

# Piano Strutturale

# R1

## RELAZIONE GEOLOGICA



### progetto:

Roberto Vezzosi (capogruppo)

Stefania Rizzotti, Idp studio

Massimiliano Rossi, Fabio Poggi, Davide Giovannuzzi, Mirko Frascioni, Laura Galmacci, ProGeo Engineering s.r.l.

Luca Moretti, Lorenzo Lari, Cooperativa Civile STP Soc. Coop

Leonardo Lombardi, Michele Giunti e Cristina Castelli, NEMO Nature and Environment Management Operators s.r.l.

Bianca Borri

Martina Romeo

Valentina Vettori

Andrea Debernardi con Chiara Taiariol e Lorena Mastropasqua, META s.r.l., per gli aspetti della mobilità

Maria Rita Cecchini per la Valutazione Ambientale Strategica

settembre 2023

Sindaco e Assessore all'Urbanistica: Alessandro Donati

Garante dell'informazione e della partecipazione: Francesco Manganelli

Responsabile del procedimento: Rita Lucci

# Comune di Colle di Val d'Elsa



## INDICE

PREMESSA.....	3
INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
ELABORATI DI PIANO STRUTTURALE .....	7
CARTA GEOLOGICA – SG1.....	8
CARTA GEOMORFOLOGICA – SG2.....	17
CARTA IDROGEOLOGICA – SG7.....	20
MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - LIVELLO 1.....	22
CARTA DELLE INDAGINI E DEI DATI DI BASE – SG4.....	23
CARTA GEOLOGICO-TECNICA – SG3.....	23
SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE – SG3a.....	23
CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI DEPOSITI – SG5.....	24
CARTA DELLE MOPS – SG6.....	25
MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2 .....	26
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA - LIVELLO 2 - SG15.....	26
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA – SG8.....	28
CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – SG9.....	33
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI – SG10.....	35
CARTA DEI BATTENTI (SG11) e CARTA DELLA VELOCITÀ DELLA CORRENTE (SG12) .....	36
CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA – SG13.....	37
CARTA DELLE AREE PRESIDATE DA SISTEMI ARGINALI, COMPRESIVA DELLE AREE DI FONDOVALLE FLUVIALE – SG14.....	38
PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI ARNO .....	39
PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI – PGRA .....	40



## PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale è stato prodotto il presente aggiornamento al quadro conoscitivo del Piano Strutturale del Comune di Colle di Val d'Elsa (SI), secondo quanto previsto dal regolamento d'attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65 (*Norme per il governo del territorio*) in materia di indagini geologiche, approvato con DPGR del 30 gennaio 2020 n.5/R.



Il territorio comunale di Colle di Val d'Elsa è inserito in **Zona Sismica 3** della classificazione sismica regionale, approvata con Del. GRT n° 421 del 26/05/2014, relativa all'aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012.

L'aggiornamento è stato redatto ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006.



Fig.1: Classificazione sismica toscana (Del. GRT n° 421 del 26/05/2014)



## INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio di Colle Val d'Elsa si trova a nord della provincia di Siena lungo la strada che collega il capoluogo di provincia a Firenze. Ha un'estensione di circa 92 chilometri quadrati. Da un punto di vista orografico l'area si trova tra la pianura alluvionale del F. Elsa, in riva idrografica sx, e il fondovalle del Botro ai Colli, affluente in sx idrografica del F. Elsa. La morfologia del territorio è in prevalenza collinare, con quote comprese per la maggior parte tra 150 e i 300 m s.l.m.



Il territorio comunale confina a Nord-Nord Est con il Comune di Poggibonsi (SI), ad Est con il Comune di Monteriggioni (SI), a Sud-Sud Est e Sud Ovest con il Comune di Casole d'Elsa (SI) ad Ovest con il Comune di Volterra (PI) ed a Nord - Nord Ovest con il Comune di S. Gimignano (SI).





## INQUADRAMENTO NORMATIVO

In data 17.01.2020 l'Autorità di Bacino Distrettuale comunica l'adozione del "Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" relativo ai bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana, con l'avvio della fase di consultazione e adempimenti da parte dei Comuni in merito alla fase di osservazione.

Il territorio del comune di Colle di Val d'Elsa risulta aggiornato al PAI con decreto n.9 del 18.02.2014. Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici, con la redazione del nuovo Piano Strutturale, l'Amministrazione Comunale di Colle di Val d'Elsa, a seguito dell'aggiornamento del quadro conoscitivo, procederà alla richiesta di adeguamento del PAI vigente secondo quanto disposto dagli articoli 27 e 32 delle NTA di PAI ed osservazione al Progetto di Piano adottato con secondo quanto disposto dall'art. 15 della disciplina di Piano.

Pertanto, la carta geomorfologica e la carta di pericolosità geologica risulteranno, al termine del procedimento di approvazione del nuovo Piano Strutturale, completamente condivise ed adeguate agli Strumenti di Piano Sovraordinati.

L'aggiornamento del quadro conoscitivo in relazione agli aspetti idrologici ed idraulici è stato condotto mediante uno studio idrologico - idraulico in accordo con la LR 41/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvione e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione al D.Lgs. 49/2010. Modifiche alla LR 80/2015 e LR 60/2014", che ha abrogato la LR 21/2012 "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dai corsi d'acqua".

Nello specifico, con Decreto Dirigenziale del Responsabile del Settore Assetto del Territorio - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile della Regione Toscana n. 21370 del 02-12-2019, il Comune di Colle Val d'Elsa è stato ammesso al finanziamento inerente al bando per la realizzazione di studi per l'implementazione delle mappe di pericolosità da alluvione e rischio di alluvioni, comprensive di carte dei battenti, velocità e magnitudo idraulica, proprio per l'applicazione della L.R. 41/2018.

Gli studi idrologico-idraulici utilizzati per la definizione del nuovo Quadro Conoscitivo di PS sono quindi da considerare in coerenza con quelli redatti per il bando regionale citato, che hanno ottenuto il nulla osta dell'AdBDAS (prot. 8888/2020 del 25-11-2020) e del Settore Genio Civile Valdarno Superiore.

Al fine di definire le perimetrazioni delle aree allagabili per eventi con  $Tr \leq 30$  anni ed eventi con  $30 < Tr \leq 200$  anni, sono state implementate le modellazioni idrologico-idrauliche monodimensionali e



bidimensionali con il codice di calcolo HEC-RAS 5.0.7.

Per quanto riguarda invece la perimetrazione delle aree a pericolosità d'alluvione per eventi con  $200 < T_r \leq 500$  anni si è mantenuto lo strato informativo del PGRA (P1) AdBDAS, qualora presente, integrato, con le aree dei depositi alluvionali del Database geomorfologico della Regione Toscana o da considerazioni geomorfologiche.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici derivanti dal DPGR 5/R, gli stessi sono stati affrontati attraverso la valutazione degli effetti locali e di sito con gli studi di Microzonazione Sismica di livello 2 già realizzati ed in fase di approvazione da parte della Commissione nazionale per la microzonazione sismica.

La sintesi di tutte le informazioni ha consentito infine la definizione delle condizioni di pericolosità sismica, con l'obiettivo di evidenziare le eventuali situazioni di criticità sulle quali porre attenzione.



## ELABORATI DI PIANO STRUTTURALE

Sono gli elaborati facenti parte del “supporto geologico-tecnico al Piano Strutturale” adeguati ai disposti dettati dal regolamento di attuazione N.5/R dell’art.104 della Legge Regionale 65/2014.

