



QG 00

Supporto geologico (R.R. n.5/R)

RELAZIONE TECNICA



Giugno 2023

Brenda Barnini

Sindaco Comune di Empoli

Paolo Masetti

Sindaco Comune di Montelupo Fiorentino

Giuseppe Torchia

Sindaco Comune di Vinci

Simona Rossetti

Sindaco Comune Cerreto Guidi

Alessandro Giunti

Sindaco Comune Capraia e Limite

UFFICIO DI PIANO

Riccardo Manetti

Responsabile del Procedimento

Romina Falaschi

Garante dell'informazione e della partecipazione

COMUNE DI EMPOLI

Alessandro Annunziati

Valentina Acquasana

Martina Gracci

Monica Salvadori

COMUNE DI MONTELUPO FIORENTINO

Elena Corsinovi

COMUNE DI VINCI

Claudia Peruzzi

Rosanna Spinelli

COMUNE DI CERRETO GUIDI

Lorenzo Ricciarelli

Viola Fabbrizzi

COMUNE DI CAPRAIA E LIMITE

Roberto Montagni

Alessio Sabatini

GRUPPO DI LAVORO

Giovanni Parlanti

Capogruppo progettista

Gabriele Banchetti

Responsabile VAS

Carlo Santacroce

Collaborazione al progetto

Geo Eco Progetti

Geoprogetti studio associato

Studi geologici

H.S. Ingegneria s.r.l

Studi idraulici

PFM srl. società tra professionisti

NEMO Nature and Environment Management Operators s.r.l.

Studi ambientali, agronomici e forestali

Alessandro Daraio

Studi economici e demografici

Emanuele Bechelli

Giulia Mancini

Chiara Balducci

Collaborazione e elaborazione grafica e GIS

SOCIOLAB

Percorso partecipativo

Indice generale

1. INTRODUZIONE.....	2
1.1 METODOLOGIA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....	17
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE GENERALE	21
3.1 CARTA GEOLOGICA.....	24
3.2 STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI.....	25
4. MODELLO DI SOTTOSUOLO E NOTAZIONI GEOLOGICO TECNICHE PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	30
5. GEOMORFOLOGIA E RISCHIO DI INSTABILITA' DEI VERSANTI.....	34
6. ACCLIVITA' DEI VERSANTI.....	46
7. CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA	47
7.1 AREE A PERICOLOSITA' DA DISSESTI DI NATURA GEOMORFOLOGICA NEL P.A.I. DELLA A.D.B. DISTRETTUALE DELL' APPENNINO SETTENTRIONALE.....	52
8. IDROGEOLOGIA E RISCHIO DI INQUINAMENTO DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE.....	57
8.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	57
8.2 VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI	58
8.3 GESTIONE, SFRUTTAMENTO E TUTELA DELLA RISORSA ACQUA	59
8.4 VINCOLI SOVRACOMUNALI SULLA CAPACITA' DI RICARICA DELLE FALDE.....	61
9. ASPETTI SISMICI E STUDI DI MICROZONAZIONE.....	64
9.1 PERICOLOSITA' SISMICA	64

1. INTRODUZIONE

Con l'approvazione della nuova Legge Regionale n. 65/2014 e la successiva approvazione nel mese di marzo 2015 dell'Integrazione Paesaggistica al Piano di Indirizzo Territoriale si è aperta in Regione Toscana una nuova fase di pianificazione territoriale ed urbanistica che, naturale evoluzione degli obiettivi contenuti nelle precedenti leggi (L.R. 5/95 e L.R. 1/2005), basa i suoi fondamenti su due principali linee di indirizzo rappresentate da un lato dal contenimento del consumo di suolo, e dall'altro dalla necessità di "omologazione" della politica pianificatoria di competenza dei vari enti territoriali, comuni, province e città metropolitana, ad una visione unitaria del paesaggio regionale e delle sue varie componenti, codificata fin da monte nelle sue interpretazioni conoscitive e relative declinazioni statutarie da un unico piano sovraordinato costituito appunto dal Piano Paesaggistico Regionale.

In questo quadro di riferimento i Comuni di Empoli (coordinatore capofila), Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Montelupo Fiorentino e Vinci (facenti parte del Circondario dei Comuni dell'Empolese Val d'Elsa) con Deliberazione n. 185 del 12.11.2018 hanno approvato il "Documento di avvio del Procedimento", per la formazione del nuovo "Piano Strutturale Intercomunale (di seguito PSI) delle due rive" dei Comuni di Empoli, Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Montelupo Fiorentino e Vinci.

La strumentazione urbanistica in vigenza per i cinque Comuni risulta ad oggi costituita da:

Comune di Empoli

- Il Comune di Empoli è dotato di **Piano Strutturale** approvato con Delibera di Consiglio Comunale n.43 del 30.03.2000, in seguito modificato con **Variante di minima entità** approvata con Delibera di C.C. n. 72 del 04.11.2013 (contestuale al Secondo Regolamento Urbanistico).
- È inoltre dotato di **Regolamento Urbanistico** (Secondo Regolamento Urbanistico) approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 72 del 04.11.2013, pubblicato sul BURT il 24.12.2013.
- E' in fase di approvazione redazione lo Studio di Microzonazione Sismica di 2° e 3° livello a seguito di specifico finanziamento secondo i criteri dettati dalla Commissione Nazionale per gli studi di Microzonazione Sismica.

Comune di Montelupo Fiorentino

- Il Comune di Montelupo Fiorentino è dotato di **Piano Strutturale** approvato con Delibera di Consiglio Comunale n.4 del 19.01.1998; e di **Regolamento Urbanistico** approvato con Delibera di C.C. n. 50 del 20.12.2006.
- E' in fase di approvazione lo Studio di Microzonazione Sismica di 1° e 2° livello a seguito di specifico finanziamento secondo i criteri dettati dalla Commissione Nazionale per gli studi di Microzonazione Sismica.

