



Comune di
Crespina Lorenzana
Provincia di Pisa

NUOVO PIANO OPERATIVO

Comune di Crespina Lorenzana

Comune di Crespina Lorenzana

Quadro geologico-tecnico (QG)

RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

QG.
II.1

GRUPPO DI LAVORO

Responsabile Unico Procedimento (RUP)

Luca Melani

Progetto e coordinamento generale

Società Terre.it srl

Fabrizio Cinquini, Michela Biagi

Elaborazioni grafiche, cartografiche e progetto GIS

Società Terre.it srl

Valeria Dini, Francesca Furter

Indagini geologiche e sismiche

Geoprogetti Studio Associato

Alberto Frullini

Francesca Franchi

Studi idrologici e idraulici

Società HS Ingegneria

Pozzolini Simone

Indagini del territorio aperto e rurale

Soc. NEMO srl

Leonardo Lombardi, Cristina Castelli, Michele Giunti

Indagini di probabilità e rischio archeologico

Diego Carbone

Valutazione Ambientale Strategica (VAS)

Piermichele Malucchi

Indagini di compatibilità e classificazione acustica

Tiziana Agostini

Uffici tecnici comunali

Elisa Balestri, Massimiliano Vannini

Garante della partecipazione

Massimiliano Vannini

Assessore all'Urbanistica

Gianluca Catarzi

SINDACO

Thomas D'Addona

PIANO STRUTTURALE COMUNALE**Comune di Crespina Lorenzana****Provincia di Pisa****Relazione geologica****Indice generale**

1 - PREMESSA.....	3
2 - QUADRO CONOSCITIVO DI RIFERIMENTO.....	4
3 - METODOLOGIA D'INDAGINE.....	5
4 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO COMUNALE.....	7
5 - CARTA GEOLOGICA (TAVOLE QG.I.1).....	8
5.1 - Stratigrafia.....	8
5.1.1 - <i>Il Complesso Neoautoctono</i>	8
5.1.1.1 - I depositi del Pliocene inferiore-medio.....	8
5.1.1.2 - I depositi del Pleistocene inferiore.....	9
5.1.1.3 - I depositi del Pleistocene medio-superiore.....	10
5.1.2 - <i>Depositi attuali e recenti di età olocenica</i>	11
6 - CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLE QG.I.2).....	12
6.1 - Agenti morfogenetici.....	12
6.2 - Aspetti geomorfologici.....	15
7 - CARTA IDROGEOLOGICA (TAVOLE QG.I.3).....	17
7.1 - Aspetti idrogeologici.....	17
8 - CARTA DELL'ACCLIVITA' (TAVOLE QG.I.4).....	18
9 - STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2.....	19
10 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAVOLE QG.I.05).....	21
11 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA – TAVOLA QG.I.6.....	22
12 - VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA (TAVOLA QC.03L).....	24
13 - SALVAGUARDIE DEL TERRITORIO.....	27
13.1 - Salvaguardie dell'assetto idraulico.....	27
13.1.1 - <i>Riduzione del rischio idraulico</i>	27
13.1.2 - <i>Impermeabilizzazioni</i>	27

13.1.3 - Fognature.....	28
13.1.4 - Reticolo idrografico minore.....	28
13.1.5 - Manutenzione e ripristino dei corsi d'acqua.....	28
13.1.6 - Realizzazione di locali interrati.....	29
13.1.7 - Viabilità.....	29
13.2 - Salvaguardie dell'assetto idrogeologico.....	29
13.2.1 - Pozzi.....	29
13.2.2 - Protezione della risorsa idrica.....	30
13.3 - Salvaguardie dell'assetto geomorfologico.....	31
13.3.1 - Modellamenti morfologici.....	31
13.3.2 - Metodi di coltivazione del suolo.....	31
13.3.3 - Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale.....	31
14 - CRITERI GENERALI DI TRASFORMABILITÀ E INDIRIZZI PER IL PIANO OPERATIVO DEFINITI AI SENSI DEL DPGR 30/01/2020 N.5/R.....	32
14.1 - Criteri generali in relazione agli aspetti geologici.....	32
14.1.1 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4).....	32
14.1.2 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3).....	33
14.1.3 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2).....	33
14.1.4 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1).....	34
14.2 - Criteri generali in relazione agli aspetti sismici.....	34
14.2.1 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica molto elevata (S4).....	34
14.2.2 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3).....	35
14.2.3 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2).....	37
14.2.4 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica bassa (S1).....	37
14.3 - Criteri generali in relazione al rischio di alluvioni.....	37
14.4 - Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica.....	38
15 - CONCLUSIONI.....	39

1 - **PREMESSA**

La legge Regionale 65/2014 all'art.104, comma 2, prevede che *“in sede di formazione dei piani strutturali e delle relative varianti è verificata la pericolosità del territorio per gli aspetti idrogeologici, idraulici, di dinamica costiera e sismici, sono evidenziate le aree che risultano esposte ai rischi connessi con particolare riferimento alle aree urbanizzate, alle infrastrutture di mobilità e alle trasformazioni del territorio rurale”*.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 30/01/2020 n.5/R “Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014 , n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche , idrauliche e sismiche”, del Progetto di Piano Assetto Idrogeologico e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), entrambi del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Gli approfondimenti relativi agli aspetti idraulici sono stati condotti da HS Ingegneria srl per mano dell'Ing. Simone Pozzolini, che ha verificato le portate critiche dei corsi d'acqua principali definendo, nei casi in cui le sezioni idrauliche risultano inadeguate, le aree interessate dalle potenziali esondazioni, da cui discendono le definizioni di pericolosità idraulica rappresentate negli elaborati dello studio idrologico-idraulico.

2 - QUADRO CONOSCITIVO DI RIFERIMENTO

Il quadro conoscitivo del presente studio geologico è rappresentato dalle indagini geologiche condotte a supporto degli Strumenti Urbanistici del Comune di Crespina e del Comune di Lorenzana, nonché dei dati geologici e geomorfologici contenuti nelle cartografie dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale e nelle banche dati geologiche della Regione Toscana.

Nello specifico è costituito da;

- Indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Lorenzana (2002);
- Indagini geologiche di supporto al Piano Strutturale del Comune di Crespina (2012);
- Indagini geologiche di supporto al Regolamento Urbanistico del Comune di Lorenzana (2012)
- Indagini geologiche di supporto al Regolamento Urbanistico del Comune di Crespina (2015);
- Indagini geologiche di supporto alla Variante al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico del territorio di Lorenzana, con contestuale variante parziale al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico del territorio di Crespina (2018);
- Database Geologico della Regione Toscana (2018);
- Database Geomorfologico della Regione Toscana (2018);
- Progetto di PAI (Piano Assetto Idrogeologico) del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (2020);
- Studio di Microzonazione Sismica di Livello 2, co-finanziato dalla Regione Toscana (2022).