### TAVOLE (scala 1:10.000/1:5.000)

SG1 Carta Geologica (a, b, c, d)	scala 1: 10.000
SG2 Carta Geomorfologica (a, b, c, d)	scala 1:10.000
SG8 Carta della Pericolosità geologica (a, b, c, d)	scala 1: 10.000
SG9 Carta della Pericolosità sismica locale (a, b, c, d)	scala 1: 5.000
SG14 Carta delle aree presidiate da sistemi arginali, comprensiva delle aree di fondovalle fluviale (a, b, c, d)	scala 1: 10.000

### DOCUMENTI

R1 Relazione geologica

### STUDIO DI MS1-2

#### Documenti

R3 Relazione tecnica illustrativa

All\_R3 Indagini sismiche MS1 e MS2

#### Tavole

SG3 Carta geologico-tecnica (tavole A, B, C, D)	scala 1: 5.000
SG3a Carta delle sezioni geologico-tecniche (tavola unica)	scala 1: 5.000
SG4 Carta delle indagini e dei dati di base (tavole A, B, C, D)	scala 1: 5.000
SG5 Carta delle frequenze naturali dei depositi (tavole A, B, C, D)	scala 1: 5.000
SG6 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ((tavole A, B, C, D)	scala 1: 5.000
SG15a Carta di MS2 FA (0,1-0,5) (tavole A, B, C, D)	scala 1: 5.000
SG15b Carta di MS2 FA (0,4-0,8) (tavole A, B, C, D)	scala 1: 5.000
SG15c Carta di MS2 FA (0,7-1,1) (tavole A, B, C, D)	scala 1: 5.000



## CARTA GEOLOGICA – SG1

La Carta Geologica in scala 1:10.000 utilizzata come carta di base del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale è derivata da un compendio delle informazioni provenienti dal Database Geologico della Regione Toscana, dai dati derivanti dalle cartografie di Piano Strutturale e dai dati derivanti dagli studi di Microzonazione Sismica.

Per quanto riguarda i depositi alluvionali e lacustri è stata confermata una suddivisione interna basata sulla litologia prevalente, che permette una distinzione ulteriore relativa ai depositi alluvionali attuali, ai depositi alluvionali terrazzati olocenici e pleistocenici.

La carta è stata realizzata attraverso la perimetrazione dei movimenti gravitativi derivanti dalla banca dati aggiornata con il processo di adeguamento al PAI (2014) ed aggiornamenti derivanti da sopralluoghi e informazioni recepite presso gli uffici comunali.

L'area oggetto di studio è rappresentata per la maggior parte dal bacino sedimentario della Val d'Elsa di origine pliocenica marina, che rappresenta una porzione di una depressione tettonica orientata NO-SE, in cui si sono depositate le formazioni delle argille sabbiose, delle sabbie, dei conglomerati e delle breccie calcaree conchigliari sabbioso-argillose (Pliocene medio-superiore). Nel Pleistocene superiore, circoscritti fenomeni di subsidenza, hanno dato origine alla conca lacustre di Colle Val d'Elsa caratterizzata da forma e profondità irregolari, il cui limite settentrionale è situato nell'area di Empoli dove la larghezza della valle è di circa 25 km e si riduce in modo significativo verso sud, dove, tra Poggibonsi e Monteriggioni, è di circa 15 km.

Il bacino presenta gli affioramenti più importanti della sedimentazione post-regressione pliocenica, rappresentati da depositi carbonatici e travertinosi in parte terrazzati, dove affiorano depositi clastici di tipo lacustre ed alluvionale. Le formazioni di tale sedimentazione hanno ricoperto buona parte dei terreni pliocenici marini e sono rappresentate dalla formazione del travertino antico e delle argille lacustri.

Il bacino neoautoctono della Val d'Elsa si è sviluppato a partire dal Miocene superiore, ed è delimitato ad ovest dalla Dorsale Medio Toscana e ad est dalla Dorsale del Chianti. Nel lembo ad ovest è presente principalmente il Calcere cavernoso ed in misura minore Verrucano, Marmi, Ofioliti, Diaspri e Argille a Palombini, che costituiscono il substrato del bacino pliocenico marino e, molto più raramente, di quello pleistocenico lacustre. Nel secondo lembo ad est, il substrato è rappresentato principalmente da formazioni del Dominio Ligure esterno di età cretacea superiore-eocenica.

All'interno del bacino la sedimentazione è costituita da ingenti spessori di sedimenti terrigeni



continentali del Miocene superiore, a cui hanno fatto seguito sedimenti terrigeni marini del Pliocene, suddivisibili in due cicli sedimentari (Cappezzuoli & Sandrelli, 2003). Il più antico è rappresentato da argille siltose (argille azzurre) a cui seguono sabbie medio-fini.

Solo nel Pleistocene-Olocene è documentata la deposizione di sedimenti di origine continentale (es. travertini) a seguito del sollevamento dell'area, avvenuto nel corso del Pliocene sotto l'azione di faglie in direzione appenninica. I depositi quaternari sono suddivisibili da un punto di vista stratigrafico, in sintemi, in cui quello di più antica deposizione, riferibile al Pleistocene medio è di ambiente lacustre-palustre, mentre quelli più recenti, riferibili al Pleistocene superiore-Olocene sono di natura fluvio-palustre o fluviale, corrispondente alle alluvioni attuali. Sugli alti morfologici i depositi di ambiente marino di età Pliocenica, prevalentemente rappresentati da Sabbie ed Arenarie gialle, sono sormontati da depositi calcarei lacustri (Pleistocene), mentre nel fondovalle da sedimenti alluvionali recenti e/o terrazzati di vario ordine e da depositi eluvio-colluviali, rappresentati da coperture detritiche costituite da materiale incoerente di varia natura.

Sia i terreni del Verrucano e del Cavernoso che quelli dei Complessi Tosco-Emiliani e del Pliocene marino sono interessati da numerose faglie con andamento principale NO-SE, NE-SO e N-S, a seguito dei fenomeni orogenetici.

Risulta evidente che tali fenomeni orogenetici siano proseguiti successivamente e probabilmente sono ancora in atto, in quanto alcune faglie con andamento analogo si trovano anche nelle formazioni lacustri del travertino e delle argille.

Per quanto riguarda le caratteristiche stratigrafiche delle formazioni geologiche presenti all'interno del territorio comunale, se ne riporta di seguito la descrizione:

#### *DEPOSITI QUATERNARI*

- **Terreni di riporto antropico (h5)**

Si tratta di terreni di origine antropica, relativi a rilevati, argini, dighe, strade e ferrovie, ecc..

- **Discariche per inerti e rifiuti solido urbani (h1)**

Si tratta di terreni di siti idonei per le discariche dei rifiuti solidi urbani.

- **Depositi di versante (aa)**

Accumoli lungo i versanti di frammenti litoidi, etero metrici, angolosi e talora stratificati, con matrice limoso sabbiosa.

- **Travertini (fla)**



Si tratta di sedimenti carbonatici creati in un ambiente continentale caratterizzato dalla presenza di aree paludose e laghi ricchi di acque carbonatiche.

Dove visibili in affioramento, consistono in un calcare concrezionario fitoclastico e fitotermale dall'aspetto vacuolare. Le caratteristiche litologiche ed il contenuto fossilifero della Formazione permettono di ipotizzare una sedimentazione di tipo lacustre. In particolare la presenza in ampie aree di calcare fitoclastico è da mettere in relazione ad un basso livello delle acque che permetteva la crescita di piante di tipo palustre e la concentrazione di  $\text{CaCO}_3$  per l'evaporazione delle acque.

- **Corpi di frana (attivi, inattivi potenzialmente instabili, inattivi stabilizzati)**

Coperture detritiche (generalmente di limitata estensione) costituite da materiale incoerente di varia natura, derivante dall'accumulo di terreni o masse rocciose movimentate per frana. Sono costituiti principalmente da accumuli caotici con blocchi eterometrici spigolosi in matrice a granulometria fine rimaneggiata.

#### *DEPOSITI OLOCENICI*

- **Depositi alluvionali (b)**

Sono presenti, con estensioni variabili, lungo i principali corsi d'acqua: le maggiori estensioni si hanno nel fondovalle del Fiume Elsa, ma anche in corrispondenza dei corsi d'acqua affluenti. Sono costituiti da percentuali variabili di argilla, limo, sabbia e ciottoli con blocchi di calcare travertinoso. Talora ed in parte si possono presentare terrazzati. Lo spessore della copertura alluvionale è solitamente maggiore in vicinanza al corso d'acqua e si assottiglia allontanandosene. Sono stati suddivisi in attivi, in quanto soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali, ed inattivi, in genere caratterizzati da terrazzi alluvionali, in entrambi i casi suddivisi in base alla tipologia di matrice prevalente.