Comune di Vinci

- Il Comune di Vinci è dotato di **Piano Strutturale** approvato con Del. C.C. n. 55 del 21.07.2010, e di **Regolamento Urbanistico** approvato con Del. C.C. n. 14 del 28.02.2015.
- Per il Comune di Vinci risulta disponibile lo Studio di Microzonazione Sismica di 2° livello (redatto da Geo Eco Progetti, settembre 2022) svolto a seguito di specifico finanziamento secondo i criteri dettati dalla Commissione Nazionale per gli studi di Microzonazione Sismica. Tale studio è stato approvato dalla Commissione Nazionale Microzonazione Sismica presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile in data 05.07.2023.

Comune di Capraia e Limite

- Il Comune di Capraia e Limite è dotato di **Piano Strutturale** approvato con Del. C.C. n. 27 del 24.06.2002, e di **Regolamento Urbanistico (Variante quinquennale al Regolamento Urbanistico)** approvato con Del. C.C. n. 13 del 08.01.2014.
- Per il Comune di Capraia e Limite risulta disponibile lo Studio di Microzonazione Sismica di 2 livello (redatto da Geo Eco Progetti, dicembre 2020) svolto a seguito di specifico finanziamento secondo i criteri dettati dalla Commissione Nazionale per gli studi di Microzonazione Sismica. Tale studio è stato approvato dalla Commissione Nazionale Microzonazione Sismica presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile in data 21.07.2021.

Comune di Cerreto Guidi

- Il Comune di Cerreto Guidi è dotato di **Piano Strutturale** approvato con Del. C.C. n. 28 del 22.09.2008, e di **Piano Operativo** approvato con Del. C.C. n. n. 66 del 27 Dicembre 2021.
- Per il Comune di Cerreto Guidi risulta disponibile lo Studio di Microzonazione Sismica di 2° livello (redatto da Geo Eco Progetti, settembre 2022) svolto a seguito di specifico finanziamento secondo i criteri dettati dalla Commissione Nazionale per gli studi di Microzonazione Sismica. Tale studio è stato approvato dalla Commissione Nazionale Microzonazione Sismica presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile in data 05.07.2023.

Il 27 novembre 2014 è entrata in vigore la nuova legge regionale di governo del territorio (L.R. n. 65/2014) che stabilisce un nuovo assetto per la pianificazione comunale.

Questa nuova legge nasce dall'esigenza di pervenire ad un sistema complessivo del governo del territorio che, alla luce dell'esperienza maturata con l'applicazione della L.R. 1/2005 e prima ancora della L.R. 5/95, garantisca un'azione pubblica più efficace.

Essa nasce inoltre dalla necessità sia di rendere effettivo il principio per il quale nuovi impegni di suolo sono ammessi solo se non sussistono possibilità di riuso degli insediamenti e delle infrastrutture esistenti, che di definire in modo puntuale, negli atti di programmazione e di sviluppo comunale, il territorio urbanizzato, differenziando le procedure per intervenire all'interno dello stesso da quelle per le trasformazioni di aree esterne, con particolare riferimento alla salvaguardia del territorio rurale e al fine di promuovere il riuso e la riqualificazione delle aree urbane degradate o dismesse.

Nel novero di tale "ordinamento" il Piano Strutturale Intercomunale costituisce lo strumento fondamentale di pianificazione territoriale dei Comuni di Empoli, Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Montelupo Fiorentino e Vinci; ne definisce le scelte principali relative all'assetto del territorio, sia di carattere statuario di lungo periodo, sia di carattere strategico, rivolte a definire gli obiettivi, gli indirizzi, i limiti quantitativi e le direttive alle concrete trasformazioni.

Inoltre, il 19 giugno 2015 è entrato in vigore il piano paesaggistico regionale, ad integrazione del piano indirizzo territoriale, che impone la necessità di conformare ad esso i nuovi strumenti di pianificazione comunale.

Sulla scorta delle esperienze maturate nella gestione di questi anni le Amministrazioni Comunali, all'uopo consociatesi, hanno ritenuto opportuno provvedere alla stesura di un nuovo "Piano Strutturale Intercomunale",

aggiornando i “quadro conoscitivo” di riferimento, nella disponibilità di ciascuno dei cinque Comuni, e le normative derivanti a seguito della promulgazione:

- della L.R. 10 novembre 2014, n. 65 *“Norme per il governo del territorio”* e s.m.e.i. che ha modificato gli obiettivi strategici dei precedenti normati accentuando l’importanza delle risorse essenziali, la priorità del recupero dell’esistente e la tutela del territorio rurale,
- della L.R. 24 luglio 2018, n. 41 *“Disposizioni in materia di rischio alluvioni e di tutela dei corsi d’acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014”*, che ha introdotto norme inerenti la “gestione del rischio” riguardanti gli interventi da realizzare nelle aree soggette a pericolosità idraulica,
- del D.P.G.R. 30 gennaio 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”*.

In base alla Legge regionale n. 65/2014 “Norme per il governo del territorio”, la Regione Toscana individua in Comuni, Province e in se stessa i soggetti preposti alla tutela, valorizzazione e gestione delle risorse del territorio, nell’ottica di uno sviluppo sostenibile che garantisca alle generazioni presenti e future migliori qualità di vita.