3 - METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio del territorio comunale è stato condotto in modo da approfondire il quadro delle conoscenze già disponibili, rappresentato dagli elaborati geologici disponibili nel quadro conoscitivo, che hanno costituito il punto di partenza per il nuovo studio di aggiornamento che è stato articolato secondo il seguente schema operativo:

- acquisizione degli elaborati cartografici relativi al P.A.I., degli ultimi studi geologici effettuati sul territorio comunale da parte della Regione Toscana (Database Geologico), degli studi di dettaglio di supporto sia a piani urbanistici che a progetti specifici eseguiti a livello comunale e dei dati geologico tecnici relativi ad indagini puntuali eseguite per il rilascio delle singole autorizzazioni edilizie estratti dagli archivi comunali;
- verifica ed integrazione degli elementi geologico-strutturali e geomorfologici attraverso nuovi controlli sul terreno con particolare disamina delle situazioni critiche in evoluzione;
- caratterizzazione delle unità litostratigrafiche che costituiscono la struttura geologica sotto il profilo litotecnico, in base ai nuovi numerosi dati puntuali sulle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati nella loro porzione più superficiale;
- caratterizzazione del territorio comunale sulla base delle pendenze dei versanti distinte in classi a diversa acclività;
- classificazione del territorio comunale eseguita sulla base delle caratteristiche relative alla "pericolosità geologica" ed alla "pericolosità sismica locale";

Gli elaborati prodotti sono organizzati secondo il seguente elenco:

<i>Tavola</i>	<i>Titolo.....</i>	<i>Scala</i>
QG.I.1	Carta geologica.....	1:10.000
QG.I.2	Carta geomorfologica.....	1:10.000
QG.I.3	Carta idrogeologica.....	1:10.000
QG.I.4	Carta dell'acclività.....	1:10.000
QG.I.5	Carta della Pericolosità geologica.....	1:10.000
QG.I.6	Pericolosità sismica locale.....	1:10.000
QG.I.7	Carta della Vulnerabilità idrogeologica	1:10.000
QG.II.1	Relazione geologica	

Le caratteristiche sismiche del territorio sono state desunte dallo studio di Microzonazione Sismica di Livello 2, già disponibile, costituito da:

- Carta delle indagini e dei dati di base
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica)
- Carta di microzonazione sismica di livello 2

- Carta delle frequenze fondamentali
- Sezioni
- Colonne stratigrafiche
- Relazione tecnica esplicativa
- Database delle indagini e dei dati di base

4 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio di Crespina Lorenzana si estende dalla pianura alluvionale del Fiume Arno, a Nord, verso le Colline Pisane, a Sud, presentando forme geomorfologiche dei rilievi strettamente connesse alle litologie affioranti.

Nel dettaglio, la porzione settentrionale del territorio comunale rappresenta il raccordo tra i rilievi collinari con la pianura alluvionale dell'Arno, con deboli ondulazioni del terreno generalmente poste in corrispondenza degli impluvi principali.

Procedendo verso Sud, superato l'abitato di Cenaia, i rilievi collinari acquistano energia, pur non sviluppando dislivelli di quota particolarmente rilevanti: in ragione degli affioramenti sabbiosi delle formazioni plioceniche della sequenza neogenica toscana, i fianchi delle valli si presentano ripide e bordate di scarpate subverticali abbinata a creste sottili.

Le colline sabbiose si estendono fino all'abitato di Lorenzana, a Sud del quale il paesaggio è dominato da blandi rilievi dove affiorano formazioni argillose: le forme dei versanti si fanno morbide e rotonde e raggiungono altezze minori delle precedenti.

A scala regionale la zona risulta caratterizzata dalla presenza del Complesso Neoautoctono Toscano (Pliocene) e bordata da rilievi in cui affiorano elementi più antichi (Monti Livornesi, con affioramenti del Dominio Ligure, e Monti di Casciana, con affioramenti di elementi della Serie Toscana e del Dominio Ligure).

Il paesaggio risulta quindi fortemente influenzato dalla natura dei terreni affioranti, con rilievi dai fianchi ripidi nel settore centrale del territorio comunale e colline morbide nella porzione più meridionale.

I centri abitati interessati dal presente studio di Microzonazione risultano in parte ubicati sulle creste collinari (i nuclei più antichi e storicizzati) ed in parte nei fondovalle principali (a margine delle vie di comunicazione di recente realizzazione).

Le forme precedentemente descritte sono il risultato dell'azione erosiva delle acque che oggi confluiscono nel reticolo idraulico locale: per la parte settentrionale il ricettore principale è rappresentato dal Canale Scolmatore che riceve le acque dei torrenti provenienti dal settore collinare (Torrente Crespina, Torrente Orcina, Fosso Zannone e Canale Antifossetto), mentre la parte meridionale è drenata dal Fiume Tora, che a sua volta confluisce nel Canale Scolmatore poco prima del suo sbocco in mare.

5 - CARTA GEOLOGICA (TAVOLE QG.I.1)

Nell'ambito del presente lavoro, le analisi legate alla geologia dei luoghi sono state condotte a partire da quanto già noto negli studi di supporto ai precedenti Piani Strutturali, verificandone i contenuti rispetto alle informazioni contenute nel Database Geologico Regionale.

Tali informazioni sono state uniformate con le forme morfologiche ricavate dalla C.T.R. in scala 1:2.000 (ove disponibile) e dai dati LIDAR della Regione Toscana, oltre ad essere integrate con le informazioni ricavate dalle indagini puntuali condotte a supporto dei recenti atti di governo del territorio e dei nuovi interventi edilizi.

A partire dal modello geologico-strutturale così ricostruito, è stato realizzato un nuovo rilevamento di campagna, al fine di meglio dettagliare gli assetti stratigrafici e tettonici di nuova definizione.

5.1 - Stratigrafia

La stratigrafia del modello geologico definito è descritta elencando le diverse unità tettoniche a partire da quella strutturalmente più bassa.

5.1.1 - Il Complesso Neoautoctono

Questo complesso giace in trasgressione sulle unità precedenti. In questa zona la sedimentazione inizia nel Pliocene inferiore ed assume assetto geometrico tranquillo, disturbato solamente dai sistemi di faglie. La tettonica fragile distensiva inizia a manifestarsi con fratture precedenti la sedimentazione dei terreni del Complesso Neoautoctono, quindi si manifesta già nel Miocene e probabilmente subito dopo l'accavallamento delle unità alloctone su quella Toscana. L'ingressione marina del Pliocene inferiore, con la trasgressione di conglomerati e la deposizione delle argille azzurre, è determinata e pilotata da questo regime fragile che innesca il formarsi di questi bacini sedimentari. Alcune fratture si sono certamente riattivate successivamente, altre si sono attivate nel Pleistocene inferiore.

Le unità litostratigrafiche presenti fanno parte di due distinti cicli stratigrafici: il più basso geometricamente, in facies marina; il sovrastante, in facies salmastra. Il primo è riferibile, come età, al Pliocene inferiore-medio, il secondo al Pleistocene inferiore. Non sono presenti i depositi del Miocene (depositi lacustri ed evaporiti) in quanto la posizione paleogeografia delle Colline Pisane è individuata al margine settentrionale di un alto strutturale costituito dai rilievi di Casciana Terme, posti più a Sud.

5.1.1.1 - I depositi del Pliocene inferiore-medio

Questi depositi fanno parte del ciclo stratigrafico del Pliocene inferiore-medio: nel territorio comunale di Crespina Lorenzana affiorano le "Sabbie di Lajatico - Formazione di Villamagna"

(VLMs) a granulometria grossolana e contenenti nella parte bassa frequenti livelli argillosi, alla cui base sono presenti i depositi argillosi delle "Argille Azzurre" (FAA)

Verso Est affiorano anche i membri inferiori, costituiti da litologie più argillose: il passaggio fra le formazioni che costituiscono questo ciclo non è mai netto ma avviene per un'alternanza in verticale di tipi litologici e per variabilità laterale, tanto che il confine fra di esse non sempre è di sicura collocazione.