- **Depositi eluvio-colluviali (b2a)**

Coperture detritiche di materiale incoerente di varia natura a granulometria fine (limi e sabbie), con rari frammenti litoidi grossolani i cui processi di alterazione e/o trasporto risultano di entità non precisabile. Risultano prevalentemente derivanti dall'accumulo di terreni dovuto in parte al trasporto idrico per ruscellamento superficiale, in parte per movimento gravitativo dei materiali incoerenti, in parte per alterazione del substrato.

- **Depositi lacustri (e2a)**

Sedimenti depositati in ambiente lacustre. Sono generalmente costituiti da limi, sabbie e argille la cui



natura è fortemente condizionata dai litotipi affioranti a volte contenenti rari ciottoli di natura calcarea.

#### *DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI VILLAFRANCHIANI*

- **Travertini e calcari continentali (VILt)**

Travertino antico lacustre composto da una discreta copertura di argilla limosa a cui segue un'alternanza irregolare di calcare organogeno biancastro, limo chiaro a cemento calcareo, di argille limose e sabbie grossolane (Pleistocene sup.).

- **Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose (VILh)**

Limi e argille limose da giallastre a grigio azzurre, generalmente massive, contenenti arricchimenti di sostanza organica e sparsi molluschi polmonati.

- **Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi (VILb)**

Sabbie ciottolose medio-fini, sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi argillosi giallastri massivi, talora laminati piani, di ambiente alluvionale.

- **Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa)**

Si tratta di depositi a prevalenti elementi carbonatici (riferibili alle Liguridi s.l.) talora diasprini, ben elaborati, fortemente cementati in matrice limo-argillosa e/o sabbio-limosa, intercalati a depositi pelitici e psammitici. Frequenti livelli sabbiosi ed argillosi.

#### *DEPOSITI MARINI PLIOCENICI*

- **Calcareniti e calciruditi bioclastiche (PLIc)**

L'unità risulta costituita da varie litofacies, fra cui alternanze di strati calcarenitici e di breccie minute. Le calcareniti, di colore da bianco sporco a nocciola, presentano una granulometria media, localmente più fine (calcilutiti) ed isolati ciottoli centimetrici ben arrotondati. Alternate si ritrovano delle calciruditi di colore scuro con scarsa matrice. Nei livelli calcarenitici è sempre presente una buona litificazione che determina una pronunciata erosione selettiva. I vari livelli presentano spessori variabili: i maggiori sono quelli di breccie che raggiungono i 50 centimetri, mentre quelli calcarenitici non superano mai i 20 centimetri.

L'età della formazione è desumibile dalla posizione stratigrafica, in quanto è eteropica alle Sabbie che sono riferibili al Pliocene medio.

La presenza di breccie, di livelli bioclastici conchigliari di ambiente con elevata energia e di facies



calcilutitiche sono la testimonianza di un sistema deposizionale di tipo costiero da marino a salmastro a bassa profondità e costituito da una o più lagune. Verso l'alto l'aumento dei sedimenti grossolani potrebbe rappresentare l'indizio di un progressivo interrimento delle lagune, forse ricollegabile alla regressione del Pliocene medio-superiore.

- **Sabbie e arenarie gialle (PLIs)**

Sabbie e arenarie color giallo ocra, con granulometria variabile da media a grossolana, più o meno cementate che in alcuni casi presentano una colorazione grigia simile alle argille. Contengono spesso orizzonti centimetrici di detrito fine conchiliare, di ciottolotti oppure di fossili (prevalentemente Ostree e Pecten) e ciottoli di grandi dimensioni con fori di litodomi e spugne. All'interno delle sabbie possono trovarsi anche sottili lenti di breccie eterometriche ben cementate. Presentano una stratificazione generalmente grossolana. Dal punto di vista deposizionale le "Sabbie e arenarie gialle (PLIs)" possono trovarsi sia alla base sia al tetto delle "Argille azzurre (FAA)", dal momento che rappresentano sia la base della trasgressione sia l'inizio della regressione marina durante il Pliocene.

- **Argille azzurre (FAA)**

Litologicamente si tratta di argille grigio-azzurre e argille siltose da grigie fino al nocciola; entrambe si presentano sempre massicce. Talora si rinvencono cristalli di gesso di neoformazione e resti di macrofossili (Gasteropodi, Lamellibranchi e Scafopodi).

#### *DEPOSITI LACUSTRI E LAGUNARI POST-EVAPORITICI MESSINIANI*

- **Breccie e conglomerati ad elementi di Calcare cavernoso (MESa)**

Si tratta di una formazione clastica, oligomictica, costituita da breccie e conglomerati ad elementi di calcare cavernoso, fortemente eterometrici fra cui figurano anche blocchi alloctoni. I blocchi e i ciottoli sono scarsamente arrotondati con dimensioni che variano da pochi centimetri a ben oltre il metro; la matrice è sabbiosa e siltosa di colore grigio e giallo; l'insieme, mal cementato o non cementato affatto, presenta una matrice sabbiosa.

#### *DOMINIO LIGURE*

#### *DOMINIO LIGURE INTERNO*

- **Argille a Palombini (APA)**



La formazione è composta da argilliti ed argilliti siltose, di colore grigio scure, talvolta verdi, rossastre o grigio-azzurrognole, fissili, alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio verdi, biancastre in superficie alterata, gradate, a volte con base arenitica fine; gli strati variano da medi a spessi. Il rapporto Argilla/Calcere è quasi sempre > di 1.

Si presentano spesso completamente scompagnate e caratterizzate da aspetto caotico per le intense deformazioni tettoniche, con evidenze di *boundinage*. Nella pelite spesso è presente un clivaggio scaglioso a carattere pervasivo.

- **Calcari a calpionelle (CCL)**

Si tratta di calcari e calcari marnosi biancastri e grigi, in strati da medi a spessi, talvolta anche molto spessi e da calcareniti fini e finissime, gradate. La formazione è costituita da calcari di colore prevalentemente bianco-latteo, a grana finissima ed a frattura concoide. Gli strati, di spessore variabile da 20 centimetri al metro, sono separati da sottili interstrati di argilliti marnose finemente fogliettate

- **Oficalci (OFI)**

Consistono di serpentiniti brecciate con fratture ricoperte di calcite e/o di carbonati con frammenti di serpentinite; spesso presentano colori di alterazione che vanno dal violaceo al rossastro.

La paragenesi originaria, a partire dalle fratture, è sostituita progressivamente, in regime idrotermale, da calcite, ematite, talco, cloriti, anidrite e tremolite. Sono inoltre presenti delle fratture beanti, profonde qualche decina di metro, riempite occasionalmente da frammenti ofiolitici, da centimetrici a decimetrici.

- **Basalti con strutture a pillow-lava (BRG)**

Basalti a grana media e fine piuttosto uniforme, si presentano brecciati da processi autoclastici ed hanno tessitura afanitica, di colore variabile da grigio scuro a verde scuro. Hanno struttura macroscopica a pillows, presentano marcate variazioni strutturali dal nucleo alla periferia, dovute ad una diversa tempistica di raffreddamento e cristallizzazione. Spesso le patine di alterazione sono arrossate per la presenza di ossidi di ferro. Le paragenesi mineralogiche primarie più tipiche consistono di plagioclasio, clinopirosseno, ilmenite e magnetite.

- **Gabbri con filoni basici (GBB)**

Si tratta prevalentemente di gabbri magnesiaci, con paragenesi definite da plagioclasio, clinopirosseno



ed olivina. Sono caratterizzati da cristalli chiari di plagioclasio immersi in un aggregato scuro di minerali femici, tra i quali è riconoscibile il clinopirosseno.

