10,0
67	1716771,6711	4776069,9702	352,00	P.San Polo	Battuto	35,0	21,0
68	1717341,7560	4776730,1568	349,00	P.Vaianello	Battuto	35,0	19,0
69	1717371,4747	4777650,3925	390,00	P.Pecorile	Battuto	0,0	25,0
70	1717219,3098	4777646,3669	402,00	P.Pecorile	Battuto	0,0	30,0
72	1717138,7992	4777766,3277	389,00	P.Pecorile	Battuto	0,0	20,0
73	1718320,6942	4777375,0464	410,00	P.Sant'Ambrogio	Romano	7,0	0,0
74	1718374,6363	4777516,7449	403,00	P.Sant'Ambrogio	Romano	5,0	2,0
75	1715874,7835	4779549,6365	317,00	P.Colombaiolo	Battuto	26,0	3,0
76	1715896,5213	4779613,2399	318,00	P.Colombaiolo	Battuto	30,0	3,5
77	1716149,7270	4779431,2860	320,00	P.Colombaiolo	Battuto	40,0	6,0
78	1720003,7674	4782618,6990	483,00	P.Santa Maria	Romano	50,0	30,0

Tab. 1: Pozzi a controllo diretto

N°	EST	NORD	QUOTA (s.l.m.)	LOCALITA'	PROF	DIAM	LIV. STATIC O	PRAT. GENIO	ANNO COSTR.
1	1717261,5244	4786409,9912	447,00	P. Casotto	50,0	200,00	50,00	4406_96	26041996
2	1717046,0388	4785358,1448	398,00	P. Il Piano	27,0	350,00	25,00	4777_90	29091990
3	1717488,6844	4785557,0233	410,00	Trequanda	29,0	200,00	-	-	09091991
4	1720014,6363	4782642,0470	488,00	P. S. Maria	28,0	200,00	22,00	435_93	15011993
5	1720020,2721	4777969,6168	448,00	P. Zampugna	75,0	200,00	65,00	1564_99	06021999
6	1718038,9073	4788212,1700	480,00	P. Collalto	50,0	200,00	40,00	-	16061994
7	1718486,9482	4780095,1468	434,00	Petroio	-	-	-	19568_94	-
8	1717847,2279	4788852,8466	457,00	P. Fornoli	55,0	200,00	20,00	17435_94	06101994
9	1717232,7555	4777694,8598	401,00	P. Pecorile	55,0	200,00	42,00	-	11121995
10	1718025,7250	4777528,4117	414,00	P. Bernarda	102,0	200,00	68,00	504_2000	15012000
11	1716947,2471	4780646,5906	452,00	P. Calcina	50,0	200,00	45,00	12741_95	-
12	1717200,3399	4776847,3043	375,00	P. S. Giuseppe	-	-	-	7147_92	-
13	1717662,6644	4777795,0966	404,00	P. Chiantenano	90,0	200,00	65,00	14602_94	-
14	1717359,1843	4786849,9353	470,00	Poggio. Adorno	64,0	180,00	-	8127_94	15031985
15	1717791,5419	4780973,9555	536,00	P. Smiraglio	-	1000,0	-	9182_94	-
16	1716912,8549	4780148,6948	408,00	P. La Chiusa	3,0	300,00	-	9482_94	00001983
17	1717899,0462	4788813,0443	487,10	P. Fornoli	78,0	200,00	-	9728_94	00001984
18	1715950,9811	4787147,8949	373,00	P. Sorbo	27,0	200,00	-	9809_94	00001973
19	1716609,1005	4777128,8692	390,00	P. Torrenieri	10,0	200,00	-	-	00001973
20	1717975,0189	4789032,0238	495,00	P. Fornoli	30,0	20,00	-	-	-
21	1714531,0859	4785124,6260	397,00	Loc. Pozzolo	36,0	800,00	-	10290_94	00001960
22	1718723,9663	4784209,8673	426,00	P. Poderuccio	10,0	150,00	-	11737_94	00001980
23	1720694,2176	4781677,2313	544,00	P. Cignella	24,0	400,00	-	11532_94	00001960
24	1716261,3746	4779845,1980	415,00	P. Casa Nuova	10,0	20,00	-	13768_94	-
25	1718233,2383	4788469,2429	500,00	P. Collalto	39,0	250,00	-	12558_94	00001975
26	1717415,2146	4785767,4764	409,00	Trequanda	32,0	400,00	-	-	00001974
27	1717128,8777	4785241,8483	403,00	P. Il Piano	27,0	1000,0	-	14296_94	00001977
28	1715609,4899	4780646,5612	398,00	San Giuseppe	6,0	200,00	-	-	00001989
30	1715311,1168	4779569,7975	310,00	P. Estia	46,0	200,00	-	13865_94	00001970
31	1716693,1715	4776682,5230	384,00	P. Casa la via	85,0	1000,0	-	-	00001934
32	1716004,0135	4780230,5416	424,00	Mad. Rovinata	6,0	250,00	-	14816_94	00000180
33	1717515,4680	4785574,3339	411,90	P. Casino	20,0	1000,0	-	14785_94	00001983
34	1717014,8844	4781183,3951	465,00	P. Digioni	3,0	150,00	-	15769_94	00001978
35	1718568,4573	4787404,5651	483,00	P. Meleta	50,0	150,00	-	15652_94	00001976
36	1716545,7663	4785279,4396	400,00	Poggio Adorno	60,0	-	-	-	-
37	1717463,1742	4787008,8812	463,00	Poggio. Adorno	-	-	-	-	-
38	1717466,2816	4785613,7086	406,00	P. Il Piano	-	-	-	15657_94	-
39	1715948,8712	4779993,8227	382,00	Mad. Rovinata	-	200,00	-	16002_94	00001980
40	1718345,1094	4788291,0781	512,00	P. Colle alto	18,0	200,00	-	6452_95	00001974
41	1715926,7206	4785020,8765	350,00	P. Val di Leone	45,0	180,00	-	6451_95	00001980
42	1718746,8811	4780192,4463	452,00	Petroio	12,0	0,00	-	14148_94	-
43	1715896,1085	4779658,7688	300,00	P. Colombaiolo	-	200,00	-	6450_95	00001975
44	1717120,6213	4785482,6804	404,00	P. Valdalta	20,0	-	-	6194_95	00001980
45	1717294,9468	4786120,3080	416,00	P. Gamberaiola	36,0	-	-	15651_94	-
46	1719407,3898	4785480,6149	404,00	P. Elatera	-	300,00	-	15908_94	00001989
47	1717579,2265	4785433,5856	409,00	P. Casino	28,0	300,00	-	9138_95	-
48	1717655,6801	4785380,0165	409,00	P. Casino	-	300,00	-	9138_95	00001984
49	1717243,2981	4786770,7974	468,00	Poggio. Adorno	50,0	-	-	-	-
50	1719018,7303	4783261,8794	497,40	P. Oppi	-	-	-	-	-
52	1718987,7631	4784731,0103	413,00	P. Gugliano	-	-	-	-	-

Tab. 2: Pozzi denunciati al Genio Civile di Siena

N° progr.	EST	NORD	QUOTA	TIPO
19	1717050,3779	4779747,5626	345,00	pozzo romano
21	1717201,5611	4781376,9820	460,00	pozzo battuto
23	1718776,5138	4781271,1029	498,00	Pozzo Cigaf
25	1716753,6107	4783648,8030	422,00	Pozzo romano
26	1717099,7542	4783227,8315	408,00	Pozzo battuto
27	1718834,5438	4783815,2573	459,00	Pozzo sorgente
36	1717494,7650	4789303,1581	369,00	Pozzo battuto
40	1718215,0488	4781394,7983	485,00	Pozzo Cigaf
41	1718148,8743	4781235,9795	475,00	Pozzo Cigaf
44	1715920,3213	4779617,2498	330,00	Pozzo romano
79	1716790,9200	4784692,7410	401,80	Pozzo Cigaf
80	1716466,2000	4784928,2930	376,00	Pozzo Cigaf

Tab. 3: Pozzi individuati da pratiche edilizie comunali (dati Amministrazione Comunale)

N° Progr.	EST	NORD	QUOTA
1	1717879,4964	4778652,7489	336,00
2	1718214,4203	4779090,7263	364,80
3	1718837,5720	4780046,3867	370,00
4	1718934,9898	4780744,4132	363,00
5	1720733,5956	4780853,9075	539,00
6	1720008,1955	4781649,3519	472,00
7	1720358,0139	4781268,5369	481,00
8	1719932,5156	4782782,5380	460,00
9	1720424,4351	4779529,1063	430,00
10	1717038,1610	4777736,5388	400,00
11	1718300,5666	4777069,9113	380,60
12	1717595,2941	4778522,3218	328,20
13	1716011,6514	4778302,5280	395,00
14	1716631,5827	4778844,3640	325,00
15	1716580,0560	4778979,6218	315,00
16	1716705,6524	4779303,2742	318,00
17	1716219,3687	4779463,4902	320,00
18	1717955,1763	4779779,8967	401,00
20	1717744,1919	4780874,0560	538,00
22	1718183,9977	4782060,1063	485,00
24	1712863,5691	4784681,6340	334,90
28	1721840,3924	4782914,7753	325,00
29	1720863,0462	4784876,5942	308,00
30	1720254,7500	4785698,6849	299,00
31	1717447,9338	4785529,1764	408,00
32	1717873,9957	4785141,2921	407,00
33	1718514,3611	4786509,5768	420,00
34	1718990,8173	4787007,4126	412,00
35	1717910,1371	4789266,5077	495,00
37	1713329,3357	4784006,1452	300,00
38	1717584,8641	4784418,4631	437,40
39	1718004,8175	4780839,4416	495,00
42	1715690,7467	4780349,2414	425,00
43	1716059,2877	4780124,7572	410,00

Tab. 4: Sorgenti censite con dati da Amministrazione Comunale

Località	Coord. X	Coord. Y	Profondità (m da p.c.)	Liv. Piezometrico (m da p.c.)
Preselle	1714634.25	4786278.94	75	40
Pod. Collalto	1718273.52	4788267.07	–	–
Pod. Sorbo	1716022.83	4786894.02	70 (?)	–
Pod. Oliveto	1712898.79	4785018.23	–	15
P. La Casella – Trequanda	1715027.76	4784734.07	100	–
Pod. Il Varco	1715625.5	4783682.64	–	–
Pod. San Pietro ai Monti	1718661.6	4782602.87	150	20
Pod. Le Capanne	1721670.22	4783151.25	–	–
Petroio	1718729.21	4780399.52	–	–
Pod. Carraia – Petroio	1718210.88	4779969.12	–	–
Pod. Ebbi – Castelmuzio	1717823.56	4779886.14	100	–
Pod. Casa La Vigna	1717308.26	4779524.81	150	–
La Pieve – Castelmuzio	1715686.29	4780324.00	–	–
Pod. Tomba – Castelmuzio	1716028.58	4780059.04	–	–
Pod. San Pellegrino	1716272.52	4779260.98	70 (?)	8
Pod. Torrenieri	1716449.7	4777097.16	80	10
Pod. Casalavia	1716609.86	4776579.61	102	70
La Palazzina	1719746.8	4779028.14	–	–
Pod. Tena	1719526.93	4779310.98	70 (?)	10

Tab. 5: Dati pozzi censiti da dati da Amministrazione Comunale (periodo 2003 – 2017)

A supporto dell'aggiornamento dello strumento urbanistico sono state realizzate alcune misure relative al livello freaticometrico esistente in alcuni pozzi ubicati in prossimità dei territori urbanizzati (vedi tabella 6).

Località	Coord. X	Coord. Y	Profondità (m da p.c.)	Liv. Piezometrico (m da p.c.)
Pian delle Fonti – Falegnameria	1717474.5	4785615.80	8.0	3.0
Pian delle Fonti – Autocarrozzeria	1717488.5	4785557.1	2.5	2.0
Petroio – Via del Pozzarello	1718848.2	4780259.2	18.0	10.2

Tab. 6: Misure della superficie piezometrica su alcuni pozzi degli ambiti urbani di PO (misure agosto 2020)

PRESCRIZIONI

Nel presente documento non si riportano particolari prescrizioni relative allo sfruttamento degli acquiferi superficiali o poco profondi, rimandando alle regolamentazioni provinciali, regionali e nazionali vigenti in materia di tutela della risorsa idrica.

Si ricorda di fare riferimento anche alle norme di PTCP elencate al paragrafo 10.1 della relazione di Disciplina.

Per quanto concerne la realizzazione di pozzi profondi (per profondità > 150 m da p.c.) sia all'interno di territorio urbanizzato che su territorio aperto, si prescrive che qualora si intenda realizzare pozzi per uso domestico o per qualsiasi altro uso, la realizzazione e la relativa richiesta di autorizzazione (nel caso di uso diverso dal domestico) dovrà essere supportata fornendo al comune di Trequanda – Settore Edilizia Privata per conoscenza uno studio idrogeologico approfondito mirato a dimostrare la fattibilità dell'opera dal punto di vista della sostenibilità dello sfruttamento rispetto alla presenza di acquiferi profondi, nonché al rispetto delle prescrizioni da PTCP nei confronti della captazione e sfruttamento di acquiferi termali profondi laddove l'opera ricada all'interno delle zone di Protezione Ambientale tracciate all'interno delle cartografie di vulnerabilità degli acquiferi, così come già definite all'interno del PTCP della provincia di Siena.

4.5 Analisi aspetti di vulnerabilità degli acquiferi

Sulla scorta dei limiti tracciati tra le unità idrogeologiche nell'intero territorio comunale e localmente discriminate dettagliatamente in corrispondenza dei territori urbanizzati (utilizzo dei dati di base afferenti a campagne geognostiche, es. depuratore di Petroio), è stata redatta la carta della vulnerabilità degli acquiferi. La carta è stata prodotta (come per le altre cartografie descritte precedentemente, in scala 1:2.000 per gli interventi di Piano Operativo relativamente agli ambiti urbanizzati di Trequanda, Petroio e Castelmuzio (tavole 5.a, 5.b, 5.c), nonché in scala 1:10.000 per l'intero territorio comunale (tavola G.6), suddividendo lo stesso in due stralci parziali sovrapposti nei quadranti nord e sud.

Le classi di vulnerabilità degli acquiferi distinte ai fini degli studi geologico-tecnici sono:

VULNERABILITA' MOLTO-ELEVATA

Vulnerabilità associata a materiali sciolti medio-grossolani con poca matrice fine (prevalenza granulometrie comprese tra 2 e 0,06 mm, riconducibili a ghiaia, detrito e sabbia), caratterizzati da valori elevati di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità prossimi a 10–3 m/s. Sono riconducibili depositi alluvionali attuali, recenti terrazzati e non terrazzati, depositi di versante originatisi da substrato litoide calcareo e/o da unità conglomeratiche.

VULNERABILITA' ELEVATA

Vulnerabilità associata a materiali sciolti medio-grossolani (granulometrie comprese prevalentemente tra >60 mm e 0,06 mm, riconducibili a ciottoli e/o detrito grossolano, ghiaia e/o detrito fine, sabbia), caratterizzati da valori elevati di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità compresi tra circa 10–4 e circa 10–3 m/s. Sono riconducibili depositi eluvio-colluviali e depositi di versante provenienti da unità geologiche rocciose prevalentemente calcaree e da unità deposizionali a tessitura medio-grossolana, nonché depositi alluvionali terrazzati pleistocenici. Sono riconducibili, inoltre, le unità litoidi a macroporosità per fessurazione di natura prevalentemente carbonatica, più o meno stratificate.

VULNERABILITA' MEDIO-ELEVATA

Vulnerabilità associata a materiali sciolti prevalentemente medi (granulometrie comprese prevalentemente tra 2 mm e 0,06 mm, riconducibili a sabbie e limi), caratterizzati da valori medio-elevati di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità

compresi tra circa 10^{-5} e circa 10^{-4} m/s. Sono riconducibili coltri di frana e coltri di versante in generale originatesi su unità geologiche costituite da materiali limoso-sabbiosi e talora ghiaiosi (permeabilità per porosità primaria). Sono riconducibili, inoltre, le unità litoidi dei flysch arenaceo-siltitici (es. Macigno, Membro Calcareni di Dudda) e gli ammassi rocciosi del Calcare a Raetavicula caratterizzate da macroporosità per fessurazione (porosità secondaria).

VULNERABILITA' MEDIA

Vulnerabilità associata a materiali da mediamente addensati ad addensati o consistenti/molto consistenti riconducibili alle unità litologiche sabbioso-limosoargillose facenti parte dell'unità delle argille azzurre plioceniche granulometrie comprese prevalentemente tra 2 mm e 1/16 mm) caratterizzati da valori medi di permeabilità per porosità primaria. Sono associabili valori di permeabilità compresi tra circa 10^{-6} e circa 10^{-5} m/s. Sono riconducibili inoltre le unità litoidi a composizione prevalentemente siltitica-argillitica e/o marnosa della Falda Toscana (es. Scaglia Toscana, Diaspri, Marne a Posydonomia), caratterizzate da permeabilità media per fessurazione (porosità secondaria).

VULNERABILITA' MEDIO-BASSA

Vulnerabilità associata a materiali generalmente sciolti o poco consistenti o inconsistenti, rappresentativi delle coltri di frana e/o di versante e/o eluvio-colluviali generate nelle zone di affioramento dei depositi argillosi delle Argille Azzurre. Sono associabili granulometrie prevalentemente tra 2 mm e 1/16 mm) e valori medio-bassi di permeabilità per porosità primaria (circa 10^{-7} e circa 10^{-6} m/s).

VULNERABILITA' BASSA

Vulnerabilità associata a materiali generalmente da consistenti a molto consistenti riconducibili ai depositi limoso-argillosi dell'unità delle Argille e argille siltose grigio-azzurre (FAA). Sono associabili granulometrie prevalentemente tra 0,06 mm e 1/16 mm) e valori bassi di permeabilità per porosità primaria (generalmente $<10^{-7}$ m/s).

4.5.1 Aspetti di vulnerabilità degli acquiferi UTOE di Trequanda

All'interno dell'areale di Trequanda sono individuabili le seguenti principali unità idrogeologiche:

– VULNERABILITA' MOLTO–ELEVATA

Riconducibile ai depositi di versante grossolani affioranti abbondantemente in corrispondenza dell'abitato di Trequanda e lungo i versanti delimitanti a nord il centro storico della stessa cittadina;

– VULNERABILITA' ELEVATA

Comprende i materiali litoidi del Calcare Massiccio presente al nucleo della dorsale morfologica su cui si sviluppa l'abitato di Trequanda. Sono compresi inoltre i depositi eluvio–colluviali affioranti nei fondovalle circostanti l'area di studio;

– VULNERABILITA' MEDIO–ELEVATA

E' riconducibile alle coltri di frana presenti lungo i versanti, prodotte dall'alterazione di materiali permeabili quali ammassi rocciosi e depositi sabbiosi pliocenici;

Nelle aree esterne all'abitato di Trequanda e nella porzione di territorio riconducibile all'area artigianale di Pian delle Fonti e versanti circostanti, sono state mappate le seguenti unità:

– VULNERABILITA' MEDIA

E' associabile ai depositi sabbioso–limosi e sabbioso–argillosi pliocenici affioranti lungo i versanti circostanti Trequanda e l'area artigianale; sulla scorta di dati acquisiti sulla zona dell'area artigianale di Pian delle Fonti, in particolare su indagini pregresse realizzate in vicinanza del laghetto e dei dati pregressi relativi a perforazioni di pozzi in loco, si ritiene che una porzione dei depositi argillosi presenti nella zona a ridosso del laghetto manifesti condizioni di permeabilità media, vista la presenza comunque della sorgiva naturale che alimenta lo stesso laghetto e i pozzi esistenti, per la quale risulta egualmente associabile condizioni di vulnerabilità media degli acquiferi;

– VULNERABILITA' MEDIO–BASSA

Sono riconducibili le coltri franose originatesi da substrato argilloso pliocenico;

– VULNERABILITA' BASSA

Rappresenta le zone di affioramento dell'unità geologica delle Argille e argille siltose grigio–azzurre (FAA), facente da unità di riferimento per il sito dell'area artigianale.

4.5.2 Aspetti di vulnerabilità degli acquiferi UTOE di Petroio

All'interno dell'areale di Petroio si registra la prevalenza di unità idrogeologiche a permeabilità elevata, riconducibili sia a litotipi rocciosi che detritici.

In particolare in corrispondenza di Petroio e in un congruo intorno significativo ai fini del Piano Operativo, sono state mappate le seguenti unità idrogeologiche:

– **VULNERABILITA' MOLTO-ELEVATA**

Riconducibile ai depositi di versante grossolani affioranti abbondantemente in corrispondenza dell'abitato di Petroio e lungo i versanti presenti a nord dell'area urbanizzata;

– **VULNERABILITA' ELEVATA**

Comprende sia materiali litoidi riconducibili alle unità del Calcare Massiccio e del Calcare a Rhaetavicula, nonché all'unità dei calcari del villafranchiano, alle coltri detritiche eluvio-colluviali e alle coltri interessate da soil creep prodotte da alterazione su unità permeabili;

– **VULNERABILITA' MEDIO-ELEVATA**

E' riconducibile alle coltri di frana presenti lungo i versanti, prodotte dall'alterazione di materiali permeabili quali ammassi rocciosi e depositi sabbiosi pliocenici;

– **VULNERABILITA' MEDIA**

E' associabile ai depositi sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi pliocenici affioranti lungo i versanti circostanti l'areale urbanizzato.

Si ricorda la presenza di una sorgente ad uso pubblico ad est del centro storico di Petroio.

4.5.3 Aspetti di vulnerabilità degli acquiferi UTOE di Castelmuzio

All'interno dell'areale di Castelmuzio si registra la prevalenza di unità idrogeologiche a permeabilità media per presenza prevalente dei depositi sabbiosi pliocenici dell'unità geologica PLIs.

In particolare in corrispondenza di Castelmuzio e in un congruo intorno significativo ai fini del Piano Operativo, sono state mappate le seguenti unità idrogeologiche:

– **VULNERABILITA' MOLTO-ELEVATA**

Riconducibile ai depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati presenti al avlle dell'abitato di Castelmuzio affioranti abbondantemente in corrispondenza dell'abitato di Petroio e lungo i versanti presenti a nord dell'area urbanizzata;

– VULNERABILITA' ELEVATA

Comprende i materiali litoidi riconducibili al Calcare Massiccio e al Calcare a Rhaetavicula, affioranti ad est di Castelmuzio;

– VULNERABILITA' MEDIO-ELEVATA

E' riconducibile alle coltri di frana presenti lungo i versanti circostanti Castelmuzio.

– VULNERABILITA' MEDIA

E' associabile ai depositi sabbioso–limosi pliocenici presenti al nucleo della dorsale su cui è presente l'abitato di Castelmuzio.

All'interno della carta della vulnerabilità degli acquiferi sono stati riportati ulteriori elementi relativi alla vulnerabilità:

- *Punti d'acqua* (pozzo ad uso acquedotti stico, pozzo ad uso domestico e/o con altro uso, per il quale è stata riportata l'eventuale misura delle profondità da p.c. della superficie piezometrica, sorgenti ad uso acquedotti stico, sorgenti naturali)
- *Produttori reali o potenziali di inquinamento* (tracciato fognature esistenti, tracciato condotte metano, allevamenti di vario tipo, area dell'ex–discarica comunale di RSU);
- *Potenziali ingestori di o aree vulnerabili di inquinamento* (cave, area di rispetto termale);
- *Opere di approvvigionamento idrico* (tracciati condutture degli acquedotti pubblici e privati)

Come per la carta idrogeologica, inoltre, sono stati riportati elementi quali i corpi d'acqua superficiali, il reticolo idrografico e le zone di rispetto dei punti d'acqua utilizzati a scopo acquedotti stico;

- *Zone di Protezione Ambientale della risorsa idrica, di sorgente e termale*, come definite da PTCP della Provincia di Siena.

PRESCRIZIONI

Come già indicato all'interno della relazione geologico–tecnica redatta a supporto del RU per il territorio aperto, anche nel presente elaborato tecnico si propongono nuovamente le prescrizioni citate all'interno del PTCP relativamente alla salvaguardia della risorsa idrica superficiale e sotterranea. In particolare si ricorda di fare riferimento a quanto citato al paragrafo 10.1 della relazione di Disciplina di PTCP, con particolare attenzione al richiamo che viene fatto al paragrafo 10.1.1 nel quale si dice che “è stabilito di ridurre i prelievi idrici di falda e da acque superficiali

entro la capacità di ricarica delle risorse, attraverso innovazione nei cicli tecnologici e riciclo delle acque reflue”.

Si cita inoltre quanto riportato nel PTCP, in particolare che *“nelle aree di ricarica della falda (vedi paragrafo seguente sugli aspetti di sensibilità degli acquiferi):*

- sono vietati insediamenti e interventi di qualunque genere compresi scarichi, depositi, accumuli o stoccaggi direttamente su terra, produzioni agricole intensive, che possano produrre inquinamenti;*
- gli interventi di riutilizzo del patrimonio edilizio e urbanistico esistente sono limitati e definiti dagli esiti della preventiva valutazione dell’eventuale rischio di inquinamento delle falde dai diversi usi proponibili;*
- devono essere monitorati eventuali impianti o reti di urbanizzazione (soprattutto fognarie) esistenti per verificarne il buono stato, in modo da procedere, con priorità nei programmi di intervento dei soggetti competenti, alle manutenzioni e riparazioni per evitare rischi di inquinamento delle falde;*
- nelle aree urbanizzate ed in relazione alle infrastrutture esistenti sono da ritenersi fattibili: tutti gli interventi di ordinaria manutenzione degli edifici e delle reti; tutti gli interventi straordinari che inducono un miglioramento delle condizioni di salvaguardia e quindi una riduzione del rischio di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee; tutto ciò anche se tali interventi richiedono profondità di scavo maggiori rispetto a quanto consentito dalle norme PTCP estrinsecate nei successivi articoli (vedi paragrafo seguente);*
- nelle aree destinate a servizio cimiteriale e in quello di loro espansione, se contigue, si applica la disciplina di cui al DPR 285/90 dalla quale all’art. 57, punto 7;*
- le nuove aree cimiteriali dovranno essere scelte in modo da rispettare le norme del PTCP 2010”.*

Per quanto concerne gli interventi previsti all’interno del nuovo Piano Operativo non si individuano allo stato attuale interventi edilizi tali da pregiudicare il rispetto delle condizioni sopra esposte, ad eccezione del lotto relativo al nuovo depuratore di Petroio per il quale comunque risulta già in essere la progettazione e per la quale è stato fatto sapere che risultano già attivate una serie di misure mirate alla protezione degli acquiferi profondi e della zona di ricarica prevista da PTCP su tale area (classe di sensibilità 1, di cui al successivo paragrafo). Perciò per qualsiasi chiarimento in merito al rispetto dei criteri di salvaguardia degli acquiferi attuato per la realizzazione del nuovo

depuratore, si rimanda agli elaborati tecnici specifici del progetto definitivo ed esecutivo delle opere.

Si fa presente che un ulteriore intervento in previsione, per cui si potrebbe attendere un impatto significativo vista l'elevata ampiezza degli ingombri, è quello dell'ampliamento della zona artigianale di Pian delle Fonti a Trequanda. Poiché lo stesso ampliamento è previsto che si sviluppi su un'area caratterizzata prevalentemente da vulnerabilità bassa (presenza nel sottosuolo di depositi argillosi pliocenici), si ritiene che gli interventi collegati al maxilotto rispettino i criteri di salvaguardia citati dal PTCP, innanzitutto per le condizioni geologiche esistenti in loco.

Per quanto riguarda, invece, l'individuazione di ulteriori centri di pericolo, non si è ritenuto necessario allo stato attuale aggiungere siti quali potenziale fonte di emissione nel sottosuolo e nell'ambiente di inquinanti. Tuttavia in entrambe le aree artigianali dei centri urbani di Trequanda e Petroio sussistono attività legate alla elaborazione o comunque allo stoccaggio ed utilizzo di sostanze ipoteticamente inquinanti (oli esauriti, vernici, materiali plastici, ecc), qualora le stesse vengano veicolate nell'ambiente circostante. In particolare si ritiene che debba essere posta attenzione rispetto ad eventuali fenomeni di alluvionamento, soprattutto nell'area di Petroio dove è già accaduto nel recente passato che locali adibiti ad officina siano stati interessati da intrusione di acque di piena. Si rimanda comunque alle prescrizioni per le aree soggette a pericolosità idraulica per eventuali ulteriori dettagli di cui tenere conto anche ai fini ambientali.

Relativamente ad interventi di realizzazione di sistemi di smaltimento in sottosuolo di reflui assimilabili a domestici, oltre a dover rispettare le direttive imposte dalla normativa nazionale in merito alla tutela dell'ambiente (Dlgs 152/2006 e s.m.i) e alla regolamentazione regionale per gli scarichi in sottosuolo (D.P.G.R. 46/r del 2008 e s.m.i.), si prescrive che per dimensionamenti riferiti ad un numero di AE > 12 ricadenti in aree con **classe di sensibilità 1 e 2**, nonché in aree interessate da materiali con grado di permeabilità > **grado medio**, dovrà essere fornita una relazione idrogeologica che attesti compiutamente la fattibilità dell'intervento, esplicitando approfonditamente le condizioni idrogeologiche del sottosuolo entro un volume significativo. Inoltre all'interno della relazione dovrà essere dimostrato che nel caso in cui il refluo non risulti ben depurato per eventuale malfunzionamento o invecchiamento dell'impianto, non abbia comunicazione diretta con la falda principale individuabile lungo la verticale del sito di intervento. Anche per eventuali interventi di fertirrigazione, questi potranno essere attuati solamente se saranno rispettati gli standard qualitativi (dei liquami) ed ambientali previsti dalla normativa

vigente. Alla pratica di richiesta dovrà essere allegata apposita relazione idrogeologica tesa ad escludere eventuali inneschi di percolazione in profondità all'interno di acquiferi significativi dei liquami apportati sul suolo agrario. Inoltre si prescrive che la fertirrigazione sia da escludere laddove possano sussistere condizioni idrogeologiche tali da facilitare la veicolazione di liquami verso falde importanti o negli acquiferi degli ammassi rocciosi delle unità della Falda Toscana. Anche laddove sussistano condizioni apparentemente favorevoli di sensibilità degli acquiferi per cui risulti assegnato su cartografia classe di sensibilità 3 e 4, ma in cui le reali condizioni geologico-stratigrafiche indichino la presenza superficiale di formazioni rocciose (presenza di coperture detritiche o sedimentarie con spessore ridotto a ≤ 15 m), sarà necessario rispettare ai fini dell'intervento le stesse prescrizioni di cui alla disciplina del PTCP previste per le zone comprese in classe di sensibilità 1.

4.6 Aspetti di sensibilità degli acquiferi

Sulla scorta della cartografia esistente a supporto del PTCP della Provincia di Siena, nonché degli approfondimenti realizzati all'interno degli areali di studio dei centri urbani, è stata prodotta la carta della sensibilità degli acquiferi. A supporto del Piano Operativo le classi di sensibilità sono mostrate in scala di dettaglio 1:2.000 nelle tavole 6.a, 6.b e 6.c. Inoltre risultano mappate a scala generale 1:10.000 per l'intero territorio comunale all'interno della tavola G.7 (quadrante nord e sud).

All'interno degli elaborati PTCP risultano distinte quattro classi di sensibilità alle quali sono associati relativi vincoli e norme (vedi disciplina di piano). Le classi previste sono:

- Classe 1 – vincolo elevato
- Classe 2 – vincolo medio
- Classe 3 – nessun vincolo
- Classe 4 – non classificabile

La classe 1 è riferita a quelle aree nelle quali il sottosuolo risulta caratterizzato da permeabilità variabile da medio-elevata ad elevata (unità rocciose a permeabilità medio-elevata ed elevata). Si riscontra perciò vincolo elevato per sensibilità degli acquiferi lungo tutta la dorsale morfologica (caratterizzata dall'affioramento delle unità carbonatiche quali Calcere Massiccio, Calcere a Rhaetavicula, Calcere Selcifero di Limano) nonché in corrispondenza dell'affioramento dei depositi travertinosi.

La classe 2 è associata a depositi sabbioso-ghiaiosi di età pliocenica o villafranchiana, caratterizzati da grado di permeabilità elevato, nonché da depositi sabbioso-limosi di origine alluvionale o eluvio-colluviale (presenza di depositi alluvionali, detritici di versante ed eluvio-colluviali a permeabilità molto elevata). Si riscontra perciò nelle zone di affioramento di coltri detritiche e di versante e in corrispondenza dei fondovalle.

La classe 3, caratterizzata da assenza di vincolo, comprende la parte restante di territorio non classificata in classe 1 e 2. La 3 interessa buona parte del territorio comunale.

4.6.1 Aspetti di sensibilità degli acquiferi UTOE di Trequanda

Il territorio urbano di Trequanda risulta interessato piuttosto equamente sia da Classe 1 di sensibilità degli acquiferi (vincolo elevato), che da Classe 2 di sensibilità degli acquiferi (vincolo medio) e da Classe 3 di sensibilità degli acquiferi (assenza di vincolo).