All’art. 104 della Legge regionale n. 65/2014 si evidenzia che il PSI debba definire, sulla base di indagini, studi ed approfondimenti specifici, le dinamiche idrogeologiche in essere e le relative condizioni di equilibrio rispetto alle quali valutare gli effetti delle trasformazioni in previsione. Lo scopo ultimo delle indagini geologiche e idrologiche-idrauliche è “verificare la pericolosità del territorio per gli aspetti idrogeologici, idraulici e sismici e che debbano essere evidenziate le aree che risultino esposte a rischi con particolare riferimento alle aree urbanizzate, alle infrastrutture di mobilità e alle trasformazioni del territorio rurale”.

Tramite questa Legge vengono messi al centro dell’operato concetti come lo sviluppo sostenibile e la qualità della vita dei cittadini, che avevano fatto la loro prima comparsa nel quadro normativo nazionale nella Legge n. 183/1989 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

La Regione Toscana recepisce, rielabora e concretizza molti concetti contenuti nella Legge n. 183/1989, in particolare un’azione di governo del territorio basata sulla conoscenza del territorio, che viene in itinere incrementata in un’ottica di collaborazione fra Regione, Province e Comuni.

Ogni Ente interviene alla scala del proprio strumento di pianificazione, la Regione approva il Piano di Indirizzo Territoriale (art. 88 e 89 della Legge regionale n. 65/2014) che opera a grande scala e individuando delle linee guida, mentre la Provincia/Area Metropolitana approva il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale “P.T.C.P.” (art. 90 della Legge regionale n. 65/2014) o il Piano Territoriale della Città Metropolitana “P.T.C.M.”, operando già a una scala minore e infine i Comuni provvedono alla formazione del Piano Strutturale (art. 92 della suddetta Legge regionale) realizzandolo nel rispetto di quanto indicato nei due precedenti strumenti urbanistici sovracomunali.

In breve, la pianificazione territoriale viene realizzata da Regione, Province e Comuni, passando da una visione di insieme con indicazioni generali di strategia regionale a un dettaglio sempre maggiore con studi puntuali del territorio e disposizioni ad hoc per una determinata area all’interno di quel territorio.

1.1 METODOLOGIA e NORMATIVA di RIFERIMENTO

Con il D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/R “Regolamento di attuazione dell’art. 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”, la Regione Toscana, in attuazione dell’articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65 (Norme per il governo del territorio), nel rispetto della normativa nazionale e regionale di riferimento ed in coerenza con gli strumenti della pianificazione di bacino, disciplina in sede di formazione degli strumenti della pianificazione territoriale e urbanistica:

- a) le direttive per la predisposizione delle indagini che verificano la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico, le aree esposte a rischio e la fattibilità degli interventi di trasformazione in relazione all’obiettivo della mitigazione dei rischi;
- b) le procedure per il deposito delle indagini presso le strutture regionali competenti;
- c) le procedure per lo svolgimento del controllo delle indagini da parte della struttura regionale competente
- d) i criteri per l’individuazione delle classi di pericolosità o di rischio, sotto il profilo geologico e sismico e idraulico.

Il Comune di Empoli (capofila dei cinque Comuni consociati), con proprie Determinazione del Settore III – Politiche Territoriali – Settore Urbanistica n. 1077 del 21 ottobre 2020 e seguente disciplinare di cui al rep. 29251 del 31.03.2021, individua il raggruppamento interdisciplinare di professionisti con capogruppo l’Architetto Giovanni Parlanti coadiuvato per le competenze geologiche da Geo Eco Progetti e Geoprogetti e per le competenze idrauliche da H.S. Ingegneria srl, per la redazione del PSI ed in specie per la redazione del nuovo quadro conoscitivo relativamente agli aspetti geologici, sismici, idrogeologici ed idraulici nell’osservanza dli indirizzi formulati dalla Regione Toscana con il Reg. Reg. n. 5/R.

Il presente supporto “geologico – tecnico” al nuovo Piano Strutturale Intercomunale intende inoltre perseguire i seguenti obiettivi:

- aggiornare il quadro conoscitivo relativo ai rischi territoriali alle indicazioni normative di recente promulgazione compresa la relativa normativa di riferimento; la Regione Toscana ha adottato il Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) con valenza paesaggistica con Del. C.R. n. 37 del 27 marzo 2015;
- provvedere agli adempimenti codificati dalla Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale (ex Autorità di Bacino del Fiume Arno) con l’adozione del “*Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell’Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica relativo al territorio dei bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana*” di cui alla Delibera n. 20 della Conferenza Istituzionale Permanente in data 20 dicembre 2019 (pubblicata sulla G.U. n. 9 del 13.01.2020). La sopra citata adozione è stata superata nella seduta della Conferenza Operativa del 30 novembre 2022 in cui è stato approvato in via tecnica il “*Progetto di PAI Dissesti Geomorfologici relativo a tutto il territorio del Distretto Appennino Settentrionale*”. In seguito la Conferenza Istituzionale Permanente con delibera [n. 28 del 21 dicembre 2022](#) ha adottato il citato progetto di Piano. Con la pubblicazione dell’avviso di adozione del Progetto di Piano nella Gazzetta Ufficiale n. 3 del 04.01.2023 ha avuto inizio il procedimento pubblico di consultazione e osservazione. Lo stesso avviso è stato pubblicato nel

Bollettino Ufficiale Regionale Toscana ([BURT n. 2 del 11.01.2023](#)). A tal proposito a seguito di emissione del Decreto del Segretario Generale A.d.B. Distrettuale Appennino Settentrionale n. 66 del 31/05/2022 (conseguente la prima delle sopra citate adozioni) per i comuni di Empoli, Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Montelupo Fiorentino e Vinci **il quadro conoscitivo del presente supporto al P.S.I., in materia di rischio frane, risulta da ritenersi conforme e congruente all'atto dispositivo sovracomunale (P.A.I. frane del Distretto Appennino Settentrionale);**