- **Peridotiti con filoni basici (PRN)**

Si tratta di Peridotiti serpentizzate con filoni gabbri e basaltici, con colore che varia dal verde chiaro al verde molto scuro. Sono state interessate da metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione. Sono presenti come affioramenti nella porzione orientale del territorio comunale.

### *DOMINIO LIGURE ESTERNO*

#### Unità dei flysch a elmintoidi, Unità di Ottone

- **Formazione di lanciaia: Argilliti e siltiti con breccie ad elementi ofiolitici e diasprigni (CAAa)**

La litofacies è costituita da Argilliti variegata e siltiti con breccie ad elementi ofiolitici e diasprigni. Le argilliti si presentano in genere di colore rosso vinato, talvolta anche grigio e giallo, si presentano suddivise in piccole scaglie o "aggetti" (*pencil cleavage*).

- **Formazione di lanciaia: Calcari marnosi, marne, calcilutiti e in subordinate argilliti e arenarie calcaree (CAAc)**

La litofacies è rappresentata da banchi di calcari marnosi o marne calcilutiti, di color bianco-avana e, in subordinate, da argilliti e arenarie calcaree. Le arenarie presentano grana fine o finissima, laminazione piano-parallela e raggiungono spessori massimi di 20 centimetri. Sono intercalati, agli strati torbiditici, livelli di breccie ofiolitifere variabile di spessore dai 3 a 120 centimetri.

- **Formazione di lanciaia: Arenarie con siltiti, calcari marnosi e marne (CAAr)**

Sono costituite in prevalenza da sequenze torbiditiche con coppie arenaria-pelite, quest' ultime in rapporto <1. Le arenarie, si presentano in strati dello spessore di circa 10 centimetri, con grana medio fine, di colore grigio scuro in superficie fresca e in giallo ocra in alterazione, sono in prevalenza calcaree. Gli strati arenacei presentano spesso delle laminazioni piano-parallele e sfumano verso l'alto ad arenarie siltose o a siltiti laminitiche.



- **Formazione di Lanciaia: Breccie sedimentarie, conglomerati con elementi ofiolitici (CAAb)**

Sono costituite da breccie poligeniche, generalmente clastosostenuti con elementi a spigoli vivi e sub arrotondati, di dimensioni che variano da pochi millimetri a fino a 15 centimetri circa. I clasti maggiormente arrotondati sono di natura calcarea, denotando una provenienza da aree emerse.

#### Complesso di Casanova

- **Serpentiniti (pV)**

Serpentiniti, derivate dalla laminazione di rocce basiche ed ultrabasiche. di colorazione verde che varia dal chiaro allo scuro anche per la presenza di ossidi di ferro (magnetite) fittamente dispersi e mostrano una struttura da massiccia a fortemente scistosa.

#### *DOMINIO TOSCANO*

#### Falda Toscana

- **Formazione anidritica di Burano (BUR)**

Formazione tipica di ambiente evaporitico (sabkha, età Norico) che costituisce il livello di scollamento della Falda Toscana. sono costituite da un'alternanza di anidriti, dolomie e dolomie calcaree. Sono presenti, in subordine, calcari, calcari dolomitici, marne, argilliti, argilloscisti e salgemma. La formazione presenta strati di spessore variabile, da quiche centimetro a qualche metro. L'anidrite, di color bianco, nocciola, rosea, o brunastra, è ben cristallizzata e spesso contiene sostanze argillose o bituminose diffuse in o in sottilissimi livelletti. La dolomia, color nocciola, brunastra o nerastra, si presenta a grana molto fine o finissima e contiene veli di sostanze argillose o più raramente bituminose. I calcari, sono in genere costituiti da micriti (*mudstones* e *wackestones*), ma talora si rinvencono litofacies detritiche, spesso bioclastiche, di granulometria variabile (*packstones* o più raramente *grainstones*). I livelli solfatici si presentano spesso idratati sotto forma di gessi.

- **Calcere cavernoso (CCA)**

Calcari grigi e da calcari brecciati, calcari dolomitici, calcari carciati e vacuolari, ricco di vacuoli (struttura a "cellette"). Si tratta di una breccia fatta da elementi dolomitici e intorno da cemento fatto di calcite. La peculiare presenza di piccole cavità di forma poligonale vuote o riempite da polvere grigia di dolomitica. Gli elementi calcarei si presentano di color grigio, più o meno chiaro, in superficie fresca,



mentre sulla superficie alterata hanno una colorazione che varia tra il grigio scuro e il bianco sporco. Le litofacies dolomitiche invece, hanno un colore grigio scuro in frattura fresca e più raramente si presentano in strati sottili.

### Unità Toscane Metamorfiche

- **Formazione della Verruca: Membro delle Anageniti minute (VEUb)**

Si tratta di quarziti biancastre a grana variabile, talvolta grossolane fino a conglomeratiche, alternate a filladi quarzitiche biancastre e filladi violacee, talora verdastre. Nei litotipi più grossolani gli elementi clastici maggiori sono immersi in un abbonante matrice, formata in prevalenza da granuli di quarzo bianco e da sericite e in genere non superano i due centimetri di diametro.



## CARTA GEOMORFOLOGICA – SG<sub>2</sub>

Nella Carta geomorfologica sono analizzati le forme ed i processi geomorfologici legati, in particolare, alla dinamica di versante e alla dinamica fluviale valutando il relativo stato di attività nel rispetto dei seguenti criteri:

- forme attive o in evoluzione per processi in atto, attivati recentemente o riattivabili nel breve periodo o non in equilibrio con il regime morfogenetico attuale;
- forme quiescenti il cui modellamento non è in atto ma di cui non si può escludere la riattivazione;
- forme stabilizzate, artificialmente o naturalmente, forme relitte ed inattive

Gli elaborati cartografici vengono presentati in n.4 quadranti (a, b, c, d) e restituiti in stampa alla scala 1:10.000.

Lo stato di attività dei processi rilevati è definito come segue:

STATO DI ATTIVITÀ		
attivo	quiescente	non attivo
legato a processi in atto o ricorrenti a ciclo breve	con possibilità di riattivazione nell'attuale sistema morfoclimatico	Riferibile a condizioni morfologiche non più attivabili oppure a condizioni climatiche diverse dalle attuali

Di seguito si riporta l'estratto delle varie forme areali, lineari e puntuali rilevate durante la fase di studio:



FORME, PROCESSI DI VERSANTE DOVUTI ALLA GRAVITA'

	Fenomeno di soliflusso non cartografabile Frana non cartografabile
	Orlo di scarpata di frana con movimento indeterminato (attivo) Orlo di scarpata di frana con movimento indeterminato (quiescente) Orlo di scarpata di frana con movimento indeterminato (stabilizzata)
	Orlo di scarpata di degradazione inferiore a 10 m (quiescente) Orlo di scarpata di degradazione inferiore tra 10 m e i 20 m (quiescente) Orlo di scarpata di degradazione inferiore a 10 m (attiva) Orlo di scarpata di degradazione inferiore tra 10 m e i 20 m (attiva)
	Area a franosità diffusa Area con fenomeni di creep, soliflusso, geliflusso Frana attiva Frana inattiva Frana quiescente Frana quiescente di crollo

FORME E DEPOSITI DI ORIGINE CARSIICA

	Dollina di dissoluzione
--	-------------------------

FORME, DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

	Erosione superficiale di dimensioni non cartografabili
	Orlo di scarpata di erosione fluviale
	Solco erosivo di ruscellamento concentrato
	Traccia di paleoalveo
	Vallecola a fondo piatto

FORME, DEPOSITI DOVUTI ED ATTIVITA' ANTROPICHE

	Orlo di scarpata antropica
	Riperto antropico (terrapieno, rilevato stradale o ferroviario ecc...) Area di sbancamento, cava o miniera a cielo aperto Discarica di rifiuti



### Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravità

Sono processi morfogenetici di tipo gravitativo attribuibili all'acclività del versante, alla litologia, alla giacitura ed alla presenza di acqua nel terreno, rappresentabili nelle varie fasi evolutive.