Sensibilità legata a vincolo elevato (classe 1) è individuabile in corrispondenza della dorsale su cui è presente il centro storico e parte dell'abitato collocato in ambito collinare. Tale vincolo è legato all'affioramento delle formazioni rocciose (in primis Calcare Massiccio) che costituiscono zone di ricarica per gli acquiferi profondi. Sensibilità di classe inferiore (classe 2) è riconducibile alla presenza di coltri detritiche grossolane o medie sia lungo i versanti (depositi di versante) che lungo le zone vallive (depositi eluvio-colluviali). Sono state aggiunte rispetto ai poligoni originari di PTCP le porzioni di coltri riconducibili a condizioni di permeabilità significativa e laddove (vedi zona artigianale di Pian delle Fonti) alla presenza di falda superficiale.

Infine si registra sensibilità con assenza di vincolo (classe 3) nelle zone di affioramento dei depositi pliocenici, sia sabbiosi che argillosi, in conformità al PTCP della Provincia di Siena.

Si evidenzia che, sulla scorta di evidenze scaturite a seguito di sopralluoghi e risultanze di indagini geognostiche, per l'areale di Trequanda sono state apportate alcune modifiche sulla mappatura della sensibilità rispetto a quella attualmente vigente sulla cartografia approvata di PTCP.

4.6.2 Aspetti di sensibilità degli acquiferi UTOE di Petroio

L'areale di Petroio risulta interessato su porzioni significative dalla presenza di sensibilità con vincolo elevato (Classe 1 di sensibilità degli acquiferi – vincolo elevato) per affioramento delle unità rocciose quali Calcare Massiccio e Calcare a Rhateavicula.

Nelle zone di affioramento delle coltri detritiche di versante e dei depositi eluvio-colluviali, si registra una sensibilità con classe 2 (vincolo medio). Lungo i versanti si osservano zone con Classe 3 di sensibilità degli acquiferi (assenza di vincolo) che (Classe 1 di sensibilità degli acquiferi – vincolo elevato).

Come per Trequanda, sulla scorta di evidenze scaturite a seguito di sopralluoghi e risultanze di indagini geognostiche, si fa presente che per l'areale di Petroio sono state apportate alcune modifiche sulla mappatura della sensibilità rispetto a quella attualmente vigente sulla cartografia approvata di PTCP.

4.6.3 Aspetti di sensibilità degli acquiferi UTOE di Castelmuzio

Il comprensorio di Castelmuzio, in coerenza con la natura dei depositi pliocenici presenti al nucleo della dorsale su cui si sviluppa l'abitato, risulta interessato da assenza di vincolo, con mappatura di tutto l'abitato con Classe 3 di sensibilità degli acquiferi (assenza di vincolo). Solamente a valle in corrispondenza dei depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati, nonché laddove sono presenti depositi eluvo-colluviali, si ritrovano condizioni per cui ricondurre alla Classe 2 di sensibilità degli acquiferi (vincolo medio).

Solo ad est in corrispondenza delle zone di affioramento del substrato litoide (zone di ricarica), si registrano aree mappate con Classe 1 di sensibilità degli acquiferi (vincolo elevato).

PRESCRIZIONI DA PTCP

Ai sensi delle norme di PTCP della Provincia di Siena, si riportano di seguito le norme che regolano le attività di scavo con movimentazione dei terreni nelle aree dotate di vincolo e perciò identificabili come aree a sensibilità di classe 1 e 2.

– Classe 1 – vincolo elevato

Si riportano di seguito le prescrizioni previste per le aree sensibili di classe 1 e classe 2, come definito ai paragrafi 10.1.2 e 10.1.3 della relazione di Disciplina del PTCP.

Disciplina delle aree sensibili di classe 1

1. Nelle aree sensibili di classe 1, ove sono ricompresi gli acquiferi strategici della Provincia, così come individuate nella tav. ST IG 1, i Comuni assicurano che vengano esclusi qualsiasi uso od attività in grado di generare, in maniera effettivamente significativa, l'infiltrazione

nelle falde di sostanze inquinanti oppure di diminuire in modo significativo– ad esempio a causa di scavi, perforazioni o movimenti di terra rilevanti – il tempo di percolazione delle acque dalla superficie all'acquifero sottostante, così come specificato nei commi successivi.

2. Tra gli usi e le attività di nuova realizzazione o di loro ampliamento, da ritenersi incompatibili con la tutela delle aree sensibili di classe 1 sono annoverati:

– la realizzazione di impianti di stoccaggio o trattamento rifiuti di qualsiasi tipo con esclusione di isole ecologiche, di centri di raccolta di cui al DM 8 Aprile 2008 e sue successive modifiche ed integrazioni finalizzati al supporto ed all'incremento della raccolta differenziata di RSU e degli impianti di recupero rifiuti speciali non pericolosi da demolizione e costruzione esercitati all'interno delle aree di cava, per la cui disciplina si rimanda al PAERP;

– la realizzazione di centri di raccolta, demolizione, rottamazione di veicoli fuori uso di cui al DLGS 209/2003, di macchine utensili, di beni di consumo durevoli, anche domestici – attività comportanti l'impiego, la produzione, lo stoccaggio di sostanze pericolose, sostanze radioattive, così come individuate dalla vigente normativa nazionale e comunitaria, ivi comprese quelle sostanze che, in base alle loro caratteristiche di tossicità, persistenza e bioaccumulabilità, possono essere ritenute tali;

– la realizzazione di oleodotti.

3. Nei corpi idrici superficiali ricadenti nelle aree sensibili di classe 1 o comunque ad esse connessi, le caratteristiche qualitative delle acque devono rientrare, in tutte le condizioni di portata, in quelle stabilite per le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile nella Tab. 1/A (classe A3) dell'Allegato 2 del D. Lgs. 152/06. Tale disposizione non si applica nei casi in cui le caratteristiche qualitative delle acque eccedano i limiti per dimostrate cause naturali.

4. Nei corpi idrici di cui sopra i depuratori di reflui urbani ed industriali sono dotati, se di nuova realizzazione, di opere e di impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento connesso al fermo impianti. Tali opere ed impianti accessori sono realizzati anche nei casi di ristrutturazione ed ampliamento dei depuratori esistenti, che sono comunque adeguati in tal senso entro 3 anni dall'approvazione del piano.

5. Le pratiche colturali sono orientate alla prevenzione del dilavamento di nutrienti e fitofarmaci, in applicazione del Codice di buona pratica agricola redatto dall'ARZIA.

6. Nell'esercizio delle attività agricole è comunque da evitarsi lo spandimento di fanghi provenienti da impianti di depurazione; il quantitativo di effluente zootecnico sparso sul terreno ogni anno, compreso quello depositato dagli animali stessi, non deve superare

l'apporto di azoto per ettaro, così come previsto dall'Allegato 7, Parte A IV del D.Lgs. 152/06.

7. Negli insediamenti urbani e comprendendo in questi anche tutte le tipologie edilizie approvate sulla base dei Programmi di Miglioramento Agricolo–Ambientale, sia in fase di ristrutturazione e/o recupero, sia in fase di nuova edificazione e/o cambiamento di destinazione d'uso in abitativo e/o produttivo, ove ricadenti in aree sensibili di classe 1, sono presi provvedimenti tesi a limitare l'infiltrazione di sostanze inquinanti;

le nuove fognature ed eventuali fosse biologiche sono alloggiate in manufatti a tenuta ed ispezionabili.

8. Ovunque possibile, è da privilegiare il teleriscaldamento od il riscaldamento a gas metano.

9. Come misura prudenziale non sono da prevedersi ulteriori carichi urbanistici interessanti le aree sensibili di classe 1; eventuali previsioni dovranno comunque dimostrare, sulla scorta di appositi specifici studi (da redigersi secondo quanto previsto all'art. 10.1.4) la compatibilità con gli obiettivi di tutela, quali–quantitativa, di cui alla presente disciplina.

10. In tali zone, oltre alla adozione di misure tese ad evitare l'infiltrazione di sostanze inquinanti, i comuni nei loro atti pianificatori devono indirizzare l'uso del territorio verso tipologie costruttive che non creino "viacoli" di inquinamento per le acque sotterranee, in altre parole che non creino vie preferenziali di infiltrazione di inquinanti dal suolo alle falde sottostanti.

11. Comunque gli scavi sono da escludersi dove la soggiacenza minima annua della falda è minore di 10 m dal piano campagna (escludendo da tale vincolo la parte pedologica superficiale di copertura della roccia in posto e/o il riporto; mentre per soggiacenza maggiore di 10 m dal piano campagna, è possibile effettuare scavi tali che la profondità della falda dal piano di fondazione non risulti mai inferiore a 10 m.

12. In particolare tutte le opere e le attività, anche produttive, avendo come riferimento le condizioni topografiche naturali ed il livello piezometrico massimo della falda, che prevedono escavazioni sono da ritenersi:

- Incompatibili per soggiacenza della falda minore o uguale a 10 m dal piano campagna;
- Compatibili per soggiacenza della falda maggiore di 10 m, ma minore di 50 m dal piano campagna, qualora si prevedano interventi di escavazione che non superino il 10 % della reale soggiacenza locale;
- Compatibili per soggiacenza della falda maggiore di 50 m, ma minore di 100 m dal piano campagna, qualora si prevedano interventi di escavazione che non superino il 15 % della reale soggiacenza locale;
- Compatibili per soggiacenza della falda maggiore di 100 m, ma minore di 150 m dal piano campagna, qualora si prevedano interventi di escavazione che non superino il 20% della reale soggiacenza locale;
- Compatibili per soggiacenza della falda maggiore di 150 m, qualora si prevedano interventi di escavazione che non superino il 30% della reale soggiacenza locale.
- Il tutto escludendo dai vincoli suddetti la parte pedologica superficiale di copertura della roccia in posto e/o il riporto.

13. Le AATO, le Autorità di Bacino, la Provincia e la Regione possono individuare forme di compensazione da erogare ai comuni al fine di attenuare i costi aggiuntivi delle trasformazioni, a carico di enti pubblici e di soggetti privati, resi necessari dal rispetto della disciplina di tutela degli acquiferi di classe 1.

14. Per la regolamentazione in materia di attività estrattive insistenti in classe di sensibilità 1, si rimanda a quanto disposto negli Artt. 10.6.4 e 10.6.5 delle presenti norme.

15. Dalle suddette limitazioni sono da escludersi tutti gli interventi di emergenza destinati alla messa in sicurezza di persone ed infrastrutture, nonché gli interventi volti alla realizzazione di opere pubbliche “strategiche”.

Disciplina delle aree sensibili di classe 2

Nelle aree sensibili di classe 2, così come individuate nella Tav. ST IG 1, le attività antropiche sono orientate in modo da perseguire la limitazione delle infiltrazioni di sostanze inquinanti.

2. I depuratori di reflui urbani ed industriali sono dotati, se di nuova realizzazione, di opere e di impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento connesso al fermo impianti.

3. Tali opere ed impianti accessori sono realizzati anche nei casi di ristrutturazione ed ampliamento dei depuratori esistenti.

4. Opere ed impianti accessori atti ad evitare il rischio di inquinamento delle falde sono da prevedersi anche per la realizzazione di:

- impianti e strutture di depurazione di acque reflue, ivi comprese quelle di origine zootecnica;
- impianti di raccolta, recupero, stoccaggio o trattamento rifiuti di qualsiasi tipo;
- centri di raccolta, demolizione, rottamazione di veicoli fuori uso di cui al DLGS 209/2003, di macchine utensili, di beni di consumo durevoli, anche domestici nonché i centri di raccolta differenziata di cui al DM 8 Aprile 2008 e sue successive modifiche ed integrazioni;
- attività comportanti l'impiego, la produzione, lo stoccaggio di sostanze nocive, sostanze radioattive, prodotti e sostanze chimiche pericolose, così come individuate dalla vigente normativa nazionale e comunitaria, ivi comprese quelle sostanze che, in base alle loro caratteristiche di tossicità, persistenza e bioaccumulabilità, possono essere ritenute tali;
- tubazioni di trasferimento di liquidi diversi dall'acqua.

5. Le pratiche colturali sono orientate alla prevenzione del dilavamento di nutrienti e fitofarmaci, in applicazione del Codice di buona pratica agricola redatto dall'ARZIA.

6. Nell'esercizio delle attività agricole lo spandimento di fanghi provenienti da impianti di depurazione è oggetto di specifico regolamento, che ne disciplina le modalità ed i limiti finalizzati alla tutela della risorsa acqua e del paesaggio.

7. In tali aree devono essere limitati allo stretto necessario i nuovi impegni di suolo a fini insediativi e infrastrutturali.

8. Nei corpi idrici superficiali ricadenti nelle aree sensibili di classe 2 o comunque ad esse connessi, le caratteristiche qualitative delle acque devono rientrare, in tutte le condizioni di portata, in quelle stabilite per le acque per salmonidi dalla Tab. 1/B dell'Allegato 2 del D.Lgs. 152/06, fatti salvi i casi citati al terzo comma del punto 10.1.2.

9. Negli insediamenti urbani e comprendendo in questi anche tutte le tipologie edilizie approvate sulla base dei Programmi di Miglioramento Agricolo–Ambientale, sia in fase di ristrutturazione e/o recupero, sia in fase di nuova edificazione o cambiamento di destinazione d'uso in abitativo e/o produttivo, ove ricadenti in aree sensibili di classe 2, sono presi provvedimenti tesi a limitare l'infiltrazione di sostanze inquinanti;

le nuove fognature e le eventuali fosse biologiche sono alloggiare in manufatti a tenuta ed ispezionabili.

10. Ovunque possibile, è da privilegiare il teleriscaldamento od il riscaldamento a gas metano.

11. La previsione di nuovi insediamenti urbanistici interessanti le aree sensibili di classe 2 dovrà sempre essere accompagnata da specifici studi (da redigersi secondo quanto previsto all'art. 10.1.4), atti a dimostrare la compatibilità con gli obiettivi di tutela, quali–quantitativa, di cui alla presente disciplina.

12. In tali zone, oltre alla adozione di misure tese ad evitare l'infiltrazione di sostanze inquinanti, i comuni nei loro atti pianificatori devono indirizzare l'uso del territorio verso tipologie costruttive che non creino "viacoli" di inquinamento per le acque sotterranee, in altre parole che non creino vie preferenziali di infiltrazione dal suolo alle falde sottostanti escludendo da tale vincolo la parte pedologica superficiale di copertura della roccia in posto e/o il riporto.

13. Comunque gli scavi sono da escludersi dove la soggiacenza minima annua della falda è minore di 10 m dal piano campagna (escludendo da tale vincolo la parte pedologica superficiale di copertura della roccia in posto e/o il riporto), mentre per soggiacenza maggiore di 10 m dal piano campagna è possibile effettuare scavi tali che la profondità della falda dal piano di fondazione non risulti mai inferiore a 10 m.

14. In particolare tutte le opere e le attività, anche produttive, avendo come riferimento le condizioni topografiche naturali ed il livello piezometrico massimo annuo della falda, che prevedono escavazioni sono da ritenersi:

- incompatibili per soggiacenza della falda minore o uguale a 10 m dal piano campagna;
- compatibili per soggiacenza della falda maggiore di 10 m, ma minore di 50 m dal piano campagna, qualora si prevedano interventi di escavazione che non superino il 15% della reale soggiacenza locale;
- compatibili per soggiacenza della falda maggiore di 50 m, ma minore di 150 m dal piano campagna, qualora si prevedano interventi di escavazione che non superino il 20% della reale soggiacenza locale;

– compatibili per soggiacenza della falda maggiore di 150 m, qualora si prevedano interventi di escavazione che non superino il 30% della reale soggiacenza locale.

15. Il tutto escludendo dai vincoli suddetti la parte pedologica superficiale di copertura della roccia in posto e/o il riporto.

16. Per la regolamentazione in materia di attività estrattive insistenti in classe di sensibilità 2, si rimanda a quanto disposto negli artt. 10.6.4 e 10.6.5 delle presenti norme.

17. Dalle suddette limitazioni sono da escludersi tutti gli interventi di emergenza destinati alla messa in sicurezza di persone ed infrastrutture nonché gli interventi volti alla realizzazione di opere pubbliche “strategiche”.

Essendo stata definita dal PTCP un’area di Protezione Ambientale della risorsa idrica minerale, di sorgente e termale per salvaguardare le caratteristiche qualitative delle acque minerali, di sorgente e termali oggetto di sfruttamento nella zona di San Giovanni d’Asso, la quale è stata riportata sulla carta della vulnerabilità degli acquiferi, si riporta di seguito le prescrizioni definite al paragrafo 10.1.6 del medesimo PTCP in merito alla protezione di corpi idrici termali.

I corpi idrici termali

1. Le aree afferenti ai corpi idrici termali sono individuate dalla Provincia nell’ambito del PTCP, ovvero con apposita variante ad esso, come zone di protezione ambientale della risorsa idrica minerale, di sorgente, e termale per assicurare e mantenere le caratteristiche qualitative delle acque minerali, di sorgente e termali oggetto di sfruttamento, sulla

base di specifiche caratteristiche idrogeologiche, così come definito dall’art. 18 comma 1 lett. b e del comma 3 della LRT 38/2004 e successive modifiche ed integrazioni.

2. I Piani Strutturali comunali, ai sensi dell’art. 19 della LRT 38/2004 e successive modifiche ed integrazioni, dovranno individuare apposite aree di valorizzazione ambientale da sottoporre a specifica disciplina finalizzata alla tutela ed alla salvaguardia urbanistico–ambientale dei territori nei quali sono inseriti gli stabilimenti termali.

3. I Comuni, ai sensi della LRT 38/2004 e successive modifiche ed integrazioni, dovranno provvedere al rilascio della concessione di coltivazione, nel rispetto delle disposizioni vigenti in materia di pianificazione territoriale e di tutela paesaggistica, tenendo conto in particolare:

– delle esigenze di approvvigionamento delle acque potabili, nel rispetto di quanto previsto dall’articolo 97 del D.Lgs 152/2006;

– delle determinazioni della competente Autorità di bacino relative al bilancio idrico dell'area territoriale interessata.

4. Fino all'adozione della variante di individuazione delle zone di protezione ambientale, di cui al primo comma del presente articolo e comunque non oltre 6 mesi dall'approvazione del presente PTCP, sull'intero territorio provinciale vigono le seguenti norme di salvaguardia:

– l'utilizzo di acque fredde sotterranee estratte dalle aree di ricarica dell'acquifero geotermico regionale deve essere limitato al solo utilizzo idropotabile e solo se non esistano valide alternative. Tali zone di ricarica sono quasi completamente inglobate nelle aree sensibili di classe 1;

– non sono ammesse ulteriori ricerche né sfruttamento delle acque termali e dei gas ad esse associati (prevalentemente CO₂) al fine di non mettere in crisi la risorsa termale attualmente in uso autorizzato;

– i Comuni non rilasciano alcuna nuova concessione di ricerca né nuovi permessi di sfruttamento delle risorse minerali e termali.

Infine, poiché all'interno del nuovo Piano Operativo è prevista la continuazione di attività estrattiva nella cava di Madonnino dei Monti, con approfondimento della stessa per ulteriori 20 m senza ampliamento planimetrico dello scavo, si riportano di seguito le prescrizioni di PTCP per le aree estrattive.

10.6.4 Obiettivi del PTCP in materia di attività estrattive

1. Per quanto concerne le aree individuate come "prescrizione localizzativa" dal "Piano delle Attività Estrattive, di Recupero delle aree escavate e riutilizzo dei residui recuperabili della Provincia" (PAERP) di cui al Capo 2 della LR 3 novembre 1998 n. 78, la regolamentazione delle relative attività fa riferimento alla normativa del PTCP (punto 10.1.2) se esse insistono in aree sensibili di classe 1. Tale disciplina non si applica:

– per le aree individuate come "prescrizione localizzativa" (o loro porzioni) ove sia dimostrato, sulla base di dati oggettivi e tramite le procedure di cui al precedente punto 10.1.4, che l'area potenzialmente interessata o dalla coltivazione non ospita una falda acquifera permanente

– per le aree estrattive nell'ambito delle quali e prima dell'approvazione del presente Piano, sono già state autorizzate attività di escavazione sulla base della pianificazione regionale del PRAE;

– le localizzazioni di cave di prestito per opere di interesse locale, regionale o statale.

2. La localizzazione delle aree di cui ai commi precedenti deve sempre risultare esterna alla Zona di Rispetto (ZR ai sensi del D.Lgs. 152/2006, art. 94: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano) definita con criterio temporale (vedi allegato 2).

3. In ogni caso tali aree estrattive devono essere ubicate a distanza tale da non interferire idrogeologicamente con le captazioni suddette, e comunque tale da non pregiudicare l'alimentazione delle medesime.

4. Per le aree sensibili di classe 2 di cui punto 10.1.3 della presente Disciplina, il PTCP dispone che:

– per le nuove autorizzazioni in aree sede di giacimenti individuate dal PAERP, si faccia riferimento alla relativa normativa contenuta nel PAERP purché la nuova localizzazione non interferisca con opere di captazione ai fini idropotabile. Tale localizzazione deve risultare esterna alla Zona di Rispetto (ZR ai sensi del D. Lgs. 152/2006 – art. 94: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano) definita con criterio temporale (vedi allegato 2); comunque la nuova area

estrattiva deve essere ubicata a distanza tale da non interferire idrogeologicamente con le captazioni suddette, e comunque tale da non pregiudicare l'alimentazione delle medesime. In tutti gli altri casi (eventuali nuove localizzazioni di aree estrattive esterne ai giacimenti individuati dal PAERP) si rimanda a quanto disposto dal punto 10.1.3 della presente Disciplina.

5. Tale limitazione non si applica per le aree estrattive nell'ambito delle quali, prima dell'approvazione del presente Piano, siano già state autorizzate attività di escavazione sulla base della pianificazione regionale del PRAE.

6. Fatte salve le limitazioni di cui ai precedenti commi, per quanto concerne le procedure autorizzative ed il monitoraggio delle attività di escavazione nelle aree individuate come "prescrizioni localizzative dal "Piano delle Attività Estrattive, e di Recupero delle aree escavate e riutilizzo dei residui recuperabili della Provincia" (PAERP) di cui al Capo 2 della LR 3 novembre 1998 n. 78, si rimanda alle norme dello stesso PAERP.

7. La Provincia, con il PAERP, intende soddisfare la domanda locale di materiali del settore 1, privilegiando la estrazione di quelli che danno luogo a filiere produttive consolidate e comunque nel rispetto delle 52 scelte di tutela delle risorse essenziali come definite dalla LR 1/05. 8. In tal senso vengono perseguiti i seguenti obiettivi:

- disciplinare le modalità di estrazione dei materiali e lo svolgimento dell'intero ciclo produttivo;
- minimizzare le esigenze di trasporto tra le aree di estrazione e quelle di lavorazione;
- minimizzare l'impatto sulle risorse essenziali con particolare attenzione al paesaggio, agli ecosistemi e agli acquiferi sotterranei sia delle cave in attività che dismesse, associando interventi di rinaturalizzazione alla rimessa in pristino dei siti utilizzati;
- monitorare costantemente il quadro delle attività e dei progetti in corso al fine di rappresentare in modo completo ed affidabile lo stato delle grandezze significative per il comparto;
- implementare lo sviluppo e l'applicazione di tecniche di escavazione, di recupero e di riutilizzo dei siti di cava che riducano gli impatti delle varie attività ed ottimizzino le potenzialità naturali ed operative dei siti;
- implementare il riutilizzo delle terre e rocce da scavo e dei materiali derivanti dal recupero di rifiuti speciali non pericolosi derivanti da costruzione e demolizione.

9. Il PAERP, nell'ambito della propria disciplina, persegue gli obiettivi di cui al precedente comma utilizzando il quadro conoscitivo del PTCP.

10. In siti estrattivi degradati, sono ammesse, dietro regolamentazione contenuta negli atti di governo del territorio comunale, purché non in contrasto con condizioni statutarie del PIT/PPR, del PTCP e del Piano strutturale comunale, interventi estrattivi temporalmente definiti, finalizzati al recupero del degrado e alla definitiva sistemazione ambientale del sito. Tali interventi, previsti e regolati dal PAERP, sono soggetti a pianificazione attuativa (Piano di recupero) e a relativa valutazione integrata.

10.6.5 Criteri e parametri per la valutazione di compatibilità delle varianti al PAERP

1. La compatibilità delle azioni di trasformazione derivanti dal PAERP e da sue successive varianti deve essere valutata con riferimento sia a criteri

di carattere funzionale che di natura ambientale.

2. Tra i criteri di carattere funzionale assumono particolare rilevanza le verifiche di seguito elencate da effettuare sulla base dei dati derivanti dal monitoraggio così come previsto dal PAERP:

- rispondenza alle esigenze provinciali di materiali escavati (parametri: tipologia e quantità dei materiali estratti in rapporto alla stima dei fabbisogni) – capacità del sistema di attivare filiere produttive (parametri: percentuale dei materiali estratti lavorati nell'ambito della Provincia, entità della occupazione indotta, valore aggiunto prodotto);
- entità delle interferenze con il sistema dei trasporti (parametri: modalità del trasporto dei materiali estratti, numerosità dei centri abitati attraversati, intensità di uso delle infrastrutture viarie o ferroviarie utilizzate)
- effettivo sviluppo di una filiera connessa al riutilizzo di materiali provenienti dal recupero di rifiuti speciali non pericolosi derivanti da costruzioni e demolizioni e che si sostituisca in modo significativo ai quantitativi di materiale naturale escavato.

3. Tra i criteri di carattere ambientale si possono annoverare:

- la entità dell'impatto sul paesaggio (parametri: prossimità/intervisibilità con aree interessate da vincolo paesistico e/o con beni di interesse storico/architettonico; qualità degli interventi di mitigazione previsti sia nel periodo di coltivazione della cava e degli interventi di ripristino e recupero dopo la cessazione delle attività)*
- la consistenza degli impatti sulla vegetazione (parametri: presenza/prossimità di aree di rilevante pregio naturalistico e/o alberi antichi, qualità degli interventi di rinaturalizzazione previsti per il ripristino del sito)*
- la entità degli impatti sul regime idraulico (parametri: modificazione dello scorrimento superficiale delle acque meteoriche, modificazioni della torbidità, variazioni nel trasporto solido, entità delle variazioni alla linea di riva, creazione di nuove aree esondabili).*
- la entità del rischio di inquinamento degli acquiferi sotterranei (parametri: vulnerabilità degli acquiferi interessati dalle attività estrattive, modalità dei prelievi).*

Si ricorda che ulteriori prescrizioni introdotte con il presente studio, di cui tenere conto in fase progettuale, sono già state anticipate all'interno del paragrafo relativo agli aspetti di vulnerabilità degli acquiferi. Tale anticipazione si è resa necessaria per descrivere le prescrizioni laddove legate intrinsecamente sia alla vulnerabilità che alla sensibilità degli acquiferi.

4.7 Analisi delle pendenze

Al fine di restituire la pericolosità geologica del territorio aperto nel comune di Trequanda, è stata prodotta la carta delle pendenze. Tale tematismo, come quello della carta litologico-tecnica e della carta di sensibilità degli acquiferi, non risulta contemplato all'interno della D.P.G.R. 5/r. Poiché l'ufficio tecnico comunale ha ritenuto fondamentale riportare gli elementi di acclività del territorio indagato su un proprio elaborato, le pendenze sono state cartografate sia a scala generale del territorio comunale (scala 1:10.000, tavola G.8 quadranti nord e sud) che locale di dettaglio su ciascun centro urbano analizzato all'interno del Piano Operativo (scala 1:2.000, tavole 7.a, 7.b, 7.c). Le pendenze sono state determinate utilizzando la cartografia tecnica regionale ufficiale attualmente esistente a disposizione per tutto il territorio comunale in scala 1:10.000, nonché quella prodotta in scala 1:2.000 in corrispondenza delle aree urbanizzate. Le pendenze sono state prodotte attraverso alcune elaborazioni sviluppate in ambiente GIS. Il calcolo delle pendenze è consistito nella redazione di una mappa rasterizzata con definizione fino a 2x2 m e classificazione secondo gli intervalli di seguito riportati.

Le pendenze sono state suddivise in cinque intervalli ritenuti significativi ai fini della definizione delle classi di pericolosità geologica, così suddivisi:

- Classe 1 con pendenze comprese tra 0 e 5%

- Classe 2 con pendenze comprese tra 5 e 10%
- Classe 3 con pendenze comprese tra 10 e 15%
- Classe 4 con pendenze comprese tra 15 e 25%
- Classe 5 con pendenze comprese tra 25 e 35%
- Classe 6 con pendenze comprese tra 35 e 45%

Gli intervalli sono stati scelti sulla scorta sia delle normative antecedenti, che tenendo conto delle specifiche indicate dalla D.P.G.R. n. 5/R, al fine di individuare successivamente la pericolosità geologica (geomorfologica) nel territorio di studio.

A scala generale, l'analisi delle pendenze ha restituito un quadro morfologico caratterizzato da una prevalenza di valori compresi tra circa il 5 e il 35%. Lungo la dorsale morfologica (Rapolano–Cetona) e in altre porzioni di territorio dove risultino presenti scarpate piuttosto acclivi e sviluppate altimetricamente, sono prevalenti pendenze > 35% e spesso > 45%.

A scala locale si osserva che i tre centri urbani analizzati all'interno del PO risultano sviluppati prevalentemente lungo degli alti morfologici talora rappresentati da delle vere e proprie zone di cresta (vedi in particolare Trequanda e Castelmuzio), dove si trovano tre scenari di acclività:

- Alla sommità delle dorsali le pendenze risultano medio–basse (0 – 15%),
- Lungo i finachi le stesse risultano principalmente medio–elevate, raggiungendo valori molto elevati (fino ad oltre 50–60° di inclinazione) in corrispondenza di scarpate di erosione denudate;
- Al piede dei versanti e lungo le aree intravallive le pendenze tornano ad assumere valori bassi (principalmente 0–25%).

Ulteriori indicazioni sono già state espresse all'interno del paragrafo relativo agli aspetti geomorfologici. Inoltre specifiche indicazioni sulle pendenze esistenti in corrispondenza dei lotti di intervento sono riportate nelle schede di fattibilità di ogni intervento previsto all'interno del Piano Operativo.

5. Analisi delle condizioni di pericolosità ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R

5.1 Analisi della pericolosità geologica

Ai sensi del Regolamento n. 5/R del 2020 gli areali afferenti alle UTOE, nonché il restante territorio aperto, sono stati caratterizzati in funzione delle condizioni di pericolosità geologica determinate sia a scala generale che di dettaglio, con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla

trasformabilità da considerare in fase di richiesta del titolo edilizio (prescrizioni descritte di seguito di cui tenere conto per ciascun intervento previsto di PO e prescrizioni di carattere generale per interventi sull'intero territorio comunale). Attraverso analisi ed approfondimenti sono state caratterizzate aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano (geologici e geomorfologici), oltre ad essere integrate e approfondite quelle già individuate nei piani di bacino.

Sono stati perciò effettuati approfondimenti degli elementi geologici, geomorfologici e delle condizioni topografiche (acclività) esistenti negli areali individuati come significativi per la rappresentazione delle pericolosità attese sui diversi centri urbani, con in primis i territori urbanizzati. Gli approfondimenti hanno permesso di rappresentare le diverse condizioni di pericolosità in una scala di maggiore dettaglio rispetto agli studi effettuati sul territorio comunale per il territorio aperto. La scala di rappresentazione scelta è quella di 1:2.000. Le tavole prodotte a supporto del Piano Operativo sono suddivise in:

- Tav. 10.a (UTOE Trequanda e Pod. Colombaio),
- Tav. 10.b (UTOE Petroio)
- Tav. 10.c (UTOE Castelmuzio)

Quelle redatte per la rappresentazione dell'intero territorio comunale e comprensive degli approfondimenti realizzati per ogni centro urbano sono il quadrante nord e sud della tavola G.11. Anticipatrice della pericolosità geologica determinata ai sensi della 5/R e descritta compiutamente nel paragrafo 5.1.4. è la pericolosità da PAI aggiornata con le risultanze degli studi di PO e PS e mappata all'interno della tavola G.9. Sempre a supporto del Piano Operativo la stessa a scala di dettaglio risulta rappresentata nelle tavole 8.a, 8.b, 8.c.

Le classi di pericolosità geologica definite e mappate ai sensi della 5/R sono:

- **Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo.
- **Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di

soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.

– **Pericolosità geologica media (G.2):** Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.

– **Pericolosità geologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

La pericolosità geologica delle zone di approfondimento è stata determinata sovrapponendo le informazioni relative ad aspetti geologici, geomorfologici, litologico-tecnici, di acclività (pendenze) e di pericolosità da frane come da database del PAI adottato (Bacino Arno, Serchio e bacini regionali Toscana), redatto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Sulla carta della pericolosità geologica, oltre alle aree di frana, sono state mappate le zone di pericolosità associata ad erosione profonda (areale localizzata lungo aste fluviali) e buffer di pericolosità associata a scarpate di erosione e/o di frana quiescenti ed attive.

Per gli orli di scarpate di frana attivi, con apertura > 100 m, generalmente è stato disegnato un buffer di 20 m a pericolosità molto elevata. E' stato, invece, tracciato un buffer di 10 m a pericolosità molto elevata per orli attivi con apertura inferiore a 100 m.

Eguale procedimento è stato applicato per la definizione dei buffer di pericolosità su orli di scarpata di frana quiescenti e inattivi. Attorno alle aree con pericolosità molto elevata (G.4) è stato tracciato un buffer di attenzione con grado inferiore di pericolosità (G.3) di ampiezza pari a 10 m.