Sabbie di Lajatico (VLMs)

In campagna la formazione si presenta costituita da sabbie fini alternanti con sabbie più grossolane spesso cementate, e da alcuni banchi a cemento calcareo tipici per il contenuto di un fossile, *Amphistegina*, molto diffuso in altre parti delle Colline Pisane.

Le sabbie hanno composizione silicea e granulometria fine: il colore è generalmente giallo arancio ed in affioramento è spesso evidente una stratificazione. Nella porzione inferiore della formazione gli strati hanno generalmente spessori decimetrici, mentre nella parte alta le sabbie si presentano in bancate di spessore metrico, talvolta interrotte da sottili livelletti argillosi.

L'associazione fra la specie *Amphistegina* con la *Globorotalia aemiliana* conduce all'attribuzione della formazione al Pliocene medio (Bossio et. alii, 1981, opera citata).

Formazione delle Argille Azzurre (Zancleano-Piacenziano) (FAA)

Le Argille Azzurre sono le tipiche argille azzurro-grigie di facies marina, chiamate nella zona anche "mattazione", che localmente e nella parte superiore della serie diventano sabbioso-siltose. In esse sono documentate macrofaune e microfaune riferibili al Pliocene inferiore-medio. Localmente possono presentare sottili orizzonti sabbiosi ad andamento lenticolare e si presentano come una vera e propria unità litostratigrafica distinguibile dalle Argille Azzurre.

Questa formazione, che rappresenta l'elemento basale del Complesso Neogenico Toscano, affiora massicciamente a Sud dell'abitato di Lorenzana e costituisce la formazione principale di quello che è chiamato il Bacino del Fiume Fine, compreso tra i Monti di Casciana e i Monti Livornesi: la dominanza argillosa dei terreni affioranti rende particolarmente contrastanti le forme dei rilievi con le aree adiacenti, in cui prevalgono depositi sabbiosi addensati (a Nord) e formazioni litoidi della Serie Toscana (ad Est) e del Dominio Ligure (a Ovest).

5.1.1.2 - I depositi del Pleistocene inferiore

La mancanza di sedimenti del Pliocene superiore in Toscana è ormai un dato acquisito. Ciò fa ritenere verosimile, in questo intervallo di tempo, un sollevamento generalizzato delle terre; anche sulle colline di Crespina mancano depositi del Pliocene superiore.

Sabbie di Lajatico (o Formazione di Villamagna) (VLMs)

In campagna la formazione si presenta costituita da sabbie fini alternanti con sabbie più grossolane spesso cementate, e da alcuni banchi a cemento calcareo tipici per il contenuto di un fossile, *Amphistegina*, molto diffuso sui rilievi delle Colline Pisane.

Le sabbie hanno composizione silicea e granulometria fine: il colore è generalmente giallo arancio ed in affioramento è spesso evidente una stratificazione. Nella porzione inferiore della formazione gli strati hanno generalmente spessori decimetrici, mentre nella parte alta le sabbie si presentano in bancate di spessore metrico, talvolta interrotte da sottili livelletti argillosi.

L'associazione fra la specie Amphistegina con la Globorotalia aemiliana conduce all'attribuzione della formazione al Pliocene medio (Bossio et. alii, 1981, opera citata).

Sabbie ed argille ad Arctica Islandica (ART)

Le argille sabbiose ad Arctica del Pleistocene inferiore marcano l'inizio di un nuovo ciclo sedimentario marino: lo spessore di questa formazione è di 15-25 m ed è pressoché costante su tutto l'areale in esame. Litologicamente si tratta di argille grigio-bluastre con intercalati livelli sabbiosi la cui variabilità laterale è fortemente pronunciata. La fauna è caratterizzata dalla presenza dei cosiddetti "ospiti freddi" come l'Arctica islandica che dà il nome alla Formazione e da una moltitudine di altri macrofossili tra i quali sono presenti Lamellibranchi, Gasteropodi, Coralli e Brachiopodi.

Litotecnica questa formazione è la più debole tra quelle riscontrate durante il rilevamento del territorio collinare.

La presenza di livelli e bancate argillose favorisce la formazione di piccole falde sospese che saturano il terreno determinando il decadimento delle proprietà meccaniche.

Sabbie di Nugola Vecchia (NUG)

Seguono in concordanza le sabbie e Argille ad Arctica Islandica all'interno del Pleistocene inferiore denotando il passaggio ad un ambiente marino costiero.

Si tratta di Sabbie fini in banchi di colore giallo-arancio in cui si notano spesso sia strati arenacei cementati ma discontinui, sia livelli conglomeratici e microconglomeratici. La Formazione è poco fossilifera o sterile e rappresenta la fase regressiva del ciclo pleistocenico in facies salmastra e di ambiente costiero.

5.1.1.3 - I depositi del Pleistocene medio-superiore

Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci (QPL)

A Nord dell'abitato di Siberia e sui rilievi adiacenti affiora una formazione costituita da sabbie debolmente limose e arrossate. La caratteristica peculiare di questa formazione è la presenza di letti e livelli conglomeratici poligenici di dimensioni centimetriche. I ciottoli provengono in prevalenza dal disfacimento di formazioni quali il Verrucano e di altre della Serie Toscana, affioranti nel Monte Pisano.

Nel complesso la formazione delle QPL rappresenta un terrazzo di ambiente fluviale o fluvio-lacustre la cui quota massima, rilevata in corrispondenza del Cimitero di Tripalle, è di poco superiore ai 90 m.

Sabbie e limi di Vicarello (QVC)

Nella zona pedecollinare del Comune di Crespina ed in corrispondenza dei centri abitati di Cenaia, Ceppaiano e Volpaia, affiora una formazione costituita essenzialmente da sabbie debolmente limose all'interno delle quali talvolta si rilevano letti discontinui di conglomerati con elementi plurimillimetrici.

L'ambiente di sedimentazione di questa formazione è essenzialmente eolico-palustre e di piana di esondazione fluviale ed è attribuibile al Pleistocene superiore.

L'azione dei corsi d'acqua principali ha solcato tali sedimenti, che oggi affiorano in aree debolmente sopraelevate rispetto alle aree alluvionali recenti, formando modesti alti morfologici nella pianura settentrionale.

5.1.2 - Depositi attuali e recenti di età olocenica

Alluvioni (b)

Si tratta dei depositi alluvionali più recenti attribuibili all'Arno ed ai suoi affluenti, che affiorano nella zona settentrionale del territorio comunale e penetrano all'interno delle valli minori conferendo a queste la classica morfologia tabulare. La loro deposizione risale all'Olocene ed è collegata con le fasi di sovralluvionamento sviluppatosi in tutta la pianura pisana man mano che il livello del mare risaliva, durante la deglaciazione post-wurmiana.

Le zone settentrionali, proprie della pianura dell'Arno, sono costituite da materiali fini, prevalentemente coesivi (ac), mentre all'interno delle valli affiorano depositi sabbiosi (as), in quanto prossime alle zone di alimentazione dei rilievi adiacenti; nelle aree di raccordo è presente una zona di frangia, con materiali di granulometria mista (am).