Rientrano in questa classe elementi areali come i corpi di frana attivi, quiescenti ed inattivi, le aree caratterizzate da franosità diffusa, le aree caratterizzate da fenomeni di creep, soliflusso, geliflusso e le aree potenzialmente instabili interessate da deformazioni superficiali (fenomeni erosivi); gli elementi lineari, quali gli orli di scarpata di frana con movimento indeterminato (attivi, quiescenti, stabilizzato), gli orli di scarpata di degradazione di modesta entità (quiescente), ed elementi arealmente limitati quali le frane non cartografabili ed i fenomeni di soliflusso non cartografabili.

### Forme e depositi di origine carsica

Sono processi morfogenetici di tipo carsico derivanti da processi dissolutivi su rocce calcaree; rientrano in questo tipo di processi le doline di dissoluzione, che si originano per dissoluzione della roccia calcarea da parte dell'acqua di infiltrazione.

### Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

In questa classe di processi geomorfologici sono state classificate le forme di denudazione o erosione dovute essenzialmente all'azione dilavante delle acque superficiali, rappresentabili anch'essi nelle varie fasi evolutive.

Rientrano in questa classe elementi in stato di inattività quali le vallecicole a fondo piatto e le tracce di paleoalveo; rientrano in questa classe elementi lineari in stato di attività quali gli orli di scarpata di erosione fluviale ed i solchi erosivi di ruscellamento concentrato; vengono inoltre riportate le erosioni superficiali di dimensioni non cartografabili.

### Forme, depositi ed attività antropiche

In questa categoria si sono inserite le forme derivanti da azioni antropiche quali aree di sbancamento, cava o miniera a cielo aperto, discarica di rifiuti e riporti antropici (terrapieno, rilevato stradale o ferroviario ecc.), nonché gli orli di scarpata antropica.



## CARTA IDROGEOLOGICA – SG7

La Carta Idrogeologica è derivata dalle formazioni geologiche raggruppate essenzialmente secondo due tipi di permeabilità:

- Permeabilità primaria o interstiziale caratteristica dei terreni sciolti e non cementati (quali i sedimenti plio-pleistocenici e recenti), che dipende essenzialmente dalla porosità e quindi dalla granulometria e compattezza del deposito;
- Permeabilità secondaria o per fratturazione caratteristica dei terreni lapidei, i livelli diagenizzati delle sabbie e delle argille e/o i livelli cementati dei conglomerati. Anche se all'interno delle varie formazioni sono presenti litotipi a composizione e granulometria differente, si possono fare dei raggruppamenti basati sul litotipo prevalente, sul grado di cementazione o di fratturazione e sul tipo di permeabilità.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con il tipo e grado di permeabilità assegnati a ciascun deposito e formazione cartografati nella carta geologica:

<b>Tipo di permeabilità</b>	<b>Grado di permeabilità</b>	<b>Unità litostratigrafiche</b>
Primaria	Alta	b
	Medio - alta	MESa, VILa, VILe, PLIs, PLIs, depositi di versante, eluvio-colluviale, frane, riporti
	Medio - bassa	VILb, VILh, PLIs, FAA,
	Bassa	VILc, pv
Secondaria (per fratturazione)	Alta	MESa
	Medio - alta	CCL, OFI
	Medio - bassa	BRG, CAAa, CAAb, CAAc, CAAr, DSA, GBB, PRN
	Bassa	APA, CCA, BUR, VEUb

Nel tematismo sono stati inseriti le opere di captazione sotterranea suddividendole per tipologia e scopo di captazione riportando, ove disponibile il valore di quota della falda misurata sul livello del mare.

Grazie ai valori di quota disponibili, è stato possibile ricavare, in diversi punti, le quote della superficie piezometrica rispetto al livello medio del mare.



Tali quote sono state poi interpolate per ottenere le isopieze, cioè le linee di uguale quota piezometrica, che danno indicazione dell'andamento e del movimento della falda.

 Linee isopieze con quote assolute sul livello del mare

#### OPERE DI CAPTAZIONE



Pozzo di captazione a scopo domestico



Pozzo di captazione a scopo idropotabile



Pozzo di captazione a scopo industriale



Pozzo di captazione irriguo



Pozzo di captazione sotterranea (Bancadati Sottosuolo e Risorsa Idrica Regione Toscana)



## **MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - LIVELLO 1**

Gli studi di Microzonazione Sismica hanno l'obiettivo di individuare ad una scala comunale le zone in cui le condizioni locali (geologia, litologia, stratigrafia, struttura e morfologia), possono modificare le caratteristiche di un terremoto o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, le infrastrutture e l'ambiente.

Il presente studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica ("MOPS").

Per lo studio di MSi i dati esistenti sono stati implementati con le seguenti indagini geofisiche:

- n° 35 misure di frequenze naturali dei terreni H/V
- n° 2 stendimenti sismici a rifrazione in onde P ed Sh della lunghezza di 120 m
- n° 4 indagini geofisiche mediante misura su antenna sismica (ESAC)
- n° 4 indagini geofisiche mediante metodologia MASW

Le zone di indagine sono state localizzate in corrispondenza dei maggiori centri abitati e delle aree ad essi limitrofe per un'adeguata ampiezza necessaria alla comprensione della situazione geologico-stratigrafica, seguendo le specifiche tecniche e gli standard di riferimento indicate dalla struttura Servizio Sismico Regionale.

Gli elaborati che costituiscono lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 sono la Carta delle Indagini, la Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica e relativa Carta delle sezioni geologico-tecniche, la Carta delle frequenze fondamentali dei depositi, la Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e la Relazione Tecnica Illustrativa della carta MOPS integrata dai report delle indagini effettuate.



## **CARTA DELLE INDAGINI E DEI DATI DI BASE – SG<sub>4</sub>**

In tale carta sono rappresentate le indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche, idrogeologiche effettuate all'interno dell'area di studio e individuate tramite una ricerca effettuata nelle banche dati informatiche disponibili in rete, quali ad esempio quelle presenti nel Portale del Servizio Geologico d'Italia – Ispra, nella Banca dati del sottosuolo e delle indagini geotematiche presenti nel DB geologico della Regione Toscana.

Nella carta delle Indagini, queste ultime sono state suddivise in base alla loro geometria (puntuale o lineare), ordinate secondo una numerazione progressiva e per ognuna di esse è disponibile il report tecnico di riferimento.

## **CARTA GEOLOGICO-TECNICA – SG<sub>3</sub>**

Nella carta Geologico-Tecnica vengono riportate tutte le informazioni di base derivate da altri elaborati (riguardanti geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche). I dati riportati in tale carta sono necessari per la definizione del modello di sottosuolo e indispensabili per la realizzazione della carta delle MOPS. Le unità geologico- litotecniche sono suddivise in primo luogo tra terreni di copertura e substrato geologico. Per le coperture lo spessore minimo considerato è di 3 metri. La suddivisione dei litotipi in classi predefinite permette di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità.

La litologia dei terreni è definita tramite l'*Unified Soil Classification System*.

Le unità del substrato sono state definite tenendo conto della tipologia della stratificazione e del grado di fratturazione o alterazione superficiale (lapideo stratificato, lapideo stratificato fratturato o alterato, granulare cementato).

Nella legenda della carta al simbolo è affiancata una descrizione della litologia e dell'ambiente deposizionale. In carta sono inoltre rappresentati elementi tettonico-strutturali, quali ad es. le faglie presenti e le tracce delle sezioni geologico-tecniche visibili nella relativa carta.

## **SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE – SG<sub>3a</sub>**

In tale carta sono riportate le sezioni geologico-tecniche rappresentative del modello di sottosuolo delle aree di indagine. Nelle sezioni sono individuabili gli spessori delle coperture e la tipologia di substrato da cui deriva la definizione delle microzone della carta delle MOPS.