Ulteriori aree a pericolosità molto elevata ed elevata, a prescindere dalla pericolosità geomorfologica ottenuta per intersezione dei fattori precedentemente citati, sono state tracciate in corrispondenza di alvei fluviali con tendenza all'approfondimento o sottoposti ad erosione profonda concentrata (solco di erosione e alveo con tendenza all'approfondimento). In particolare è stato riportato un buffer di ampiezza pari a 10 m talora ampliato a zone di fondovalle o lungo i versanti, laddove sussistono zone di erosione collegate agli elementi lineari erosivi mappati.

Al'interno delle aree a pericolosità geologica molto elevata (G.4), inoltre, sono state comprese tutte le aree calanchive, quali aree interessate da intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo. Le due aree mappate come soliflusso generalizzato sono state mantenute all'interno di

aree a pericolosità molto elevata, ritenendo allo stato attuale di preservare l'aspetto di elevata erosione esistente nelle stesse aree presumibilmente interessate da soliflussi.

5.1.1 Pericolosità geologica UTOE Trequanda

In corrispondenza dell'abitato di Trequanda e di Pod. Colombaio non risultano presenti aree significative a pericolosità molto elevata (G.4). Per contro si osserva una diffusa presenza di aree a pericolosità geologica elevata (G.3), sia per fenomeni franosi quiescenti di varia natura (frane di scivolamento, soil creep ed altro) che per aspetti geologico/giaciturali del territorio analizzato. Il nucleo abitativo di Trequanda risulta interessato da una parte dei fenomeni geomorfologici cartografati. Una parte significativa risulta interessata soltanto dalla presenza di scarpate di erosione quiescenti o inattive, delle quali comunque deve essere tenuto conto in fase di richiesta del titolo edilizio ai fini della salvaguardia della stabilità globale dell'opera e del pendio. Su Pod. Colombaio si registra sia pericolosità geologica elevata che media per aspetti geologico/giaciturali. Solo lungo i versanti meridionali si registra la presenza di pericolosità elevata per frane quiescenti.

5.1.2 Pericolosità geologica UTOE Petroio

Anche l'abitato di Petroio non risulta interessato da aree a pericolosità geologica molto elevata. Si individua comunque una forte predisposizione alla instabilità per aspetti geologico/giaciturali in corrispondenza del centro storico e lungo alcune tratte delimitate da scarpate di erosione molto acclivi lungo la SP 71 nel tratto compreso tra la zona artigianale e la località di Madonnino dei Monti. Buona parte dei fenomeni franosi quiescenti o comunque inquadrabili in una condizione di pericolosità elevata sono relegati alle aree più esterne del territorio analizzato, già facente parte del territorio aperto. Solo in corrispondenza della lottizzazione presente a nord di Petroio (lotto B1P) si osserva ancora pericolosità elevata e molto elevata per processi erosivi presenti localmente lungo la scarpata esistente a monte degli edifici. Infine in corrispondenza del lotto di realizzazione del depuratore si conferma la presenza di una coltre detritica quiescente, con spessori di qualche metro.

5.1.3 Pericolosità geologica UTOE Castelmuzio

Anche l'abitato di Castelmuzio risulta spurio da aree a pericolosità geologica molto elevata per processi gravitativi di versante. Tuttavia le condizioni geologico-strutturali presenti su buona parte del perimetro dell'abitato, conducono alla definizione di zone di buffer con pericolosità elevata (G.3) e molto elevata (G.4). Infatti sono presenti con continuità significativa zone di scarpata di erosione, con dislivello ≤ 10 m e acclività notevole (localmente sub-verticali), interessate da denudamento, a testimonianza della presenza a ridosso del centro abitato e lungo zone di terrazzo di fenomeni erosivi intensi con parziali crolli/ribaltamenti localizzati.

Di tali fenomeni ne deve essere tenuto conto accuratamente nelle fasi di progettazione dei nuovi interventi previsti dal Piano Operativo e per tutti gli interventi comunque compresi nel territorio urbanizzato, rispettando anche eventuali prescrizioni già individuate all'interno del presente elaborato e delle schede di fattibilità. Lungo i versanti sia di SE che settentrionali, si osservano aree estese con pericolosità geologica elevata, sia per presenza di fenomeni franosi quiescenti che di condizioni geologico/giaciturali predisponenti alla instabilità dei versanti.

5.1.4 Aspetti di pericolosità da frana – PAI Bacino Fiume Arno e Bacino Toscana

Al fine di restituire la carta della pericolosità geologica del territorio comunale di Trequanda, è stata verificata la pericolosità geomorfologica da frana esistente all'interno del nuovo PAI (adottato con Delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n.20 del 20 dicembre 2019) per le aree oggetto di approfondimenti (Bacino Arno e Bacino Toscana ex-Ombrone) ed integrata sulla base delle risultanze degli studi eseguiti per il nuovo strumento urbanistico.

La pericolosità individuata nella cartografia del nuovo Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (definita precedentemente per gli studi di supporto al Regolamento Urbanistico), costituisce base di riferimento per definire quella finale aggiornata. Tuttavia all'interno della cartografia redatta a supporto del Piano Operativo sono state aggiunte aree a pericolosità da frana nuove legate alle risultanze ottenute con l'analisi della pericolosità geologica come da D.P.G.R. 5/R del 2020.

E' stata prodotta perciò una apposita cartografia recettiva della nuova pericolosità da frana sia per il comprensorio afferente all'ex-bacino del fiume Ombrone che per quello del fiume Arno. Tale cartografia si è resa necessaria al fine di recepire le variazioni di pericolosità rispetto all'ultimo PAI adottato (relativamente al comprensorio comunale di Trequanda) e allo stesso tempo permettere la successiva variazione di pericolosità all'interno del PAI vigente.

La pericolosità da PAI prodotta per le aree urbanizzate al fine di chiedere la modifica al PAI adottato, recepisce sia quella estrapolata sul territorio aperto a scala generale (1:10.000), che quella prodotta in corrispondenza dei tre centri urbani oggetto di pianificazione (Trequanda, Petroio e Castelmuzio, annualità 2020) attraverso approfondimenti a scala di dettaglio (1:2.000).

Le diverse classi di pericolosità sono state distinte utilizzando colorazioni equivalenti a quelle ufficiali di mappatura del nuovo PAI adottato. E' stato inoltre riportato il limite dello spartiacque aggiornato già per la cartografia di RU sul territorio aperto.

La disciplina del nuovo PAI restituisce le seguenti indicazioni ai fini di una corretta analisi ed interpretazione degli aspetti geomorfologici e della relativa pericolosità attesa:

– *Aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica molto elevata (aree P4)*: si intendono le aree in cui siano stati individuati e cartografati, con un congruo intorno, fenomeni di dissesto attivi dovuti a dinamiche di natura gravitativa ed erosiva, compresi i fenomeni connessi con l'azione delle acque lungo le pendici e delle acque incanalate negli alvei naturali ed artificiali e le conseguenze attese di tali dinamiche evolutive.

– *Aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica elevata (aree P3)*: si intendono le aree in cui siano stati individuati e cartografati, con un congruo intorno, fenomeni di potenziale instabilità dovuti alla presenza di condizioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e/o di dinamica erosiva e fluviale sfavorevoli, con possibile innesco di fenomeni di dissesto in caso di eventi scatenanti. Si dividono in due sottoclassi *P3a* e *P3b*.

– *Area in dissesto*: porzione di territorio oggetto di fenomeni evidenti di instabilità.

– *Area potenzialmente instabile*: porzione di territorio che presenta evidenze geologiche, morfologiche, fisiche e strumentali sfavorevoli e tali da far supporre l'innesco di fenomeni gravitativi ed erosivi in caso di variazione delle condizioni intrinseche dell'ammasso e/o dei fattori/forzanti esterni.

I livelli di pericolosità definiti all'interno della disciplina di PAI sono:

– **pericolosità molto elevata (P4)** – aree instabili interessate da fenomeni di dissesto attivi di tipo gravitativo, erosivo e/o dovuti all'azione delle acque incanalate negli alvei naturali /artificiali o lungo le pendici;

– **pericolosità elevata (P3)** – aree potenzialmente instabili, suddivise in due sottoclassi:

(P3a) – aree non interessate da fenomeni di dissesto attivi ma in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti, quali aree interessate da instabilità in passato e/o segni precursori o

premonitori di movimenti gravitativi, sulla base dei quali non è possibile escludere la riattivazione dei dissesti;

(P3b) – aree interessate da possibili instabilità di tipo gravitativo, erosivo e/o dovuti all'azione delle acque incanalate negli alvei naturali /artificiali o lungo le pendici, per effetto di condizioni geomorfologiche e fisiche sfavorevoli che determinano elevata propensione al dissesto.

– **pericolosità media (P2)** – aree stabilizzate, aree stabili interessate tuttavia da litologie e condizioni strutturali e geomorfologiche che determinano propensione media al dissesto e che possono dar luogo a modifica della loro condizione di stabilità;

– **pericolosità moderata (P1)** – aree stabili con condizioni litologiche, strutturali e geomorfologiche aventi caratteri per lo più favorevoli alla stabilità con bassa propensione al dissesto.

Si ricorda che già in fase di analisi della pericolosità da frana sul territorio aperto, oltre alle aree di frana, come concordato con l'AdB competente, sono state riportate le pericolosità associate a zone con erosione profonda e buffer di pericolosità associata a scarpate di erosione e/o di frana quiescenti ed attive.

Per gli orli di scarpate di frana è stato disegnato un buffer di 20 m per ogni lato della linea, a pericolosità molto elevata, per orli attivi e con distanza tra i due margini opposti (linea di corda dell'arco disegnato) > 100 m. E' stato, invece, tracciato un buffer di 10 m a pericolosità molto elevata per orli attivi con apertura inferiore a 100 m.

Per quanto concerne gli orli di scarpata di frana quiescenti è stato riportato un buffer di 10 m per lato con pericolosità elevata. Su alcuni rari orli inattivi all'interno del territorio aperto si è ritenuto significativo riportare un buffer di 10 m a pericolosità elevata.

Per quanto concerne gli orli di scarpata di erosione è stato riportato un buffer di 10 m per lato, con pericolosità molto elevata, in corrispondenza di orli attivi, mentre è stato riportato un buffer di 10 m a pericolosità elevata in corrispondenza di orli quiescenti e inattivi.

Laddove sono stati tracciati buffer a pericolosità molto elevata per la presenza di scarpate di erosione, è stato tracciato lateralmente, al fine di creare un passaggio graduale della pericolosità, un ulteriore buffer di 10 m a pericolosità elevata.

Le zone comprese tra orlo di frana e corpo di frana sono stati uniti a costituire, insieme al buffer esterno, un'unica area.

La disciplina del PAI vigente (Bacino Fiume Ombrone) regola gli interventi a seconda della classe di pericolosità così come descritto di seguito (estratto degli articoli del documento delle norme):

Art. 13 Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.F.M.E) (i.v)

1. Nelle aree P.F.M.E sono consentiti gli interventi di consolidamento, bonifica, protezione, sistemazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a controllare e mitigare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, approvati dall'Ente competente, tenuto conto del presente Piano di Assetto Idrogeologico. Gli interventi dovranno essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area.

2. Tali aree potranno essere oggetto di atti di pianificazione territoriale per previsioni edificatorie non diversamente localizzabili, subordinando l'attuazione delle stesse alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione.

Gli interventi, definiti sulla base di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici, che documentano la dinamica complessiva del versante e l'areale potenzialmente coinvolgibile, dovranno essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

3. Gli studi di cui al comma 2 devono attenersi ai criteri definiti dal Bacino il quale si esprime sulla coerenza degli stessi con gli obiettivi e gli indirizzi del PAI e dei propri atti di pianificazione e, ove positivamente valutati, costituiscono implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.

4. Nelle aree P.F.M.E il Bacino si esprime sugli atti di pianificazione di cui alla L.R. 5/95 in relazione alla coerenza degli stessi rispetto al presente Piano, nonché alla coerenza con il complesso degli strumenti di pianificazione di bacino delle valutazioni sugli effetti ambientali riferiti alle risorse acqua e suolo.

I pareri di cui sopra si intendono espressi in senso favorevole decorsi 90 giorni dalla presentazione della relativa istanza istruttoria in assenza di determinazioni o di comunicazioni da parte del Bacino.

5. La realizzazione di nuovi interventi pubblici o privati, previsti dai vigenti strumenti di governo del territorio alla data di entrata in vigore del presente Piano è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi, definiti sulla base di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici, che documentano la dinamica complessiva del versante e l'areale potenzialmente coinvolgibile, essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area.

6. Il soggetto attuatore, pubblico o privato, degli interventi di messa in sicurezza di cui sopra è tenuto a trasmettere al Comune ed al Bacino dichiarazione, a firma di tecnico abilitato, relativa agli effetti conseguiti con la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza, all'eventuale sistema individuato per il monitoraggio ed alla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza.

Quanto sopra costituisce implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.

7. Nelle aree P.F.M.E., sono consentiti i seguenti interventi:

a) gli interventi di demolizione senza ricostruzione, gli interventi sul patrimonio edilizio di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n. 380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;

b) interventi di ristrutturazione edilizia così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n. 380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia che non comportino aumento di superficie o di volume, purchè siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;

c) gli interventi strettamente necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume;

d) gli interventi sul patrimonio edilizio per adeguamenti minimi necessari alla messa a norma delle strutture e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienicosanitaria, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;

e) gli interventi di ampliamento e di adeguamento di opere e infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree adiacenti e non compromettano la possibilità di realizzare la bonifica del movimento franoso, previo parere del Bacino sulla compatibilità degli interventi con gli obiettivi della pianificazione di bacino;

f) nuove opere e infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico non diversamente localizzabili, a condizione che venga dimostrato il non aumento del rischio nelle aree adiacenti, previa realizzazione delle opere funzionali alla messa in sicurezza. Queste ultime devono essere supportate da idonei studi geologici, geotecnici ed idrogeologici; il Bacino si esprime sulla coerenza degli studi e del progetto preliminare delle suddette opere con gli obiettivi e gli indirizzi del presente Piano e dei propri atti di pianificazione.

Art. 14 Aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.F.E) (i.v.)

1. Nelle aree P.F.E. sono consentiti gli interventi di consolidamento, bonifica, sistemazione, protezione e prevenzione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a controllare, prevenire e mitigare gli altri processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità elevata, approvati dall'Ente competente, tenuto conto del presente Piano di Assetto Idrogeologico.

Gli interventi dovranno essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi e dei diversi processi geomorfologici, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area..

2. Tali aree potranno essere oggetto di atti di pianificazione territoriale per previsioni edificatorie, subordinando l'attuazione delle stesse all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza dovranno essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

3. Gli studi di cui al comma 2 devono attenersi ai criteri definiti dal Bacino il quale si esprime sulla coerenza degli stessi con gli atti di pianificazione del suddetto bacino, ed ove positivamente valutati, costituiscono implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.

4. Nelle aree P.F.E il Bacino si esprime sugli atti di Pianificazione di cui alla L.R. 5/95 in relazione alla coerenza degli stessi rispetto al presente Piano, nonché alla coerenza con il complesso degli strumenti di pianificazione di bacino delle valutazioni sugli effetti ambientali riferiti alle risorse acqua e suolo.

I pareri di cui sopra si intendono espressi in senso favorevole decorsi 90 giorni dalla presentazione della relativa istanza istruttoria in assenza di determinazioni o di comunicazioni da parte del Bacino.

5. La realizzazione di nuovi interventi pubblici o privati, previsti dai vigenti strumenti di governo del territorio alla data di approvazione del presente Piano è subordinata alla verifica geotecnica ed alla preventiva realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza..

Gli interventi di messa in sicurezza dovranno essere tali da non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, da non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni, da consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

I progetti preliminari degli interventi sono sottoposti al parere del competente Bacino che si esprime in merito alla coerenza degli stessi rispetto agli obiettivi del presente Piano e alle previsioni generali di messa in sicurezza dell'area..

6. Qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza costituiscano elemento strutturale e sostanziale degli interventi previsti, la realizzazione di questi ultimi potrà essere contestuale alle opere di consolidamento e messa in sicurezza.

7. Il soggetto attuatore, pubblico o privato, degli interventi di messa in sicurezza di cui sopra è tenuto a trasmettere al Comune ed al Bacino dichiarazione, a firma di tecnico abilitato, relativa agli effetti conseguiti con la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza, all'eventuale sistema individuato per il monitoraggio ed alla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza.

Quanto sopra costituisce implementazione del quadro conoscitivo del presente Piano.

8. Nelle aree P.F.E., sono consentiti, oltre agli interventi di cui al comma 7 dell'art. 13, i seguenti interventi:

a) interventi di ampliamento fino ad un massimo del 30% una tantum del volume esistente alla data di adozione del progetto di piano;

b) opere che non siano qualificabili come volumi edilizi

I livelli di pericolosità distinti all'interno del vecchio Piano Stralcio del fiume Arno sulla cartografia di dettaglio (scala < 1:10.000) sono:

- Pericolosità molto elevata (P.F.4): pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato;*
- Pericolosità da frana elevata (P.F.3): pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi o da fenomeni franosi inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa potenziale di rischio elevato;*
- Pericolosità da frana media (P.F.2): pericolosità indotta da fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente) causa di rischio medio.*

Le norme PAI del Bacino Fiume Arno disciplinano gli interventi così come descritto di seguito:

Art. 10 – Aree a pericolosità molto elevata da processi geomorfologici di versante e da frana.

Nelle aree P.F.4, per le finalità di cui al presente PAI, sono consentiti, purché nel rispetto del buon regime delle acque:

a. interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;

b. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

c. interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;

d. interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;

e. adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;

f. interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento di superficie o di volume né aumento del carico urbanistico, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;

g. interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.

h. nuovi interventi relativi a opere pubbliche o di interesse pubblico, non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente realizzate le opere funzionali al consolidamento e alla bonifica del movimento franoso previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

Art. 11 – Aree a pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante e da frana.

Nelle aree P.F.3 sono consentiti, oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste, gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui all'art.10 sono consentiti a condizione che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato dal nuovo intervento, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità di tali opere rispetto alle previsioni generali di sistemazione dell'area. Nel caso di frane quiescenti, qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità.

Art. 12 – Aree a pericolosità media e moderata da processi geomorfologici di versante e da frana.

Nelle aree P.F. 2 è consentita ogni tipologia di intervento prevista dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

Nelle aree P.F.2 e P.F.1 si persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 di programmi di previsione e prevenzione.

Fino a che non sarà approvato il nuovo PAI, su ciascuna porzione di territorio appartenete ai bacini

Fiume Arno e Fiume Ombrone valgono le norme di disciplina dei vecchi PAI approvati.

Sul nuovo PAI sono state previste le nuove prescrizioni sia di carattere realizzativo che pianificatorio da recepire negli strumenti urbanistici in corso di redazione successivamente

all'approvazione dello stesso PAI geomorfologico. Di seguito si riporta un estratto degli articoli riportati all'interno del documento di disciplina del PAI adottato in merito alla pericolosità da frana.

PRESCRIZIONI DA PAI GEOMORFOLOGICO ADOTTATO

Art. 7 – Aree a pericolosità molto elevata (P4) – Norme

1. Nelle aree P4, per le finalità di cui all'art.1, sono consentiti i seguenti interventi.

a) Le misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità e/o alla mitigazione del rischio per gli insediamenti esistenti, nonché le attività di manutenzione ordinaria, straordinaria, di monitoraggio e di indagine ad esse relative. L'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con le finalità di cui all'art. 1:

- misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità e alla mitigazione del rischio per gli insediamenti esistenti, che comportino la riduzione della classe di pericolosità con conseguente revisione del quadro conoscitivo secondo le indicazioni di cui all'art. 15;*

- misure di protezione riferite al programma di misure di cui al successivo art. 21.*

b) Le opere e le infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, non riferite a servizi essenziali e non altrimenti localizzabili, nonché gli ampliamenti e le ristrutturazioni di quelle esistenti, che possano essere realizzate in condizioni di gestione del rischio da ottenersi attraverso misure di protezione finalizzate alla riduzione della classe di pericolosità con revisione, contestuale alla realizzazione delle opere, del quadro conoscitivo secondo le indicazioni di cui all'art. 15; le opere pubbliche o di interesse pubblico di cui alla presente lettera devono in ogni caso essere realizzate senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini e in modo da consentire la manutenzione delle misure di protezione. L'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con le finalità di cui all'art. 1:

- interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche esistenti riferite ai servizi essenziali, nonché inerenti la rete infrastrutturale primaria e la rete dei servizi lineari e puntuali;*

- interventi di ampliamento e ristrutturazione degli impianti pubblici o di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006;*

- nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale viaria e ferroviaria primaria;*

- nuovi interventi relativi ai servizi a rete lineari e puntuali.*

c) Gli interventi inerenti la coltivazione, il trattamento e il ripristino di aree destinate all'estrazione di materiali da cava e da miniera relativi alle aree a valenza estrattiva e mineraria incluse nei piani regionali. Su tali interventi l'Autorità di bacino si esprime in merito alla compatibilità degli stessi con le finalità di cui all'art. 1.

2. Nelle aree P4 non sono consentite:

a) le nuove previsioni residenziali, commerciali, ricettive e produttive;

b) le previsioni di nuove opere pubbliche e di interesse pubblico, riferite ai servizi essenziali;

c) le previsioni di nuove aree destinate alla realizzazione di impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006;

d) i nuovi impianti di contenimento delle acque, quali dighe, invasi, laghi artificiali, oltre a quelli connessi con la gestione della risorsa idrica a scopi idropotabili ed irrigui.

3. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica nelle aree P4 per il patrimonio edilizio esistente e per tutti i casi non espressamente richiamati ai precedenti commi. A tal fine emanano le disposizioni concernenti l'attuazione del Piano nel settore urbanistico, con la possibilità di adottare, ove necessario, disposizioni più restrittive rispetto a quanto previsto dal presente articolo.

Art. 8 – Aree a pericolosità molto elevata (P4) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Fermo restando quanto previsto all'art. 7, nelle aree P4 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Città metropolitane, le Province e i Comuni nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio, si attengono ai seguenti indirizzi:

a) sono da privilegiare le azioni tese al mantenimento della naturale evoluzione morfodinamica dei rilievi, del paesaggio e del reticolo idrografico, a condizione che tale morfodinamica non sia causa o possa essere causa di rischio per il patrimonio ambientale, culturale, abitativo, infrastrutturale e produttivo esistente;

b) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese alla delocalizzazione degli insediamenti e delle infrastrutture nelle aree in dissesto, in particolare per quelle porzioni di territorio per le quali le misure di protezione e di mitigazione del rischio non risultino sostenibili, in quanto economicamente e socialmente non convenienti in termini di costi/benefici;

2. Nelle aree oggetto di insediamenti ed opere esistenti, in funzione del livello di rischio connesso con il tipo di dissesto e la tipologia di elemento a rischio presente, deve essere incentivata l'attivazione di procedure di monitoraggio e di protezione civile, connesse con la pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, tali da gestire il rischio per la difesa della vita umana, del patrimonio ambientale, culturale, infrastrutturale ed insediativo in fase di evento.

Art. 9 – Aree a pericolosità elevata (P3a) – Norme

1. Nelle aree P3a, per le finalità di cui all'art. 1, sono consentiti i seguenti interventi da realizzare in condizioni di gestione del rischio, senza aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini.

a) Le misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità e alla mitigazione del rischio per gli insediamenti esistenti, nonché le attività di manutenzione ordinaria, straordinaria, di monitoraggio e di indagine ad esse relative. L'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con le finalità di cui all'art. 1:

- misure di protezione tese alla riduzione della pericolosità e alla mitigazione del rischio che comportino la riduzione della classe di pericolosità con conseguente revisione del quadro conoscitivo da attuarsi secondo le indicazioni di cui all'art. 15;

- misure di protezione riferite al programma di misure di cui al successivo art. 21.

b) Le opere e le infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonché gli eventuali ampliamenti e ristrutturazioni di quelle esistenti; le opere pubbliche o di interesse pubblico suddette devono in ogni caso essere realizzate in modo da consentire la manutenzione delle misure di protezione. L'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con le finalità di cui all'art. 1:

- interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche esistenti riferite ai servizi essenziali, nonché della rete infrastrutturale primaria;

- nuovi interventi ed interventi di ampliamento e ristrutturazione degli impianti pubblici e di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006;

- nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali;

- nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale viaria e ferroviaria primaria.

c) Gli interventi inerenti la coltivazione, il trattamento ed il ripristino di aree destinate all'estrazione di materiali da cava e da miniera relativi alle aree a valenza estrattiva e mineraria incluse nei piani regionali;

d) Le nuove previsioni residenziali, commerciali e produttive, nonché gli eventuali ampliamenti e ristrutturazioni degli insediamenti esistenti.

4. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica nelle aree P3a per il patrimonio edilizio esistente e per tutti i casi non espressamente richiamati ai precedenti commi. A tal fine emanano le disposizioni concernenti l'attuazione del Piano nel settore urbanistico, con la possibilità di adottare, ove necessario, disposizioni più restrittive rispetto a quanto previsto dal presente articolo.

Art. 10 Aree a pericolosità elevata (P3b) – Norme

1. Le aree P3b sono individuate dall'Autorità di bacino secondo i criteri indicati all'allegato 3.

2. Le Regioni, le Città metropolitane, le Province ed i Comuni nell'ambito dei procedimenti di modifica ed approvazione dei propri strumenti urbanistici possono proporre all'Autorità di bacino istanze di riesame e modifica delle aree P3b, ai sensi del successivo art. 15, al fine di confermare e/o rivedere in dettaglio le condizioni di potenziale instabilità, con conseguente revisione del quadro conoscitivo.

3. Nelle more dell'eventuale applicazione del riesame di cui al comma precedente, nelle aree P3b trovano applicazione le norme definite all'art. 9.

Art. 11 – Aree a pericolosità elevata (P3a e P3b) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Fermo restando quanto previsto all'art.9, nelle aree P3a e P3b per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Città metropolitane, le Province e i Comuni nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:

a) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero e al mantenimento della naturale evoluzione morfodinamica dei rilievi, del paesaggio e del reticolo idrografico;

b) sono da privilegiare le trasformazioni dell'uso del suolo volte a ridurre le condizioni propedeutiche al dissesto e al contenimento dell'erosione;

c) le previsioni e realizzazioni di interventi di ristrutturazione urbanistica sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica.

Art. 12 – Aree a pericolosità media (P2) e bassa (P1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Le aree a pericolosità media (P2) e bassa (P1) sono individuate dall'Autorità di bacino secondo i criteri indicati all'allegato 3.

2. Nelle aree P2 e P1 sono da privilegiare le tipologie di intervento previste dagli strumenti di governo del territorio che non determinino condizioni di instabilità e non modifichino negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nelle zone potenzialmente interessate dagli interventi e dalle loro pertinenze.

5.2 Analisi della pericolosità da alluvioni

Gli aspetti connessi alla pericolosità idraulica nelle aree di approfondimento sono stati analizzati tenendo conto di due distinte fonti di dati:

- 1) condizioni di pericolosità determinate ex-novo tramite verifica idrologico-idraulica attuale per alcune porzioni del territorio urbanizzato delle aree di Trequanda e Petroio;
- 2) condizioni di pericolosità pre-determinata (dati storico-inventariali e restituzione pregressa con criterio morfologico ai sensi della D.P.G.R. 53/R sul territorio aperto, come da cartografia di Regolamento Urbanistico).

Nella nuova normativa regionale (D.P.G.R. n. 5/R del 5/2/2020) la pericolosità idraulica (da alluvioni), in conformità a quella del PGRA, è distinta in:

- **Aree caratterizzate da alluvioni frequenti o a pericolosità elevata (P3)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018;
- **Aree caratterizzate da alluvioni poco frequenti o a pericolosità media (P2)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018;

- **Aree caratterizzate da alluvioni rare o di estrema intensità o a pericolosità bassa (P1)**, come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010.

Sulla carta della pericolosità da alluvioni, oltre alle diverse aree a pericolosità, sono stati riportati (vedi tav. 9.a e 9.b):

- il reticolo idraulico di competenza della Regione Toscana così come censito allo stato attuale,
- i sistemi arginali laddove esistenti nelle aree di studio per il POC (solo areale di Trequanda),
- il buffer di 10 m rappresentativo della fascia di rispetto con vincolo di inedificabilità come da l.r. 41/2018.

Si fa presente che sul territorio aperto (vedi tav. G.10), gli ambiti di fondovalle non risultano tracciati in quanto sussiste la perimetrazione delle classi di pericolosità idraulica, nelle quali risulta già contemplato il fattore ± 2 m rispetto all'argine o in mancanza al ciglio di sponda dell'asta fluviale di riferimento.

5.2.1 Pericolosità da alluvioni UTOE Trequanda

Al fine di verificare le condizioni di pericolosità idraulica nelle zone di intersezione tra le UTOE di Piano Operativo e i rami del reticolo idraulico censito, nonché al fine di determinare la aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, sono state eseguite due verifiche idrologico-idrauliche. A ciascuna tipologia, come evidenziato all'interno della l.r. 41/2018 in materia di rischio idraulico, corrispondono rispettivamente i tempi di ritorno degli eventi di piena trentennale ($Tr \leq 30$ anni), duecentennale ($30 \leq Tr \leq 200$ anni) e cinquecentennale ($200 \leq Tr \leq 500$ anni).

Le analisi hanno interessato la zona artigianale di Pian delle Fonti e le aree ad ovest presenti lungo la SP 38, fino a valle della confluenza tra il Fosso Rigo e il suo tributario di sud-est. Le verifiche hanno evidenziato che le piene prodotte dal fosso Rigo tendono a rimanere confinate lungo la SP 38 (tratto discendente da Collalto), in quanto il rilevato stradale costituisce di fatto uno sbarramento per circa metà del lato lungo della stessa area artigianale adiacente alla strada provinciale. A valle, invece si può ipotizzare un sormonto almeno per piene con $Tr > 200$ anni. Il tombino presente sotto la strada (il quale permette il deflusso delle acque di pioggia dall'area artigianale al fosso Rigo) allo stato attuale delle conoscenze non sembra incidere nè sulla portata finale del fosso Rigo, nè su eventuali fenomeni di rigurgito all'imbocco del tombino.

Anche il tombino facente da scolmatore per il laghetto presente a valle dell'area artigianale (in corrispondenza dell'incrocio sulla SP 38), presenta una sezione utile e una quota di scarico all'interno del fosso Rigo tale per cui si possa ritenere che non abbia una significativa incidenza in fase di piena. La modellazione idrologica bacinale per il calcolo delle portate di piena, comunque, tiene conto anche dell'apporto del settore e dei versanti afferenti alla zona artigianale, perciò eventuali minori contributi laterali sul fosso principale risultano cautelativamente già considerati nel calcolo dei battenti di piena.

Il torrente Rigo si presenta spesso incassato, delimitato perciò da sponde che tendono a mantenere lateralmente una tendenza all'aumento dell'acclività. Per tale motivo planimetricamente i limiti delle aree allagabili risultano generalmente ravvicinate o coincidenti pur trattandosi di piene con diverso tempo di ritorno.

Dalla modellazione è emerso che la pericolosità P3 e P2 occupano eguali spazi nella tratta di fosso modellata a monte dell'incrocio sulla SP 38 in prossimità della zona artigianale. In particolare la piena trentennale occupa tutto lo spazio a disposizione tra la SP 38 e il versante collinare esistente in destra idraulica. A valle dell'attraversamento legato alla strada proveniente dal cimitero, le pericolosità elevata e media risultano più confinate al limite dei cigli di sponda dell'alveo attuale. A valle, invece, sia l'intersezione tra il fosso Rigo e il suo tributario proveniente dalle pendici dell'abitato di Trequanda, che la presenza di un sottoattraversamento per il passaggio di un ramo della SP 38, determinano un sormonto delle piene sulla stessa SP 38 e un alluvionamento di tutta la porzione di terreni compresi tra la SP38 e il successivo attraversamento stradale esistente sul Fosso Rigo. Perciò si osserva una potenziale occupazione da parte delle acque di laminazione su un' ampia superficie anche per $Tr \leq 30$ anni, andando potenzialmente ad interessare alcuni dei fabbricati collocati in vicinanza del fosso. Si precisa che il franco di piena previsto a ridosso dei fabbricati per le piene trentennale e duecentennale è al massimo variabile tra qualche centimetro e poco oltre i 30 cm.

Al di fuori delle tratte modellate, al fine di completare la mappatura delle aree a pericolosità da alluvioni sul territorio di Trequanda, è stata riportata la pericolosità definita con criterio morfologico (nonché storico-inventariale laddove sussistevano dati), sulla scorta di quella estrapolata in fase di aggiornamento del RU sul territorio aperto. Tale pericolosità tiene già conto degli aspetti legati agli **ambiti territoriali di fondovalle** richiamati dal regolamento 5/R per le aree presenti al di fuori del territorio urbanizzato.