Alluvioni terrazzate (bt)

Si tratta di depositi alluvionali antichi, nuovamente incisi dai corsi d'acqua, che oggi si trovano in posizione sopraelevata alle aree di deposizione fluviale attuale.

Si trovano ai piedi dei rilievi collinari adiacenti ai corsi d'acqua principali (Torrenti Crespina e Tora), e presentano granulometrie prevalentemente sabbiose, in coerenza con i materiali erosi e trasportati dal sistema idraulico locale.

Depositi eluvio-colluviali (b2a)

Si tratta di depositi recenti presenti per lo più negli impluvi naturali, frutto dell'azione erosiva delle acque meteoriche dilavanti e del successivo deposito nelle zone di minor pendenza. Si tratta di depositi scarsamente consolidati, talvolta con elevato tasso di umidità naturale, con granulometria dipendente dal contesto in cui si formano.

6 - CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLE QG.I.2)

Partendo dai dati contenuti nel quadro conoscitivo, sono stati valutati i fenomeni geomorfologici già precedentemente censiti mediante specifici sopralluoghi, che hanno condotto all'individuazione anche di nuovi elementi ed alla ripermimetrazione di alcuni di quelli noti.

Sono state altresì verificate le forme di dissesto indicate nelle cartografie del Progetto di PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, oltre a quelle contenute nella Banca Dati Geologica – Fenomeni Franosi della Regione Toscana, peraltro denso di indicazioni di dissesti attivi e quiescenti non riscontrati sul territorio.

Sono stati verificati i dati ricavati dalle misure di interferometria satellitare (SAR) pubblicate sul portale Difesa del Suolo della Regione Toscana. Tale tecnologia si basa sull'analisi delle immagini satellitari ricavate da una coppia di satelliti che sorvola l'Italia in direzione opposta (uno in direzione Nord-Sud, "descending", ed uno in direzione Sud-Nord, "ascending"), con acquisizioni di dati ogni 15 giorni circa: utilizzando riflettori coerenti nel tempo, permettono di valutare gli spostamenti dei bersagli al suolo (in allontanamento o in avvicinamento rispetto al punto di ripresa) con precisione millimetrica e possono fornire indizi circa movimenti del terreno. Queste informazioni sono state utilizzate per valutare la presenza di fenomeni di scivolamento nelle aree più acclivi o di subsidenza per le aree di pianura, da verificarsi poi direttamente attraverso sopralluoghi di campagna.

A seguito delle verifiche condotte sul territorio sulla base delle informazioni contenute nel quadro conoscitivo, la Carta Geomorfologica è stata aggiornata, ponendo l'attenzione sulle forme interessanti ai fini della valutazione del grado di pericolosità del territorio comunale.

6.1 - Agenti morfogenetici

La cartografia proposta discende inoltre da una verifica condotta al fine di aggiornare, tra le altre cose, la cartografia del Progetto di PAI, relativamente agli aspetti geomorfologici.

Sono state perciò considerate:

- *attive* le forme e i depositi legati a processi in atto all'epoca del rilevamento o ricorrenti a ciclo breve. "
- *quiescenti* le forme e i depositi per i quali esistono evidenze geomorfologiche o testimonianze di funzionamento nell'attuale sistema morfoclimatico e morfodinamico e che non avendo esaurito la loro evoluzione hanno possibilità di riattivarsi.

Forme e processi di versante

a) *Frane e dissesti*

Sono state considerate quiescenti tutte le frane riconoscibili in fotografia aerea ma prive, all'osservazione diretta, di evidenze di movimento. Gli indizi di attività sono stati verificati anche con il metodo dei Permanent Scatterers (Interferometria SAR), al fine di analizzare anche movimenti lenti che non generano forme evidenti in

superficie.

Nelle aree agricole sono state inserite anche quelle aree che seppur interessate da ciclici modellamenti della superficie, mostrano forme riconducibili (da fotointerpretazione) a dissesti pregressi.

Sono state considerate attive quelle frane che mostrano evidenze di movimento, quali apertura di fratture superficiali, rotazione e/o inclinazione degli elementi verticali (alberi, pali, fabbricati), lesionamenti di strutture rigide, riferiti ad un tempo commisurabile agli ultimi 20-30 anni.

Nelle aree in cui è presente un dissesto generalizzato, costituito da numerosi fenomeni di ridotta estensione associati a denudamento/erosione del versante, è stata indicata una franosità diffusa, estesa a tutta la porzione del versante interessato.

Nel territorio studiato sono risultati prevalenti i fenomeni franosi per scivolamento, che sono stati rappresentati nella cartografia prodotta.

b) *Scarpate morfologiche*

Si tratta di zone a forte acclività, talvolta subverticali, generate generalmente dall'arretramento del margine superiore di aree già acclivi, in litologie compatte.

Nell'area di studio sono state individuate diverse tipologie di scarpata:

- | | |
|---------------------------------|---|
| scarpate naturali - | determinate da piccoli crolli che favoriscono l'arretramento del ciglio superiore del pendio; |
| scarpate di erosione fluviale – | determinate dall'azione erosiva dei corsi d'acqua ai margini dell'alveo o delle zone interessate da ripetute esondazioni; |
| scarpate antropiche - | connesse alla realizzazione di rilevati e opere antropiche, ad elevata acclività. Tra queste rientrano le forme derivanti da rilevati stradali e ferroviari, attività estrattive e argini fluviali. |

c) *Aree soggette ad erosione diffusa e/o denudamento della coltre*

Si tratta di fenomeni connessi all'azione delle acque dilavanti ed alla natura dei terreni affioranti, prevalentemente in zone dotate di pendenza.

In tali fenomeni ricadono le aree caratterizzate da un profilo acclive ma non troppo affilato e che delimitano vallecole relativamente ampie e a fondo concavo. Il processo erosivo dominante è rappresentato da movimenti di massa superficiali di tipo scivolamento, passanti quasi sempre a colate fangose che invadono i tratti inferiori delle vallecole. Tali forme sono riconducibili a:

- situazioni che si impostano in litologie fini o scarsamente cementate, con una componente sabbiosa e limosa nelle quali sono presenti accenni di stratificazione poco evidenti ad un'osservazione macroscopica,;
- scarpate morfologiche attive molto acclivi, soggette ad erosione ed a piccoli frequenti dissesti

d) *Corpi detritici*

Si tratta di detriti di versante, determinati dall'alterazione e dalla rideposizione dei materiali affioranti sulle porzioni più elevate delle pendici collinari.

Forme e processi fluviali

e) *Erosione fluviale*

In linea con le direttive del PAI del Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, sono state classificate le forme di dinamica fluviale poste all'interno delle zone di competenza dei corsi d'acqua, distinguendo le situazioni di franosità per erosione di sponda da quelle di aree legate alla possibile evoluzione del processo di erosione della sponda.

f) *Orli di terrazzi*

Con questo simbolo oltre alle scarpate delimitanti i depositi fluviali reinciati, sono state indicate anche le scarpate di erosione fluviale.

g) *Conoide deltizia*

Conoide alluvionale la cui porzione più distale interferisce con l'azione costiera marina, con formazione di strutture sedimentarie tipiche.

h) *Alluvioni*

Sono i depositi alluvionali, già indicati anche nella Carta Geologica, riferiti ai depositi successivamente reinciati dal corso d'acqua (alluvioni terrazzate) ed a quelli di più recente deposizione (alluvioni recenti ed attuali)

Forme e processi antropici

i) *Laghi*

Si tratta per lo più di laghi ed invasi artificiali, utilizzati per l'irrigazione in ambito agricolo o per il lagunaggio dei liquami reflui di allevamenti.

j) *Rilevati*

Riparti di terreno per attività antropica, per lo più per infrastrutture viarie e opere arginali.