## **CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI DEPOSITI – SG5**

Tale carta rappresenta un elaborato utile sia per la definizione delle classi da utilizzare nella cartografia MOPS, sia per ottenere una indicazione sulle profondità di indagine per i livelli superiori di approfondimento di Microzonazione Sismica. Nella carta delle frequenze naturali dei depositi vengono rappresentati i punti in cui sono state effettuate misure sismiche di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola HVSR. Per ogni prova è possibile osservare lo spettro con relativo valore “fo” del picco fondamentale e di eventuali picchi secondari. Per la definizione delle classi di affidabilità dello studio per il controllo sulla qualità dei dati si rimanda all’Allegato alla Relazione sullo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 e 2.



## CARTA DELLE MOPS – SG6

Nella carta delle MOPS non sono state identificate zone stabili (ovvero zone ritenute totalmente esenti da fenomeni di amplificazione o di instabilità indotta da una sollecitazione sismica); sono state invece cartografate zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, per le quali si ritiene probabile la modificazione di un input sismico sorgente a causa delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche, morfologiche e geostrutturali dell'area in oggetto. Sono state inoltre cartografate zone di attenzione per instabilità di versante, mentre non sono state individuate aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti, né aree con terreni soggetti a fenomeni di liquefazione dinamica. All'interno dell'area di studio sono presenti numerose aree mappate come zone di attenzione per instabilità di versante. In particolare alcune di esse sono considerate in stato di attività e sono situate in prossimità dei centri abitati. In particolare sono state mappate aree caratterizzate da franosità diffusa in corrispondenza dell'alveo incassato del Fiume Elsa, che dà luogo a scarpate molto acclivi e alcune aree in stato di attività di limitata estensione all'interno di un'ampia fascia di aree instabili in stato di quiescenza sui versanti che bordano l'abitato di Colle alta sino ad est di Podere La Poggiola. Per quanto riguarda il potenziale di liquefazione, la valutazione è stata fatta sulla base dei dati disponibili è stata utilizzata l'analisi qualitativa, basata sulle osservazioni delle caratteristiche sismiche, geologiche e geotecniche dei siti interessati o potenzialmente interessati dal fenomeno della liquefazione.

Tale analisi ha portato ad evidenziare la presenza di depositi costituiti da materiali con ampia distribuzione granulometrica, con percentuali elevate di materiali con componente coesiva ( $< 0.062$  mm) e con presenza non trascurabile di granulometrie ruditiche, motivo per il quale i terreni analizzati presentano una scarsa suscettibilità alla liquefazione.

Nello studio di Microzonazione Sismica di Livello I, la valutazione relativa alla suscettibilità alla liquefazione è puramente qualitativa ed in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi dovrà comunque essere verificata la stabilità nei confronti della liquefazione secondo il paragrafo 7.11.3.4 delle NTC/18. Per la descrizione completa delle microzone cartografate si rimanda alla Relazione sullo studio di Microzonazione Sismica di Livello 2.

In Allegato 1 sono riportate le indagini effettuate per il presente studio e rappresentate nelle carte delle MOPS.



## MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2

Il Comune di Colle di Val D'Elsa, a seguito della manifestazione d'interesse (Del. Dir. Toscana n°977 del 27/09/2021), è risultato al 17° posto nella graduatoria di assegnazione dei contributi relativi all'Ordinanza C.D.P.C. n.780/2021 (art. 2 comma 1), stabilita sulla base del valore di accelerazione minima al suolo "ag".

Sulla base delle risultanze dello studio di microzonazione di livello 1 (MS1) è stato quindi provveduto ad effettuare gli approfondimenti necessari alla redazione dello studio di microzonazione di livello 2 (MS2). Tale studio è stato effettuato in accordo con gli standard di archiviazione informatica 4.2 allegati alle linee guida "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" e seguendo le linee guida regionali e nazionali.

Tra i mesi di Aprile e Giugno 2022, ad integrazione delle indagini realizzate nello studio di 1 livello, sono state realizzate N. 35 indagini di tipo geofisico (prove sismiche). Nella seguente tabella vengono riassunte le Indagini Geofisiche integrative svolte per lo studio di MS2:

<b>Indagini Geofisiche – MS2</b>	
<b>Indagini sismiche passive</b>	<b>N. Prospezioni</b>
Stazione Singola (HVSr)	25
Antenna Sismica 2d (ESAC)	5
<b>Indagini sismiche attive</b>	<b>N. Prospezioni</b>
MASW	5

Per i risultati di tutte le indagini eseguite si rimanda ai report presenti nei documenti allegati R3-Indagini sismiche; mentre per la descrizione dello studio di MS2 si rimanda integralmente al documento R3-Relazione Tecnico Illustrativa allegato al presente studio.

## CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA - LIVELLO 2 - SG15

Il secondo livello della microzonazione serve per definire in maniera quantitativa la variabilità dell'entità del sisma all'interno delle aree di studio del territorio comunale rispetto ad un terremoto di riferimento. Per terremoto di riferimento si intende un sisma non influenzato dalla coltre di sedimenti, di solito su roccia. Per la valutazione quantitativa di tali effetti sul segnale sono stati utilizzati gli abachi messi a disposizione dal Servizio Sismico della Regione Toscana.

Sulla base delle indicazioni fornite dalle linee guida i dati di ingresso per l'utilizzo delle tabelle degli abachi degli ICMS sono stati:



- la macrozona di pericolosità sismica del sito da cui il valore medio approssimato di  $a_g$  per un tempo di ritorno di 475 anni ( $a_{g475}$ );
- la litologia prevalente nelle zone di approfondimento d'indagine, ricavata dai dati stratigrafici e dai modelli geolitologici adottati;
- lo spessore dei terreni di copertura. Spessore minimo calcolato:  $> 0 < 30\text{m}$  (abachi Regione Toscana);
- la  $V_{sh}$  media dei terreni di copertura, ovvero il valore della velocità media delle onde S fino all'interfaccia con il substrato sismico ( $V_s > 800\text{ m/s}$ ) o in alternativa, qualora il substrato geologico si trovi oltre 30 m di profondità, il valore di  $V_{s30}$  (abachi Regione Toscana).

Sono quindi state effettuate le determinazioni dei valori del fattore di amplificazione per le aree oggetto di MZS di livello 2 nei siti d'indagine.

Le carte di  $M_s2$  sono state redatte per i seguenti fattori amplificativi FA (0,1-0,5 s), FA (0,4-0,8s) e FA (0,7-1,1s), suddivise a sua volta in 4 quadranti (A, B, C e D) in scala 1:5.000.

Per la descrizione completa di tutte le zone individuate con i rispettivi fattori amplificativi risultanti dagli abachi regionali, si rimanda alla Relazione Tecnica Illustrativa di  $M_s2$ , documento R3 del presente studio.



## CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA – SG8

Gli elaborati cartografici vengono presentati in n.4 quadranti e restituiti in stampa sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Questa carta è costituita da una rappresentazione dei gradi di pericolosità in cui viene mappato il territorio secondo aree suscettibili di innesco di fenomeni gravitativi.

Il grado di pericolosità geologica attribuito ad ogni porzione territoriale deriva dall'interazione di più fattori ambientali che dipendono essenzialmente dai caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici, geomeccanici e clivometrici del territorio. Tali fattori possono essere causa diretta sia un elemento di dissesto del suolo, che di una potenziale minaccia di intere aree ("propensione al dissesto potenziale"). Di conseguenza nella carta della pericolosità geomorfologica si prevede non solo l'individuazione dei settori interessati da dissesti attivi, ma anche la delimitazione delle aree di potenziale evoluzione di un fenomeno in essere e/o di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

Pertanto, l'intero territorio comunale è stato caratterizzato, secondo normativa, in funzione dello stato di pericolosità in 4 classi secondo le quali viene circoscritto un determinato fenomeno con il proprio potenziale di attività, senza però determinare in modo esplicito il tempo di ritorno e la sua intensità.

Le n.4 classi di pericolosità sono così suddivise:

**Pericolosità geologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e le relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo.