Infine si fa presente che all'interno del perimetro dell'area artigianale di Pian delle Fonti sono state mappate una zona a pericolosità media (P2) e una a pericolosità bassa (P1). Tali perimetrazioni sono state definite sia sulla scorta di condizioni morfologiche che di osservazioni sulle risultanze della modellazione idrologico-idraulica del Fosso Rigo. Inoltre è stato tenuto conto anche del livello raggiunto nell'intorno del laghetto e delle relative aree occupate a seguito di eventi idraulici verificatisi di recente (novembre 2019, eventi piovosi con tempo di ritorno paragonabile probabilmente a $Tr \leq 200$ anni). In particolare si prevede che per piene duecentennali sia interessata, con spessori di acqua significativi, soltanto la porzione di valle dell'area artigianale. Invece per eventi rari ($Tr \leq 500$ anni), si prevede che tutta la superficie artigianale sia occupata da una lama di acqua mediamente di circa 25–30 cm. Per questo si ritiene cautelativamente necessario che gli interventi previsti all'interno dell'area di Pian delle Fonti tengano conto in fase progettuale di apportare un rialzo delle strutture (in rilevato) di circa 25 cm al fine di scongiurare eventuali allagamenti con danneggiamento di materiali o macchinari che comunque potrebbero essere presenti a terra all'interno degli edifici industriali. Tali rialzi, comunque, non potranno determinare incrementi di rischio a valle. Tale condizione dovrà essere perseguita attraverso interventi di ripristino del reticolo idraulico perimetrale nella parte terminale dell'area artigianale, permettendo un migliore deflusso delle acque di piena verso il reticolo idraulico di valle (Fosso Rigo).

5.2.2 Pericolosità da alluvioni UTOE Petroio

Anche per l'areale di Petroio è stata definita la pericolosità da alluvioni sulla scorta delle risultanze di una modellazione idrologico-idraulica relativamente al torrente Selciaie e al Fosso Canapino.

La modellazione ha interessato tutta la tratta del Selciaie presente all'interno del territorio urbano di Petroio. Lo stesso fosso risulta su più porzioni tombato e soltanto a valle del centro storico di Petroio si presenta completamente a cielo aperto prima di immettersi nel Fosso della Porta Franca.

La modellazione idraulica ha evidenziato che tutta l'area urbanizzata presente in zona valliva, risulta interessata da esondazione del fosso principale già per piene con tempo di ritorno trentennale. Perciò si registra diffusa presenza di pericolosità elevata però non intersecante generalmente edifici esistenti, ma solo infrastrutture stradali o parzialmente centri sportivi attrezzati. Soltanto nella parte terminale della zona artigianale di Petroio si può attendere alluvionamento anche di edifici civili o artigianali per collocazione degli stessi ad una quota

inferiore del battente di piena trentennale. Tale evidenza è già stata osservata nell'ultimo ventennio in corrispondenza di fenomeni meteorologici intensi, nel corso dei quali il rigurgito prodotto all'imbocco del tratto tombato in corrispondenza dell'officina, produce un allagamento dei piani bassi della stessa officina e potenzialmente un allagamento anche dell'edificio presente in sinistra idraulica. Con il sormonto del piazzale e del parcheggio presenti poco più a valle, si attende una lamina d'acqua (per la piena trentennale) sostanzialmente equivalente alla quota di rialzo del resede degli altri edifici civili ed artigianali presenti in sinistra idraulica (edifici artigianali Laima e limitrofi). Quest'ultimi, perciò, si ritiene che possano risultare interessati solo da pericolosità media (P2) e bassa (P1) per piene con tempo di ritorno rispettivamente duecentennale e cinquecentennale.

Perciò il lotto DP2 previsto all'interno del Piano Operativo per l'area di Petroio, risulta potenzialmente interessato da piene due centennali e cinquecentennali. Al fine di mantenere in sicurezza rispetto a fenomeni per $Tr \leq 200$ anni, si ritiene che l'ampliamento relativo al lotto DP2 debba attuarsi mantenendo una quota del piano calpestabile equivalente a quella del franco di piena duecentennale (a circa 453,20 m s.l.m., circa +60 cm rispetto alla quota di 452,50 m s.l.m. del piazzale a valle). Il fabbricato esistente si trova ad una quota di circa 453,10 m s.l.m., perciò il rialzo effettivo sarebbe di soli 10 cm.

La modellazione del Fosso Canapino ha permesso di evidenziare che il piazzale adibito a parcheggio sottostante la SP 71, risulta completamente alluvionabile già per tempo di ritorno $Tr = 30$ anni. L'onda di piena si genera per rigurgito delle acque provenienti da monte in corrispondenza dell'entrata sul tombino stradale. Quest'ultimo collega il Fosso Canapino con il T. Selciaie in corrispondenza della zona attrezzata a verde pubblico. La modellazione del Fosso Canapino, inoltre, ha permesso di scongiurare la presenza di rischio idraulico anche per le abitazioni della lottizzazione esistente lungo la SP 71 amonte dell'intersezione con il Selciaie (lotto di intervento B1P, come da programmazione sul nuovo Piano Operativo).

Al di fuori delle tratte oggetto di modellazione, al fine di completare la mappatura della pericolosità attesa all'interno del territorio urbanizzato e in un congruo intorno, è stata riportata la pericolosità idraulica così come definita in fase di aggiornamento del RU per il territorio aperto, ricollocata in funzione della nuova classificazione da 5/R del 2020.

5.2.3 Pericolosità da alluvioni UTOE Castelmuzio

Tutti gli interventi e le stesse UTOE risultano collocati in area collinare, presentando assenza di rischio nei confronti di fenomeni alluvionali (pericolosità bassa ex 53/R del 2011).

Perciò a completamento del quadro conoscitivo di Piano Operativo sull'areale di studio per Castelmuzio, è stata comunque riportata la pericolosità idraulica pre-esistente per gli ambiti di fondovalle, come definita a livello di cartografia di Piano Strutturale sul territorio aperto. Tale pericolosità, riadattata alla nuova suddivisione delle classi di pericolosità P3-P2-P1 della D.P.G.R. n. 5/R, già contiene la delimitazione degli **ambiti territoriali di fondovalle** riferiti a quote ± 2 m sopra il ciglio di sponda delle aste torrentizie censite all'interno del reticolo idraulico regionale.

5.2.4 Pericolosità da alluvioni per proposta di modifica al PGRA vigente

Al fine di effettuare la proposta di aggiornamento della pericolosità esistente a livello del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvione) dell'Autorità Distrettuale di Bacino dell' Appennino Settentrionale (aree Bacino del Fiume Arno e Bacino Regionale del Fiume Ombrone), è stata redatta una cartografia rappresentativa delle aree a diversa pericolosità da alluvioni, in funzione di quella determinata ai sensi dell'allegato A della D.P.G.R. 5/R del 5/2/2020. La tavola di riferimento a scala generale (scala 1:10.000) è la Tav. G.10 intitolata: *"Carta della pericolosità da alluvione per proposta di modifica al PGRA U.o.M. Arno e U.o.M. Ombrone"* (quadranti nord e sud). Nella stessa tavola è stato riportato anche il reticolo idrografico censito ai sensi della l.r. n. 41/2018.

Alla scala di dettaglio delle UTOE la medesima cartografia è stata redatta in scala 1:2.000 soltanto per gli abitati di Trequanda e Petroio. Per Castelmuzio non è stata prodotta alcuna cartografia essendo riproposta soltanto la pericolosità esterna all'abitato già definita sulla cartografia di PS in scala 1:10.000 con criterio morfologico.

Le norme della Disciplina di Piano del PGRA (Bacino dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, approvazione con DPCM del 27/10/2016) all'art. 6 prevedono la seguente suddivisione di aree con diversa pericolosità da alluvione:

- **pericolosità da alluvione elevata (P3)**, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- **pericolosità da alluvione media (P2)**, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;

– **pericolosità da alluvione bassa (P1)**, pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

Le diverse aree con previsione di alluvionamento sono state definite recependo innanzitutto le risultanze delle verifiche idrologico-idrauliche realizzate per le aree urbanizzate di Trequanda e Petroio. Successivamente, per le aree esterne alle UTOE ma facenti parte di un congruo intorno significativo ai fini della descrizione del quadro conoscitivo dei centri urbani, è stata riportata la pericolosità idraulica pre-esistente, già individuata con criterio morfologico nella fase di redazione del Regolamento Urbanistico del 2018 (RU territorio aperto). In corrispondenza dei punti di collegamento tra pericolosità ottenuta da modellazione e pericolosità redatta con criterio morfologico, è stato effettuato un lavoro di adattamento e miglioramento dei limiti sulla scorta di aspetti morfologici.

La pericolosità precedentemente redatta ai sensi del vecchio regolamento 53/R è stata mantenuta tenendo conto al massimo di fenomeni con $30 \leq Tr \leq 200$ anni, riferiti a **pericolosità da alluvioni media (P2)**. Tale livello di pericolosità è stato individuato considerando le aree comprese al di sotto delle quote maggiori di 2 m rispetto al ciglio esterno dei torrenti censiti all'interno del reticolo idraulico regionale. Ai sensi della nuova D.P.G.R. 5/R la mappatura della pericolosità media coincide con le aree definibili come **ambiti territoriali di fondovalle** richiamati nel nuovo regolamento regionale per le aree del territorio aperto per cui non risulta individuata pericolosità idraulica.

Le aree interessate da **pericolosità da alluvioni bassa (P1)**, riferita ad eventi con $200 \leq Tr \leq 500$ anni, sono state individuate rispetto alle zone poste a quote maggiori di 2 m rispetto al ciglio esterno dei torrenti censiti e comunque all'interno di un buffer di 20 m rispetto al limite esterno delle zone mappate con pericolosità P2.

Con la soppressione dei bacini regionali e l'annessione al Bacino Distrettuale, è stata unificata la legenda facente riferimento alla individuazione delle classi di pericolosità idraulica.

Nel PGRA è stata comunque mantenuta la distinzione dei diversi bacini facendo riferimento a unità territoriali denominate *Unit of Management*. Nel caso del territorio comunale di Trequanda, facendo riferimento agli ex Bacini del Fiume Arno ed Ombrone, attualmente il PGRA fa riferimento alle U.o.M. Arno (ITADBN002, vedi fig.22) e U.o.M. Ombrone (ITADBR093, vedi fig.23).

L'**U.o.M. Arno** risulta suddivisa in sub-aree (aree omogenee) denominate: area omogenea 1 – Area appenninica, Area omogenea 2 – Val di Chiana, Area omogenea 3 – Medio Valdarno e area metropolitana, Area omogenea 4 – Val di Pesa, Area omogenea 5 – Sistema del Valdarno Inferiore, Area omogenea 6 – Bacini palustri Bientina Fucecchio, Area omogenea 7 – Val d'Era, Area omogenea 8 – Sistema idraulico costiero. Il comune di Trequanda fa parte dell'area omogenea della Valdichiana.

L'**U.o.M. Ombrone** risulta suddivisa in sub-aree denominate Ombrone 1, Ombrone 2, Ombrone 3. La porzione di bacino compresa all'interno del territorio di Trequanda fa parte dell'area omogenea Ombrone 1 (vedi fig. 24). La stessa area è suddivisa in sub-aree (Ombrone, Arbia, Merse, Gretano, Orcia, Melacce, Trasubbia).

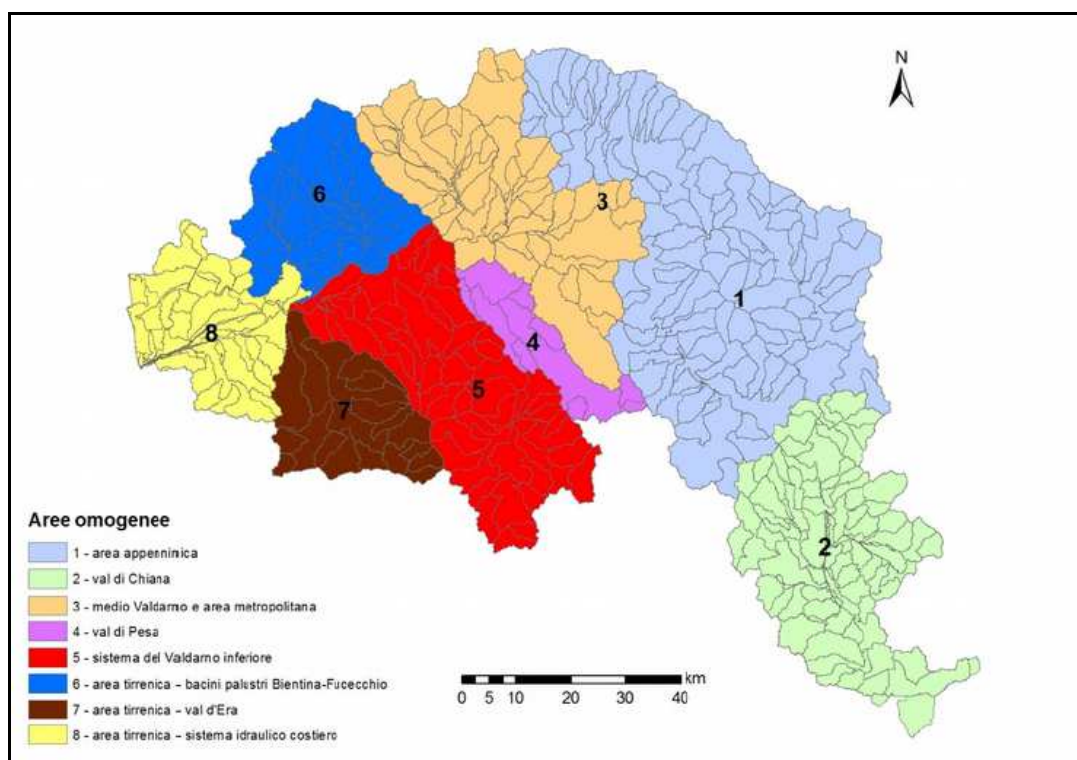


Fig. 22: U.o.M. Arno e suddivisione nelle sottoaree omogenee (N. 2 area omogenea della Val di Chiana)

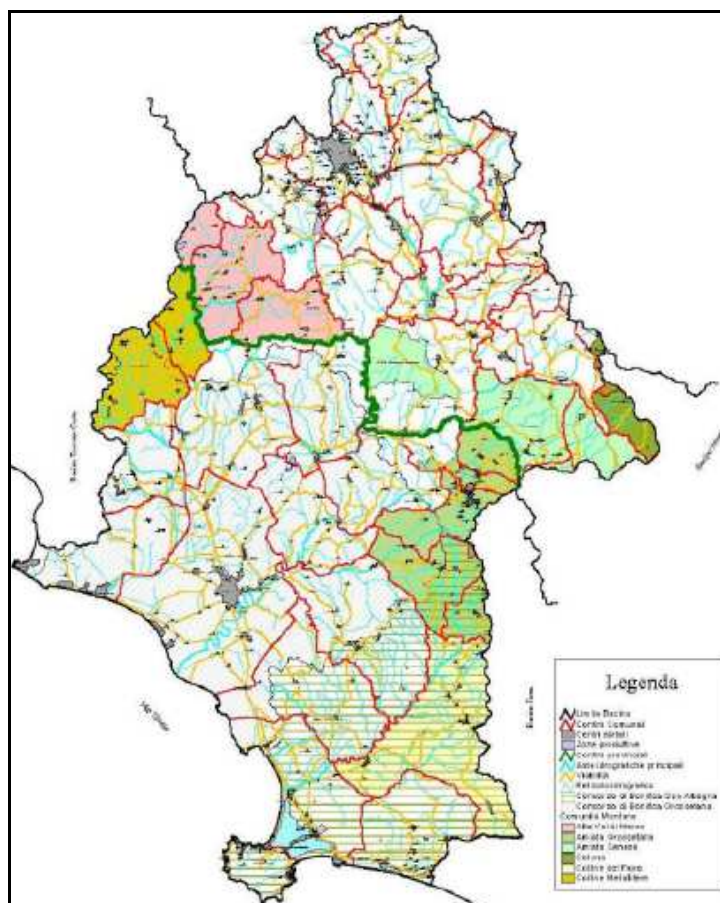


Fig.23: inquadramento amministrativo U.o.M. Ombrone

Comuni	% Territorio in AO Ombrone1	Comuni	% Territorio in AO Ombrone1
Provincia di Grosseto		Provincia di Siena	
Arcidosso	94,19	Abbadia San Salvatore	5
Campagnatico	97,73	Asciano	100,00
Castel Del Piano	100,00	Buonconvento	100,00
Cinigiano	100,00	Casole d'Elsa	12,43
Civitella Paganico	100,00	Castellina in Chianti	8,08
GROSSETO	50,85	Castellnuovo Berardenga	89,02
Magliano in Toscana	34,68	Castiglione d'Orcia	100,00
Massa Marittima	4,94	Chianciano Terme	10,06
Montieri	62,33	Chiusdino	100,00
Orbetello	12,15	Gaiole in Chianti	79,76
Roccalbegna	45,77	Montalcino	100,00
Roccastrada	40,79	Montepulciano	7,46
Scansano	52,31	Monteroni d'Arbia	100,00
Seggiano	100,00	Monticiano	100,00
		Murlo	100,00
		Pienza	100,00
		Radda in Chianti	32,41
		Radiconfani	58,52
		Radicondoli	27,12
		Rapolano Terme	55,15
		San Giovanni d'Asso	68,33
		San Quirico d'Orcia	100,00
		Sarteano	53,01
		SIENA	100,00
		Sovicille	90,45
		Torrita Di Siena	8,65
		Trequanda	71,29

Comuni dell'area omogenea Ombrone 1

Fig.24: Elenco comuni compresi nella U.o.M. Ombrone

Sia all'interno del nuovo Piano di Progetto bacinale per la Regione Toscana, che all'interno delle aree di studio dei territori urbanizzati del comune di Trequanda con particolare riferimento a quello dell'abitato di Petroio, si registra che, al fine di limitare gli eventuali danni da fenomeni alluvionali e mantenere in sicurezza i territori urbanizzati, è necessario porre forte attenzione ai fenomeni meteorologici identificati come Flash-Flood che sempre più risultano caratterizzare gli eventi di pioggia nel corso di una intera annualità e che negli ultimi anni hanno interessato direttamente proprio l'abitato di Petroio nella zona valliva occupata dall'edificato della zona artigianale e residenziale esterna al centro storico.

La Disciplina di Piano agli articoli 7, 8, 9, 10 indica le norme e gli indirizzi per il recepimento negli strumenti di governo del territorio:

Art. 7. Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Norme

1. Nelle aree P3, per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi 2 e 3.

2. Nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M.

Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:

a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGRA;

b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;

c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;

d) nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale primaria, se non diversamente localizzabili;

e) nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi; nonché interventi di ampliamento, di ristrutturazione di tali impianti e infrastrutture.

3. Fatto salvo quanto previsto all'art. 14 comma 8, nelle aree P3 non sono consentite:

a) previsioni di nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali;

b) previsioni di nuove aree destinate alla realizzazione di impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006;

c) previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi e volumi interrati;

4. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P3.

Art. 8 – Aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Fermo quanto previsto all'art. 7 e all'art. 14 comma 8, nelle aree P3 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:

a) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica, alla riqualificazione e allo sviluppo degli ecosistemi fluviali esistenti, nonché le destinazioni ad uso agricolo, a parco e ricreativo – sportive;

b) sono da evitare le previsioni e le realizzazioni di nuove edificazioni, salvo che non siano possibili localizzazioni alternative. In ogni caso, le previsioni di nuova edificazione non diversamente localizzabili sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

c) le previsioni e realizzazioni di interventi di ristrutturazione urbanistica sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

Art. 9 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Norme

1. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all'art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo e al successivo art. 10.

2. Nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino si esprime sugli interventi di seguito elencati, in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone:

a) misure di protezione previste dal PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e misure previste dal PGA;

b) interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini;

c) interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico esistenti, riferite ai servizi essenziali, e della rete infrastrutturale primaria, nonché degli impianti di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006 dichiarati di interesse pubblico;

d) nuovi interventi relativi alle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e alla rete infrastrutturale primaria;

e) interventi di ampliamento, di ristrutturazione e nuovi impianti di potabilizzazione e depurazione compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi nonché gli impianti dichiarati di interesse pubblico di cui all'allegato VIII alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006, compresi i servizi a rete e le infrastrutture a questi connessi.

3. Le Regioni disciplinano le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P2.

Art. 10 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Indirizzi per gli strumenti governo del territorio

1. Fermo quanto previsto all'art. 9 e all'art. 14 comma 8, nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:

f) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica;

g) le previsioni di nuova edificazione sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico;

h) sono da evitare le previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi, se non diversamente localizzabili;

i) le previsioni di volumi interrati sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.

Art. 11 – Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Indirizzi per gli strumenti di governo del territorio

1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.

2. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P.1

Si ricorda che laddove non sono state realizzate verifiche idrauliche, al fine di completare la mappatura della pericolosità da alluvioni in un congruo intorno del territorio urbanizzato, le aree a diversa pericolosità da alluvione, sono state tracciate acquisendo in conformità alla classificazione da PGRA le aree a pericolosità elevata e media mappate ai sensi della 53/R per il territorio aperto, raccordando le stesse aree con i nuovi limiti ottenuti per mezzo delle verifiche idrauliche e ricondotte alla nuova classificazione adottata dal PGRA vigente.

Si ricorda che tutto il reticolo idrografico esistente all'interno del territorio comunale di Trequanda è classificato come reticolo secondario.

Su ciascuna tavola di pericolosità da alluvioni, inoltre, è stato riportato:

- il reticolo idraulico di competenza della Regione Toscana così come censito allo stato attuale,
- un buffer di 10 m rappresentativo della fascia di rispetto con vincolo di inedificabilità come da l.r. 41/2018 lungo la tratte di reticolo mappate nelle aree di approfondimento del Piano Operativo.

5.2.5 Prescrizioni ai sensi della l.r. 41/2018

A completamento el quadro normativo di riferimento si riporta di seguito un estratto delle prescrizioni inserite all'interno della l.r. 41/2018:

Art. 3

Tutela dei corsi d'acqua

1. Non sono consentiti nuove costruzioni, nuovi manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della legge regionale 27 dicembre 2012, n. 79 (Nuova disciplina in materia di consorzi di bonifica. Modifiche alla l.r. 69/2008 e alla l.r. 91/1998. Abrogazione della l.r. 34/1994), fatto salvo quanto previsto ai commi 2, 3 e 4.

2. Negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento e delle condizioni di cui al comma 5, sono consentiti i seguenti interventi:

a) interventi di natura idraulica, quali in particolare:

- 1) trasformazioni morfologiche degli alvei e delle golene;*
- 2) impermeabilizzazione del fondo degli alvei;*
- 3) rimodellazione della sezione dell'alveo;*
- 4) nuove inalveazioni o rettificazioni dell'alveo.*

b) reti dei servizi essenziali e opere sovrapassanti o sottopassanti il corso d'acqua;

c) opere finalizzate alla tutela del corso d'acqua e dei corpi idrici sottesi;

d) opere connesse alle concessioni rilasciate ai sensi del regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 (Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici);

e) interventi volti a garantire la fruibilità pubblica;

f) itinerari ciclopeditoni;

g) opere di adduzione e restituzione idrica;

h) interventi di riqualificazione ambientale.

3. Negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento e delle condizioni di cui al comma 5, sul patrimonio edilizio esistente, legittimamente realizzato sotto il profilo edilizio e con autorizzazione idraulica

oppure senza autorizzazione idraulica in quanto non richiesta dalla normativa vigente al momento della realizzazione dell'intervento, sono consentiti, qualora ammessi dagli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunali, tutti gli interventi edilizi finalizzati esclusivamente alla conservazione e alla manutenzione dei manufatti, a condizione che siano realizzati interventi di difesa locale qualora si modificano le parti dell'involucro edilizio direttamente interessate dal fenomeno alluvionale relativo allo scenario per alluvioni poco frequenti. Non sono comunque consentiti i frazionamenti ed i mutamenti di destinazione d'uso comportanti la creazione di unità immobiliari con funzione residenziale o turistico-ricettiva o, comunque, adibite al pernottamento, interventi quali quelli di ristrutturazione urbanistica, ristrutturazione

edilizia ricostruttiva, interventi di sostituzione edilizia e quelli comportanti le addizioni volumetriche.

4. Nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento nonché delle condizioni di cui al comma 5, sulle infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e loro pertinenze, sui parcheggi pubblici e privati, legittimamente realizzati sotto il profilo edilizio e con

autorizzazione idraulica oppure senza autorizzazione idraulica in quanto non richiesta dalla normativa vigente al momento della realizzazione dell'intervento, sono consentiti interventi di adeguamento e ampliamento per la messa in sicurezza delle infrastrutture ai sensi della normativa tecnica di riferimento.

5. Gli interventi di cui ai commi 2, 3 e 4 sono consentiti, previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:

a) sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;

b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;

c) non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;

d) non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;

e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;

f) il patrimonio edilizio esistente di cui al comma 3 sia inserito nel piano di protezione civile comunale al fine di prevenire i danni in caso di evento alluvionale.

6. Il rispetto delle condizioni di cui al comma 5 costituisce elemento di verifica della compatibilità idraulica ai fini del rilascio dell'autorizzazione di cui al medesimo comma 5. L'autorizzazione idraulica è rilasciata dalla struttura regionale competente con le modalità definite nel regolamento di cui all'articolo 5, comma 1, lettera e), della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 (Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri). L'autorizzazione è rilasciata entro quarantacinque giorni dal ricevimento della domanda.

7. Sul patrimonio edilizio esistente di cui ai commi 3 e 4, sono sempre ammessi interventi di manutenzione ordinaria e gli interventi volti all'eliminazione delle barriere architettoniche.

8. Gli interventi di cui al comma 2, lettere e) ed f), sono realizzati, nel rispetto delle condizioni di cui al comma 5 e a condizione che siano adottate nei piani comunali di protezione civile misure per regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

9. Le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alle opere, interventi e manufatti privi di rilevanza edilizia di cui all'articolo 137 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio), previa verifica di compatibilità idraulica. La verifica è effettuata dalla struttura regionale competente nell'ambito del rilascio della concessione demaniale ai sensi del regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 12 agosto 2016, n. 60/R (Regolamento in attuazione

dell'articolo 5 della legge regionale 28 dicembre 2015 n. 80 "Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idrica e tutela della costa e degli abitati costieri" recante disciplina del rilascio delle concessioni per l'utilizzo del demanio idrico e criteri per la determinazione dei canoni).

Art. 4

Interventi di adeguamento sui tratti coperti dei corsi d'acqua

1. Fermo restando quanto previsto all'articolo 115 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), non sono consentite le coperture dei corsi d'acqua insistenti sul demanio idrico, fluviale, lacuale e su tutto il reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012.

2. Al fine di garantire la tutela della pubblica incolumità, la Regione, nell'ambito del rilascio della concessione demaniale, detta indirizzi ai concessionari di cui all'articolo 6 per la realizzazione degli interventi di adeguamento dei tratti coperti dei corsi d'acqua atti a garantirne la funzionalità idraulica e la riduzione del rischio, nonché a consentirne la manutenzione nel rispetto del seguente ordine di priorità:

a) riapertura totale del corso d'acqua;

b) eventuale delocalizzazione di edifici e strutture che interferiscono con le strutture del corso d'acqua;

c) ampliamento della sezione esistente esclusivamente in zona edificata e nel caso di dichiarata mancanza di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, allo scopo di ovviare a situazioni di pericolo e a garantire la tutela della pubblica incolumità, o altre tipologie di interventi finalizzati alla riduzione del rischio idraulico.

Art. 5

Gestione transitoria dei tratti coperti dei corsi d'acqua

1. Nelle more della realizzazione degli interventi di adeguamento di cui all'articolo 4, i soggetti concessionari di cui all'articolo 6 garantiscono l'esercizio provvisorio dell'opera in condizioni di rischio compatibili con la tutela della pubblica incolumità.

2. All'atto del rilascio la concessione è comunicata al comune territorialmente interessato affinché d'intesa con la Regione:

a) disponga le condizioni di esercizio transitorio dell'opera;

b) individui il tempo di ritorno della portata che transita nel tratto coperto del corso d'acqua;

c) stabilisca le misure di prevenzione volte a gestire le situazioni di rischio in relazione alle attività di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 febbraio 2004 (Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile).

3. Il comune inserisce le prescrizioni relative al comma 2, lettere a), b) e c), nel piano di protezione civile comunale e lo trasmette alla struttura regionale competente. Nel medesimo piano il comune individua altresì:

a) le condizioni di vigilanza, allertamento ed emergenza correlate alla tipologia degli eventi idrologici e idrogeologici che possono comportare condizioni di rischio;

b) le procedure di emergenza;

c) le operazioni periodiche di sorveglianza e ispezione da compiere per il miglioramento del funzionamento del corso d'acqua.

CAPO III

Interventi edilizi all'interno del perimetro del territorio urbanizzato

Art. 9

Ambito di applicazione del capo III

1. Le disposizioni del presente capo si applicano agli interventi edilizi all'interno del perimetro del territorio urbanizzato come definito dalla l.r. 65/2014.

Art. 10

Limitazioni per le aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti 1. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indi pendentemente dalla magnitudo idraulica, non possono essere realizzati, neanche attraverso il riutilizzo del

patrimonio edilizio esistente mediante mutamento delle destinazioni d'uso:

a) ospedali e case di cura;

b) strutture strategiche per la gestione dell'emergenza da ricomprendersi nei piani comunali di protezione civile di cui alla legge regionale 29 dicembre 2003, n. 67 (Ordinamento del sistema regionale della protezione civile e disciplina della relativa attività) o individuate in altre disposizioni di protezione civile;

c) impianti di cui all'allegato VIII, parte seconda del d.lgs. 152/2006.

2. Le opere di cui al comma 1 possono essere realizzate solo a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).

3. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, non possono essere realizzate le opere o le funzioni di cui al comma 1, neanche attraverso il riutilizzo del patrimonio edilizio esistente mediante mutamento delle destinazioni d'uso. Tali opere o funzioni possono essere realizzate soltanto se non diversamente localizzabili e, comunque, secondo quanto stabilito agli articoli 11, 12, 13 e 16.

Art. 11

Interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti

1. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b).

2. Fermo restando quanto disposto dagli articoli 10, 12 e 13, nelle aree a pericolosità per alluvioni poco Art. 11 Interventi di nuova costruzione in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti 1. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a

condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b).

2. Fermo restando quanto disposto dagli articoli 10, 12 e 13, nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati interventi di nuova costruzione a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

3. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).

4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a), o le opere idrauliche che riducono gli allagamenti per eventi poco frequenti, conseguendo almeno una classe di magnitudo idraulica moderata e a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica moderata, possono essere realizzati volumi interrati a condizione che non sia superato il rischio medio R2.

Art. 12

Interventi sul patrimonio edilizio esistente in aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti

1. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sul patrimonio edilizio esistente sono consentiti tutti gli interventi edilizi fatto salvo quanto disposto ai commi 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

2. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione di interventi edilizi che comportano incrementi volumetrici, anche attraverso demolizioni con parziale o totale ricostruzione, è realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c). Il presente comma trova applicazione anche nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale ad un intervento sul patrimonio edilizio esistente oppure nel caso in cui l'incremento volumetrico comporti la realizzazione di un nuovo manufatto connesso e funzionale all'ampliamento e all'adeguamento di opere pubbliche.

3. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sono comunque ammessi gli incrementi volumetrici che non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque, non sottraggono volume di laminazione e non aggravano le condizioni di rischio in altre aree.

4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per la realizzazione degli interventi edilizi di demolizione, con parziale o totale ricostruzione senza incrementi volumetrici, sono contestualmente realizzati gli interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettera d).

5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, per la realizzazione degli interventi edilizi sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente, qualora modifichino le parti dell'involucro edilizio direttamente interessate dal fenomeno alluvionale, sono contestualmente realizzati gli interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettera d).

6. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa o molto severa, sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente, sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

7. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, sulle parti dei manufatti con piano di calpestio al di sotto del battente sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, nonché i frazionamenti comportanti la creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o, comunque, adibiti al pernottamento, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b).

8. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per i volumi interrati esistenti non sono ammessi i mutamenti di destinazione d'uso in funzione residenziale o comunque adibiti al pernottamento, nonché i frazionamenti comportanti la creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o, comunque, adibiti al pernottamento.

Art. 13

Infrastrutture lineari o a rete

1. Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

2. Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

3. L'adeguamento e l'ampliamento di infrastrutture a sviluppo lineare esistenti e delle relative pertinenze può essere realizzato nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:

a) itinerari ciclopeditoni, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio e

che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;

b) parcheggi in superficie, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali;

c) nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio;

d) impianti e relative opere per la produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelli esistenti, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);

e) impianti e relative opere per il trattamento della risorsa idrica e per la depurazione, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c);

f) adeguamento e ampliamento degli impianti e delle relative opere di cui alla lettera e), a condizione che sia realizzata almeno una delle opere o interventi di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b), c) o d).

5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi a condizione che siano realizzate le opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettera a).

6. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati sottopassi, solo se non diversamente localizzabili, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali.

Art. 14

Interventi nelle aree presidiate da sistemi arginali

1. Fermo restando quanto stabilito all'articolo 3, nelle aree presidiate da sistemi arginali per il contenimento delle alluvioni di cui all'articolo 2, comma 1, lettera s), per gli interventi di nuova costruzione sono previste misure per la gestione del rischio di alluvioni nell'ambito del piano di protezione civile comunale. A tal fine il comune, entro centottanta giorni dal rilascio del titolo abilitativo, aggiorna il relativo piano e lo trasmette alla struttura regionale competente.

Art. 16

Interventi edilizi fuori dal territorio urbanizzato

1. Gli interventi edilizi sono realizzati alle condizioni degli articoli 10, 11, 12 e 13, ad eccezione di quanto disposto dal presente articolo.

2. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzate da magnitudo idraulica severa e molto severa, è realizzata almeno una delle opere idrauliche di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a) o b), come condizione per la realizzazione di interventi di nuova costruzione.

3. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti

o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati nuovi edifici rurali a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c). 4. Nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzate nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

5. Nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, possono essere realizzati annessi agricoli a condizione che non costituiscano ostacolo al deflusso delle acque e non sottraggano volume di laminazione.