6.2 - Aspetti geomorfologici

Da un primo esame delle caratteristiche morfologiche del territorio si nota come questo presenti due tipologie di paesaggio predominanti che sono quelle di pianura e di collina.

La parte nord è pianeggiante e non presenta caratteristiche morfologiche degne di nota ad eccezione di alcuni modesti orli di terrazzo impostati nelle "Sabbie e limi di Vicarello" (QVCs e QVC); tali orli di terrazzo non presentano tracce di attività ed hanno generalmente altezze modeste.

La parte centrale e meridionale del territorio è collinare, caratterizzato dalla presenza di litologie appartenenti all'Unità del Neogenico Toscano. Il particolare assetto stratigrafico dell'area, costituito dalla sovrapposizione di depositi marini di vari cicli e di varia granulometria e da depositi fluviali ad assetto sub orizzontale, fa sì che i versanti si presentino spesso gradonati con porzioni più ripide nelle facies a granulometria maggiore, alternate a porzioni più dolci dove la componente fine è più abbondante. Tali variazioni granulometriche si riflettono anche sulla permeabilità dei sedimenti che risulta bassa nelle argille ed alta nelle sabbie, accentuando l'evoluzione verso una morfologia a gradoni.

Sui rilievi settentrionali affiorano in massima parte i terreni riferibili ai "Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci" (QPL), deposti in disconformità sulle "Sabbie di Nugola Vecchia" (NUG), sotto le quali sono rinvenibili ridotti affioramenti delle "Sabbie ed argille ad Arctica" (ART) e le "Sabbie di Lajatico (o Formazione di Villamagna)" (VLMs).

Spesso anche all'interno delle formazioni sabbiose sono presenti livelli più fini e le scarpate non sono ubicate esclusivamente al contatto fra formazioni diverse ma si trovano anche all'interno della stessa formazione.

La tipologia delle frane rilevate è prevalentemente di tipo rototraslazionale. Solamente in corrispondenza delle scarpate principali sono stati individuati fenomeni di crollo di blocchi isolati da fratture. Tali crolli spesso sono innescati da processi di arretramento di frane traslazionali poste a quote più basse ed interessano volumi estremamente limitati di roccia. I crolli di modesta estensione sono stati cartografati come scarpate attive. Questo implica che nelle zone in cui è indicata una scarpata attiva possono essere presenti sia processi di tipo erosivo che modesti movimenti di massa non cartografabili singolarmente data la scala del rilievo.

La velocità di questa tipologia di fenomeni, in virtù anche del fatto che si tratta principalmente di riattivazioni, è modesta e solo in condizioni climatiche estreme possono presentare un'evoluzione rapida.

All'interno del territorio studiato non sono emerse evidenze di forme riconducibili a fenomeni franosi sicuramente stabilizzati o verificatisi in condizioni climatiche diverse dalle attuali (movimenti relitti).

Vista la difficoltà di verificare sul terreno l'entità degli spostamenti per numerosi fenomeni, che tuttavia da un punto di vista geomorfologico presentano contropendenze, rigonfiamenti, alberi inclinati, infrastrutture lesionate, gli stessi sono stati classificati attivi anche in assenza di notizie di avvenuti movimenti nell'ultimo ciclo stagionale.

Nelle zone in cui dominano i terreni argillosi, prevalenti nella porzione meridionale del territorio comunale, si trovano spesso versanti caratterizzati da forme dolci, raccordati gradualmente al fondovalle. I processi morfogenetici sono riconducibili principalmente a frane di scivolamento che talvolta evolvono in colamento e a soliflussi che interessano diffusamente tale settore. Le frane sono generalmente superficiali e interessano la porzione superficiale alterata e pedogenizzata

delle argille. La distribuzione dei fenomeni presenta una marcata variabilità a seconda del periodo di rilevamento in quanto le pratiche agricole estremamente diffuse obliterano ad ogni ciclo produttivo ogni evidenza di dissesto. Solamente nelle rare aree incolte si possono notare i segni di passati movimenti.

Generalmente proprio in concomitanza delle zone abbandonate sono state rilevate le tracce dei movimenti franosi di maggiore entità che presentano spesso una attività stagionale; probabilmente proprio la continua attività dei dissesti unita alle loro dimensioni non rende economicamente vantaggiosa la loro riprofilatura al fine di poterli nuovamente coltivare. Un tale uso del suolo fa sì che i dissesti più superficiali e di piccole dimensioni vengano obliterati ma che quelli più profondi e di maggiori dimensioni e quindi più pericolosi rimangano visibili e di conseguenza possano essere mappati.

Scarpate generalmente di modeste dimensioni si trovano a segnalare banchi e strati di sabbie nelle argille. Tali scarpate risultano raramente affette da fenomeni di crollo e si presentano generalmente inerbite. I fossi e i botri sono generalmente in approfondimento e i loro tratti iniziali solcano i versanti incidendoli.

Limitatamente alla testata di qualche impluvio si possono circoscrivere aree soggette ad intensa erosione di tipo aerea che mantiene nude queste porzioni di territorio.

7 - CARTA IDROGEOLOGICA (TAVOLE QG.I.3)

La Carta Idrogeologica sintetizza i risultati degli approfondimenti condotti sui seguenti tematismi: lo sviluppo del reticolo drenante superficiale, la distribuzione dei punti di emungimento di acqua dal sottosuolo, le aree critiche per la disponibilità idrica della falda, individuate dall'Autorità di Bacino Distrettuale.

Nelle tavole sono rappresentati:

- l'ubicazione dei pozzi censiti
- le sorgenti naturali note
- la fascia di rispetto (200m) per i pozzi idropotabili (D.Lgs. 152/2006)
- le aree critiche per la disponibilità idrica della falda
- il sistema idraulico principale
- i laghi e gli invasi

7.1 - Aspetti idrogeologici

L'assetto idrogeologico del territorio comunale di Crespina Lorenzana è determinato dalla natura dei terreni affioranti nonché dalla morfologia del territorio.

La presenza di litologie sabbiose che costituiscono i rilievi più settentrionali, favorisce l'infiltrazione delle acque nonché la messa in posto di depositi alluvionali con le medesime caratteristiche granulometriche, che favoriscono la circolazione idrica sotterranea.

Tali depositi si rinvengono nelle valli fluviali principali, nelle quali scorrono i corsi d'acqua più rilevanti i cui bacini di alimentazione si estendono anche al di fuori del limite comunale: in queste aree sono ubicati il maggior numero di pozzi censiti, a testimonianza della buona produttività di tali acquiferi, alimentati anche dalle portate di subalveo degli stessi corsi d'acqua.