- aggiornare il quadro conoscitivo con proposte di modifica e/o formulazione di osservazioni relativamente alle perimetrazioni delle zone a pericolosità idraulica nel piano settoriale di bacino inerente il rischio idraulico P.G.R.A. (Piano Gestione Rischio Alluvioni del Distretto dell'Appennino Settentrionale) con particolare riferimento ai contributi stimati per i corsi d'acqua afferenti al reticolo secondario nel rispetto delle indicazioni contenute al comma 5, art. 14 della disciplina di piano del P.G.R.A., nelle disposizioni delle L.R. n. 41 del 24 luglio 2018 e al comma B.4 dell'allegato A al Reg. Reg. n. 5/R del 30 gennaio 2020.
- nel presente studio si è, inoltre, tenuto conto degli indirizzi espressi dal piano territoriale di coordinamento provinciale (P.T.C.P. della Provincia di Firenze). Con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 1 del 10/01/2013 è stata approvata la variante di adeguamento del PTCP, ai sensi dell'art.17 della L.R. 1/'05. L'avviso relativo all'approvazione è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 11 del 13.03.2013. Lo strumento di pianificazione in oggetto ha acquistato efficacia dalla data di tale pubblicazione.

Il piano territoriale di coordinamento provinciale (P.T.C.P.) si propone di far sì che la pianificazione territoriale sia basata su una "compatibilità ecologica" connessa con i vincoli imposti dalla natura e sia nello stesso tempo capace di mutamenti e modificazioni in relazione alle corrispettive metamorfosi del territorio.

In tale ottica, all'interno della progettazione di un atto di pianificazione urbanistica, la protezione idrogeologica non deve essere vista come una successione di vincoli e divieti, ma deve assumere una connotazione di supporto alla realizzazione di un "piano-processo", capace di comporsi in maniera flessibile alla successione di eventi di diversa natura.

La finalità ultima è quella di prendere visione dell'attuale struttura del territorio e stimare la compatibilità della sua utilizzazione con le sue caratteristiche fisiche.

Questo processo si effettua tramite la valutazione del rischio che si possano verificare differenti eventi calamitosi e/o di dissesto idrogeologico.

Un tale livello di indagine si pone i seguenti obiettivi:

- disporre di informazioni dettagliate sia sulle caratteristiche idrogeomorfologiche del territorio comunale, che sulle qualità geologico-tecniche del terreno e del suo probabile comportamento, quando sia sottoposto a sollecitazioni dinamiche, garantendo un livello di precisione il cui costo sia compatibile con le finalità proprie di uno strumento urbanistico e raffrontabile ai benefici conseguenti alla sua attuazione, verificando e definendo la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico negli strumenti di pianificazione territoriale;
- rendere disponibili tali conoscenze sin dalle prime fasi del processo di selezione (scelta delle aree e relative destinazioni d'uso) in modo da concentrare l'attenzione su quelle con minori problematiche;
- consentire scelte supportate da dati oggettivi imponendo la predisposizione di dettagliati piani di indagine, progetti di consolidamento e di predisposizione di accorgimenti per la riduzione del rischio idraulico e relativi controlli di cui siano noti i costi ed i probabili effetti nelle aree che presentano problemi di stabilità e rischio

idraulico, verificando la fattibilità degli interventi di trasformazione previsti negli strumenti della pianificazione

urbanistica in relazione all'obiettivo della mitigazione dei rischi;

- fornire informazioni di buona precisione, anche se non esaustive, per interventi diversi da quelli strettamente urbanistico-edilizi, evidenziando le aree esposte a rischio con riferimento agli aspetti geologico, idraulico e sismico.

Inoltre, occorre ricordare che per la realizzazione del presente supporto geologico-tecnico alla revisione generale del quadro conoscitivo di riferimento del nuovo Piano Strutturale Intercomunale si è tenuto conto delle salvaguardie dettate dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno/Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale mediante:

- D.P.C.M. 5 novembre 1999, n. 226 "Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del Bacino del Fiume Arno";
- "Approvazione del piano di bacino del F. Arno, stralcio Bilancio Idrico e delle relative misure di salvaguardia", adottato in via definitiva dal Comitato Istituzionale del 18 luglio 2012 con delibera n. 222 e definitivamente approvato con D.P.C.M. del 20.2.2015 che detta disposizioni generali e misure di attenzione in funzione della capacità di ricarica dei principali acquiferi individuati nel materasso alluvionale del Fiume Arno;
- adozione, in data 20 dicembre 2021 con Deliberazione n. 26 della Conferenza Istituzionale Permanente della AdB Distrettuale Appennino Settentrionale, del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA 2021-2027 _ secondo ciclo), come richiesto dalle due direttive europee [2000/60/CE](#) e [2007/60/CE](#), nel contesto delle attività demandate al Distretto dell'Appennino Settentrionale. Successivamente, il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA 2021 – 2027) del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale è stato approvato, ai sensi degli articoli 65 e 66 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 con d.p.c.m. 1 dicembre 2022, pubblicato sulla [Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7.02.2023](#).

Relativamente all'aspetto idraulico si fa riferimento agli elaborati specialistici (idrologici ed idraulici) predisposti da H.S. Ingegneria s.r.l. (luglio 2022) componente del gruppo interdisciplinare affidatario della redazione del presente PSI.

Tale studio, redatto in ottemperanza a quanto previsto dal D.P.G.R. 5/R/2020 ad oggi vigente e dal P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvioni) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, costituisce un aggiornamento del "quadro conoscitivo" in vigore per i vari S.U. dei cinque comuni qui consorziatisi.