Per ogni ulteriore dettaglio sulla legge non contemplato negli articoli sopra riportati, si rimanda al testo integrale della medesima legge.

5.3 Analisi della pericolosità sismica locale

Al fine di estrapolare le aree a diversa pericolosità sismica, come previsto dallo stesso regolamento 5/R sono state implementate all'interno dell'elenco elaborati di Piano Operativo le cartografie afferenti agli studi di Microzonazione Sismica. In particolare sono stati inseriti la Carta Geologico–Tecnica e la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica. Sulla scorta delle microzone definite con gli studi approvati nel 2019, nonché tenendo conto degli approfondimenti effettuati per gli aspetti geologici, geomorfologici e litologico–tecnici, sono state mappate le aree a diversa pericolosità sismica all'interno degli areali di riferimento sui territori urbanizzati.

5.3.1 Carta geologico–tecnica per la microzonazione sismica

All'interno degli areali di studio relativi agli abitati di Trequanda, Petroio e Castelmuzio, si evince che sono individuabili le seguenti unità geologico–tecniche.

Substrato geologico

- Unità LP: substrato lapideo associato alla presenza delle unità carbonatiche del Calcare Massiccio (MAS) e dei Calcari a Rhaetavicula Contorta;
- Unità LPS: substrato lapideo stratificato riconducibile all'affioramento delle formazioni dei Calcari a Apitci (APT), Calcare Selcifero di Limano (LIM) e delle Marne a Posidonomya (POD).

Terreni di copertura

- Unità GPzz: terreni costituiti da ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia di ambiente deposizionale (unità geologiche VILa, VILd – depositi continentali Rusciniiani e Villafranchiani).
- Unità GMzz: terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia sabbia e limo di ambiente deposizionale (unità geologica PLIc – depositi marini a calcareniti e calciruditi).
- Unità GCzz: terreni costituiti da ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla di ambiente deposizionale, riconducibili alle unità geologiche aa (depositi di versante), b (depositi alluvionali), FAaI (Calcari detritici organogeni costituiti prevalentemente da gusci di ostreidi).

- Unita SMpi: terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di piana inondabile, riconducibili alle unità geologiche b2a (depositi eluvio-colluviali), bna (depositi alluvionali terrazzati) e PLIs (sabbie e arenarie gialle plioceniche).
- Unita CLzz: terreni costituiti da argille inorganiche di medio bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico deposizionale (unità geologica FAA – Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere).

5.3.2 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Dagli studi redatti sui principali centri urbani si evince che sono state discretizzate n. 47 microzone omogenee. Di seguito si riporta la descrizione di ciascuna microzona come da relazione illustrativa di MS.

ZONA 2001: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi pliocenici costituiti da sabbie e arenarie di spessore tra 1 e 10 m, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona è prevalentemente concentrata nella parte sud-ovest dell'area di Trequanda, in una ristretta zona a nord-est di Castelmuzio e nell'area di Petroio.

ZONA 2002: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi pliocenici costituiti da sabbie e arenarie di spessore tra 20 e 60 m, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona è presente in tutte e tre le aree in esame.

ZONA 2003: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi di versante o calcari detritici organogeni di spessore tra 1 e 20 m, sopra a spessori da 1 a 30 metri di sabbie, e arenarie gialle sormontanti il substrato costituito da litotipi non stratificati. Questa zona è ubicata a nord-est dell'abitato di Petroio.

ZONA 2004: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi di versante o calcari detritici organogeni di spessore tra 10 e 20 metri, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona è ubicata nei pressi dell'abitato di Trequanda e di Petroio.

ZONA 2005: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo calcari continentali villafranchiani di spessore tra 1 e 15 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 0 e 10 metri, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona è ubicata a Petroio.

ZONA 2006: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi eluvio colluviali di spessore tra 1 e 5 metri, sopra calcari detritici organogeni pliocenici e calcari continentali villafranchiani di spessore tra 5 e 15 metri, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona è ubicata nella parte centrale dell'area di Petroio.

ZONA 2007: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo calcari detritici organogeni di spessore tra 1 e 60 metri, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona è ubicata in una piccola area a NE di Petroio.

ZONA 2008: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 60 e 90 metri, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona si trova nel settore centrale e sud-occidentale dell'area di Castelmuzio.

ZONA 2009: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo argille plioceniche di spessore tra 1 e 20 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 20 m, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona è ubicata a sud-ovest dell'abitato di Castelmuzio.

ZONA 2010: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo conglomerati e ciottoli poligenici villafranchiani di spessore tra 1 – 10 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 5 – 10 m, sopra al substrato lapideo non stratificato. Questa zona, di piccolissima di estensione, si trova a sud di Petroio.

ZONA 2011: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi di versante o calcari detritici organogeni di spessore tra 1 – 20 metri, sopra al substrato lapideo stratificato. Queste zone sono concentrate a nord-est di Trequanda.

ZONA 2012: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo uno spessore di depositi eluvio-colluviali di spessore tra 1 e 5 metri, sopra a calcari detritici organogeni pliocenici di spessore tra 5 – 15 metri, sopra al substrato lapideo stratificato. La singola zona, si trova a ovest-nord-ovest dell'abitato di Trequanda.

ZONA 2013: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo uno spessore di sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 0 e 40 metri, sopra a calcari detritici organogeni pliocenici di spessore tra 5– 15 metri, sopra al substrato lapideo stratificato. Questa zona è ubicata a ovest-nord-ovest dell'abitato di Trequanda.

ZONA 2014: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo uno spessore di depositi eluvio-colluviali di spessore tra 0 e 10 metri, sopra a calcari detritici organogeni

pliocenici di spessore tra 10 – 25 m, sopra al substrato lapideo stratificato. Tale zona è ubicata nel settore orientale dell'area di Trequanda.

ZONA 2015: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo uno spessore tra 10 e 30 metri di calcari detritici organogeni pliocenici, sopra al substrato lapideo stratificato. Questa zona è rilevabile a est di Trequanda.

ZONA 2016: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle plioceniche con spessore tra 0 - 40 m, sopra a calcari detritici organogeni pliocenici, sopra al substrato costituito da litotipi lapidei stratificati. Questa zona è rilevabile prevalentemente a Est dell'area di Trequanda.

ZONA 2017: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi eluvio colluviali o sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 5 metri, sopra ad argille azzurre di spessore tra 5 – 30 m, sopra al substrato costituito da litotipi lapidei stratificati. Questa zona è rilevabile a nord-est dell'abitato di Trequanda.

ZONA 2018: questa zona comprende una piccola fascia in cui abbiamo depositi in frana di spessore tra 1 – 5 m, sopra al substrato costituito da un'alternanza di litotipi stratificati.

ZONA 2019: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo argille azzurre plioceniche di spessore tra 1 – 10 m, sopra a al substrato costituito da un'alternanza di litotipi stratificati. Questa zona è rilevabile nel settore ad est di Trequanda.

ZONA 2020: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo conglomerati e ciottolami poligenici villafranchiani di spessore tra 1 – 10 m, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 0 - 4 m, sopra a calcari detritici organogeni di spessore tra 5 – 15 metri, sopra al substrato lapideo stratificato.

ZONA 2021: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle di spessore tra 1 e 5 metri, sopra alle argille azzurre plioceniche di spessore tra 20 e 40 metri, sopra il substrato lapideo. Questa zona è rilevabile a sud-ovest dell'abitato di Castelmuzio.

ZONA 2022: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle di spessore tra 1 e 5 metri, sopra alle argille azzurre plioceniche di spessore tra 10 e 20 metri, sopra il substrato lapideo. Questa zona è rilevabile ad ovest dell'abitato di Castelmuzio.

ZONA 2023: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi alluvionali attuali o depositi eluvio-colluviali di spessore tra 3 – 4 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 40 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona è rilevabile presso l'abitato di Trequanda e a sud-ovest di Castelmuzio.

ZONA 2024: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi alluvionali attuali di spessore tra 3 – 4 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 60 e 90 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona è rilevabile a nord di Castelmuzio dove si assiste ad un improvviso approfondimento del substrato, legato alla presenza di faglie dirette, con un conseguente aumento degli spessori della copertura pliocenica.

ZONA 2025: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi alluvionali attuali di spessore tra 3 – 4 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 20 e 60 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona è rilevabile sempre a nord di Castelmuzio.

ZONA 2026: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi detritici organogeni di spessore tra 1 - 3 metri, sopra a calcari villafranchiani di spessore tra 1 e 10 metri, sopra a sabbie ed arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 30 metri, sopra il substrato lapideo.

ZONA 2027: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo calcari continentali villafranchiani di spessore tra 1 - 10 metri, sopra a sabbie ed arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 30 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona si trova nei pressi dell'abitato di Petroio.

ZONA 2028: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo calcari e calciruditi bioclastiche del Pliocene di spessore tra 1 - 10 metri, sopra a sabbie ed arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 10 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona si trova a nord-est di Petroio.

ZONA 2029: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo conglomerati e ciottolami poligenici villafranchiani di spessore tra 1 - 5 metri, sopra a sabbie ed arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 5 metri, sopra a calcari detritici organogeni pliocenici di spessore tra 1 e 20 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona si trova a nord-est di Petroio.

ZONA 2030: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 - 30 metri, sopra a calcari detritici organogeni sempre

del Pliocene di spessore tra 1 e 35 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona è ubicata a nord-est di Petroio.

ZONA 2031: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo calcari e calciruditi bioclastiche del Pliocene di spessore tra 1 - 5 metri, sopra il substrato lapideo. Tale zona si trova a nord-est di Petroio.

ZONA 2032: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi in frana di spessore tra 1 - 5 metri sopra il substrato lapideo.

ZONA 2033: questa è caratterizzata dal substrato lapideo non stratificato in affioramento in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15°, come si può vedere a nord di Trequanda.

ZONA 2034: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo uno spessore di depositi eluvio-colluviali di spessore tra 1 e 5 metri, sopra a calcari detritici organogeni pliocenici di spessore tra 5 - 15 metri, sopra al substrato lapideo stratificato in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15 ° come accade nei pressi di Trequanda e Petroio.

ZONA 2035: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi pliocenici costituiti da sabbie e arenarie di spessore tra 1 e 10 m, sopra al substrato lapideo non stratificato in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade nei pressi di Trequanda e Petroio.

ZONA 2036: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi alluvionali attuali o depositi eluvio-colluviali di spessore tra 3 - 4 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 40 metri, sopra il substrato lapideo in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade nei pressi di Trequanda.

ZONA 2037: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi di versante o calcari detritici organogeni di spessore tra 10 e 20 metri, sopra al substrato lapideo non stratificato in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade nei pressi di Trequanda e Petroio.

ZONA 2038: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo uno spessore di sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 0 e 40 metri, sopra a calcari detritici organogeni pliocenici di spessore tra 5- 15 metri, sopra al substrato lapideo stratificato in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade ad est dell'abitato di Trequanda.

ZONA 2039: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo depositi pliocenici costituiti da sabbie e arenarie di spessore tra 20 e 60 m, sopra al substrato lapideo non stratificato in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade nei pressi di Castelmuzio e Petroio.

ZONA 2040: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 60 e 90 metri, sopra al substrato lapideo non stratificato in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade vicino a Castelmuzio.

ZONA 2041: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo argille plioceniche di spessore tra 1 e 20 metri, sopra a sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 20 m, sopra al substrato lapideo non stratificato in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade nei pressi di Castelmuzio.

ZONA 2042: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle di spessore tra 1 e 5 metri, sopra alle argille azzurre plioceniche di spessore tra 10 e 20 metri, sopra il substrato lapideo in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade in una piccola area ad ovest di Castelmuzio.

ZONA 2043: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle di spessore tra 1 e 5 metri, sopra alle argille azzurre plioceniche di spessore tra 20 e 40 metri, sopra il substrato lapideo in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade a sud-ovest di Castelmuzio.

ZONA 2044: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo calcari continentali villafranchiani di spessore tra 1 - 10 metri, sopra a sabbie ed arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 30 metri, sopra il substrato lapideo in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade a nord di Petroio.

ZONA 2045: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo calcari e calciruditi bioclastiche del Pliocene di spessore tra 1 - 10 metri, sopra a sabbie ed arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 10 metri, sopra il substrato lapideo in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade nei pressi di Petroio.

ZONA 2046: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo sabbie e arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 - 30 metri, sopra a calcari detritici organogeni sempre del Pliocene di spessore tra 1 e 35 metri, sopra il substrato lapideo in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade a nord-est di Petroio.

ZONA 2047: questa zona comprende tutte le situazioni stratigrafiche in cui abbiamo conglomerati e ciottolami poligenici villafranchiani di spessore tra 1 - 5 metri, sopra a sabbie ed arenarie gialle plioceniche di spessore tra 1 e 5 metri, sopra a calcari detritici organogeni pliocenici di spessore tra 1 e 20 metri, sopra il substrato lapideo in corrispondenza di versanti con pendenze maggiori di 15° come accade in una piccola area a nord-est di Petroio.

Trequanda

All'interno dell'areale di studio di Trequanda si ritrovano le microzone afferenti al substrato rigido (microzone 1011 e 1012) e le microzone riconducibili alle zone stabili suscettibili di amplificazione sismica discriminate in corrispondenza delle coperture terrigene e delle coltri detritiche di versante (microzone 2001, 2002, 2003, 2004, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2019, 2020, 2034, 2035, 2038. Ulteriori zone sono riconducibili ad instabilità di versante attive e quiescenti.

Petroio

Per quanto concerne il substrato è stata discretizzata soltanto la zona stabile 1012 riconducibile ai Calcari a Rhaetavicula Contorta. Per quanto concerne le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica sono state cartografate la zona 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2010, 2026, 2027, 2029, 2030, 2031, 2032, 2034, 2035, 2037, 2039, 2044, 2045, 2046, 2047.

Castelmuzio

Per quanto concerne il substrato è stata discretizzata, come per Petroio, soltanto la zona stabile 1012 riconducibile ai Calcari a Rhaetavicula Contorta. Per quanto concerne, invece, le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica sono state cartografate la zona 2001, 2002, 2008, 2009, 2010, 2021, 2022, 2023, 2032, 2034, 2035, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043.

Nelle tavole 13.a, 13.b e 13.c sono riportate le zone stabili e le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nonché le misure di microtremori, gli elementi lineari e le forme individuate associate alle coperture.

5.3.3 Carta della pericolosità sismica locale

Sulla scorta delle informazioni estrapolate dalla carta della microzonazione sismica, è stata redatta la carta della pericolosità sismica locale. Le diverse aree a pericolosità sismica locale sono state definite ai sensi della 5/R del 2020, tenendo conto sia della distinzione tra *zone stabili* e *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*. Inoltre è stato tenuto conto dei valori di ampiezza associati alle frequenze di risonanza individuate per mezzo delle misure di microtremori realizzate negli areali di Trequanda, Petroio e Castelmuzio. Le stesse misure sono riportate con numerazione, valore di F_0 e A_0 all'interno della carta di microzonazione sismica.

Ai sensi della D.P.G.R. N. 5/R le classi di pericolosità sismica locale sono così suddivise:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie;
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti;
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici;

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.3):

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione;
- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) > 1.4 ;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate "APF", e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.2):

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1 Hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione (F_x) < 1.4 ;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.1): zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Gli elaborati prodotti a supporto del Piano Operativo sono tre tavole in scala 1:2.000 rappresentative delle condizioni di pericolosità estrapolate in corrispondenza delle UTOE e di un congruo intorno. Le stesse risultanze sono state riportate in unico elaborato (vedi tavola G.13) ai fini del completamento del quadro conoscitivo redatto su tutto il territorio comunale a supporto della Variante al Piano Strutturale.

La normativa chiarisce che è interpretabile come “alto contrasto di impedenza sismica” una condizione sismo–stratigrafica per la quale si abbia un rapporto pari a 2 tra le velocità del substrato e della copertura o comunque tra due orizzonti contigui, oppure qualora si ottengano valori di ampiezza $A_0 \geq 3$ associati a picchi di frequenze caratteristiche (frequenze di risonanza) delle misure HVSR.

Dall’analisi delle misure di microtremori realizzate dal soggetto redattore degli studi di MS, si evince che sia sull’areale di Trequanda che su quello di Petroio risultano numerosi i siti interessati da valori di $A_0 \geq 3$. Perciò generalmente sono stati mappati come aree a pericolosità sismica locale elevata (S.3) sia le coltri detritiche di versante laddove sovrapposte a substrato rigido (atteso elevato contrasto di impedenza sismica) che le porzioni di areali interessati da affioramento di

depositi pliocenici (es. unità PLIs, FAA, FAaI ed altre) in cui sussistevano risultanze di microtremori con $A_0 \geq 3$.

Ai fini del presente studio, nell’ottica di indicare condizioni di pericolosità sismica locale che fossero il più possibile vicine alle reali condizioni attese, sia rispetto alla tipologia di fabbricati mediamente esistenti nei territori analizzati, che rispetto agli interventi in previsione all’interno del Piano Operativo, è stato considerato come limite discriminante delle condizioni di pericolosità sismica locale media (S.2) ed elevata (S.3), il valore di frequenza caratteristica > 3 . A tale valore corrisponde un periodo proprio delle strutture pari a 0,33 sec. Ritenendo che mediamente le abitazioni con max 3 piani presentano valori di T compresi tra 0,1 e 0,3 sec, si ritiene di interpretare in modo maggiormente oggettivo il rischio sismico atteso nei territori oggetto di approfondimento per il Piano Operativo. Perciò nella progettazione di opere sarà importante tenere conto di condizioni amplificative elevate per edifici caratterizzati da un massimo di circa 3 piani.

Trequanda

La carta della pericolosità sismica locale prodotta sull’areale di Trequanda evidenzia la presenza di pericolosità sismica locale bassa (S.1) in corrispondenza della dorsale morfologica sulla quale si sviluppa il nucleo storico di Trequanda. Qui infatti tendono ad affiorare le unità litoidi di natura calcarea la cui velocità delle onde S risulta spesso $>> 800$ m/s, tale da poterle inquadrare come substrato rigido.

Al di fuori delle zone di affioramento delle unità rocciose, si osservano spesso condizioni di amplificazione elevata (valori di $A_0 \geq 3$ delle misure di microtremori). Tali condizioni in genere risultano ottenute lungo la dorsale morfologica, all’interno delle zone di affioramento delle coltri detritiche di versante di età quaternaria e dei depositi marini e continentali plio–pleistocenici. Infatti sia i depositi quaternari che quelli plio–pleistocenici risultano sovrapposti con spessori variabili da qualche metro a qualche decina di metri sul substrato rigido (unità Calcare Massiccio, Calcari a Rhaetavicula Contorta, Calcari di Limano ed altre). Tale configurazione sismo–stratigrafica risulta confacente allo sviluppo di amplificazione elevata nel caso di sisma, per frequenze medio–alte.

Ulteriori condizioni amplificative, secondo le risultanze delle misurazioni di microtremori, si osservano in corrispondenza della zona artigianale di Pian delle Fonti. Poiché il profilo sismico a

rifrazione realizzato lungo la SP 38 evidenzia condizioni di bassa amplificazione per qualche decina di metri da p.c. ed osservando che le condizioni di elevata amplificazione risultano associate a valori bassi di frequenza (rispettivamente 2,3 e 3Hz), si è ritenuto significativo associare all'area artigianale pericolosità sismica media, tenendo conto che comunque i fabbricati esistenti o in previsione di realizzazione sono caratterizzati da una altezza massima di 9 m, per i quali ci si attende un periodo proprio $T \leq 0,33$ sec. Laddove, invece, sussistono coltri instabili con pericolosità geologica elevata (G.3), è stata mantenuta la classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3).

Petroio

In corrispondenza delle aree di affioramento del substrato rigido, come evidenziato anche in corrispondenza dell'abitato di Trequanda, si registra l'esistenza di condizioni di pericolosità sismica locale bassa. Le aree a pericolosità sismica locale bassa (S.1) sono distribuite generalmente in corrispondenza della dorsale su cui si sviluppa il centro storico di Petroio, i versanti presenti a sud-ovest di Petroio e la porzione medio bassa dei pendii presenti ad est lungo la zona valliva lungo cui si sviluppa la SP71 in direzione di Madonnino dei Monti. Localmente affiorano lembi di Calcare a Rhaetavicula ma la condizione prevalente è quella di pericolosità sismica elevata. Le misure restituite dagli studi di MS evidenziano che sulla maggior parte dei siti di misurazione sussistono condizioni amplificative elevate per rifrattori però molto profondi. Le frequenze caratteristiche associate alle misure, infatti, risultano spesso < 3 Hz.

Nonostante il fatto che la maggior parte delle misure HVSR presenti un picco fondamentale con frequenza caratteristica < 3 Hz, si è ritenuto, a differenza del territorio urbanizzato di Trequanda, assegnare pericolosità elevata in quanto su buona parte delle curve H/V delle stesse misure di Petroio sussistono zone di convessità con valori di ampiezza a frequenze > 3 Hz. Tale condizione è comunque confermata dalla presenza di spessori da metrici a decametrici di coltri detritiche e depositi plio-pleistocenici sovrapposti al Calcare a Rhaetavicula. Poiché gli spessori massimi attesi sono in genere dell'ordine di 30-40 m, come per il quadrante occidentale di Trequanda, si è ritenuto significativo assegnare una classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3). Ovviamente la stessa classe è stata mantenuta laddove sussistono coltri franose quiescenti, con sviluppo fino alle aree di influenza come richiesto dal regolamento 5/R.

In ultima istanza si vuole sottolineare come nelle zone collinari circostanti Petroio risultino non banali (ai fini amplificativi) le condizioni topografiche di sito.

Castelmuzio

Le condizioni di pericolosità sismica locale attese sull'areale di Castelmuzio, risultano simili a quelle osservate nel quadrante est del territorio urbanizzato di Trequanda. Infatti buona parte dell'abitato di Castelmuzio risulta svilupparsi su un complesso sedimentario di alcune decine di metri (presumibilmente almeno 80–100 m) di depositi marini sabbiosi (unità PLIs) sovrapposti ipoteticamente a substrato calcareo dell'unità RET. Tale configurazione, come confermato dalle risultanze delle misure di microtremiti degli studi di MS, genera al massimo condizioni di bassa amplificazione sismica. Perciò tutto l'abitato di Castelmuzio, ad eccezione delle zone interessate da coltri franose quiescenti o potenzialmente franose.

Sul settore orientale, invece, nell'ultima propaggine dell'areale di approfondimento, si osservano condizioni prevalenti per pericolosità sismica locale elevata (S.3), in quanto sono presenti depositi marini con spessori di qualche decina di metri soltanto, sovrapposti al substrato rigido. Con tale configurazione stratigrafica è lecito attendersi condizioni amplificative elevate, a tergo anche di quanto visto per le altre località di studio nel territorio comunale di Trequanda.

La misura P43 (HVSRI6) realizzata ad est di Castelmuzio, evidenzia comunque condizioni di amplificazione sismica locale elevata anche se restituendo un picco fondamentale con frequenza caratteristica pari a 1,3 Hz. Il substrato, però, corrispondenza della misura si trova a pochi metri di profondità, per il quale è lecito attendersi condizioni di amplificazione elevata anche per frequenze caratteristiche maggiori (> 3 Hz).

6. Rischio atteso per aspetti geologici, idraulici e sismici

Il Rischio viene comunemente espresso come il prodotto tra la Vulnerabilità dei beni materiali rispetto ad un certo tipo di fenomeno e il livello di Danno atteso per il bene materiale considerato. Una matrice di esempio di cui poter tenere conto, come da indicazioni ministeriali, è mostrata in fig. 24 (come da mappatura del rischio per il PGRA).

Il regolamento 5/R prevede l'introduzione di cartografie rappresentative del rischio atteso, ma solamente per il rischio sismico è prevista la determinazione classica tramite matrici di intersezione di più fattori predisponenti. E comunque tale tipo di elaborazione è rimandata ad un

livello superiore (livello 2) non raggiunto per lo strumento urbanistico di Trequanda perché non necessario, come verificato con la struttura regionale competente.

Classi di Rischio		Classi di Pericolosità		
		P3	P2	P1
Classi di Danno	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Fig. 24: Esempio di matrice per la determinazione del rischio atteso per una determinata tipologia di fenomeno.

Perciò, come da suddetto regolamento, per gli aspetti legati alla pericolosità geologica e da fenomeni alluvionali, sono stati riportati elementi quali edifici strategici e rilevanti, nonché infrastrutture, in sovrapposizione alla mappatura delle diverse aree pericolosità geologica e da alluvioni, al fine di verificare laddove possano sussistere condizioni più gravose nel caso in cui si verifichi un certo fenomeno atteso (dissesto gravitativo per la pericolosità geologica, alluvione per la pericolosità da alluvioni).

Per quanto concerne gli aspetti sismici, per ogni centro urbano, è stata riprodotta la mappatura già definita dalla Regione Toscana per gli elementi di rischio quali la Pericolosità, la Vulnerabilità, l'Esposizione e il Rischio atteso di livello 1.

7. Fattibilità degli interventi sul territorio urbanizzato

Con il nuovo regolamento regionale per la redazione delle indagini geologico-tecniche a supporto degli strumenti urbanistici, scompare la distinzione delle classi di fattibilità e il relativo elaborato cartografico rappresentativo delle classi di fattibilità associate a ciascuna tipologia di pericolosità determinata. Tuttavia, al fine di descrivere nel modo più comprensibile le condizioni di fattibilità di ciascuno degli interventi previsti, si è ritenuto idoneo mantenere dal punto di vista descrittivo la distinzione sul livello di fattibilità come definito nella precedente 53/R, senza associare la classe numerica. Perciò nella descrizione della fattibilità si è fatto riferimento alla distinzione di: 1)

Fattibilità senza particolari limitazioni; 2) Fattibilità con normali vincoli; 3) Fattibilità condizionata; 4) Fattibilità limitata.

All'interno della nuova D.P.G.R. n. 5/R sono definiti i diversi criteri di approfondimento da attuare ai fini della realizzazione degli interventi edilizi. Di seguito si riportano in modo integrale le descrizioni afferenti ai criteri di fattibilità di cui tenere conto in fase di predisposizione degli studi geologici relativamente agli aspetti di pericolosità geologica, pericolosità da alluvioni e pericolosità sismica locale.

A memoria dei criteri generali di fattibilità espressi dal regolamento 5/r, si riportano di seguito i paragrafi estratti dalla stessa normativa in merito ai diversi aspetti di pericolosità analizzati.

Par. 3.2 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici

3.2.1. Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.

a) nelle aree soggette a fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

a bis) nelle aree soggette a intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo, la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e sono tali da:

a bis.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a bis.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni in atto;

a bis.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

b) la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

3.2.2. Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3) è necessario rispettare i

criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;*
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.*

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Par. 3.2.3. Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2), le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Par. 3.2.4. Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

Nelle aree situate lungo i litorali caratterizzate da fenomeni di erosione costiera, la fattibilità degli interventi è subordinata alla loro sostenibilità ai fini della morfodinamica costiera, fermo restando il rispetto dei criteri stabiliti nel presente paragrafo per le diverse aree di pericolosità geologica, nonché il rispetto degli atti di programmazione regionale in materia di tutela della costa e degli abitati costieri.

Par. 3.3 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r.41/2018.

Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure

da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Nelle aree di fondovalle poste in situazione morfologica sfavorevole, come individuate al paragrafo B4, la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla l.r. 41/2018.

Par. 3.4 Criteri generali di fattibilità in relazione alle alluvioni costiere

Omissis

Par. 3.5 Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica

Nelle aree ove la previsione possa incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica è necessario rispettare i seguenti criteri generali, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino:

- la fattibilità degli interventi è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste.*
- la fattibilità degli interventi è subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento.*

Par. 3.6 Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici

3.6.1. Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4), in sede di piano operativo, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:

- nel caso di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci è effettuato uno studio geologico e geomorfologico di dettaglio, integrato con indagini geofisiche, così come indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci” – FAC, approvate dalla Conferenza delle Regioni e Province autonome nella seduta del 7 maggio 2015 e contenute nelle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010. Per tali aree sono individuate le “zone di suscettibilità – ZSFAC” e le “zone di rispetto – ZRFAC” della faglia attiva e capace.*
- per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, sono realizzate indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione, così come indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione” – LIQ, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m.3907/2010. Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione delle “zone di suscettibilità a liquefazione – ZSLQ” e delle “zone di rispetto a liquefazione – ZRLQ”.*

• nel caso di zone di instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione sono effettuati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche per la predisposizione di verifiche di stabilità del versante, secondo quanto definito al paragrafo.3.1.1, tenuto conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

3.6.2. Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4) si fa riferimento ai seguenti criteri:

- per le aree di rispetto (ZRFAC) delle faglie attive e capaci sono da escludere previsioni di nuova edificazione ai sensi dell'art.134 commi 1a), h), l) della L.r. 65/2014;
- per le aree di suscettibilità (ZSFAC) delle faglie attive e capaci sono da escludere previsioni di nuova edificazione ai sensi dell'art.134 commi 1a), h), l) della L.r. 65/2014, fatto salvo per le classi d'uso I e II (NTC 2018, Cap.2 – par.2.4.2) previa verifica in fase attuativa e/o edilizia delle condizioni di instabilità mediante gli approfondimenti previsti dalle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci – FAC";
- nelle aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata alla preventiva realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4) da accertare in funzione dell'esito delle verifiche geotecniche in fase di rilascio del titolo abilitativo;
- relativamente alle aree di instabilità di versante attive, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione, è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza, secondo le indicazioni di cui al paragrafo 3.1.1, lettera a). Agli interventi sul patrimonio esistente, si applicano i criteri definiti al paragrafo 3.1.1 lettera b);
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

3.6.3. Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di piano attuativo o, in sua assenza, dei progetti edilizi, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:

- per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono effettuati indagini geognostiche e verifiche geotecniche per il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni e della distribuzione areale dell'Indice del potenziale di liquefazione (LPI), così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione" – LIQ, approvate con la deliberazione della Giunta regionale 23 febbraio 2015 , n.144 (Redazione delle specifiche tecniche regionali per la Microzonazione sismica). Tali valutazioni sono finalizzate alla individuazione della "zona di suscettibilità a liquefazione – ZSLQ" e della "zona di rispetto a liquefazione – ZRLQ";
- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

- *in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- *nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- *nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*

Nell'ambito dell'area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

- *realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
- *realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*

3.6.4. *Per le aree caratterizzate dalla classe di **pericolosità sismica locale elevata (S3)**, è necessario rispettare i seguenti criteri:*

- *per le aree individuate come zone di suscettibilità a liquefazione (ZSLQ) e di rispetto a liquefazione (ZRLQ), la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche delle condizioni di liquefazione dei terreni e, in funzione di tale analisi, alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità sismica dei terreni (in conformità a NTC2018, punto 7.11.3.4);*
- *per le aree di instabilità di versante quiescenti, la fattibilità di interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito delle verifiche di stabilità di versante e alla preventiva realizzazione, qualora necessario, degli interventi di messa in sicurezza individuati al paragrafo 3.1.1, lettera a). La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente è subordinata a quanto indicato al paragrafo 3.1.1 punto b);*
- *la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è*

subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

3.6.5. *Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica media (S2)** non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno–struttura nella fase della progettazione edilizia.*

3.6.6. *Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica locale bassa (S1)**, non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

3.6.7. *Per le aree oggetto di studi di MS di livello 2 oppure 3, l'analisi del modello geologico tecnico e la conoscenza del fattore di amplificazione possono orientare nella scelta e quantificazione delle indagini da effettuare, in sede di progettazione, per la definizione dell'azione sismica ai sensi delle NTC 2018.*

3.6.8. *Per le aree nelle quali sono disponibili gli studi di MS di livello 2 oppure 3, si possono graduare gli approfondimenti di indagini per la formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, fatta salva l'implementazione della campagna di indagini definita al capitolo 6.2.1. e 6.2.2. delle NTC 2018. Inoltre, limitatamente alle aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3), identificabile con aree alle quali sia attribuito un Fattore di amplificazione (F_x) > 1.4, la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, par.3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, par.3.2.2 e par.7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*

- realizzazione di edifici strategici o rilevanti ricadenti in classe d'indagine 3 e 4, come individuate dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
- realizzazione di edifici a destinazione residenziale ricadenti in classe d'indagine 4, come individuata dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*

3.6.9. *Per quanto concerne gli studi di MS di livello 3, il soggetto realizzatore dello studio fornisce, per ogni microzona individuata a seguito delle analisi dinamiche di dettaglio, uno spettro di risposta elastico normalizzato e rappresentativo dell'azione sismica prevista per la predetta microzona per due separati tempi di ritorno (475 anni e 50 anni).*

Tali spettri, da fornire in formato tabellare, riportano anche i parametri dipendenti (S , T_b e T_c) ricavati tramite la procedura di normalizzazione.

La progettazione di opere ricadenti in classe d'uso II ai sensi delle NTC 2018, caratterizzate da uno stato limite corrispondente ad un medesimo periodo di ritorno dello spettro rappresentativo, può avvalersi direttamente di tale spettro, previa verifica della maggior cautela, stabilita in base al valore di accelerazione spettrale per i periodi di interesse dell'opera, rispetto a quanto ricavabile in termini di spettro di risposta elastico dall'applicazione delle categorie semplificate di sottosuolo. E' comunque, verificata la reale corrispondenza delle condizioni geologico–tecniche del sito rispetto al contesto riportato nello studio di MS, mediante criteri di affidabilità, significatività e rappresentatività.