Sui rilievi la presenza di pozzi è estremamente ridotta:

- nella zona settentrionale in ragione della natura dei terreni, prevalentemente sabbiosi, che lasciano permeare le acque verso i livelli più profondi, inibendo la formazione di una vera e propria falda freatica.;
- nella zona meridionale, la natura argillosa dei terreni affioranti non permette l'infiltrazione in profondità delle acque meteoriche, che tendono a ruscellare in superficie ed a convogliarsi nel reticolo idraulico locale.

8 - CARTA DELL'ACCLIVITA' (TAVOLE QG.I.4)

Per la definizione dell'acclività delle diverse aree del territorio sono stati utilizzati di dati LIDAR forniti dalla Regione Toscana, con celle di dimensioni 1 x 1 m, attraverso i quali è stato ricostruito il modello digitale del terreno.

Per rappresentare al meglio le caratteristiche del territorio analizzato sono state definite 11 classi di pendenza (p), così suddivise:

Classe 1:	0% < p ≤ 5%
Classe 2:	5% < p ≤ 10%
Classe 3:	10% < p ≤ 15%
Classe 4:	15% < p ≤ 20%
Classe 5:	20% < p ≤ 25%
Classe 6:	25% < p ≤ 30%
Classe 7:	30% < p ≤ 35%
Classe 8:	35% < p ≤ 45%
Classe 9:	45% < p ≤ 55%
Classe 10:	55% < p ≤ 65%
Classe 11:	p > 65%

La carta delle pendenze così realizzata, con la quale è possibile effettuare considerazioni sulla corrispondenza tra le classi di pendenza e le caratteristiche geologiche dei terreni, è stata utilizzata in combinazione con altri tematismi per la derivazione di alcune cartografie di sintesi.

9 - STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2

Il Comune di Crespina Lorenzana ha condotto uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 a seguito dell'Avviso di manifestazione emesso dalla Regione Toscana con Decreto di Grt n. 16720, risultando poi assegnatario di un cofinanziamento per il 75% degli importi previsti.

Tale studio ha visto la realizzazione di una nuova campagna di acquisizione di indagini geofisiche al fine di aumentare il livello di conoscenza da cui sono discese le valutazioni condotte ai sensi degli "Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica" (Dipartimento di Protezione Civile, Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome, 2009) e rappresentate secondo gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica (Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica, versione 4.2).

Il set di indagini disponibili era inizialmente rappresentato da:

- Banca Geognostica: indagini geognostiche ricadenti all'interno delle aree MOPS, tra cui:

17 prove penetrometriche statiche CPT

4 prove penetrometriche dinamiche medie DPM

1 prove penetrometriche superpesanti DPSH

9 sondaggi a carotaggio continuo

17 stratigrafie di pozzi

- Banca Geofisica: per inquadrare al meglio le caratteristiche sismiche del territorio si è scelto di estendere la parte geofisica del database a tutto il Comune, integrando i dati pregressi con una nuova campagna geofisica appositamente effettuata e raccogliendo quindi 82 indagini geofisiche puntuali e 43 lineari, tra cui:

2 down-hole

76 misure di microtremori a stazione singola HVSR

4 ESAC

37 MASW

4 profili sismici a rifrazione

1 profilo sismico a riflessione

1 sondaggio elettrico verticale

che nel corso del nuovo studio sono state integrate con l'esecuzione di:

2 profili sismici a rifrazione

3 indagini ESAC con array 2D con indagine MASW associata,

35 misure di microtremori a stazione singola (HVSR).

L'analisi dei dati geologici e stratigrafici combinati con i risultati delle indagini sul terreno ha permesso la definizione 17 Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), utilizzate per la redazione della Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2, in cui sono rappresentati i fattori di amplificazione (ricavati dagli appositi abachi prodotti dalla Regione Toscana) per il territorio urbanizzato.

Considerata la presenza di terreni sabbiosi e episodi storici di liquefazione dinamica del terreno, sono state condotte verifiche a liquefazione in alcune aree del territorio comunale, evidenziando zone con elevata criticità.

Tale studio è rappresentato nei seguenti elaborati, allegati alla presente relazione:

- Carta delle indagini e dei dati di base
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica)
- Carta di microzonazione sismica di livello 2
- Carta delle frequenze fondamentali
- Sezioni
- Colonne stratigrafiche
- Relazione tecnica esplicativa
- Database delle indagini e dei dati di base

10 - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAVOLE QG.I.05)

L'analisi ragionata degli aspetti geologici, litotecnici e morfologici ha permesso di definire le condizioni di pericolosità geologica del territorio comunale di Crespina Lorenzana, sulla base dei criteri dettati dal DPGR 30/01/2020 n.5/R.

La caratterizzazione delle aree a pericolosità geologica comprende, oltre agli elementi geologici in senso stretto, anche gli elementi geomorfologici e quelli relativi alla dinamica costiera, secondo la classificazione, di seguito indicata:

- ***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)***
Aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali 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, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

11 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA – TAVOLA QG.I.6

Sulla base dei risultati dello studio di Microzonazione Sismica di Livello 2, è stata definita la pericolosità sismica delle aree studiate all'interno del territorio urbanizzato secondo i criteri definiti dal D.P.G.R. 30/01/2020 n.5/R, così esplicitati:

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 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 media (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 1hz;
- 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 bassa (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.

12 - VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA (TAVOLA QC.03L)

La valutazione della vulnerabilità idrogeologica del territorio è stata condotta, a partire dal quadro delle informazioni acquisite nel presente lavoro in coerenza con quanto indicato all'art. 20 del P.T.C. della Provincia di Pisa.

- **classe 1 - vulnerabilità irrilevante**: riguarda le aree in cui la risorsa idrica considerata non é presente, essendo i terreni praticamente privi di circolazione idrica sotterranea, per cui gli eventuali inquinanti raggiungono direttamente le vicine acque superficiali o ristagnano sul terreno; in essa ricadono a esempio i complessi marnosi e argillosi e alcuni complessi sedimentari metamorfosati;
- **classe 2 - vulnerabilità bassa**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata é apparentemente non vulnerabile, in base a considerazioni riguardanti la natura degli eventuali acquiferi e quella dei terreni di copertura, ma per cui permangono margini di incertezza dovuti a diversi fattori, quali la scarsa disponibilità di dati, la non precisa definibilità delle connessioni idrogeologiche, e simili; corrisponde altresì alle situazioni in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni; in essa ricadono corpi idrici multifalda caratterizzati dalla presenza di alternanze tra litotipi a diversa ma comunque bassa permeabilità non completamente definiti si base idrogeologica, terreni a bassa permeabilità sciolti o litoidi con pendenze superiori al 20 per cento o con piezometria media profonda, terreni alluvionali in vallette secondarie in cui non si rilevano indizi certi di circolazione idrica e con bacino di alimentazione caratterizzato in affioramento da litologie argilloso-sabbiose;
- **classe 3 - vulnerabilità media**:
 - **sottoclasse 3a**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 15 ed i 30 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali scarsamente permeabili con falda prossima al piano campagna, da falde idriche in materiali a medio-bassa permeabilità con piezometria depressa per cause naturali, da falde idriche spesso sospese attestata in terrazzi alluvionali non direttamente connessi con gli acquiferi principali ovvero in estesi corpi detritici pedecollinari, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone in cui affiorano terreni a bassa permeabilità e le zone interessate da falde freatiche attestata in complessi detritici sufficientemente estesi o con evidenze di

circolazione idrica;