In particolare, gli ambiti di natura idrologico e idraulica oggetto di ulteriore approfondimento sono:

- utilizzo delle nuove curve di possibilità pluviometrica sviluppate dall'Università degli Studi di Firenze per conto della Regione Toscana con i dati aggiornati fino al 2012;
- utilizzo delle condizioni al contorno fornite dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per il Fiume Arno e il Fiume Elsa e Torrente Pesa come previsto dall'art. 14 della disciplina del P.G.R.A..

La Regione Toscana a seguito degli eventi alluvionali del 2011 ha commissionato all'Università degli Studi di Firenze uno studio di supporto alla valutazione del rischio idraulico sul territorio regionale.

Nell'ambito della *Macroattività B – Modellazione idrologica – Attività B1 – Regionalizzazione precipitazioni* sono state aggiornate le curve di possibilità pluviometrica con i dati fino al 2012.

Nell'ambito della *Macroattività B – Modellazione idrologica – Attività B2 – Modellazione idrologica caso pilota e Implementazione modello distribuito Mobidic* sono state calcolate le caratteristiche idrologiche dei suoli della Toscana.

Il PGRA individua il reticolo principale oggetto di studio da parte dell'Autorità di Bacino, che nel caso specifico è costituito dai Fiumi Arno, Pesa e Elsa.

Gli studi idraulici svolti per il presente PSI (condotti da H.S. Ingegneria srl - Ing. Simone Pozzolini) a seguito di validazione da parte dell'Ente preposto (Genio Civile sui corsi d'acqua secondari e A.d.B. Appennino Settentrionale sui corsi d'acqua del reticolo principale) costituiranno oggetto di istanza per ripermitezza delle zone a pericolosità idraulica del P.G.R.A. da parte della Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

La presente introduzione ha lo scopo di sottolineare come l'elaborazione del presente supporto geologico/idraulico costituente il quadro conoscitivo in materia "idrogeologica" del Piano Strutturale Intercomunale rappresenti strumento di grande valore per attingere informazioni disponibili presso altri Enti e per approfondire le conoscenze sul territorio, in un'ottica di piena collaborazione fra tutti i soggetti coinvolti direttamente o indirettamente nel governo del territorio.

Partendo dalle citate elaborazioni di "quadro conoscitivo di riferimento", precedentemente sviluppate, per l'espletamento del presente programma di lavoro, è stata adottata, come metodologia di base, quanto espressamente contenuto nel D.P.G.R. 30 gennaio 2020, n. 5/R *"Regolamento di attuazione dell'art. 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"*, oltre a tener conto delle indicazioni di cui alla L.R. 24 luglio 2018, n. 41 *"Disposizioni in materia di rischio alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014"* e della Legge Regionale n. 7 del 17 febbraio 2020 *"Disposizioni in materia di rischio di alluvioni. Modifiche alla L.R. n. 41/2018"*.

In attuazione al comma 2.1 dell'allegato A al D.P.G.R. n. 25 ottobre 2011, n. 53/R, i contenuti delle presenti indagini si articolano in:

- **Sintesi delle conoscenze** ("quadro conoscitivo")
- **Analisi ed approfondimenti** (aspetti specialistici sismica ed idraulica)
- **Valutazioni di pericolosità** (statuto)

Nel dettaglio, per quanto concerne i tematismi cartografici previsti dalle disposizioni regionali in materia di supporto geologico alla pianificazione urbanistica, si è provveduto alla nuova elaborazione e/o revisione dei tematismi cartografici con cartografie tematiche in scala 1:10.000 e approfondimenti in scala 1:5.000 (come

codificato ai comma B e B.1 del punto 2.1 dell'allegato A del Regolamento Regionale 5/R) secondo le specifiche dettagliate nel seguito della presente trattazione.

La Regione Toscana (Direzione Ambiente ed Energia – Settore Sismica – Prevenzione Sismica), con Decreto GRT n. 22090 del 02.12.2021, ha inserito nella graduatoria relativa alla erogazione di finanziamenti previsti per la redazione di indagini di microzonazione sismica, di cui alla Del. G.R.T. n. 977 del 27.09.2021, i Comuni di Cerreto Guidi e Vinci per il livello 2, il Comune di Montelupo Fiorentino per il livello 1 e 2 e Empoli per il livello 2/3.

Al momento della redazione del presente rapporto le elaborazioni relative a tali studi risultano approvate dalla Commissione Nazionale Microzonazione Sismica per Vinci e Cerreto Guidi (seduta del 05.07.2023) ed in fase di prossima approvazione per Empoli e Montelupo Fiorentino. Per il Comune di Capraia e Limite risulta disponibile lo Studio di Microzonazione Sismica di 2 livello (redatto da Geo Eco Progetti, dicembre 2020) approvato dalla Commissione Nazionale Microzonazione Sismica presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile in data 21.07.2021.

Relativamente alle zone di approfondimento assoggettate a studi di microzonazione sismica il programma di lavoro è stato sviluppato secondo quanto definito dalla Regione Toscana nella propria Delibera GRT n. 977 del 27.09.2021, dove all'appendice 1 viene definito il "programma minimo" di tali studi dettagliando i seguenti tre punti di riferimento e/o obiettivi:

- *indicazione delle aree di indagine,*
- *indicazione del quantitativo minimo e delle tipologie di indagine da realizzare,*
- *indicazione della documentazione tecnica da produrre;*

per i quali si descrivono sommariamente linee di indirizzo e contenuti

1) Indicazione delle aree di indagine

Secondo quanto indicato dalle istruzioni tecniche in materia le suddette attività sono state concentrate in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che i Comuni hanno provveduto ad individuare, di concerto con il Settore Prevenzione Sismica della Regione Toscana, a seguito della erogazione dei finanziamenti, secondo le specifiche di cui al Par. 1.B.1.2 delle ITR (Istruzioni Tecniche Regionali) del Programma VEL e perimetrate secondo i criteri definiti dagli ICMS (Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica, Dipartimento di Protezione Civile e Conferenza delle Regioni, 2009).