Per le medesime opere caratterizzate da differenti periodi di ritorno rispetto a quello utilizzato per lo studio di MS di livello 3, e per le opere ricadenti in classe d'uso I ai sensi delle NTC 2018, il confronto indicato al precedente capoverso è effettuato ricavando lo spettro di risposta elastico in base ai predetti parametri dipendenti associati allo spettro caratteristico, combinandoli con i parametri indipendenti (derivanti dalla localizzazione del sito).

Prescrizioni in merito ad aspetti di pericolosità geologica

Per interventi con fattibilità condizionata o limitata, legati a condizioni di pericolosità geologica elevata (G.3) o molto elevata (G.4), per la quale gli stessi necessitano di interventi mirati al consolidamento del terreno di fondazione o del pendio, si fa presente che le opere di messa in sicurezza necessarie al fine di dimostrare la fattibilità degli interventi non dovranno costituire un aggravio eccessivo per il sottosuolo di fondazione e per il pendio (nel caso di interventi di stabilizzazione dei versanti). In particolare nel caso che si renda necessario realizzare pali di fondazione o paratie di micropali e pali, dovrà essere dimostrato accuratamente che le opere vadano ad attestarsi effettivamente su substrato (presenza di materiali rocciosi o con caratteristiche meccaniche elevate per spessori > 3 m alla base delle fondazioni profonde) e che non risultino perciò sospese per sottostima delle condizioni litologico-stratigrafiche in fase di progettazione.

Perciò laddove eventuali interventi edilizi si collochino lungo versanti o alla sommità di pendii acclivi e ben sviluppati, caratterizzati dalla presenza di materiali poco coerenti come talora si verifica nel caso di affioramento dei depositi plio-pleistocenici, le opere di consolidamento proposte a supporto del progetto architettonico dovranno risultare sostenibili sia dal punto di vista strutturale che della effettiva durabilità, al fine di scongiurare eventuali cedimenti delle opere di contenimento già dopo pochi anni e il conseguente depauperamento dell'ambiente paesaggistico nel quale si inquadra l'intervento edilizio.

Laddove le problematiche di stabilità globale siano legate in primo luogo alle pressioni neutre per presenza di condizioni idrogeologiche poco favorevoli o addirittura avverse (presenza diffusa di sorgive, presenza a piano campagna della superficie piezometrica), la stabilità potrà essere raggiunta innanzitutto realizzando opere di drenaggio profondo piuttosto che opere di consolidamento in cemento armato. In aggiunta ad interventi di drenaggio, sono perciò preferiti interventi di ingegneria naturalistica qualora sia dimostrato egualmente il raggiungimento delle condizioni di stabilità globale dell'insieme opera-pendio.

Al fine di recepire quanto previsto all'interno del PIT della Regione Toscana relativamente all'Invariante I (preservazione *caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici*), si prescrive che per nuovi interventi edilizi o di altro tipo che prevedano modificazione del suolo nel territorio comunale di Trequanda, dovranno essere realizzati sbancamenti che non vadano a modificare sostanzialmente il profilo e la morfologia del piano campagna, anche laddove non sussista vincolo idrogeologico. Tale obiettivo si reputa raggiunto realizzando scavi che non abbiano un'altezza maggiore di 3 m e laddove sia necessario realizzare riprofilature su sezioni di scavo con dislivello > 3 dovrà essere privilegiata la realizzazione di gradonature ravvicinate (con H max sempre ≤ 3 m) limitando la profondità dello scavo e ripristinando il ciglio di gradonatura con sistemazioni di ingegneria naturalistica (fascinate, palizzate, ed altro) e impiantando talee a salvaguardia del nuovo piano campagna, facendo riferimento in primo luogo a cultivar tipiche del territorio comunale di Trequanda come ad esempio la ginestra (*ginestra odorosa*). Anche per la realizzazione di nuovi vigneti, laddove siano realizzati su interi versanti collinari con dislivelli di alcune decine di metri, laddove ancora esistente dovranno essere mantenute le gradonature dei terrazzamenti antichi. Laddove comunque debba essere eseguita una riprofilatura del pendio in assenza di gradonature antiche, dovranno essere realizzati opere di drenaggio superficiale quali scoline e fossi tali da far evacuare le acque di pioggia senza che vadano ad infiltrarsi all'interno della coltre terrigena del vigneto provocando eventuali fenomeni franosi. Laddove il dislivello monte-valle del vigneto risulti notevole, dovrà essere privilegiata una sistemazione del pendio su gradonature intermedie opportunamente delimitate da opere di drenaggio superficiale delle acque di ruscellamento.

Laddove esistano rami del reticolo idraulico censito questo non dovrà essere eliminato con lavorazioni agrarie o rimodellazioni a supporto della realizzazione di impianti di frutteti, oliveti o vigneti, bensì dovrà essere mantenuto e se di sezione significativa dovrà essere applicata manutenzione con ripulita della sezione idraulica ed eventualmente protetto con copertura superficiale a mezzo di materiale lapideo laddove le pendenze risultino elevate.

Laddove sia presente reticolo idraulico censito all'interno del database della Regione Toscana, dovrà egualmente essere mantenuto funzionale senza apportare modifiche che possano omettere la corretta funzionalità del deflusso in caso di fenomeni piovosi intensi.

Qualsiasi intervento sul territorio aperto dovrà essere teso al mantenimento di morfologie di particolare pregio quali calanchi e biancane. In corrispondenza di aree oggetto di erosione

profonda e diffusa dovranno essere previsti interventi di ripristino ambientale con i quali sia messo in opera il mantenimento dell'assetto geomorfologico e paesaggistico pre-esistente.

Per qualsiasi ulteriore aspetto in merito alla salvaguardia del territorio dal punto di vista geomorfologico, nonché paesaggistico si rimanda alla rispettiva normativa vigente.

Prescrizioni in merito ad aspetti di pericolosità da alluvioni

Oltre alle prescrizioni già individuate per ciascun intervento all'interno delle aree artigianali, si conferma che eventuali interventi aggiuntivi di trasformazione al di fuori del Piano Operativo e comunque all'interno delle aree artigianali di Trequanda e Petroio, dovranno prevedere sistemazioni del piano campagna tese a salvaguardare l'incolumità delle persone e dei beni materiali rispetto al franco di piena due centennale, come individuato da nuova mappatura delle aree allagabili in ciascuno dei due territori urbanizzati.

Per quanto concerne Trequanda, essendo stata realizzata una mappatura della pericolosità con criterio morfologico, si prescrive di considerare un rialzo minimo delle nuove strutture da realizzare di 25 cm rispetto al piano campagna attuale.

Per quanto concerne Petroio, il piano calpestabile all'interno dei nuovi fabbricati dovrà essere realizzato ad un quota altimetrica $\geq 453,20$ m s.l.m.m..

Al fine di perseguire la messa in sicurezza dell'abitato di Petroio nella tratta interessata da pericolosità media ed elevata nei confronti di fenomeni alluvionali, nonché perseguire gli obiettivi del PIT in merito all'Invariante I e della Disciplina di Piano per la gestione del Rischio Alluvioni sul Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale (protezione nei confronti di fenomeni alluvionali repentini tipo Flash-flood), si fa presente che in futuro dovranno essere eseguiti innanzitutto lavori di ripristino della funzionalità completa delle tombature esistenti sia per il Torrente Selciaie che per il Fosso Canapino. Inoltre nel tratto compreso tra il campo sportivo e la zona artigianale dovrà essere riprofilato il Torrente Selciaie e dovrà essere verificata l'opportunità di mantenere o meno le tubazioni ingombranti (attualmente presenti trasversalmente sulla sezione utile di deflusso) provenienti dalle abitazioni presenti a monte del torrente. Tutti gli interventi dovranno essere tarati con opportuna modellazione idraulica, che dovrà simulare le condizioni finali di ripristino dei torrenti, del relativo tombamento e di eventuali aree limitrofe. In particolare dovrà essere verificata la necessità di adeguare eventuali zone alla laminazione delle piene previste (casce di laminazione) al fine di mettere in sicurezza gli edifici che attualmente risultano

potenzialmente soggetti a ricevere acque di piena all'interno dei locali posti al piano terra. In particolare per l'edificio adibito ad officina dovrà essere verificata l'opportunità di ridurre o eliminare la capacità delle piene di rilasciare acqua all'interno dei vani esistenti a piano terra lungo il torrente, in quanto soggetti sovente ad alluvinamento e contenenti materiali potenzialmente inquinanti riconducibili all'attività della stessa officina meccanica.

Essendo a conoscenza della presenza di attività artigianali per le quali nelle rispettive aree di Trequanda e Petroio risultano stoccati (anche se in quantità non elevate) materiali potenzialmente inquinanti come olii esausti, vernici, materiali plastici, ed altro (che in casi di alluvionamento dei locali nei quali risultano presenti potrebbero essere trasportati al di fuori e dispersi nell'ambiente), si prescrive che dette attività debbano assicurare autonomamente che i materiali potenzialmente inquinanti siano mantenuti in luoghi di sicurezza ed ammassati ad una quota pari o superiore a quella prevista per le piene duecentennali. In particolare nell'area artigianale di Trequanda i materiali suddetti dovranno essere stoccati o su pancali o in altro sito idoneo ad una quota rialzata rispetto al piano campagna attuale pari a +25 cm.

Nell'area artigianale di Petroio, in primo luogo in corrispondenza del locale adibito ad officina meccanica, i prodotti potenzialmente inquinanti dovranno essere mantenuti in primo luogo all'interno di locali sopraelevati o comunque stoccati ad una quota altimetrica $\geq 453,20$ m s.l.m.m..

Prescrizioni in merito ad aspetti di pericolosità sismica locale

Nel caso di interventi edilizi previsti in aree mappate con pericolosità sismica locale S.2 e per i quali si preveda che le analisi strutturali restituiscano un periodo proprio di vibrazione delle strutture medio $> 0,33$ sec, la progettazione definitiva ed esecutiva delle opere dovrà essere accompagnata da una campagna di indagini sismiche nell'ottica di equiparare le condizioni di pericolosità sismica locale al livello superiore a quello cartografato nelle tavole di POC (equiparazione alla classe di pericolosità sismica locale elevata S.3). Perciò di minimo dovranno essere realizzate misure di microtremori (HVSr) e un profilo sismico MASW di lunghezza pari a 60 m, eventualmente coadiuvate se ritenuto opportuno da ulteriori tipologie di indagini sismiche (sismica a rifrazione, ESAC, Down-hole ed altro), tese ad evidenziare o escludere la presenza di fenomeni amplificativi per elevato contrasto di impedenza sismica. Inoltre, qualora emergano

condizioni di amplificazione sismica elevata e l'intervento edilizio presenti una volumetria tale da collocarsi nelle classi di intervento sopra richiamate ai sensi della l.r. 65/2014 (più elevata) e comunque nel caso di opere con classi d'uso per cui l'intervento sia paragonabile a quello di edifici rilevanti o strategici ai sensi l.r. 36/R del 2009, di concerto con il genio civile dovrà essere verificato se risulti opportuno realizzare nel sito di intervento analisi della Risposta Sismica Locale.

7.1 Fattibilità degli interventi – UTOE Trequanda

Ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R del 5 febbraio 2020, è stata determinata la fattibilità degli interventi previsti all'interno del Piano Operativo. Di seguito sono riassunte le condizioni di pericolosità e la relativa fattibilità assegnata agli ambiti di trasformazione previsti per il territorio urbanizzato di Trequanda.

7.1.1 Ambito di trasformazione B1T – Lotto di completamento Via Taverne

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato nella zona di monte da **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di una scarpata di erosione quiescente con dislivello ≤ 10 m, a ridosso della quale lo stesso lotto si colloca.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni e conseguentemente risulta interessato da pericolosità idraulica irrilevante.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende depositi detritici in matrice sabbiosa (unità geologico–tecnica GCzz) con spessore di qualche metro, sovrapposti a depositi sabbioso–limosi addensati di età pliocenica (unità geologico–tecnica SMpi). Alla base dei depositi pliocenici è presente substrato lapideo. In funzione del contatto depositi/substrato è atteso un contrasto elevato di impedenza sismica, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*

• *realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*

– *la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).*

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 150 \text{ m}^3$, dovranno essere realizzate almeno due prove penetrometriche dinamiche fino a rifiuto. Indipendentemente dalla volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio e delle scarpate esistenti in loco. In aggiunta dovranno essere realizzate almeno una prova MASW e n. 2 prove HVSR, per la caratterizzazione sismica del lotto di intervento.

7.1.2 Ambito di trasformazione CT-1 – Nuova edificazione

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato nella zona di monte da **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di una scarpata di erosione quiescente con dislivello $\leq 10 \text{ m}$, a ridosso della quale lo stesso lotto si colloca.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende depositi detritici grossolani di versante (unità geologico–tecnica GCzz) con spessori da metrici a decametrici, sovrapposti a substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto detrito/substrato lapideo è atteso un alto contrasto di impedenza sismica, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– *La fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica*

delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove*

geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.

– nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte” – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

– la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

– realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;

• realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

– la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità $\geq 10 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni e determinazione dei parametri geotecnici con prove di laboratorio, laddove è possibile campionare. Trattandosi di riuso potranno essere verificati i dati di base esistenti se sufficienti ad indagare il sottosuolo fino al volume significativo o comunque fino a raggiungere il limite stratigrafico riporti+detrito/substrato roccioso. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio. In aggiunta almeno una indagine di sismica a rifrazione tesa ad indagare il volume significativo anche ai fini della stabilità globale del pendio, con eventuale prova MASW e n. 2 prove HVSR, per la caratterizzazione sismica del lotto di intervento.

7.1.3 Ambito di trasformazione CT-2A – Riuso (Ex–Salumificio Angelini)

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto risulta inquadrabile all'interno di un'area mappata con classe di sensibilità 2 (vincolo medio).

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.3 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato nella zona di monte da **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di terreni antropici e locali coltri detritiche di versante, nonché localmente una scarpata di erosione attiva e di locali pendenze elevate.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende depositi detritici di versante in matrice sabbiosa (unità geologico–tecnica GCzz) con spessore di qualche metro, sovrapposti a substrato lapideo (substrato rigido, unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato è atteso un alto contrasto di impedenza sismica, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
 - realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è*

subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità $\geq 15 \text{ m}$ da p.c. o comunque teso a raggiungere il substrato lapideo, con prelievo di almeno n.1 campioni e/o prove SPT in foro, nonché determinazione dei parametri geotecnici con prove di laboratorio, laddove è possibile campionare. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio. In aggiunta almeno una indagine di sismica a rifrazione tesa ad indagare il volume significativo anche ai fini della stabilità globale del pendio, con eventuale prova MASW e n. 2 prove HVSR, per la caratterizzazione sismica del lotto di intervento.

7.1.4 Ambito di trasformazione CT–2B – Nuova edificazione

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto risulta inquadrabile all'interno di un'area mappata con classe di sensibilità **2 (vincolo medio)**.

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.3 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato nella zona di monte da **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di terreni antropici e locali coltri detritiche di versante, nonché localmente una scarpata di erosione attiva e pendenze elevate lungo il pendio sottostante.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende depositi detritici di versante in matrice sabbiosa (unità geologico–tecnica GCzz) con spessore di qualche metro, sovrapposti a substrato lapideo (substrato rigido, unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato è atteso un alto contrasto di impedenza sismica, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità condizionata.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

– in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;

– nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei

litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.

– nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte” – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

– la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

– realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;

• realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

– la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria > 1'500 m³, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità ≥ 10 m da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni e determinazione dei parametri geotecnici con prove di laboratorio, laddove è possibile campionare. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio. In aggiunta almeno una indagine di sismica a rifrazione tesa ad indagare il volume significativo anche ai fini della stabilità globale del pendio, con eventuale prova MASW e n. 2 prove HVSr, per la caratterizzazione sismica del lotto di intervento

7.1.5 Ambito di trasformazione BT2 – Nuova edificazione

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto risulta inquadrabile all'interno di un'area mappata con classe di sensibilità 2 (vincolo medio).

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.3 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato nella zona di monte da **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di terreni antropici e locali coltri detritiche di versante, nonché localmente una scarpata di erosione attiva e pendenze elevate lungo il pendio sottostante.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende depositi detritici di versante in matrice sabbiosa (unità geologico–tecnica GCzz) con spessore di qualche metro, sovrapposti a substrato lapideo (substrato rigido, unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato è atteso un alto contrasto di impedenza sismica, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi

sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
 - realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in*

coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità $\geq 10 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni e determinazione dei parametri geotecnici con prove di laboratorio, laddove è possibile campionare. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio. In aggiunta almeno una indagine di sismica a rifrazione tesa ad indagare il volume significativo anche ai fini della stabilità globale del pendio, con eventuale prova MASW e n. 1 prove HVSr, per la caratterizzazione sismica del lotto di intervento

7.1.6 Ambito di trasformazione B3T – Lotto di completamento intercluso nel tessuto lineare BL di Via Molino a Vento.

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto risulta inquadrabile all'interno di un'area mappata con classe di sensibilità 1 (vincolo elevato).

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.2 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato nella zona di monte da **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di terreni antropici e locali coltri detritiche di versante, nonché localmente una scarpata di erosione attiva e di locali pendenze elevate.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

La superficie del lotto risulta interessata pressoché totalmente dall'affioramento di substrato lapideo (substrato rigido – unità geologico–tecnica LP). Perciò è inquadrabile all'interno di una zona stabile ai fini sismici, per cui al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale bassa (S.1)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.6 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo dovrà essere realizzato un profilo di sismica a rifrazione con eventuale MASW, nonché una prova HVSR per verificare le condizioni di amplificazione sismica del sito. Inoltre dovrà essere realizzato un accurato rilievo geologico e geomeccanico dell'ammasso roccioso affiorante lungo la scarpata stradale di valle e verifiche di stabilità tese ad escludere eventuali rotture per aumento di carichi applicati sul lotto presente a monte.

7.1.7 Ambito di trasformazione DT2 – Lotto di completamento

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto risulta inquadrabile all'interno di un'area mappata con classe di sensibilità **2 (vincolo medio)**.

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.3 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto è presente su un'area sub-pianeggiante, perciò ad esso risulta associabile **pericolosità geologica media (G.2)**. Il livello di pericolosità è associato alle caratteristiche dei terreni superficiali presenti in loco, i quali risultano mediamente scadenti sia per la natura prevalentemente argillosa che per la presenza di falda vicina a piano campagna. Particolare attenzione deve essere posta nei confronti dei cedimenti differenziali.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta interessato da fenomeni alluvionali estremi o rari, con $200 \text{ anni} < Tr < 500 \text{ anni}$. Il comparto è perciò inquadrabile all'interno delle *Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1)*.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto risulta ubicato su depositi coesivi (CLzz) riconducibili ai depositi argillosi pliocenici delle argille grigio-azzurre. Alla zona stabile suscettibile di amplificazione locale, comprendente il comparto di intervento, risulta associabile un alto contrasto di impedenza sismica piuttosto profondo (frequenza caratteristica $\leq 3 \text{ Hz}$). Si ritiene che la frequenza di risonanza osservata dagli studi di MS non abbia effetti significativi sull'azione sismica finale, tenendo conto della tipologia dei fabbricati previsti come da schede norma di POC. Perciò si ritiene che l'ambito di trasformazione si trovi in condizioni di **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità con normali vincoli.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione. Dovrà essere eseguito un rilievo accurato delle condizioni di falda e sulla ricostruzione delle pressioni neutre nel sottosuolo all'interno modello geotecnico di sottosuolo.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità con normali vincoli

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Prescrizioni sulle opere: si indica di apportare interventi tesi a mitigare il rischio nei confronti del franco di piena duecentennale e cinquecentennale (Tr 200/500 anni) consistenti nei seguenti interventi:

- protezione dell'opera nei confronti del franco di piena pari a circa 25 cm sul piano calpestabile attuale (rialzo della struttura);
- realizzazione di opere di drenaggio superficiale con lo scopo di far evacuare rapidamente le acque di piena nell'intorno dell'opera.

Tali interventi non dovranno aggravare le condizioni di rischio esistenti a valle del lotto.

Si ricorda comunque, come citato al paragrafo 3.3 dell'Allegato A (5/R–2020) che nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici. In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.5 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno–struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino a profondità $\geq 10 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni indisturbato (laddove è possibile campionare), prove SPT solo su terreni sabbioso–limosi, coadiuvato eventualmente da prove penetrometriche preferibilmente statiche. In tal caso si suggerisce di realizzare un profilo MASW e almeno una misura HVSR. Per volumi $> 6'000 \text{ m}^3$ si rimanda alla D.P.G.R. 36/R e comunque dovrà essere sempre investigato il volume di terreno significativo per i sovraccarichi applicati. Laddove il volume sia compreso tra $1'500$ e $6'000 \text{ m}^3$, oltre al sondaggio, 1–2 prove penetrometriche dinamiche con eventuale prova MASW e prove HVSR.

7.1.8 Ambito di trasformazione DT3 – Lotto di completamento

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato da **pericolosità geologica media (G.2)**. Tale pericolosità è associata alle caratteristiche dei terreni superficiali presenti in loco, i quali risultano mediamente scadenti sia per la natura prevalentemente argillosa che per la presenza di falda vicina a piano campagna. Particolare attenzione deve essere posta nei confronti dei cedimenti differenziali, nonché sulla scarpata antropica presente a monte dell'area artigianale.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta interessato da fenomeni alluvionali estremi o rari, con $200 \text{ anni} < Tr < 500 \text{ anni}$. Il comparto è perciò inquadrabile all'interno delle *Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1)*.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto risulta ubicato su depositi coesivi (CLzz) riconducibili ai depositi argillosi pliocenici delle argille grigio–azzurre. Alla zona stabile suscettibile di amplificazione locale, comprendente il comparto di intervento, risulta associabile un alto contrasto di impedenza sismica piuttosto profondo (frequenza caratteristica $\leq 3 \text{ Hz}$). Si ritiene che la frequenza di risonanza osservata dagli studi di MS non abbia effetti significativi sull'azione sismica finale, tenendo conto della tipologia

dei fabbricati previsti come da schede norma di POC. Perciò si ritiene che l'ambito di trasformazione si trovi in condizioni di **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione. Dovrà essere eseguito un rilievo accurato delle condizioni di falda e sulla ricostruzione delle pressioni neutre nel sottosuolo all'interno modello geotecnico di sottosuolo.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità con normali vincoli

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Prescrizioni sulle opere: si indica di apportare interventi tesi a mitigare il rischio nei confronti del franco di piena duecentennale e cinquecentennale (Tr 200/500 anni) consistenti nei seguenti interventi:

- protezione dell'opera nei confronti del franco di piena pari a circa 25 cm sul piano calpestabile attuale (rialzo della struttura);*
- realizzazione di opere di drenaggio superficiale con lo scopo di far evacuare rapidamente le acque di piena nell'intorno dell'opera.*

Tali interventi non dovranno aggravare le condizioni di rischio esistenti a valle del lotto.

Si ricorda comunque, come citato al paragrafo 3.3 dell'Allegato A (5/R-2020) che nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici. In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a

garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.5 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno–struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità $\geq 15 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni indisturbato (laddove è possibile campionare), prove SPT solo su terreni sabbioso–limosi. In tal caso si suggerisce di realizzare un profilo di sismica a rifrazione in onde P con prova MASW e almeno una misura HVSr. Laddove il volume sia compreso tra $1'500$ e $6'000 \text{ m}^3$, oltre al sondaggio, di minimo prove penetrometriche e un profilo MASW e prove HVSr. Per volumi $\geq 6'000 \text{ m}^3$ si rimanda alla D.P.G.R. 36/R e comunque dovrà essere sempre investigato il volume di terreno significativo per i sovraccarichi applicati e realizzato un sondaggio geognostico con Down–Hole per determinare il parametro del $V_{s,30}$ o $V_{s,eq}$. In aggiunta al sondaggio con prova Down–Hole, è prescritto di realizzare almeno una prova penetrometrica aggiuntiva (preferibilmente statica, raccomandate n.2 prove penetrometriche aggiuntive) eventualmente da recuperare come dati di base pre–esistenti in loco.

7.1.9 Ambito di trasformazione DT–A – Nuova edificazione (Area Artigianale Pian delle Fonti)

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta collocato nella zona di monte dell'attuale area artigianale e risulta interessato principalmente da **pericolosità geologica elevata (G.3)**, in quanto risultano presenti coltri instabili con movimenti lenti (soil creep) e localmente pendenze elevate o comunque rotture di pendio. A valle è presente già attualmente una scarpata antropica di scavo delimitante l'attuale area artigianale. Secondariamente, laddove sono presenti pendenze medio–basse, si associa pericolosità media (G.2).

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni. Nell'ottica delle opere da realizzare, qualora le quote di scavo finali raggiungano quella attualmente esistente a valle in corrispondenza dei fabbricati esistenti, si dovrà ottemperare come per i lotti DT2 e DT3 alle prescrizioni già elencate per gli stessi e di seguito nuovamente proposte.

Prescrizioni sulle opere: si indica di apportare interventi tesi a mitigare il rischio nei confronti del franco di piena duecentennale e cinquecentennale (Tr 200/500 anni) consistenti nei seguenti interventi:

- protezione dell'opera nei confronti del franco di piena pari a circa 25 cm sul piano calpestabile attuale (rialzo della struttura);
- realizzazione di opere di drenaggio superficiale con lo scopo di far evacuare rapidamente le acque di piena nell'intorno dell'opera.

Tali interventi non dovranno aggravare le condizioni di rischio esistenti a valle del lotto.

Si ricorda comunque, come citato al paragrafo 3.3 dell'Allegato A (5/R-2020) che nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici. In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto risulta ubicato su depositi coesivi (CLzz) riconducibili ai depositi argillosi pliocenici delle argille grigio-azzurre. Alla zona stabile suscettibile di amplificazione locale, comprendente il comparto di intervento, risulta associabile un alto contrasto di impedenza sismica piuttosto profondo (frequenza caratteristica ≤ 3 Hz). Poiché una porzione significativa del lotto è interessata dalla presenza di coltri potenzialmente instabili, al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;

– in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;

– nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove

risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.

– nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

– la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

– realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;

• realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

– la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità $\geq 20 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.2 campioni indisturbati (laddove è possibile campionare) e prove SPT solo su terreni sabbioso-limosi. In aggiunta si suggerisce di realizzare un profilo di sismica a rifrazione in onde P con prova MASW e almeno una misura HVSR o una tomografia sismica. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio. Per volumi $\geq 6'000 \text{ m}^3$ si rimanda alla D.P.G.R. 36/R e comunque dovrà essere sempre investigato il volume di terreno significativo per i sovraccarichi applicati e realizzato almeno un sondaggio geognostico con Down-Hole per determinare il parametro del $V_{s,30}$ o $V_{s,eq}$. In aggiunta al sondaggio con prova Down-Hole, è prescritto di realizzare almeno tre prove penetrometriche aggiuntive (preferibilmente statiche) e si suggerisce di realizzare un profilo sismico a rifrazione lungo l'asse del comparto (eventuale tomografia sismica) in onde P e Sh. Dovranno essere realizzate anche misure di microtremori (almeno n. 2 misure), distribuite omogeneamente sul lotto di intervento.

7.1.10 Ambito di trasformazione TT-AT- Interventi vari (Pod. Castagnolo)

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato prevalentemente da **pericolosità geologica bassa (G.1)** e **pericolosità**

geologica media (G.2), in quanto si trova alla sommità di un pendio (all'interno di una zona di dorsale/altopiano) dove le pendenze localmente risultano medio-basse. Risulta lambito a valle da zone a **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza localmente di pendenze elevate.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è inquadrabile all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione 2017, per la quale sono presenti per qualche metro depositi sabbioso-limosi (unità geologico-tecnica GCzz) sovrapposti a depositi coesivi (unità CLzz) con spessore di qualche decina di metri. Alla base è presente substrato rigido. In funzione della tipologia costruttiva per le opere previste, come per i fabbricati artigianali di Pian delle Fonti, si ritiene che l'eventuale alto contrasto di impedenza sismica profondo esistente tra argille e substrato rigido non generi risonanza rispetto al periodo proprio delle strutture esistenti e oggetto di ampliamento. Perciò si assegna al lotto di interesse **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità con normali vincoli.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione. Si prescrive inoltre, qualora gli interventi si spingano fino al ciglio del pendio sottostante di eseguire verifiche di stabilità globale tese a scongiurare l'esistenza di

problematiche lungo il pendio. In tal caso si dovrà verificare l'eventuale necessità di apportare opere di consolidamento dell'insieme opera-pendio.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.5 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per i fabbricati con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino a profondità $\geq 15 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni e con prove geotecniche di laboratorio (laddove è possibile campionare), nonché prove SPT. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio, anche per eventuali carichi aggiuntivi. Per volumi $< 1'500 \text{ m}^3$ risulterà sufficiente realizzare prove penetrometriche dinamiche spinte in profondità fino a rifiuto. Per ogni intervento, a prescindere dalla volumetria, risulterà sufficiente realizzare una prova MASW e n.1/2 misure HVSR. Qualora la volumetria risulti $\geq 6'000 \text{ m}^3$ sarà necessario realizzare un sondaggio con prov Down-Hole, con in aggiunta almeno n. 2 prove penetrometriche e n. 2 misure HVSR.

7.2 Fattibilità degli interventi – UTOE Petroio

Di seguito sono riassunte le condizioni di pericolosità e la relativa fattibilità assegnata agli ambiti di trasformazione previsti per il territorio urbanizzato di Petroio (ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R del 5 febbraio 2020).

7.2.1 Ambito di trasformazione CP-1 – Nuova edificazione

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato prevalentemente da **pericolosità geologica media (G.2)**, in quanto risulta collocato su un versante poco acclive. Nella zona di monte, però e localmente lungo il lato di valle (delimitante la SP 71), il comparto presenta **pericolosità geologica elevata (G.3)**. Tale livello di

pericolosità è dovuto alla presenza (a monte) di una scarpata morfologica/di erosione quiescente con $H \leq 10$ m; a valle, egualmente per la presenza di una scarpata antropica lungo strada comunque di limitata entità.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende localmente depositi di versante talora grossolani, nonché depositi organogeni talora cementati a costituire livelli lapidei calcarei e depositi sabbioso-limosi addensati pliocenici riconducibili all'unità geologico-tecnica GCzz. I depositi di versante e i depositi organogeni presentano spessori prevalentemente metrici (localmente > 10 m). I depositi sabbioso-limosi localmente cementati a costituire arenarie gialle presentano spessori di qualche decina di metri. Alla base è presente substrato lapideo (unità geologico-tecnica LP). In funzione del contatto detrito/substrato lapideo è atteso un alto contrasto di impedenza sismica generalmente profondo, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**. Non si escludono fenomeni amplificativi per presenza di rifrattori più superficiali.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità con normali vincoli.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione e idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità globale del pendio ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza (scavi nella porzione di monte del comparto, nonché verifica della stabilità a valle lungo la SP 71); obbligo di esecuzione di verifiche sulla stabilità dei fronti di scavo in corso d'opera e post'opera; gli eventuali interventi di messa in sicurezza devono comunque essere tali da: 1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti; 2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- *nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- *in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- *nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- *nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- *la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*
- *la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in*

coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato almeno un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità $\geq 15 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni e determinazione dei parametri geotecnici con prove di laboratorio (laddove è possibile campionare), prove SPT solo su terreni sabbioso-limosi. Dovranno essere realizzate 2-3 prove penetrometriche dinamiche in sostituzione di ulteriori sondaggi geognostici. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio. In aggiunta almeno una indagine di sismica a rifrazione con eventuale prova MASW e n. 2 prove HVSR, per la caratterizzazione sismo-stratigrafica e di amplificazione sismica del lotto di intervento.

Per volumetrie complessive $\geq 6'000 \text{ m}^3$, la caratterizzazione sismo-stratigrafica dovrà essere realizzata con un sondaggio geognostico e relativa prova Down-Hole in foro, ai fini della determinazione del parametro $V_{s,30}$.

7.2.2 Ambito di trasformazione B1P – Nuova edificazione

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto risulta inquadrabile all'interno di un'area mappata con classe di sensibilità 1 (vincolo elevato).

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.2 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato prevalentemente da **pericolosità geologica bassa (G.1)** e **pericolosità geologica media (G.2)**, in quanto si trova al piede di un versante, all'interno di un area valliva. Le pendenze risultano perciò prevalentemente basse. Risulta lambito a monte da una zona a **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di una scarpata di erosione quiescente legata allo scavo della lottizzazione realizzata in epoca pregressa.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato in area valliva, comunque in condizioni morfologiche di sicurezza rispetto a fenomeni per alluvioni rare o di estrema intensità (P.1), come evidenziato da modellazione idraulica. Risulta esente perciò da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è caratterizzato dalla presenza in affioramento di substrato lapideo con caratteristiche di substrato rigido (unità LP). Risluta perciò ascrivibile alla zona stabile 1012 per la quale non sono attesi fenomeni di amplificazione sismica. Si assegna perciò al lotto di interesse **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità con normali vincoli.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione. Si prescrive inoltre, qualora gli interventi si spingano fino al ciglio del pendio sottostante di eseguire verifiche di stabilità globale tese a scongiurare l'esistenza di problematiche lungo il pendio. In tal caso si dovrà verificare l'eventuale necessità di apportare opere di consolidamento dell'insieme opera–pendio.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: *Fattibilità senza particolari limitazioni.*

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: *Fattibilità senza particolari limitazioni.*

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.6 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo dovrà essere realizzato un profilo di sismica a rifrazione con eventuale MASW, nonché una prova HVSR per verificare le condizioni di amplificazione sismica del sito. Inoltre dovrà essere realizzato un accurato rilievo geologico e geomeccanico dell'ammasso roccioso affiorante lungo la scarpata di monte al fine di eseguire verifiche di stabilità globale tese ad escludere eventuali rotture con crollo di materiale lapideo sull'edificio da realizzare.