- **sottoclasse 3b**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna, quelle di ricarica di acquiferi confinati a bassa permeabilità, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie poco permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, quelle a permeabilità medio-alta ma con superficie freatica depressa per cause naturali, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi a media permeabilità, le zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie poco permeabili;
- **classe 4 - vulnerabilità elevata**
 - **sottoclasse 4a**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione insufficiente; in essa ricadono, nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra 1 e 7 giorni, quali quelle di ricarica di acquiferi confinati a media permeabilità, quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali molto permeabili con falda prossima al piano campagna, quelle consistenti in terrazzi alluvionali antichi costituiti da litologie molto permeabili e direttamente connessi all'acquifero principale, nonché, nelle aree collinari e montuose, le zone di affioramento di terreni litoidi altamente permeabili, le zone di affioramento di terreni sciolti a permeabilità elevata con sufficiente estensione e ricarica, le zone di infiltrazione in terreni a permeabilità medio-alta, le zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie mediamente permeabili;
 - **sottoclasse 4b**: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica considerata è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti; in essa ricadono zone di ricarica di acquiferi confinati ad alta permeabilità, zone di alveo o di golena morfologicamente depresse nelle quali la falda è esposta o protetta soltanto da esigui spessori di sedimenti, zone nelle quali, per cause naturali o per azioni antropiche, si verifica un'alimentazione indotta con acque facilmente contaminabili delle falde freatiche o semiconfinate, zone interessate da rete acquifera in materiali

carbonatici a carsismo completo ed altamente sviluppato, zone di alimentazione delle sorgenti di principale importanza emergenti da litologie molto permeabili, zone di cava con falda esposta nelle pianure alluvionali.

La carta della Vulnerabilità Idrogeologica rappresenta il riferimento per l'individuazione di situazioni in cui la risorsa idrica appare vulnerabile.

Nelle zone con vulnerabilità elevata, corrispondente alle classi 4b e 4a, e medio-elevata, corrispondente alla Classe 3b, per le quali è riconosciuta un'elevata esposizione al rischio della risorsa idrica, la realizzazione di smaltimenti di liquami per subirrigazione, di fertirrigazioni e di spandimenti di acque vegetative, nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrato di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili, dovrà essere opportunamente motivata e sostenuta da uno studio idrogeologico di dettaglio.

13 - SALVAGUARDIE DEL TERRITORIO

13.1 - Salvaguardie dell'assetto idraulico

13.1.1 - Riduzione del rischio idraulico

- Nelle aree di pianura, le trasformazioni in progetto dovranno essere volte alla riduzione del rischio idraulico, attraverso la messa in sicurezza rispetto agli eventi critici emersi negli studi idraulici inseriti nel Piano Strutturale i cui esiti sono rappresentati nella "Carta della Pericolosità da alluvioni" del Piano Strutturale.
- Per tutti gli interventi ricadenti nelle aree di pianura e/o in prossimità di corsi d'acqua compresi nel Reticolo Idrografico di riferimento della Regione Toscana dovranno essere condotti approfondimenti sulle condizioni di rischio idraulico locale a partire dai risultati dello studio idrologico-idraulico condotto a supporto del Piano Strutturale.

13.1.2 - Impermeabilizzazioni

- La realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate, all'interno di zone soggette a Piano Attuativo o a Progetto Unitario Convenzionato, dovrà essere subordinata ad uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento dei picchi di piena e della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricettore, da mitigarsi attraverso cisterne, o invasi di prima pioggia, dispositivi clapet, al fine di assicurare quanto più possibile l'invarianza idraulica e il non aumento del rischio nelle aree adiacenti.
- Particolari accorgimenti dovranno essere posti anche nella progettazione delle superfici coperte, preferendo le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell'acqua.
- I nuovi spazi pubblici o privati destinati a viabilità pedonale o meccanizzata sono realizzati con modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità costruttive non possano essere utilizzate per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica o di tutela dei beni culturali e paesaggistici.
- E' vietato il convogliamento delle acque piovane in fognatura o nei corsi d'acqua, quando sia tecnicamente possibile il loro convogliamento in aree permeabili, senza determinare fenomeni di ristagno e/o di instabilità.

13.1.3 - Fognature

- Le reti fognarie di nuova realizzazione per le acque bianche, dovranno essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità (in modo da mantenerle vuote nei periodi asciutti) e bassa pendenza (per ridurre la velocità del flusso).
- Le acque raccolte dai pluviali delle coperture dovranno, quando tecnicamente possibile, essere convogliate in aree permeabili. Qualora ciò non fosse possibile potranno essere immesse nella pubblica fognatura o nel reticolo idraulico minore, prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena, valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria (1h), definito in 52,36 mm nell'*Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme – LSPP*, riportato sul portale del Settore Idrologico e Geologico Regionale "*ELABORAZIONI / Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica*".
- Qualora sia previsto il convogliamento delle acque defluenti dalle fosse campestri nella fognatura pubblica, dovranno essere previsti manufatti per l'abbattimento del trasporto solido per preservare nel tempo la funzionalità delle condotte sotterranee.

13.1.4 - Reticolo idrografico minore.

- Qualunque intervento che modifichi l'assetto originario del reticolo idrografico minore esterno al Reticolo individuato dalla L.R. 79/2012 (sul quale gli interventi sono di competenza regionale) dovrà essere supportato da uno studio che dimostri la funzionalità del sistema drenante e le eventuali modifiche da apportare. L'indagine dovrà essere estesa all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali.
- Anche i tombamenti, laddove ammissibili, di ogni dimensione e lunghezza, in aree urbane o agricole, dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera.
- In generale tutti gli interventi non dovranno essere limitati alla conservazione dello stato attuale ma prevedere il miglioramento dell'assetto idraulico complessivo.
- La realizzazione di nuove strade o accessi carrabili (in rilevato e non) dovrà mantenere inalterata l'efficienza del reticolo idrografico, verificando le sezioni idrauliche preesistenti ed intervenendo in caso di insufficienza.
- Per gli interventi riguardanti i corsi d'acqua inseriti nel Reticolo Idrografico e di gestione della Regione Toscana, vale quanto previsto dalla L.R. 79/2012 e dalla L.R. 41/2018.

13.1.5 - Manutenzione e ripristino dei corsi d'acqua.

- I proprietari dei fondi interessati da corsi d'acqua o linee di drenaggio sono tenuti alla loro manutenzione senza apportare modifiche alle caratteristiche funzionali, nonché al ripristino

delle stesse nei casi di non funzionamento. Sui corsi d'acqua non ricompresi nel Reticolo Idraulico definito ai sensi della L.R. 79/2012, nonché sulle fossette campestri, gli interventi di alterazione del tracciato e/o di copertura dell'alveo potranno avvenire solo per comprovata necessità e dovranno essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera. Eventuali solchi da erosione venutisi a creare in seguito ad eventi anche eccezionali dovranno prontamente essere ripristinati, avendo cura di aumentare il volume delle affossature, per evitare il ripetersi del fenomeno.

- Per quanto riguarda i corsi d'acqua inseriti nel Reticolo Idrografico e di gestione della Regione Toscana, vale quanto previsto dalla L.R. 79/2012 e dalla L.R. 41/2018.