- frane attive (S<sub>3</sub> e P<sub>4</sub> di AdB) comprensive, della corona di distacco, del corpo di frana e della zona d'unghia e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto (come definite nei poligoni pericolosità AdB Distrettuale);
- areali individuati come interessati da franosità diffusa attiva (FD<sub>3</sub> geomorfo di AdB Distrettuale);
- frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali fenomeni di dissesto gravitativo in atto (si tratta di fenomeni che seppur attivi interessano porzioni assai limitate arealmente e comunque non cartografabili nel dettaglio di scala 1: 10.000 in forma poligonale).
- orli di scarpate attive con relative aree di possibile evoluzione e influenza;
- orli di scarpate di erosione e/o ripe fluviali in cui siano in atto fenomeni di erosione laterale di sponda da parte dei corsi d'acqua (con relativa area di possibile evoluzione secondo indicazioni AdB);
- alvei e/o corsi d'acqua con accentuata tendenza all'approfondimento del letto (alveo in incisione);



- aree ricadenti in classe di pericolosità da frana molto elevata di cui alla perimetrazione P<sub>4</sub> del P.A.I. (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale come da Decretazioni del Segretario Generale).

In queste zone dovranno privilegiarsi interventi tesi alla bonifica e al recupero ambientale dei luoghi stessi.

In ogni caso qualsiasi previsione d'interventi di nuova costruzione o nuove infrastrutture, che incidano su tali terreni, oltre a rispettare i criteri ed i limiti generali previsti dalla pianificazione di bacino (v. art. 10 delle Norme di Attuazione e Allegati del Piano di Bacino del Fiume Arno stralcio Assetto Idrogeologico - PAI), è subordinata alla preventiva esecuzione d'interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi secondo le indicazioni ed i dettagli di cui al comma 3.2.1 dell'allegato A al Reg. Reg. n. 5/R per le aree classificate in classe di pericolosità geologica molto elevata.

Gli interventi di messa in sicurezza, che dovranno essere 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, dovranno risultare 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 e dovrà essere concordata tra il comune e la struttura regionale competente per durata comunque non inferiore ad un ciclo due stagioni invernali consecutive.

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.

**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; aree interessate da fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche e corpi



detritici su versanti indipendentemente dalla pendenza .

Sono state inserite in classe G.3 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfolologiche:

- frane quiescenti frane (S<sub>2</sub> di AdB cui sia stata attribuita classe di pericolosità di PAI Distrettuale P<sub>3</sub>) e stabilizzate (pendenza > 15%) comprensive, della corona di distacco, del corpo di frana e della zona d'unghia e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto (come definite nei poligoni pericolosità AdB Distrettuale);
- areali individuati come interessati da deformazioni superficiali e/o soliflussi areali e isolati;
- aree comunque ricadenti in classe di pericolosità da frana elevata di cui alla perimetrazione P<sub>3</sub> del P.A.I. (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale come stabilito nelle Decretazioni del Segretario Generale;
- orli di scarpate non attive o comunque quelle con stato di attività non definito con areale complessivo di possibile evoluzione;
- aree di cava attiva e/o non attiva e/o aree riempite e/o trasformate/utilizzate a seguito di escavazione e/o lavorazioni di pertinenza all'escavazione;
- discariche di rifiuti e depositi terrigeni antropici;
- solchi erosivi di ruscellamento concentrato;
- depositi detritici su versante (pendenze maggiori a 15°). Si tratta delle coltri detritiche su versante di qualsiasi natura e/o geni (detrito di falda, depositi detritici di versante, depositi eluvio-colluviali), ad esclusione delle coltri detritiche di frana oggetto di diversa casistica come in precedenza dettagliato per l'attribuzione della classe G.4;
- aree interessate da rilevanti manomissioni antropiche, quali rilevati realizzati ai fini infrastrutturali, riempimenti, scavi e rilevati arginali;
- aree per cui sia possibile ipotizzare una condizione di potenziale propensione al dissesto in base a considerazioni cumulate e combinate di alcuni parametri predisponenti riconducibili alle caratteristiche geologiche della coltre alteritica e del substrato, natura litologica, spessore dell'orizzonte alteritico e caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti, clivometria, caratteristiche litotecniche e parametrizzazione geotecnica dei terreni, consistenza e diffusione del sistema/sistemi di fratturazione ecc. e generalmente tutti i terreni a prevalente natura argilloso – argillitica;
- area d'interposizione fra areali contigui classificati rispettivamente in classe G.4 e G.2 per una larghezza di "buffer" di 20 ml.



In sintesi, si collocano in tale classe tutte quelle aree per cui esistono indizi di passati o potenziali dissesti ed in cui si rende necessario un approfondimento degli studi secondo le indicazioni ed i dettagli di cui al comma 3.2.2 dell'allegato A al regolamento regionale n. 5/R per le aree classificate in classe di pericolosità geologica elevata.

Gli interventi di messa in sicurezza, che potranno essere individuati e dimensionati sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, dovranno risultare sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, dovranno risultare 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 e potrà essere concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

**Pericolosità geologica media (G.2):** Sono normalmente da inserire in classe G.2 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi e aree per cui sia possibile indicare una condizione di scarsa propensione al dissesto in base a considerazioni cumulate e combinate di alcuni parametri predisponenti riconducibili alle caratteristiche geologiche del substrato, tipologia, spessore e caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti, esposizione, clivometria, caratteristiche litotecniche e parametrizzazione geotecnica dei terreni, consistenza e diffusione del sistema/sistemi di fratturazione ecc., e generalmente le aree di fondovalle e aree pedecollinari mediamente o poco acclive con presenza di terreni alluvionali granulari a prevalente natura ghiaioso sabbiosa debolmente limosa con buone caratteristiche geomeccaniche e/o geotecniche
- le aree con roccia affiorante o a litologia compatta, a scarsa pendenza, in relazione al contesto litostratigrafico e con irrilevante copertura detritica e alteritica.

Nella classe G.2 sono comprese le aree apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi che potranno tuttavia essere chiariti a livello d'indagine geognostica di supporto alla progettazione



edilizia. Tali zone sono in genere quelle pianeggianti di fondovalle e quelle collinari meno acclivi, dove non si osservano evidenze di instabilità. 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.

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

*In considerazione delle caratteristiche del territorio comunale, si è ritenuto opportuno non assegnare tale classe di pericolosità.*



## CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – SG9

Gli elaborati cartografici vengono presentati in n.4 quadranti e restituiti alla scala 1:5.000.

Con questo tematismo si rappresenta, tramite l'individuazione di n.4 classi di pericolosità, la propensione di un terreno ad amplificare gli effetti al suolo di un terremoto, in presenza di fenomeni gravitativi legati al loro stato di attività, e/o in presenza di determinate caratteristiche litologico-stratigrafiche e/o in presenza di elementi strutturali di discontinuità.

In particolare, l'analisi e la valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico e dalle indagini geofisiche, geotecniche e geognostiche, porta alla definizione delle aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito.

Le carte della pericolosità sismica locale di quadro conoscitivo sono state realizzate in corrispondenza e coerenza con lo studio di MS2 precedentemente riassunto e descritto nel documento R3-Relazione Tecnica Illustrativa.

La sintesi di tutte le informazioni consente infine la definizione delle condizioni di pericolosità sismica, onde evidenziare le eventuali situazioni di criticità sulle quali porre attenzione.

	Classe 1
	Classe 2
	Classe 2*
	Classe 3
	Classe 4

Di seguito si riportano le classi di pericolosità sismica che ne derivano:

**pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** tale classe di pericolosità è stata rilevata nei territori oggetto di studio in corrispondenza di aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici (corpi di frana attivi, aree interessate da franosità diffusa);

**pericolosità sismica locale elevata (S.3):** nei territori studiati, rientrano in questa classe di pericolosità, le aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, e come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in



occasione di eventi sismici.

Rientrano inoltre, in questa classe di pericolosità, anche le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ )  $> 1.4$  relativi alle mappe con  $FA_{0,1-0,5}$ .