7.2.3 Ambito di trasformazione B2P – Nuova edificazione

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato pressoché totalmente da **pericolosità geologica media (G.2)**, in quanto si trova lungo un pendio collinare poco acclive con pendenze in prevalenza medio–basse $\leq 25\%$. Solo localmente si registra **pericolosità geologica elevata (G.3)**, per deboli rotture de pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato in area collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle zone a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto si colloca all'interno della microzona 2027 (stabile suscettibile di amplificazione locale). Questa risulta caratterizzata dalla presenza di depositi organogeni continentali (spessore variabile da 0 a 10 m) talora cementati a costituire livelli lapidei calcarei e riconducibili all'unità geologico–tecnica GPzz. Tali depositi si trovano in loco sovrapposti a depositi sabbioso–limosi addensati, marini, di età pliocenica (unità geologico–tecnica SMpi, spessore variabile tra 10 e 30 m). Alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo è atteso un alto contrasto di impedenza sismica generalmente profondo, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**. Non si escludono fenomeni amplificativi per presenza di rifrattori più superficiali.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti

differenziali sulla fondazione. Si prescrive inoltre, qualora gli interventi si spingano fino al ciglio del pendio sottostante di eseguire verifiche di stabilità globale tese a scongiurare l'esistenza di problematiche lungo il pendio. In tal caso si dovrà verificare l'eventuale necessità di apportare opere di consolidamento dell'insieme opera–pendio.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- *nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- *in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico–meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- *nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- *nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte” – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- *la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*

– la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 150 \text{ m}^3$, si consiglia di realizzare due prove penetrometriche dinamiche fino ad una profondità di almeno 12 m da p.c., laddove non si manifesti rifiuto ad una profondità inferiore. Inoltre una prova MASW e una misura HVSr per la caratterizzazione sismica del sito.

7.2.4 Ambito di trasformazione B3P – Nuova edificazione

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto risulta interessato pressoché totalmente da **pericolosità geologica media (G.2)**, in quanto si trova lungo un pendio collinare poco acclive con pendenze in prevalenza medio–basse $\leq 25\%$. Solo localmente si registra **pericolosità geologica elevata (G.3)**, per deboli rotture de pendio (acclività 25–45%).

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato in area collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle zone a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto si colloca all'interno della microzona 2027 (stabile suscettibile di amplificazione locale). Questa risulta caratterizzata dalla presenza di depositi organogeni continentali (spessore variabile da 0 a 10 m) talora cementati a costituire livelli lapidei calcarei e riconducibili all'unità geologico–tecnica GPzz. Tali depositi si trovano in loco sovrapposti a depositi sabbioso–limosi addensati, marini, di età pliocenica (unità geologico–tecnica SMpi, spessore variabile tra 10 e 30 m). Alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo è atteso un alto contrasto di impedenza sismica generalmente profondo, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**. Non si escludono fenomeni amplificativi per presenza di rifrattori più superficiali.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione. Si prescrive inoltre, qualora gli interventi si spingano fino al ciglio del pendio sottostante di eseguire verifiche di stabilità globale tese a scongiurare l'esistenza di problematiche lungo il pendio. In tal caso si dovrà verificare l'eventuale necessità di apportare opere di consolidamento dell'insieme opera–pendio.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico–meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove*

geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.

– nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte” – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

– la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

– realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;

• realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

– la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria > 150 m³, si consiglia di realizzare due prove penetrometriche dinamiche fino ad una profondità di almeno 12 m da p.c., laddove non si manifesti rifiuto ad una profondità inferiore. Inoltre una prova MASW e una misura HVSr per la caratterizzazione sismica del sito.

7.2.5 Ambito di trasformazione SO–A – Area scolastica di nuova previsione

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto per buona parte nella porzione di monte non presenta **nessun vincolo (classe 3)**; nella zona di valle, invece, risulta interessato **classe di sensibilità 1 con vincolo elevato**.

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.2 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato prevalentemente da **pericolosità geologica media (G.2)** per la presenza di pendenze medio–basse. Localmente si registra la presenza di **pericolosità geologica elevata (G.3)** legata a deboli rotture di pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende localmente depositi di versante talora grossolani, nonché depositi organogeni talora cementati a costituire livelli lapidei calcarei (unità geologico–tecnica GPzz) e depositi sabbioso–limosi addensati pliocenici riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi. I depositi di versante e i depositi organogeni presentano spessori prevalentemente metrici (localmente > 10 m). I depositi sabbioso–limosi localmente cementati a costituire arenarie gialle presentano spessori di qualche decina di metri. Alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto detrito/substrato lapideo è atteso un alto contrasto di impedenza sismica generalmente profondo, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**. Non si escludono fenomeni amplificativi per presenza di rifrattori più superficiali.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità con normali vincoli.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Prescrizioni: In aggiunta le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di progettazione preliminare alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione e idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità globale del pendio ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza (scavi nella porzione di monte del comparto, nonché verifica della stabilità a valle lungo la SP 71); obbligo di esecuzione di verifiche sulla stabilità dei fronti di scavo in corso d'opera e post'opera; gli eventuali interventi di messa in sicurezza devono comunque essere tali da: 1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti; 2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- *nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- *in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico–meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- *nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- *nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- *la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*
- *la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è*

subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$, dovrà essere realizzato almeno un sondaggio geognostico a carotaggio continuo a profondità $\geq 15 \text{ m}$ da p.c. con prelievo di almeno n.1 campioni e determinazione dei parametri geotecnici con prove di laboratorio (laddove è possibile campionare), prove SPT solo su terreni sabbioso–limosi. Dovranno essere realizzate 2–3 prove penetrometriche dinamiche in sostituzione di ulteriori sondaggi geognostici. Per qualsiasi volumetria degli interventi, dovrà essere verificata la stabilità globale del pendio. In aggiunta almeno una indagine di sismica a rifrazione con eventuale prova MASW e n. 2 prove HVSR, per la caratterizzazione sismo–stratigrafica e di amplificazione sismica del lotto di intervento.

Per volumetrie complessive, la caratterizzazione sismo–stratigrafica dovrà essere realizzata con un sondaggio geognostico e relativa prova Down–Hole in foro, ai fini della determinazione del parametro $V_{s,30}$. Dovrà essere tenuto conto di quanto specificato al paragrafo 3.6.3 e 3.6.4 in merito agli edifici strategici e rilevanti o comunque con classi d'uso riconducibili agli stessi. In particolare si ricorda che in area caratterizzata a pericolosità sismica locale elevata (S3), la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

- realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classi d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;
- realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

7.2.6 Ambito di trasformazione DE – Nuovo depuratore comunale di Petroio

Sensibilità degli acquiferi

Il lotto nella porzione di monte sostanzialmente non presenta **nessun vincolo (classe 3)** anche se risulta intersecarsi con un lembo di superficie a **classe di sensibilità 2 (vincolo medio)**, nella zona di valle, invece, risulta interessato da **classe di sensibilità 1 con vincolo elevato**.

Prescrizioni: rispetto delle condizioni imposte agli articoli 10.1.1 e 10.1.2 del documento di Disciplina del PTCP della Provincia di Siena. A tale scopo in fase di richiesta della concessione edilizia la relazione geologica dovrà essere accompagnata da uno studio idrogeologico teso a dimostrare il rispetto delle condizioni imposte dal PTCP.

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato in parte da **pericolosità geologica media (G.2)** per la presenza di pendenze medio–basse e per una porzione significativa da **pericolosità geologica elevata (G.3)** legata sia a coltri di versante instabili quiescenti (colamento) che a scarpate di erosione (a valle del sito).

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende localmente depositi di versante talora grossolani, nonché depositi organogeni talora cementati a costituire livelli lapidei calcarei (unità GPzz) e depositi sabbioso–limosi addensati pliocenici riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi. I depositi di versante e i depositi organogeni presentano spessori prevalentemente metrici (localmente > 10 m). I depositi sabbioso–limosi localmente cementati a costituire arenarie gialle presentano spessori di qualche decina di metri. Alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto detrito/substrato lapideo è atteso un alto contrasto di impedenza sismica generalmente profondo, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**. Non si escludono fenomeni amplificativi per presenza di rifrattori più superficiali.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi

sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte” – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
 - realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*
- la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto*

8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R e alle norme tecniche vigenti. Di minimo si potrà fare riferimento alle indagini realizzate a supporto del progetto definitivo. Sicuramente dovrà essere riposta attenzione alle eventuali problematiche connesse all'idrogeologia locale.

7.2.7 Ambito di trasformazione DP2 – Nuova edificazione con ampliamento edificio artigianale

Aspetti di pericolosità geologica

Il lotto è presente al piede di un versante e risulta interessato prevalentemente da **pericolosità geologica media (G.2)**, in quanto le pendenze risultano in prevalenza medio-basse $\leq 25\%$. Solo localmente in corrispondenza della scarpata esistente in adiacenza al lotto, si registra **pericolosità geologica elevata (G.3)**, per presenza di pendenze elevate (fino ad oltre il 45%).

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato in area valliva e risulta interessato in parte da pericolosità elevata per fenomeni alluvionali (**P.2, Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti**). Perciò risulta potenzialmente interessato da fenomeni per $30 \text{ anni} < Tr < 200 \text{ anni}$. Nella porzione di SE, invece, si trova al di fuori delle **Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1)**, risultando in questa zona esente da fenomeni con $Tr \leq 500 \text{ anni}$.

Per le direttive fondamentali da seguire in fase progettuale si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il perimetro del lotto interseca sia la microzona 1012 (zona stabile, affioramento substrato lapideo) che la 2006 (zona stabile suscettibile di amplificazione locale). La configurazione stratigrafica locale è legata alla presenza di depositi limoso-sabbiosi sciolti (Unità SMpi) su substrato lapideo. E' atteso perciò un alto contrasto di impedenza sismica per frequenze medio-alte. Al comparto risulta perciò associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.3 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino, ed in particolare:

– le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Prescrizioni: la realizzazione è subordinata al rispetto delle seguenti prescrizioni: le indagini geognostiche e sismiche dovranno essere realizzate ottemperando già in fase di richiesta del titolo abilitativo edilizio alle indicazioni della l.r. n. 36/R; dovranno essere eseguite verifiche di sicurezza sulla fondazione tese ad evidenziare eventuali problematiche legate allo sviluppo di cedimenti differenziali sulla fondazione. Si prescrive inoltre, qualora gli interventi si spingano fino al piede del versante sovrastante, di realizzare verifiche di stabilità tese ad escludere condizioni di instabilità ante-opera ed inoltre qualora siano realizzati sbancamenti al piede pendio dovranno essere realizzate verifiche di stabilità globale in corso d'opera e post-opera.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità condizionata.

La fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R per ulteriori precisazioni.

Prescrizioni sulle opere: si indica di apportare interventi tesi a mitigare il rischio nei confronti del franco di piena duecentennale e cinquecentennale (Tr 200/500 anni) consistenti nei seguenti interventi:

– protezione dell'opera nei confronti del franco di piena duecentennale (Tr 200 anni), sopraelevando il piano calpestabile del lotto a + 70 cm rispetto alla quota attuale (452,50 m s.l.m.m) del piazzale (circa + 10 cm rispetto alla quota del resede attuale del fabbricato artigianale già esistente, pari a 453,10 m s.l.m.);

– realizzazione di opere di drenaggio superficiale limitrofe al lotto con lo scopo di far evacuare rapidamente le acque di piena nell'intorno dell'opera.

Si ricorda comunque, come citato al paragrafo 3.3 dell'Allegato A (5/R-2020) che nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici. In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti. Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- *nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- *in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- *nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- *nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.*
- *la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;*
 - *realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.*
- *la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).*

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria > 150 m³, si consiglia di realizzare due prove penetrometriche dinamiche fino ad una profondità di almeno 12 m da p.c., laddove non si manifesti rifiuto ad una profondità inferiore. Inoltre una prova MASW e una misura HVSr per la caratterizzazione sismica del sito.

7.2.8 Ambito di trasformazione P–A – Ampliamento parcheggio pubblico esistente

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato prevalentemente da **pericolosità geologica elevata (G.3)** e secondariamente da **pericolosità geologica media (G.2)**. La pericolosità elevata è riconducibile sia alla presenza di un orlo di scarpata di erosione con dislivello significativo ($H > 10$ m) e pendenze fino ad oltre il 45%.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto comprende depositi organogeni talora cementati a costituire livelli lapidei calcarei (unità GPzz), sovrapposti a depositi sabbioso–limosi addensati pliocenici riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi. I depositi di versante e i depositi organogeni presentano spessori prevalentemente metrici (localmente > 10 m). I depositi sabbioso–limosi localmente cementati a costituire arenarie gialle presentano spessori di qualche decina di metri. Alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto detrito/substrato lapideo è atteso un alto contrasto di impedenza sismica generalmente profondo, per il quale al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale elevata (S.3)**. Non si escludono fenomeni amplificativi per presenza di rifrattori più superficiali.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a. 1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

- nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono effettuate adeguate indagini geognostiche e verifiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;*
- in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è effettuata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi, posti a contatto, al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica. E' opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche;*
- nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido o entro le coperture stesse entro alcune decine di metri, sono raccolti i dati bibliografici oppure è effettuata una specifica campagna di indagini geofisiche (quali, ad esempio, profili sismici a riflessione o rifrazione, prove sismiche in foro e, ove risultino significative, profili MASW) e geognostiche (quali, ad esempio, pozzi o sondaggi, preferibilmente a carotaggio continuo) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti per valutare l'entità del (o dei) contrasti di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico o entro le coperture stesse. Nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo, quale quella della sismica a rifrazione o riflessione.*
- nel caso di zone di instabilità di versante quiescente e relativa zona di evoluzione sono realizzati studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, secondo quanto definito al paragrafo 3.1.1, tenendo conto anche dell'azione sismica e in coerenza con quanto indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte" – FR, emanate dalla Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica e recepite all'interno delle specifiche*

tecniche regionali di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

– la valutazione dell'azione sismica (NTC 2018, paragrafo 3.2), da parte del progettista, è supportata da specifiche analisi di risposta sismica locale (in conformità NTC 2018, paragrafo 3.2.2 e paragrafo 7.11.3), da condurre in fase di progettazione, nei seguenti casi:

– realizzazione o ampliamento di edifici strategici o rilevanti, ricadenti, nelle classe d'indagine 3 o 4, come definite dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014;

• realizzazione o ampliamento di edifici a destinazione residenziale, ricadenti in classe d'indagine 4, come definita dal regolamento di attuazione dell'articolo 181 della l.r.65/2014.

– la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente, fatti salvi quelli che non incidono sulle parti strutturali degli edifici e fatti salvi gli interventi di riparazione o locali (NTC18, punto 8.4.3), è subordinata all'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento sismico (in coerenza con le NTC 2018, punto 8.4). Limitatamente alle aree di suscettibilità (ZSLQ) e rispetto alla liquefazione (ZRLQ), oltre agli interventi di miglioramento o adeguamento, la fattibilità è subordinata, in funzione dell'esito delle verifiche, anche ad interventi di riduzione della pericolosità (in conformità a NTC 2018, punto 7.11.3.4).

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, dovrà essere realizzato un sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino a profondità ≥ 15 m da p.c., con prelievo di almeno n.1 campioni (laddove è possibile campionare), nonché realizzazione di prove SPT in foro. Dovrà essere realizzata almeno una prova WASW e una prova HVSR. Dovrà inoltre essere verificata la stabilità globale del pendio e delle scarpate esistenti in loco, anche in funzione di sovraccarichi attualmente non esistenti. L'intervento non dovrà pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti (in particolare versante di valle).

7.3 Fattibilità degli interventi – UTOE Castelmuzio

Di seguito sono riassunte le condizioni di pericolosità e la relativa fattibilità assegnata agli ambiti di trasformazione previsti per il territorio urbanizzato di Petroio (ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R del 5 febbraio 2020).

7.3.1 Ambito di trasformazione CC-1 – Nuova edificazione

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato principalmente da **pericolosità geologica media (G.2)**, rappresentativa delle zone interessate da pendenze medie, nonché da **pericolosità geologica elevata (G.3)** per la presenza di due zone di buffer attorno a scarpate di erosione attive lambenti a monte e a valle il lotto di intervento. Per tale motivo il lotto risulta confinare con due fasce mappate a **pericolosità geologica molto elevata (G.4)** in corrispondenza delle stesse scarpate. In particolare è la scarpata di monte (scarpata di erosione attiva denudata, con $H \leq 10$ m e sub-verticale/verticale) che lambisce in modo maggiore il comparto CC-1. E'importante perciò

verificare le condizioni di stabilità globale dell'insieme opera–pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è compreso all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione locale 2008 rappresentativa della serie stratigrafica così strutturata: depositi sabbioso–limosi marini pliocenici addensati, riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi, con spessore variabile tra 60 e 90 m circa; alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo, in corrispondenza dell'abitato di Castelmuzio è atteso un basso contrasto di impedenza sismica, generalmente profondo. Perciò al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi

sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno–struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 150 \text{ m}^3$, si prescrive di realizzare almeno due prove penetrometriche fino ad una profondità di almeno 12 m laddove non si manifesti rifiuto ad una profondità inferiore. Per volumetrie $> 1'500 \text{ m}^3$ si prescrive di realizzare almeno un sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino alla profondità di almeno 15 m da p.c. con prelievo di almeno un campione indisturbato. Inoltre, ai fini della caratterizzazione sismica del sito, di minimo dovrà essere realizzata una prova MASW e n.2 misure HVSR al fine di verificare realmente che il sito non risulti suscettibile all'amplificazione per alto contrasto di impedenza sismica. Nel caso di volumetria $> 1'500 \text{ m}^3$ dovrà essere realizzato, a supporto del sondaggio, un profilo sismico a rifrazione con associata eventuale prova MASW. Dovranno essere eseguite accurate verifiche di stabilità globale del pendio e delle scarpate oggetto di erosione attiva.

7.3.2 Ambito di trasformazione B1C – Riqualificazione edifici esistenti

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato da zone a diverso grado di pericolosità, passando progressivamente da **pericolosità geologica bassa (G.1) e media (G.2)** (nella zona più interna del lotto, quella di monte) a **pericolosità geologica elevata (G.3)** (lungo il limite di valle). La superficie di intervento fa parte di una zona di cresta o pseudo–altopiano, per cui le condizioni dominanti sono quelle di pericolosità media e bassa. Tuttavia la presenza di una scarpata di erosione a lambire il lato nord del lotto, determina che la classe di pericolosità di riferimento sia quella di **pericolosità geologica**

elevata (G.3) (presenza di buffer attorno ad una scarpata di erosione attiva con $H \geq 10$ m, per cui risulta associata **pericolosità geologica molto elevata–G.4**). Sarà importante perciò verificare le condizioni di stabilità globale dell'insieme opera–pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è compreso all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione locale 2008 rappresentativa della serie stratigrafica così strutturata: depositi sabbioso–limosi marini pliocenici addensati, riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi, con spessore variabile tra 60 e 90 m circa; alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo, in corrispondenza dell'abitato di Castelmuzio è atteso un basso contrasto di impedenza sismica, generalmente profondo. Perciò al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno–struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria > 150 m³, si consiglia di realizzare due prove penetrometriche fino ad una profondità di almeno 12 m laddove non si manifesti rifiuto ad una profondità inferiore. Inoltre una prova MASW e una misura HVSr per la caratterizzazione sismica del sito. Qualora gli interventi si sviluppino fino in prossimità della scarpata di erosione, dovranno essere eseguite accurate verifiche di stabilità globale del pendio al fine di verificare le condizioni di sicurezza e valutare l'eventuale necessità di apportare interventi di consolidamento.

7.3.3 Ambito di trasformazione B2C – Lotto di completamento

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato da zone a diverso grado di pericolosità, passando progressivamente da **pericolosità geologica bassa (G.1) e media (G.2)** (nella zona più interna del lotto, quella di monte) a **pericolosità geologica elevata (G.3) e pericolosità geologica molto elevata (G.4)** (lungo il limite di valle). La superficie di intervento fa parte di una dorsale (zona di cresta o pseudo–altopiano), ma risulta lambito da una porzione della scarpata di erosione attiva presente su buona parte del perimetro dell'abitato di Castelmuzio. Per tale lotto le classi di pericolosità di riferimento sono quelle di **pericolosità geologica elevata (G.3)** (presenza di buffer attorno ad una scarpata di

erosione attiva) e **pericolosità geologica molto elevata-G.4**). Sarà importante perciò verificare le condizioni di stabilità globale dell'insieme opera-pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è compreso all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione locale 2008 rappresentativa della serie stratigrafica così strutturata: depositi sabbioso-limosi marini pliocenici addensati, riconducibili all'unità geologico-tecnica SMpi, con spessore variabile tra 60 e 90 m circa; alla base è presente substrato lapideo (unità geologico-tecnica LP). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo, in corrispondenza dell'abitato di Castelmuzio è atteso un basso contrasto di impedenza sismica, generalmente profondo. Perciò al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità condizionata*.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e

adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: *Fattibilità senza particolari limitazioni.*

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: *Fattibilità con normali vincoli.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno–struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria > 150 m³, si consiglia di realizzare due prove penetrometriche fino ad una profondità di almeno 12 m laddove non si manifesti rifiuto ad una profondità inferiore. Inoltre una prova MASW e una misura HVSr per la caratterizzazione sismica del sito. Qualora gli interventi si sviluppino fino in prossimità della scarpata di erosione, dovranno essere eseguite accurate verifiche di stabilità globale del pendio al fine di verificare le condizioni di sicurezza e valutare l'eventuale necessità di apportare interventi di consolidamento.

7.3.4 Ambito di trasformazione B3C – Lotto di completamento

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato pressoché totalmente da **pericolosità geologica elevata (G.3)**. Il versante, infatti, risulta interessato da pendenze elevate e delimitato alla sommità del lotto da una scarpata di erosione quiescente con $H \leq 10$ m, con profilo sub–verticale/verticale. E'importante perciò verificare le condizioni di stabilità globale dell'insieme opera/sommità del pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali

con $T_r \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è compreso all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione locale 2040 rappresentativa della serie stratigrafica così strutturata: depositi sabbioso–limosi marini pliocenici addensati, riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi, con spessore variabile tra 60 e 90 m circa; alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In aggiunta si registrano condizioni topografiche avverse ($i > 15^\circ$). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo, in corrispondenza dell'abitato di Castelmuzio è atteso un basso contrasto di impedenza sismica, generalmente profondo. Perciò al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: Fattibilità condizionata.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: Fattibilità senza particolari limitazioni.

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 150 \text{ m}^3$, si prescrive di realizzare almeno due prove penetrometriche fino ad una profondità di almeno 12 m (laddove non si manifesti rifiuto precedentemente ad una profondità inferiore). Per volumetrie $> 1'500 \text{ m}^3$ si prescrive di realizzare almeno un sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino alla profondità di almeno 15 m da p.c. con prelievo di almeno un campione indisturbato su cui eseguire prove di laboratorio. Il sondaggio potrà essere coadiuvato da prove penetrometriche. Inoltre, ai fini della caratterizzazione sismica del sito, di minimo dovrà essere realizzata una prova MASW e una misura HVSr. Si suggerisce di realizzare coassialmente alla prova MASW un profilo di sismica a rifrazione ameno in onde P, al fine di individuare eventuali coltri di alterazione superficiali.

7.3.5 Ambito di trasformazione DC-A (Area speciale artigianale per depositi)

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato pressoché totalmente da **pericolosità geologica elevata (G.3)**. Il versante, infatti, risulta interessato da pendenze elevate e delimitato alla sommità del lotto da una scarpata di erosione quiescente con $H \leq 10 \text{ m}$, con profilo piuttosto acclive. E'importante perciò verificare le condizioni di stabilità globale dell'insieme opera/sommità del pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $T_r \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è compreso all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione locale 2040 rappresentativa della serie stratigrafica così strutturata: depositi sabbioso–limosi marini pliocenici addensati, riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi, con spessore variabile tra 60 e 90 m circa; alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In aggiunta si registrano condizioni topografiche avverse ($i > 15^\circ$). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo, in corrispondenza dell'abitato di Castelmuzio è atteso un basso contrasto di impedenza sismica, generalmente profondo. Perciò al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità condizionata.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;*
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.*

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: *Fattibilità senza particolari limitazioni.*

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: Fattibilità con normali vincoli.

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: le indagini in sito dovranno essere conformi a quanto previsto dalla D.P.G.R. n. 36/R. Di minimo, per opere con volumetria $> 150 \text{ m}^3$, si prescrive di realizzare almeno due prove penetrometriche fino ad una profondità di almeno 12 m. Per volumetrie $> 1'500 \text{ m}^3$ si prescrive di realizzare almeno un sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino alla profondità di almeno 15 m da p.c. con prelievo di almeno un campione indisturbato. Il sondaggio potrà essere coadiuvato da prove penetrometriche. Inoltre, ai fini della caratterizzazione sismica del sito, di minimo dovrà essere realizzata una indagine di sismica a rifrazione con eventuale prova MASW e una misura HVSr. Dovranno essere eseguite accurate verifiche di stabilità globale del pendio e delle scarpate oggetto di erosione attiva tendenzialmente profonda, con relativa messa in sicurezza. Si raccomanda di realizzare parallelamente alla prova MASW un profilo di sismica a rifrazione ameno in onde P, al fine di individuare eventuali coltri di alterazione superficiali.

7.3.6 Ambito di trasformazione Spc-A (Aree per attrezzature sportive)

Aspetti di pericolosità geologica

Il comparto risulta interessato totalmente da **pericolosità geologica elevata (G.3)** e nella parte centrale di valle risulta lambito dal buffer a **pericolosità molto elevata (G.4)** associato all'erosione profonda esistente lungo il fosso evidenziato da erosione concentrata al piede della scarpata di valle. Il versante, infatti, risulta interessato da pendenze elevate e delimitato a monte e a valle da due scarpate di erosione quiescenti con $H \leq 10 \text{ m}$, con profilo molto inclinato. E'importante perciò verificare le condizioni di stabilità globale dell'insieme opera/sommità del pendio.

Aspetti di pericolosità da alluvioni

Il comparto risulta collocato su versante collinare, perciò è inquadrabile al di fuori delle aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P.1). Risulta esente da fenomeni alluvionali con $Tr \leq 500$ anni. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Aspetti di pericolosità sismica locale

Il lotto è compreso all'interno delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale 2008 e 2040. Entrambe sono caratterizzate dalla serie stratigrafica così strutturata: depositi sabbioso–limosi marini pliocenici addensati, riconducibili all'unità geologico–tecnica SMpi, con spessore variabile tra 60 e 90 m circa; alla base è presente substrato lapideo (unità geologico–tecnica LP). In aggiunta, nella parte bassa del lotto, si registrano condizioni topografiche avverse ($i > 15^\circ$). In funzione del contatto depositi/substrato lapideo, in corrispondenza dell'abitato di Castelmuzio è atteso un basso contrasto di impedenza sismica, generalmente profondo. Perciò al comparto risulta associata **pericolosità sismica locale media (S.2)**.

Fattibilità in relazione agli aspetti geologici: *Fattibilità condizionata.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui al par. 3.2.2 del Regolamento 5/R, del 2020, oltre a quelle del Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, ed in particolare:

– la fattibilità degli interventi di nuova edificazione è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;*
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;*
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.*

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Fattibilità in relazione al rischio da alluvioni: *Fattibilità senza particolari limitazioni.*

Non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia. Si rimanda all'art. 3.3 dell'allegato A della l.r. 5/R e alla l.r. 41/2018 per ulteriori precisazioni.

Fattibilità in relazione agli aspetti sismici: *Fattibilità con normali vincoli.*

La realizzazione è subordinata al rispetto delle prescrizioni di cui ai paragrafi 3.6.3 e 3.6.4 del Regolamento 5/R, del 2020 e in particolare:

– non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi. Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Prescrizioni sulle indagini: l'area di intervento necessita di uno studio approfondito sulla stabilità globale e la messa in sicurezza rispetto ai fenomeni di erosione profonda presenti localmente e diffusamente nella porzione di valle e lungo il fosso esistente. Le indagini di minimo dovranno consistere in almeno due sondaggi geognostici a carotaggio continuo fino alla profondità di almeno 20 m da p.c. con prelievo di campioni indisturbati e prove SPT. Dovrà essere ricostruito l'eventuale profilo della superficie piezometrica con posa di piezometri. Il sondaggio potrà essere coadiuvato da prove penetrometriche. Inoltre, ai fini della caratterizzazione sismica del sito, di minimo dovrà essere realizzato un profilo di sismica a rifrazione con eventuale prova MASW e una misura HVSr. Dovranno essere eseguite accurate verifiche di stabilità globale del pendio e delle scarpate oggetto di erosione attiva tendenzialmente profonda.

7.4 Fattibilità degli interventi per approfondimento della Cava di Madonnino dei Monti

All'interno del Piano Operativo viene proposto l'intervento di approfondimento della Cava di Madonnino dei Monti di cui si riportano in fig.26 e 27 due estratti cartografici delle previsioni sui limiti di estrazione del materiale lapideo come da Piano Regionale Cave approvato con D.C.R. n. 47 del 27/07/2020.

L'approfondimento consiste nell'eseguire uno scavo sostanzialmente verticale per ulteriori 20 m a partire dall'attuale piano di scavo concesso fino a termine della concessione. Si ricorda, inoltre, che l'attività estrattiva avviene all'interno della dorsale morfologica Rapolano-Cetona su cui affiora l'ammasso roccioso del Calcare Massiccio, per il quale l'area di intervento risulta classificata da PTCP come *area sensibile di classe 1*.

Attraverso la relazione tecnica con titolo ***Proposta di adeguamento dell'area a destinazione estrattiva afferente alla cava di calcare "Madonnino dei Monti"***, redatta da tecnico di fiducia della ditta Benocci S.p.a. e fatta pervenire all'ufficio urbanistica del comune di Trequanda, quale studio per la valutazione dei volumi estrattivi da proporre per l'ulteriore sfruttamento del giacimento di calcare nel periodo 2019–2032, si apprende che la stessa società individua un volume potenziale

di estrazione pari a 2'000'000 di m³ (di cui 400'000 ancora da estrarre con l'ultima concessione acquisita), da attribuire ad un'area pari a quella sottesa sul limite massimo attualmente previsto della cava come da P.R.C. e con un approfondimento ulteriore massimo di 30 m rispetto alla quota di scavo attualmente autorizzata, passando da una quota attualmente autorizzata di 520 m s.l.m..m. ad una quota di 490 m s.l.m.m..