Al fine di una migliore rappresentazione delle strutture geologiche e delle fenomenologie geomorfologiche, i tematismi cartografici allestiti sono inoltre stati estesi a quelle porzioni di territorio, in adiacenza ai centri urbani, per cui fosse disponibile cartografia C.T.R. in scala 1:2.000, ricorrendo talvolta a "mosaici cartografici" con cartografia C.T.R. in scala 1:10.000, in settori di particolare interesse ove non fosse disponibile cartografia in scala 1:2.000.

2) Indicazione del quantitativo minimo e delle tipologie di indagine da realizzare

Relativamente alle cartografie geologiche e geomorfologiche in prima fase si è fatto riferimento alle cartografie originali in scala 1:10.000/1:2.000 realizzate nell'ambito del supporto geologico tecnico agli Strumenti Urbanistici in vigenza. Tali cartografie sono state rivisitate mediante le recenti indicazioni della cartografia

regionale CARG e con appositi rilievi di campagna geologici e geomorfologici di dettaglio allestiti per il presente supporto.

Si è provveduto inoltre ad acquisire tutte le indagini geognostiche e geofisiche esistenti sulle porzioni di territorio in esame reperibili presso gli archivi regionale, provinciale e comunali.

Il Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica ha, inoltre, fornito l'indicazione di minima, in funzione del quadro conoscitivo esistente, circa la realizzazione di specifiche e precipue indagini geofisiche minime obbligatorie (vedi dettaglio nelle relazioni illustrative allestito per lo studio di Microzonazione Sismica di livello 2/3 per ciascun Comune).

3) Indicazione della documentazione tecnica da produrre

La delibera prevede che lo studio di microzonazione sismica restituisca i seguenti elaborati tecnici per ciascuna delle frazioni indagate:

- carta delle indagini,
- carta geologico-tecnica con relative sezioni
- carta delle frequenze
- carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.) con relative sezioni
- carta di microzonazione sismica per FA 0,1-0,5, FA 0,4-0,8 e FA 0,7-1,1

e a compendio delle varie cartografie allestite “ relazione tecnica illustrativa” sullo studio di microzonazione di ciascun Comune.

Per le frazioni indagate e/o per cui lo studio risulti in fase di elaborazione sono pertanto stati realizzati tutti i tematismi sotto dettagliati su base cartografica C.T.R. in scala 1:5.000/1:10.000 (scala adottata per la restituzione grafica dei tematismi rilevati in scala 1:2.000 di dettaglio).

Si riassume nella seguente tabella descrittiva il dettaglio degli elaborati costituenti il presente studio di supporto al nuovo Piano Strutturale Intercomunale.

ELABORATI del SUPPORTO GEOLOGICO – TECNICO del P.S.I. **Aspetti geologico, geomorfologico, sismico e idrogeologico (Geo Eco Progetti - Geoprogetti)**

Sigla Elaborato	Titolo	Scala	Data di emissione
QG.00	Relazione tecnica illustrativa		luglio 2023
	QUADRO CONOSCITIVO		
QG.01	Carta geologica (8 fogli)	1:10.000	giugno 2022
QG.02	Carta geomorfologica (8 fogli)	1:10.000	giugno 2022
QG.03	Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi (8 fogli)	1:10.000	giugno 2022
	STATUTO		
QG.04	Carta della pericolosità geologica (n. 8 fogli)		
	Comune di Capraia e Limite		
QG.05	Carta della pericolosità sismica (frazioni Capraia, Limite sull'Arno, Castra)	1:5.000	giugno 2023
	Comune di Cerreto Guidi		
QG.05	Carta della pericolosità sismica (frazioni Ponte di Masino, Stabbia, Lazzeretto)	1:5.000	giugno 2023
QG.05	Carta della pericolosità sismica (frazioni Poggioni – Streda – Cerreto Guidi – Bassa/Pieve a Ripoli)	1:5.000	giugno 2023
	Comune di Empoli		
QG.05	Carta pericolosità sismica (Empoli Nord)	1:10.000	giugno 2023

QG.05	Carta della pericolosità sismica (Empoli Sud)	1:10.000	giugno 2023
	Comune di Montelupo Fiorentino		
QG.05	Carta della pericolosità sismica (Brucianesi, Capoluogo, Fabbiana, Le Pratella, Pulica)	1:10.000	giugno 2023
	Comune di Vinci		
QG.0	Carta della pericolosità sismica (Apparita – Stella – Toiano – Sovigliana _ Spicchio)	1:5.000	giugno 2023
QG.05	Carta della pericolosità sismica (Vinci -capoluogo – Vitolini - Mercatale)	1:5.000	giugno 2023

**Elaborati relativi agli studi di Microzonazione Sismica di I livello 1 e 2
(Geo Eco Progetti e Geoprogetti)**

Occorre sottolineare che la cartografia realizzata per gli studi di “microzonazione sismica di livello 1, 2 e/o 3” costituisce implementazione e adeguamento del quadro conoscitivo del supporto geologico – tecnico agli strumenti urbanistici dei Comuni di Capria e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci, ai sensi del Regolamento Regionale n. 5/R, e risulta di fondamentale importanza per improntare future eventuali scelte secondo il principio dello sviluppo sostenibile.

Di seguito vengono indicati gli elaborati e i tematismi appositamente realizzati per gli studi di Microzonazione Sismica di livello 1, 2 e/o 3 per ciascuno dei Comuni in oggetto.