**pericolosità sismica locale media (S.2)**: rientrano in questa classe di pericolosità le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ )  $< 1.4$  relativi alle mappe con  $FA_{0,1-0,5}$ ; le zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi) e le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3.

**pericolosità sismica locale media (S.2\*)**: appartengono alla presente sottoclasse, le 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. Tale sottoclasse è presente nelle aree caratterizzate generalmente da spessori di copertura notevoli e da valori di  $FA_{0,1-0,5}$  bassi ( $\leq 1.4$ ) con gli altri fattori ad alto periodo elevati ( $> 1.4$ ).

**pericolosità sismica locale bassa (S.1)**: in considerazione delle caratteristiche di sismicità (zona sismica 2 ) del territorio comunale, non si è assegnata tale classe di pericolosità.



## CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONI – SG10

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, le valutazioni sono state condotte considerando il reticolo idrografico individuato dalla Regione Toscana ai sensi dell'articolo 22, comma 2, lettera e) della LR 79/2012 così come aggiornato con DCRT 28/2020 interferente con il territorio urbanizzato.

Gli elaborati cartografici vengono presentati in n.3 quadranti e restituiti in stampa sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000.

La definizione delle mappe di pericolosità da alluvione è stata effettuata secondo quanto definito dall'articolo 2 della LR 41/2018.

Secondo quanto disposto dal DPGR 5r/2020 e la L.R. 41/2018, le aree a pericolosità da alluvioni sono definite secondo la seguente classificazione:

- **Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P<sub>3</sub>)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della L.R.41/2018
- **Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P<sub>2</sub>)**, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della L.R.41/2018
- **Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P<sub>1</sub>)**, come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del DLgs.49/2010

Infine, con l'entrata in vigore della L.R. 41/2018 e del Regolamento 5/R e relativo allegato vale quanto segue:

Definizione e correlazione delle classi di pericolosità in funzione della frequenza degli eventi alluvionali (reg. attuazione 5/R, disciplina di PGRA e LR 41/2018):

PGRA	LR 41/2018	Reg. attuazione 5/R
pericolosità d'alluvione bassa (P1)	-	aree a pericolosità per alluvioni rare o di estrema intensità (P1)
pericolosità d'alluvione media (P2)	aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti	aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2)
pericolosità d'alluvione elevata (P3)	aree a pericolosità per alluvioni frequenti	aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3)



## CARTA DEI BATTENTI (SG11) e CARTA DELLA VELOCITÀ DELLA CORRENTE (SG12)

Come per la carta della magnitudo idraulica, anche le carte dei battenti e le carte della velocità della corrente sono state prodotte in n.3 quadranti in scala 1:5.000.

Il battente è definito come l'altezza della lama d'acqua in una determinata area associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti.

La velocità è intesa come la velocità della corrente in una determinata area, associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti.

Le carte dei battenti e delle velocità sono state redatte sulla base dei risultati raster messi a disposizione dai software di calcolo.

Legenda BATTENTI	Legenda VELOCITÀ
 $0 \text{ m} < h < 0.5 \text{ m}$	 $v < 0.5 \text{ m/s}$
 $0.5 \text{ m} < h < 1 \text{ m}$	 $0.5 \text{ m/s} < v < 1 \text{ m/s}$
 $1 \text{ m} < h < 1.5 \text{ m}$	 $v > 1 \text{ m/s}$
 $1.5 \text{ m} < h < 2 \text{ m}$	
 $h > 2 \text{ m}$	



## CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA – SG13

Per quanto riguarda la carta della magnitudo idraulica, la stessa è stata prodotta in n.3 quadranti in scala 1:5.000.

Si definisce “magnitudo idraulica”: la combinazione del battente e della velocità della corrente in una determinata area, *associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti*:

- **magnitudo idraulica moderata**: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
- **magnitudo idraulica severa**: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
- **magnitudo idraulica molto severa**: battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro, nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri.

### MAGNITUDO IDRAULICA



M1 - moderata



M2 - severa



M3 - molto severa



## CARTA DELLE AREE PRESIDIAE DA SISTEMI ARGINALI, COMPRESIVA DELLE AREE DI FONDOVALLE FLUVIALE – SG14

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, al di fuori del territorio urbanizzato, il DPGR 5r/2020 prevede, per le aree non riconducibili alle mappe di pericolosità da alluvione ed in assenza di studi idrologici idraulici, la definizione di:

- **ambiti territoriali di fondovalle** posti in situazione morfologicamente sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda ( si veda il punto B.4 del 5/R/2020).
- **aree presidiate da sistemi arginali** per il contenimento delle alluvioni, come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera s, della LR 41/2018 di seguito riportata:

*“aree presidiate da sistemi arginali: aree situate a quote altimetriche inferiori alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine. Il limite esterno di tale aree è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla quota altimetrica sopra individuata pari a 2 metri, comunque non superiore alla distanza di 300 metri dal piede esterno dell'argine”*

### LEGENDA

	Limite comunale
	Reticolo idrografico Regione Toscana di cui al DCRT 28/2020
	Tratto superficiale
	Tratto tombato
	Tutela dei 10 m dai corsi d 'acqua (LR41/18, art.3)
	Limite area di studio oggetto di modellazione idraulica
	Ambiti territoriali di fondovalle (regolamento 5/R/2020 all.A)
	Aree presidiate da sistemi arginali (LR 41/2018, art. 2 comma 1 lettera 6)
	Sistemi arginali

Le costruzioni, gli edifici e le infrastrutture che ricadono entro tali aree, risultano poste in situazione di criticità idraulica derivante non tanto dalla pericolosità idraulica, ma dallo stato di conservazione, funzionamento ed efficienza del sistema arginale e pertanto tali condizioni sono oggetto di analisi specifica nei piani di protezione civile.



## PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO – PAI ARNO

In data 17.01.2020 l’Autorità di Bacino Distrettuale comunica l’adozione del “Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell’Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica” relativo ai bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana, con l’avvio della fase di consultazione e adempimenti da parte dei Comuni in merito alla fase di osservazione.

Il territorio del comune di Colle di Val d’Elsa risulta aggiornato al PAI con decreto n.9 del 18.02.2014.

Con la redazione del nuovo Piano Strutturale, l’Amministrazione Comunale di Colle di Val d’Elsa, a seguito dell’aggiornamento del quadro conoscitivo, procederà alla richiesta di adeguamento del PAI vigente secondo quanto disposto dagli articoli 27 e 32 delle NTA di PAI ed osservazione al Progetto di Piano adottato con secondo quanto disposto dall’art. 15 della disciplina di Piano.

Pertanto, la carta geomorfologica e la carta di pericolosità geologica risulteranno, al termine del procedimento di approvazione del nuovo Piano Strutturale, completamente condivise ed adeguate agli Strumenti di Piano Sovraordinati.

Nell’attuazione del nuovo Strumento Urbanistico Generale, la pericolosità geologica del territorio è sempre subordinata alle norme e alla cartografia del PAI in vigore.



## PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI – PGRA

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, il quadro conoscitivo dello Strumento Urbanistico Generale, trova corrispondenza con l'attuale PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

In ogni qual modo l'Amministrazione Comunale può promuovere il riesame delle mappe delle aree con pericolosità da alluvione attraverso l'applicazione dell'Art. 14 - Modifiche alle mappe delle aree con pericolosità da alluvione e del rischio.

Nell'attuazione dello Strumento Urbanistico, la pericolosità idraulica del territorio è sempre subordinata alle norme e alla cartografia definitiva del nuovo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale.

La **cartografia** della pericolosità da alluvione del PGRA è esclusivamente disponibile come banca dati geografica informatizzata, in modalità interattiva tramite WebGIS e come dato sorgente tipo shapefile tramite la scheda di metadato.

Arezzo, 31 luglio 2023

Geol. Fabio Poggi

I professionisti incaricati

Geol. Massimiliano Rossi

Collaboratore:  
Geol. Laura Galmacci