13.1.6 - Realizzazione di locali interrati.

- I locali interrati sono ammessi alle condizioni di quanto indicato dalla L.R. 41/2018.

13.1.7 - Viabilità.

- La realizzazione di nuova viabilità non dovrà costituire ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali. Eventuali rilevati stradali dovranno essere corredati da specifici studi che prevedano la ricucitura del reticolo idrografico minore ed analizzino l'interazione del nuovo manufatto con la distribuzione delle acque in caso di esondazione dai corsi d'acqua limitrofi.
- Da tali studi dovranno emergere le soluzioni da adottare per non incrementare il livello di rischio idraulico nelle aree circostanti.
- Per le aree interessate da pericolosità da alluvione, vale quanto previsto dalla L.R. 41/2018.

13.2 - Salvaguardie dell'assetto idrogeologico

13.2.1 - Pozzi.

- I nuovi pozzi che attingono dalla falda freatica superficiale dovranno prevedere l'impermeabilizzazione della zona attigua al pozzo stesso, da realizzarsi mediante un marciapiede della larghezza minima di 50 cm. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale, la bocca-pozzo dovrà essere collocata ad un'altezza minima di 60 cm dal piano di campagna; qualora sia mantenuta al di sotto del piano di campagna, la bocca-pozzo dovrà essere inserita in un pozzetto a tenuta stagna, protetta da un tombino.

- I pozzi profondi dovranno prevedere il corretto isolamento degli acquiferi attraversati e l'impermeabilizzazione superficiale, da ottenersi mediante corretta cementazione dei primi metri di profondità, in ottemperanza del D.P.G.R. 50/R/2015.
- La necessità di realizzare nuovi pozzi ad uso domestico deve essere opportunamente motivata, e comunque subordinata ad una verifica della possibilità di realizzare cisterne interrate per l'accumulo delle acque piovane.
- Intorno ai pozzi ed alle sorgenti, anche se non captate, dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto all'interno della quale sono vietati lo scarico diretto nel terreno tramite subirrigazione o pozzi assorbenti, la fertirrigazione, lo spandimento di acque vegetative nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrate di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili.
- La realizzazione di nuovi pozzi è soggetta a quanto definito dal T.U. n. 1775/1933, dal DPGR 50/R/2015 e dal D.P.G.R. 61/R/2016.

13.2.2 - Protezione della risorsa idrica.

- Nelle zone di rispetto dei pozzi di approvvigionamento idropotabile, ai sensi del DLgs 152/2006 e ss.mm.ii. sono vietati:
 - la dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
 - l'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
 - lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
 - la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
 - le aree cimiteriali;
 - l'apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
 - l'apertura di pozzi, ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano;
 - la gestione di rifiuti;
 - lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
 - i centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
 - i pozzi perdenti;
 - il pascolo e la stabulazione di bestiame.
- Nelle zone di rispetto sono disciplinate queste strutture e attività:

- fognature;
- edilizia residenziale e opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie e infrastrutture di servizio;
- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione.

13.3 - Salvaguardie dell'assetto geomorfologico

13.3.1 - Modellamenti morfologici.

- Gli interventi sul territorio che modifichino l'assetto originario dei luoghi (riporti e sbancamenti, viabilità in rilevato, piazzali etc.), devono essere supportati da studi di approfondimento del contesto geomorfologico dell'area in oggetto, che entrino nel merito degli effetti di tali trasformazioni sui territori circostanti.
- Qualora l'intervento ricada nelle Classi G3 e G4 di Pericolosità Geologica l'indagine geologica dovrà contenere opportune verifiche di stabilità del versante, per una esaustiva valutazione della fattibilità delle trasformazioni previste.
- La gestione dei terreni escavati (riutilizzo in loco o in altra sede, smaltimento) dovrà essere condotta secondo le direttive del DPR 13 giugno 2017 n. 120 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo).

13.3.2 - Metodi di coltivazione del suolo.

- Al fine di contenere e/o ridurre l'erosione superficiale delle zone coltivate, sono da evitare disposizioni di uliveti, frutteti e vigneti con linee di drenaggio a rittochino, favorendo la realizzazione di impianti di nuove colture e di nuove affossature disposte secondo direttrici a bassa pendenza. Ciò per ridurre l'energia delle acque superficiali, il ruscellamento superficiale ed il trasporto solido delle acque incanalate.

13.3.3 - Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale.

- I Programmi Aziendali Pluriennali di Miglioramento Agricolo Ambientale (PAPMAA) dovranno contenere un'indagine geologico-tecnica che analizzi la compatibilità delle trasformazioni con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche ed idrauliche dell'area d'intervento.

14 - CRITERI GENERALI DI TRASFORMABILITÀ E INDIRIZZI PER IL PIANO OPERATIVO DEFINITI AI SENSI DEL DPGR 30/01/2020 N.5/R

Nell'ambito dei Piani Operativi e dei Piani Attuativi discendenti dal presente Piano Strutturale dovranno essere definite nel dettaglio i criteri per la trasformabilità del territorio e per la realizzazione di interventi edilizi ed infrastrutturali. Qui di seguito sono riportati i criteri principali riferiti al DPGR 30/01/2020 n.5/R che concorrono, insieme alle altre norme sovraordinate (tra cui le discipline del PAI, del PGA e del PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale) a cui dovrà essere fatto riferimento.

14.1 - Criteri generali in relazione agli aspetti geologici

Qui di seguito sono indicati i criteri riferiti al DPGR 5/R/2020 ai quali vanno aggiunti, per le aree interessate, i condizionamenti contenuti nelle Norme del Progetto di PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

14.1.1 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G4)

- 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.

14.1.2 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G3)

- 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.

14.1.3 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica media (G2)

- 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.

14.1.4 - Aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1)

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità geologica bassa (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

14.2 - Criteri generali in relazione agli aspetti sismici**14.2.1 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica molto elevata (S4)**

- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4), in sede di piano operativo, sono da studiare e approfondire i seguenti aspetti:
 - 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, 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.
- Nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4) si fa riferimento ai seguenti criteri:
 - 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) del DPGR 5/R/2020. Agli interventi sul patrimonio esistente, si applicano i criteri definiti al paragrafo 3.1.1 lettera b) dello stesso DPGR 5/R/2020;

- 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).

14.2.2 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S3)

- 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 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,, 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.
- 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) del DPGR 5/R/2020;
 - 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).

14.2.3 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica media (S2)

- 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.

14.2.4 - Aree caratterizzate da pericolosità sismica bassa (S1)

- 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.

14.3 - Criteri generali 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, 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.

14.4 - 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.

15 - CONCLUSIONI

Il presente studio geologico, condotto ai sensi del DPGR 30/01/2020 n.5/R ha permesso di aggiornare il quadro conoscitivo di riferimento del territorio comunale di Crespina Lorenzana, fornendo le indicazioni circa le criticità degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici su cui basare le scelte di pianificazione territoriale.

Sono stati inoltre indicati i criteri per la definizione della fattibilità degli interventi da attuarsi nelle fasi pianificatorie successive, tra cui Piani Operativi e Piani Attuativi.

Ponsacco, novembre 2022

Geol. Alberto Frullini
Geoprogetti studio associato