	Capraia e Limite MS2		
N° Tavola	Titolo	Scala	Data di emissione
	Comune di Capraia e Limite		
G.0	Relazione tecnico illustrativa		dicembre 2020
	Capraia Fiorentina – Limite sull'Arno - Castra		
G.01	Carta delle indagini	1:5.000	dicembre 2020
G.02	Carta delle frequenze	1:5.000	dicembre 2020
G.03	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	dicembre 2020
G.04	Carta delle MOPS	1:5.000	dicembre 2020
	Colonne stratigrafiche MOPS	1:5.000	dicembre 2020
G.05	Carta di Microzonazione Sismica – FH01-05	1:5.000	dicembre 2020
G.06	Carta di Microzonazione Sismica – FH05-1	1:5.000	dicembre 2020
G.07	Carta di Microzonazione Sismica – FPGA	1:5.000	dicembre 2020
G.08	Sezioni geologico-tecniche con indicazioni zone Mops	1:2.000	dicembre 2020
	Data base “cartella indagini” contenente certificazioni indagini stratigrafiche, geotecniche e sismiche strutturata come da istruzioni “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per Microzonazione Sismica – Versione 4.2 del dicembre 2020” (solo in formato digitale)		dicembre 2020
	Indagini geofisiche integrate di caratterizzazione sismica propedeutiche alla redazione di cartografie di microzonazione sismica mops e pericolosità sismica – ENKI srl - Relazione tecnica - Tav. 01 – Carta delle indagini - Tav. 02 – Carta delle frequenze - Tav. 03 – Carta di dettaglio indagini		marzo 2014
	Relazione sulle indagini geofisiche eseguite per lo studio di Microzonazione Sismica di livello 2 – Dott. Pieroni e Dott. Puccetti		marzo 2020

	Comune di Cerreto Guidi MS2		
N° Tavola	Titolo	Scala	Data di emissione

G.0	Relazione tecnica illustrativa		settembre 2022
	Ponte di Masino – Lazzeretto		
G.01a	Carta delle indagini	1:5.000	settembre 2022
G.02a	Carta delle frequenze	1:5.000	settembre 2022
G.03a	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	settembre 2022
G.04a	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS	1:5.000	settembre 2022
G.06a	Carta di Microzonazione Sismica – FA01-05	1:5.000	settembre 2022
G.07a	Carta di Microzonazione Sismica – FA04-08	1:5.000	settembre 2022
G.08a	Carta di Microzonazione Sismica – FA07-11	1:5.000	settembre 2022
	Cerreto Guidi – Bassa – Pieve a Ripoli – Poggioni – Streda		
G.01b	Carta delle indagini	1:5.000	settembre 2022
G.02b	Carta delle frequenze	1:5.000	settembre 2022
G.03b	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	settembre 2022
G.04b	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS	1:5.000	settembre 2022
G.06b	Carta di Microzonazione Sismica – FA01-05	1:5.000	settembre 2022
G.07b	Carta di Microzonazione Sismica – FA04-08	1:5.000	settembre 2022
G.08b	Carta di Microzonazione Sismica – FA07-11	1:5.000	settembre 2022
	Cerreto Guidi – Bassa – Pieve a Ripoli – Poggioni – Streda - Ponte di Masino – Lazzeretto		
G.05	Sezioni geologico-tecniche	1:2.000	settembre 2022
	Data base “cartella indagini” contenente certificazioni indagini stratigrafiche, geotecniche e sismiche strutturata come da istruzioni “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per Microzonazione Sismica – Versione 4.2” (in formato digitale)		settembre 2022
	Piano Operativo con adeguamento quadro conoscitivo - Microzonazione sismica di livello 1 - Indagini geofisiche – GeoMa		dicembre 2017
	Microzonazione sismica di livello 2 – Relazione delle indagini geofisiche - Dott. Pieroni e dal Dott. Puccetti		aprile 2022

Comune di Empoli MS2/3			
N° Tavola	Titolo	Scala	Data di emissione
01	Relazione tecnico illustrativa		ottobre 2022
02	Carta delle indagini	1:10.000	ottobre 2022
03	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:10.000	ottobre 2022
04	Sezioni geologico tecniche	1:10.000	ottobre 2022
05	Carta delle MOPS	1:10.000	ottobre 2022
06	Colonne MOPS	1:10.000	ottobre 2022
07	Carta di Microzonazione Sismica – FH01-05	1:10.000	ottobre 2022
08	Carta di Microzonazione Sismica – FH05-1	1:10.000	ottobre 2022
09	Carta di Microzonazione Sismica – FPGA	1:10.000	ottobre 2022
10	Carta delle frequenze	1:10.000	ottobre 2022
	Indagini geofisiche Empoli 2022		luglio 2022
	RSL Empoli		
	Documenti (indagini e dati di base) su supporto informatico		

Comune di Montelupo Fiorentino MS2			
N° Tavola	Titolo	Scala	Data di emissione
01	Relazione tecnico illustrativa		ottobre 2022
02	Carta delle indagini	1:10.000	ottobre 2022
03	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:10.000	ottobre 2022

04	Sezioni geologico tecniche	1:10.000	ottobre 2022
05	Carta delle MOPS	1:10.000	ottobre 2022
06	Colonne MOPS	1:10.000	ottobre 2022
07	Carta di Microzonazione Sismica – FH01-05	1:10.000	ottobre 2022
08	Carta di Microzonazione Sismica – FH05-1	1:10.000	ottobre 2022
09	Carta di Microzonazione Sismica – FPGA	1:10.000	ottobre 2022
10	Carta delle frequenze	1:10.000	ottobre 2022
	Indagini geofisiche Montelupo Fiorentino 2022		luglio 2022