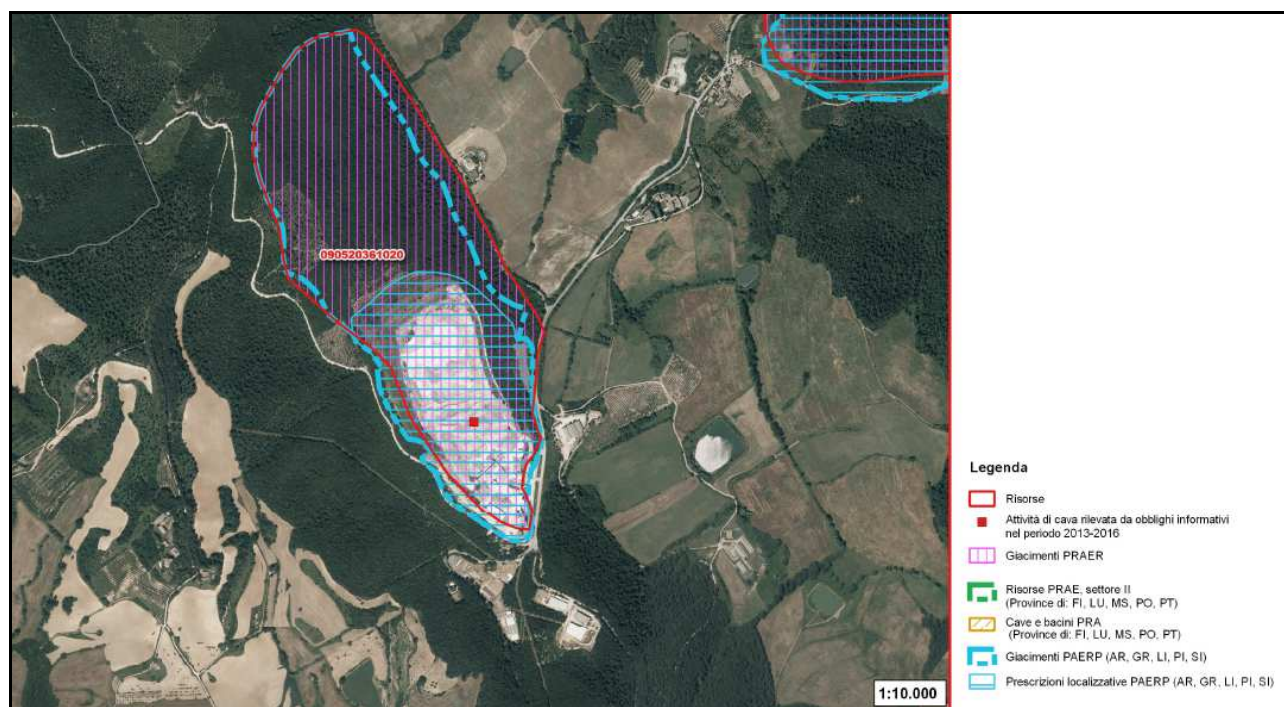
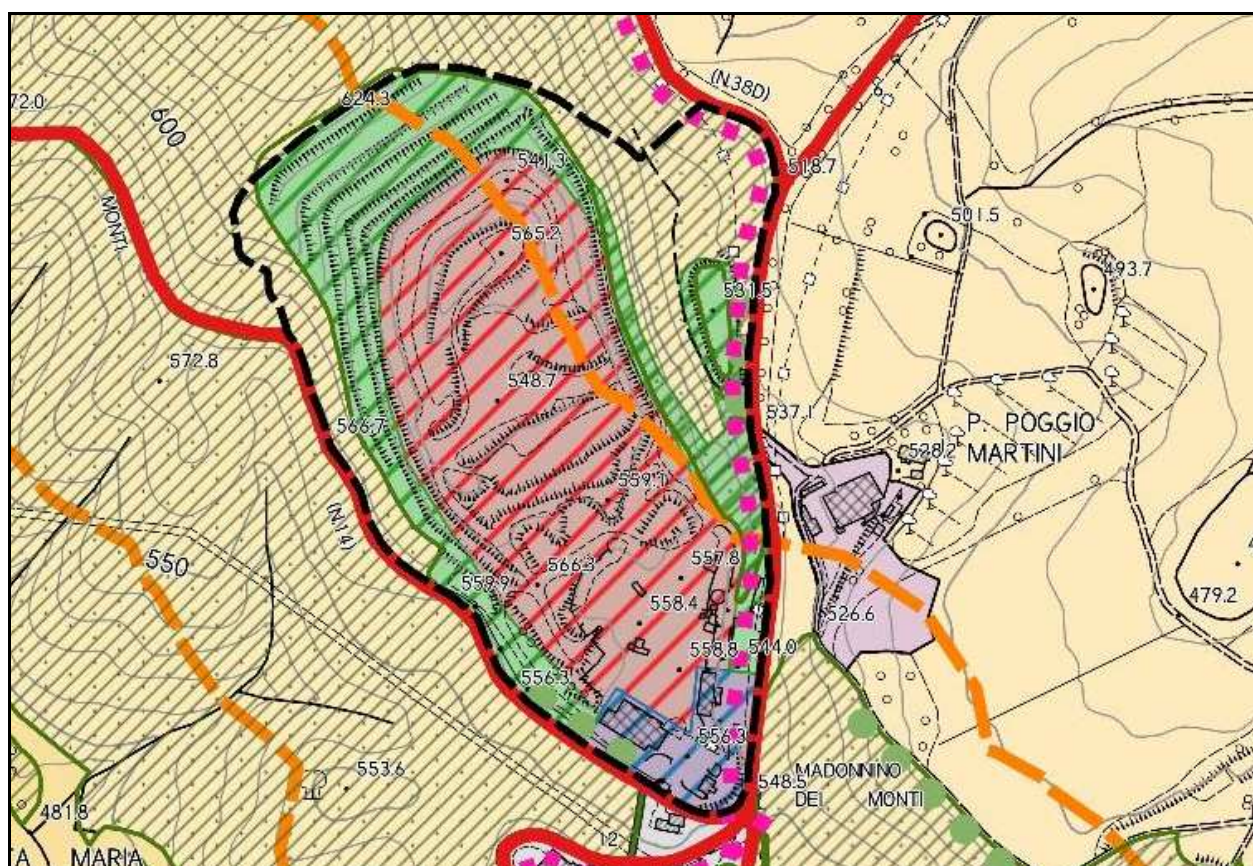
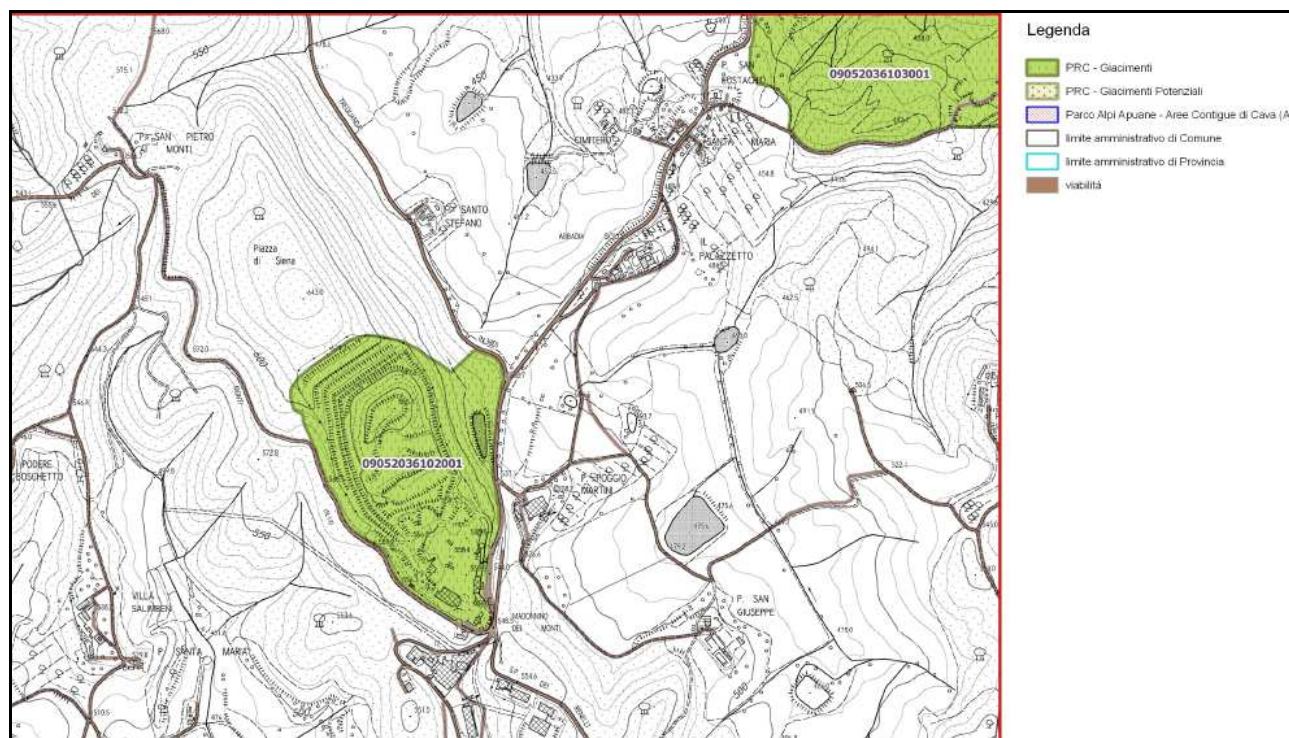


Fig. 26: Limite attività estrattive per la cava di Madonnino dei Monti su ortofoto, come da Piano Cave (elaborato PR06A_SI parte 3)

Il limite ufficiale dell'area di cava è stato adeguato all'interno degli elaborati progettuali di Piano Operativo, includendo la zona di carico e scarico esistente lungo la strada provinciale, così come mostrato in fig. 28. Tale modifica si è resa necessaria in quanto la zona adibita a transito dei mezzi pesanti con approvvigionamento del materiale lapideo, rappresenta una pertinenza del ciclo produttivo ai sensi dell'Art. 2 comma 1 lett. m della L.R. 35/2015.



. L'approfondimento ulteriore, infatti, al di sotto dell'attuale piano campagna, così come proposto dalla stessa società, comporta un notevole impatto morfologico da verificare in seno al rispetto degli aspetti idrogeologici (compresi sensibilità e vulnerabilità degli acquiferi), nonché per gli aspetti strutturali, essendo il limite di cava interessato dalla presenza continua di due arterie stradali di cui una a responsabilità della Provincia di Siena.

Inoltre poiché trattasi di attività estrattiva, si ricorda di fare riferimento a quanto citato all'interno della Disciplina di PTCP in merito agli obiettivi dello stesso PTCP per le attività estrattive e i criteri e i parametri per la valutazione di compatibilità delle varianti al PAERP (vedi par. 10.6.4 e 10.6.5 già descritti a pag. 97 e 98 del presente elaborato). Gli interventi dovranno soddisfare le condizioni di sfruttamento sostenibile dell'area estrattiva richiamate all'art. 9 della l.r. n. 35/2015. Infine si ricorda che dovrà essere verificata la compatibilità degli interventi rispetto agli aspetti paesaggistici, verificando il rispetto dei vincoli esistenti rispetto alle variazioni morfologiche proposte in seno al nuovo piano di sfruttamento.

8. Fattibilità degli interventi non compresi tra quelli schedati nel PO

Si riportano di seguito le valutazioni e prescrizioni in merito alla fattibilità degli interventi sul territorio aperto, facendo riferimento alla D.P.G.R. n. 5/R del 2020.

Con l'attuale normativa le classi di fattibilità risultano oblite. Però al fine di facilitare una migliore comprensione si riporta di seguito la descrizione delle classi di fattibilità utilizzate con le precedenti normative, essendo comunque rimaste i livelli di fattibilità con le afferenti prescrizioni per i vari aspetti geologici, idraulici e sismici. Inoltre nei successivi paragrafi sia per gli aspetti di pericolosità geologica e sismica, nonché relativamente agli aspetti di pericolosità idraulica, al fine di facilitare la scelta delle condizioni di fattibilità da assegnare agli interventi edilizi, sono riportate le matrici espressive dei livelli di fattibilità da attendersi per le diverse categorie di interventi contemplati dalla normativa vigente.

Le condizioni di fattibilità degli interventi possono essere suddivise in:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Nei seguenti paragrafi sono descritte le condizioni di fattibilità a cui fare riferimento per gli interventi sul territorio aperto o comunque al di fuori dei singoli interventi previsti all'interno del Piano Operativo per i quali è stata prodotta apposita scheda di fattibilità, a prescindere dalla localizzazione dei nuovi interventi e in aggiunta all'intervento di Pod. Castagnolo per cui è già stata definita la fattibilità all'interno della rispettiva scheda di fattibilità di PO. Per tutti gli interventi perciò proposti ex-novo fino a successiva revisione del Piano Operativo e del Piano Strutturale, l'individuazione della relativa fattibilità per aspetti geologici e idraulici è rimandata all'applicazione di matrici tabellari a seconda della tipologia dell'intervento da attuare. Per gli aspetti sismici la relativa fattibilità sarà determinata per ogni intervento proposto contestualmente alla redazione di studi ed indagini di supporto alla pratica edilizia, in quanto la cartografia di pericolosità sismica locale risulta prodotta soltanto sui principali centri urbani.

8.1 Fattibilità degli interventi per aspetti geologici

Di seguito è mostrata una tabella contenente le varie classi di fattibilità espresse nei confronti delle varie tipologie di interventi edilizi contemplati all'interno del Regolamento Urbanistico e dei livelli di pericolosità geologica attesi, come da D.P.G.R. n. 5/R del 5 febbraio 2020. Tale tabella costituisce una matrice di intersezione dei diversi fattori necessari per l'individuazione della classe

di fattibilità a cui riferirsi per verificare la necessità o meno di applicare eventuali approfondimenti o prescrizioni di carattere progettuale.

Tipo di intervento edilizio	Classi di pericolosità geologica da D.P.G.R. 5/r del 2020			
	G.1	G.2	G.3	G.4
Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi ad interventi edilizi privati o pubblici	II	II	III	–
Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che non comportino sovraccarichi sulle fondazioni	I	I	I	I
Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che comportino sovraccarichi sulle fondazioni	I	II	II	–
Interventi di ristrutturazione edilizia conservativa (rivolti a trasformare l'organismo edilizio senza demolizione)	I	II	II	–
Ampliamenti, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino modesti sovraccarichi sulle fondazioni e nuovi modesti carichi	I	II	II	–
Ampliamenti, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino sovraccarichi significativi sulle fondazioni esistenti o per nuovi interventi fondazionali	II	II	III	–
Consistenti ampliamenti e sopraelevazioni, nuovi edifici, demolizione e ricostruzione e altri interventi che comportino nuovi cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni	II	II	III	–
Impianti sportivi all'aperto:				
a) per le parti a verde;	I	I	I	I
b) per sistemazioni esterne e movimenti in terra;	II	II	III	–
c) per edifici di servizio (tribune, spogliatoi, costruzioni accessorie).	II	II	III	–
Aree destinate all'ampliamento di sede stradale esistente o alla realizzazione di nuovi brevi tratti di viabilità di ingresso, servizio o per il miglioramento dell'attuale viabilità di accesso a zone destinate all'edificazione.	II	II	III	–
Aree a verde privato (es. orti, giardini, forni, gazebo, pergolati, fontane)	I	I	I	I
Corridoi infrastrutturali fasce di territorio sottoposte a vincolo in funzione di un futuro utilizzo per viabilità principali;	II	II	III	–
Aree destinate a piccoli edifici e impianti di servizio (acquedotto, adduzione e distribuzione gas, cabine trasformazioni (ENEL, impianti telefonia satellitare).	I	II	III	–
Restauro su edifici di valore storico architettonico e culturale, risanamento conservativo su edifici di valore storico (con interventi fino alla ristrutturazione edilizia), ristrutturazione edilizia con rialzamento della copertura per adeguamenti strutturali e/o funzionali	I	II	II	–
Ristrutturazione edilizia ricostruttiva				

a) Interventi di demolizione con fedele ricostruzione di edifici esistenti	II	II	III	–
b) Interventi di demolizione e contestuale ricostruzione – comunque configurata, anche con diversa sagoma di edifici, purchè non comportanti incremento di volumetria rispetto a quelli preesistenti	II	II	III	–
c) Interventi di demolizione e contestuale ricostruzione di immobili sottoposti ai vincoli di cui ai Codici dei beni culturali e del paesaggio (d.lgs 42/2004)	II	II	III	–
d) Ripristino di edifici o parti di essi, crollati o demoliti, previo accertamento della originaria consistenza e configurazione, attraverso interventi di ricostruzione di edifici non sottoposti ai vincoli di cui al Codice dei beni culturali e del paesaggio, anche con diversa sagoma o di edifici sottoposti ai vincoli di cui al Codice dei beni culturali e del paesaggio nel rispetto della sagoma dell'edificio preesistente	II	II	III	–
Ristrutturazione edilizia con rialzamento di un piano senza aumento di sup. coperta anche mediante demolizione e ricostruzione	II	II	III	–
Realizzazione di nuovi edifici rurali ad uso abitativo e non, compresi edifici per agricoltura amatoriale	II	II	III	–
Realizzazione di annessi agricoli, manufatti per alloggio bestiame e trasformazione e conservazione dei prodotti agricoli, annessi per agricoltura amatoriale, ecc.	II	II	III	–
Installazione di impianti e manufatti per la produzione, distribuzione e stoccaggio di energia	II	II	III	–
Realizzazione di serre con copertura permanente e altri manufatti precari utili alla conduzione del fondo	I	II	II	–
Realizzazione di invasi e/o laghetti collinari	II	III	III	–
Elementi di corredo agli edifici in zone agricole quali parcheggi interrati e piscine all'aperto	II	II	III	–
Depositi GPL	I	II	III	–
Torri antincendio, rimesse per attrezzi e mezzi soccorso antincendio e locali di ristoro	II	II	III	–
Realizzazione di depositi di merci o di materiali e la realizzazione d'impianti per attività produttive all'aperto, che comporti l'esecuzione di lavori a cui consegua la trasformazione permanente del suolo inedificato	II	II	III	–
Realizzazione di infrastrutture ed impianti anche per pubblici servizi che comporti la trasformazione in via permanente del suolo inedificato	II	II	III	–
Opere di urbanizzazione primaria e secondaria	I	II	III	–
Sottopassi e/o sovrappassi	II	III	III	–
Acquedotti e/o fognature	I	II	III	–

Sbancamenti e movimenti consistenti di terra, trasformazione di assetti del territorio con modifiche al profilo morfologico	II	III	III	–
Interventi di ristrutturazione urbanistica rivolti a sostituire l'esistente tessuto urbanistico-edilizio con altro diverso, mediante un insieme di interventi edilizi, anche con la modifica dei lotti, degli isolati e della rete stradale di cui all'art. 134, comma 1, lett. F della l.r. 65/2014, disciplinati da piani attuativi contenenti precise disposizioni plano-volumetriche, tipologiche, formali e costruttive	II	III	III	–

In caso di **pericolosità geologica molto elevata**, ai fini della previsione degli interventi edilizi, la relativa fattibilità geologica attesa deve essere determinata a livello di strumento urbanistico comunale. Qualora lo strumento urbanistico non risulti aggiornato nella cartografia di fattibilità geologica per i siti oggetto di intervento, la stessa fattibilità dovrà essere definita per mezzo di variante puntuale al Piano Operativo vigente. La variante (che potrà risultare di carattere privato o pubblico) esprimerà gli interventi necessari da attuare per la messa in sicurezza dell'area oggetto di intervento per il quale è richiesto il titolo abilitativo edilizio.

Rimane valida la fattibilità espressa nella tabella sopra riportata, anche in caso di pericolosità geologica molto elevata, per quegli interventi per i quali non risultino modificate significativamente le condizioni morfologiche e dei carichi applicati a seguito degli stessi interventi.

Ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R del 2020 (Allegato A, par. 3.2) è previsto che nel caso di **pericolosità geologica molto elevata** sia necessario rispettare i seguenti criteri di fattibilità oltre a quelli della Disciplina del Piano di Bacino:

a) nelle aree soggette a fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

a bis) nelle aree soggette a intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo, la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e sono tali da:

a bis.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a bis.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni in atto;

a bis.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

b) la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica elevata** è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;

a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;

a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica media** le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica bassa** non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

Prescrizioni

Per le prescrizioni da considerare in fase di studio/progettazione sul territorio aperto, si conferma quanto già indicato nei paragrafi afferenti alla fattibilità degli interventi per il territorio urbanizzato.

8.2 Fattibilità degli interventi per aspetti idraulici

Si riportano di seguito le fattibilità espresse ai sensi della D.P.G.R. n. 5/R del 5 febbraio 2020, per gli aspetti idraulici da considerare sia per gli interventi che ricadono sia sul territorio aperto che nel territorio urbanizzato ma non compresi tra gli ambiti di trasformazione previsti ed oggetto di scheda norma all'interno del nuovo Piano Operativo. Si ricorda che da nuovo regolamento regionale sulle indagini geologico-tecniche di supporto agli strumenti urbanistici, la fattibilità non risulta più espressa per classi. Tuttavia, come per la pericolosità geologica, al fine di facilitare una migliore comprensione sulle condizioni di fattibilità comunque da esprimere ai sensi della suddetta norma per la redazione delle pratiche edilizie, si è ritenuto proficuo mantenere la schematizzazione matriciale all'interno della quale è riportata l'associazione di ciascun grado di

fattibilità (come da vecchia normativa) con le diverse tipologie di interventi edilizi previsti da normativa regionale e nazionale.

Tipo di intervento edilizio	Pericolosità da alluvioni, da D.P.G.R. 5/r del 2020		
	P1	P2	P3
Scavi e rinterri di qualsiasi genere connessi ad interventi edilizi privati o pubblici	II	*	**
Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che non comportino sovraccarichi sulle fondazioni	I	I	I
Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, interventi di conservazione e/o ripristino delle caratteristiche tradizionali del manufatto ed altri interventi che comportino sovraccarichi sulle fondazioni	II	II	II
Interventi di ristrutturazione edilizia conservativa (rivolti a trasformare l'organismo edilizio senza demolizione)	I	I	I
Ampliamenti, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino modesti sovraccarichi sulle fondazioni e nuovi modesti carichi	II	*	**
Ampliamenti, sopraelevazioni ed altri interventi che comportino sovraccarichi significativi sulle fondazioni esistenti o per nuovi interventi fondazionali	II	*	**
Consistenti ampliamenti e sopraelevazioni, nuovi edifici, demolizione e ricostruzione e altri interventi che comportino nuovi cospicui carichi sul terreno o forti sovraccarichi sulle fondazioni	II	*	**
Impianti sportivi all'aperto:			
a) per le parti a verde;	I	I	I
b) per sistemazioni esterne e movimenti in terra;	II	*	**
c) per edifici di servizio (tribune, spogliatoi, costruzioni accessorie).	II	*	**
Aree destinate all'ampliamento di sede stradale esistente o alla realizzazione di nuovi brevi tratti di viabilità di ingresso, servizio o per il miglioramento dell'attuale viabilità di accesso a zone destinate all'edificazione.	II	*	**
Aree a verde privato (es. orti, giardini, forni, gazebo, pergolati, fontane)	I	I	**
Corridoi infrastrutturali fasce di territorio sottoposte a vincolo in funzione di un futuro utilizzo per viabilità principali;	II	*	**
Aree destinate a piccoli edifici e impianti di servizio (acquedotto, adduzione e distribuzione gas, cabine trasformazioni (ENEL, impianti telefonia satellitare).	II	*	**
Restauro su edifici di valore storico architettonico e culturale, risanamento conservativo su edifici di valore storico (con interventi fino alla ristrutturazione edilizia), ristrutturazione edilizia con rialzamento della copertura per adeguamenti strutturali e/o funzionali	I	I	I

Ristrutturazione edilizia ricostruttiva			
a) Interventi di demolizione con fedele ricostruzione di edifici esistenti	II	*	**
b) Interventi di demolizione e contestuale ricostruzione – comunque configurata di edifici, anche con diversa sagoma, prospetti e sedime, purchè non comportanti incremento di volumetria rispetto a quelli preesistenti	II	*	**
c) Interventi di demolizione e contestuale ricostruzione – comunque configurata di edifici, anche con diversa sagoma, prospetti e sedime, comportanti incremento di volumetria rispetto a quelli preesistenti	II	*	**
d) Interventi di demolizione e contestuale ricostruzione di immobili sottoposti ai vincoli di cui ai Codici dei beni culturali e del paesaggio (d.lgs 42/2004)	II	*	**
e) Ripristino di edifici o parti di essi, crollati o demoliti, previo accertamento della originaria consistenza e configurazione, attraverso interventi di ricostruzione di edifici non sottoposti ai vincoli di cui al Codice dei beni culturali e del paesaggio, anche con diversa sagoma o di edifici sottoposti ai vincoli di cui al Codice dei beni culturali e del paesaggio nel rispetto della sagoma dell'edificio preesistente	II	*	**
Ristrutturazione edilizia per riorganizzazione e ampliamento dei locali accessori	II	*	**
Realizzazione di nuovi edifici rurali ad uso abitativo e non, compresi edifici per agricoltura amatoriale	II	*	**
Realizzazione di annessi agricoli, manufatti per alloggio bestiame e trasformazione e conservazione dei prodotti agricoli, annessi per agricoltura amatoriale, ecc.	II	*	**
Installazione di impianti e manufatti per la produzione, distribuzione e stoccaggio di energia	II	*	**
Realizzazione di serre con copertura permanente e altri manufatti precari utili alla conduzione del fondo	II	*	**
Realizzazione di invasi e/o laghetti collinari	III	*	**
Elementi di corredo agli edifici in zone agricole quali parcheggi interrati e piscine all'aperto	II	*	**
Depositi GPL	II	*	**
Torri antincendio, rimesse per attrezzi e mezzi soccorso antincendio e locali di ristoro	II	*	**
Opere di urbanizzazione primaria e secondaria	II	*	**
Sottopassi e/o sovrappassi	III	*	**
Acquedotti e/o fognature	II	*	**
Sbancamenti e movimenti consistenti di terra, trasformazione di assetti del territorio con modifiche al profilo morfologico	II	*	**

Interventi di ristrutturazione urbanistica rivolti a sostituire l'esistente tessuto urbanistico-edilizio con altro diverso, mediante un insieme di interventi edilizi, anche con la modifica dei lotti, degli isolati e della rete stradale di cui all'art. 134, comma 1, lett. F della l.r. 65/2014, disciplinati da piani attuativi contenenti precise disposizioni plano-volumetriche, tipologiche, formali e costruttive	II	*	**
--	----	---	----

/ Situazioni di pericolosità idraulica per le quali la fattibilità può essere espressa a livello di pratica edilizia senza l'attuazione di variante urbanistica, ma con l'obbligo di realizzare studi idrologico-idraulici tesi ad evidenziare eventuali modifiche delle condizioni di laminazione delle piene attese, facendo riferimento come da l.r. 41/2018 ad un Tr minimo di **200 anni** e prevedendo interventi di messa in sicurezza delle opere edilizie o degli interventi da realizzare rispetto al raggiungimento di una condizione minima di rischio **R2** (rschio medio) come da l.r. 41/2018. Per opere nuove, ampliamenti o interventi di scavo/reinterro che abbiano un volume $\leq 5 \text{ m}^3$, lo studio idrologico-idraulico potrà essere riportato senza esecuzione di verifica con software dedicato, indicando semplicemente la realizzazione di un opera di compensazione o di interventi di drenaggio superficiale tesi ad escludere il non aumento del rischio nelle aree adiacenti.*

Le condizioni di fattibilità nei confronti degli aspetti idraulici sono state espresse per tutte le classi di pericolosità previste (fino alla classe P3) solamente per quegli interventi che sono stati considerati di entità non rilevante dal punto di vista edilizio e per i quali non sussistono contraddizioni con le prescrizioni impartite dalla l.r. n. 41/2018. Infatti si ricorda che al di fuori del territorio urbanizzato le classi di pericolosità idraulica attualmente mappate sono solamente la P1 e la P2, in quanto in tali aree la pericolosità è stata tracciata sulla base di criteri morfologici. Perciò per interventi di maggiore impatto sia per scavi/reinterri che opere in muratura o cemento armato, al di fuori del territorio urbanizzato dovranno essere realizzati studi idraulici tesi a definire il livello reale di pericolosità idraulica atteso (vedi nota a supporto della tabella matriciale per gli interventi contrassegnati con **/***). Si ricorda che solo per le zone urbanizzate di Trequanda e Petroio sono stati effettuati approfondimenti tramite nuovi studi idrologico-idraulici, al fine di restituire dati di pericolosità maggiormente oggettivi laddove sussiste intersezione tra le UTOE di Piano Operativo e i rami del reticolo idrografico.

Laddove debbano essere realizzati studi idraulici di supporto a Varianti al PO o per interventi diretti di cui alla tabella matriciale e qualora emerga l'esistenza di **pericolosità da alluvioni elevata (P3, pericolosità per alluvioni frequenti)** oppure **pericolosità da alluvioni media (P2, pericolosità per alluvioni poco frequenti)**, gli stessi interventi potranno essere realizzati (interventi fattibili) purchè sia rispettato quanto previsto agli articoli **10, 11, 12, 13 e 16 della l.r. 41/2018**, già elencati e descritti compiutamente precedentemente al paragrafo 5.2.5 del presente elaborato. Inoltre si rimanda ai suddetti paragrafi della l.r. 41/2018, per verificare eventuali ulteriori condizioni prescrittive su interventi pubblici e privati non contemplati nelle tabelle matriciali sopra riportate. A tal proposito si vuole ricordare che per interventi pubblici che ricadano in aree

interessate da alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, per le tipologie di opere di seguito elencate:

- a) ospedali e case di cura;
- b) strutture strategiche per la gestione dell'emergenza da ricomprendersi nei piani comunali di protezione civile di cui alla legge regionale 29 dicembre 2003, n. 67 (Ordinamento del sistema regionale della protezione civile e disciplina della relativa attività) o individuate in altre disposizioni di protezione civile;
- c) impianti di cui all'allegato VIII, parte seconda del d.lgs. 152/2006;

la realizzazione di tali opere è possibile solamente se coadiuvate da interventi di messa in sicurezza idraulica come esplicitati all'art. 8 comma 1, lett. A della l.r. 41/2018. In zone con fenomeni poco frequenti, gli stessi interventi risulteranno fattibili laddove non sia possibile prevedere una diversa localizzazione.

Per interventi sul patrimonio edilizio esistente, gli interventi che prevedano sia una ricostruzione senza aumento di volumi che una eventuale aumento per ampliamento o aggiunta di strutture lateralmente connesse, dovranno essere previsti interventi tesi al raggiungimento di un rischio medio (R2) apportando interventi contemplati all'art. 8 della l.r. 41/2018.

Laddove sono previsti interventi all'interno delle zone perimetrate con **pericolosità idraulica bassa (P1, pericolosità per alluvioni rare o di estrema intensità)**, per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree.

Si ricorda che ai sensi della l.r. 41/2018 la gestione del rischio da alluvioni negli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunale è perseguita con riferimento allo scenario per ***alluvioni poco frequenti***.

Prescrizioni

In merito ad interventi da realizzare in situazioni di **pericolosità da alluvioni elevata P3 sul territorio urbanizzato** e con **pericolosità da alluvioni media P2 sul territorio aperto ed urbanizzato,**

per la richiesta del titolo abilitativo edilizio deve essere verificata la vulnerabilità dell'opera rispetto alla piena duecentennale, in modo da appurare se risultano necessarie opere di mitigazione del rischio idraulico (ciò anche se risulta che il tipo di intervento non apporta aumento di pericolosità nelle aree adiacenti a sito di intervento)

Nel caso di interventi per i quali sono necessarie varianti allo strumento urbanistico vigente (interventi per i quali non è espressa fattibilità, simboli */**) dovrà essere realizzato uno studio idrologico-idraulico teso a verificare le condizioni di pericolosità per un tratto di asta fluviale tale da permettere di verificare le reali condizioni di pericolosità idraulica nell'areale di intervento e nelle immediate vicinanze (zone di valle). Qualora dalle verifiche scaturisse l'esistenza di rischio idraulico elevato e/o molto elevato, dovranno essere realizzate opere di mitigazione del rischio idraulico, tali da mettere in sicurezza le opere oggetto di nuova realizzazione o quelle già esistenti (oggetto di trasformazione) in sicurezza rispetto ad una piena con $Tr \leq 200$ anni.

Per le aree interessate dalla fascia di rispetto di ampiezza totale pari a 20 m sui corsi fluviali (10 m dall'argine o dal ciglio di sponda), si rimanda alle prescrizioni per le aree agricole imposte dalla l.r. 41/2018, già precedentemente inserite dalla legge regionale n. 21/2012. In particolare, a memoria della stessa normativa, si rimanda a quanto già descritto precedentemente nel paragrafo 6.2.5 della presente relazione.

A memoria si riporta quanto citato al paragrafo 3.3 dell'Allegato A della D.P.G.R. n. 5/R del 5 febbraio 2020 in merito alla fattibilità degli interventi in relazione al rischio da alluvioni:

3.3 Criteri generali di fattibilità in relazione al rischio di alluvioni

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r. 41/2018.

Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r. 41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa

locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Nelle aree di fondovalle poste in situazione morfologica sfavorevole, come individuate al paragrafo B4, la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla l.r. 41/2018.

Lì, 9 febbraio 2021

Dott. Geol. Francesco Agnelli

BIBLIOGRAFIA

BERTINI G., CAMELI G.M., COSTANTINI A., DECANDIA F.A., DI FILIPPO M., DINI I., ELTER F.M., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., PANDELI E., SANDRELLI F. & TORO B. (1991) – *Struttura geologica fra i monti di Campiglia e Rapolano Terme (Toscana meridionale): stato attuale delle conoscenze e problematiche*. Studi Geologici Camerti, **1**, 155–178.

BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1993) – *Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del neoautoctono toscano*. Mem. Soc. Geol. It., **49**, 17–98.

BARCHI M.R., DE FEYTER A., MAGNANI M.B., MINELLI G. & SOSTERA M. (1998) – *Extensional tectonic in the Northern Apennines (Italy): evidence from the CROP03 deep seismic reflection line*. Mem. Soc. Geol. It., **52**, 527–538.

BROGI A., COSTANTINI A., & LAZZAROTTO A. (1999) – *Carta Geologica dell'area di Rapolano (Scala 1:10.000)* S.El.Ca., Firenze.

CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., FANTOZZI P.L., LAZZAROTTO A., LIOTTA D. & MECCHERI M. (1994a) – *Tertiary extensional tectonics in Tuscany (Northern Apennines, Italy)*. Tectonophysics, **238**, 295–315.

CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., DISPERATI L., FANTOZZI P.L., LAZZAROTTO A., LIOTTA D. & OGGIANO G. (1994b) – *Relationships between the Tertiary structural evolution of the Sardinia-Corsica-Provençal Domain and the northern Apennines*. Terra Nova, **7**, 128–137.

COSTANTINI A., LAZZAROTTO A. & SANDRELLI F. (1982) – *Conoscenze geologico strutturali in: il Graben di Siena*. CNR PFE **RF9**, 11–32.

HANCOCK P.L., CHALMERS R.M.L., ALTUNEL E. & CAKIR Z. (1999) – *Travitrionics: using travertines in active fault studies*. J. Struct. Geol., **21**, 903–916.

LOSACCO U. (1952) – *La struttura del territorio di Rapolano e Lucignano (Siena e Arezzo)*. Boll. Soc. Geol. It., **70** (2), 402–434.

LAZZAROTTO A. (1972) – *Caratteri strutturali dei nuclei mesozoici di Montalceto, Trequanda e Piazza di Siena (Prov. di Siena)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Serie A, **79**, 251–266.

ALLEGATI