Comune di Vinci MS2			
N° Tavola	Titolo	Scala	Data di emissione
G.0	Relazione tecnica illustrativa		settembre 2022
	Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano		
G.01a	Carta delle indagini	1:5.000	settembre 2022
G.02a	Carta delle frequenze	1:5.000	settembre 2022
G.03a	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	settembre 2022
G.04a	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS	1:5.000	settembre 2022
G.06a	Carta di Microzonazione Sismica – FA01-05	1:5.000	settembre 2022
G.06a	Carta di Microzonazione Sismica – FA04-08	1:5.000	settembre 2022
G.07a	Carta di Microzonazione Sismica – FA07-11	1:5.000	settembre 2022
	Vinci – Vitolini / Sant'Ansano - Mercatale		
G.01b	Carta delle indagini	1:5.000	settembre 2022
G.02b	Carta delle frequenze	1:5.000	settembre 2022
G.03b	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	settembre 2022
G.04b	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS	1:5.000	settembre 2022
G.06b	Carta di Microzonazione Sismica – FA01-05	1:5.000	settembre 2022
G.07b	Carta di Microzonazione Sismica – FA04-08	1:5.000	settembre 2022
G.08b	Carta di Microzonazione Sismica – FA07-11	1:5.000	settembre 2022
	Vinci – Vitolini / Sant'Ansano – Mercatale - Sovigliana / Spicchio - Apparita / La Stella – Toiano		
G.05	Sezioni geologico-tecniche	1:2.000	settembre 2022
	Data base “cartella indagini” contenente certificazioni indagini stratigrafiche, geotecniche e sismiche strutturata come da istruzioni “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per Microzonazione Sismica – Versione 4.2” (in formato digitale)		settembre 2022
Regolamento Urbanistico - Microzonazione sismica di livello 1 – Indagini geofisiche - Dott. Tomei			marzo 2014
Microzonazione sismica di livello 2 – Relazione delle indagini geofisiche - Dott. Pieroni e Dott. Puccetti			maggio 2022

**Studio idrologico e idraulico di supporto al Piano Strutturale Intercomunale
dei Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci
(H.S. Ingegneria srl – Ing. Simone Pozzolini, luglio 2022)**

**Studio idrologico idraulico a supporto del Piano Operativo Intercomunale per i comuni di Montelupo Fiorentino,
Empoli, Cerreto Guidi, Vinci e Capraia e Limite**

**Studio idrologico - idraulico
ELENCO DEGLI ELABORATI**

RELAZIONI							
FORMAT O	AMBIT O	NUMER O	REVISIONE	Titolo	Format o	Scala	Data
DOC	QI	000	00	Elenco elaborati	A4	-	Luglio 2022
DOC	QI	001	00	Relazione idrologica idraulica	A4	-	Luglio 2022
DOC	QI	001a	00	Allegati di modellazione idraulica reticolo minore – Montelupo Fiorentino	A4	-	Luglio 2022
DOC	QI	001b	00	Allegati di modellazione idraulica Torrente Pesa	A4	-	Luglio 2022
DOC	QI	001c	00	Allegati di modellazione idraulica – Empoli	A4	-	Luglio 2022
DOC	QI	001d	00	Allegati di modellazione idraulica – Vinci	A4	-	Luglio 2022

TAVOLE							
FORMAT O	AMBIT O	NUMER O	REVISIONE	Titolo	Format o	Scala	Data
TAV	QI	01	00	Corografia generale e bacini di studio	A0	1:25'000	Luglio 2022
TAV	QI	02	0	Planimetria reticolo di modellazione idraulica	A0	1:25'000	Luglio 2022
TAV	QI	03a	00	Planimetria di modellazione idraulica – Empoli Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	03b	00	Planimetria di modellazione idraulica – Empoli Sud	A2	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	03c	00	Planimetria di modellazione idraulica – Vinci	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	03d.1	00	Planimetria di modellazione idraulica reticolo minore – Montelupo Fiorentino	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	03d.2	00	Planimetria di modellazione idraulica – Torrente Pesa	A2	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	04a	00	Altezze di esondazione per Tr200 anni – Empoli Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	04b	00	Altezze di esondazione per Tr200 anni – Empoli Sud	A2	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	04c	00	Altezze di esondazione per Tr200 anni – Vinci	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	04d	00	Altezze di esondazione per Tr200 anni – Montelupo Fiorentino	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	04e	00	Altezze di esondazione per Tr200 anni – Capraia e Limite	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	04f	00	Altezze di esondazione per Tr200 anni – Cerreto Guidi	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	05a	00	Velocità di esondazione per Tr200 anni – Empoli Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	05b	00	Velocità di esondazione per Tr200 anni – Empoli Sud	A2	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	05c	00	Velocità di esondazione per Tr200 anni – Vinci	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	05d	00	Velocità di esondazione per Tr200 anni – Montelupo Fiorentino	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	05e	00	Velocità di esondazione per Tr200 anni – Capraia e Limite	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	05f	00	Velocità di esondazione per Tr200 anni – Cerreto Guidi	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	06a	00	Magnitudo idraulica – Empoli Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	06b	00	Magnitudo idraulica – Empoli Sud	A2	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	06c	00	Magnitudo idraulica – Vinci	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	06d	00	Magnitudo idraulica – Montelupo Fiorentino	A0	1:10'000	Luglio 2022

TAV	QI	06e	00	Magnitudo idraulica – Capraia e Limite	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	06f	00	Magnitudo idraulica – Cerreto Guidi	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	07a	00	Proposta di modifica al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Empoli Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	07b	00	Proposta di modifica al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Empoli Sud	A1	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	07c.1	00	Proposta di modifica al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Vinci Sud	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	07c.2	00	Proposta di modifica al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Vinci Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	07d	00	Proposta di modifica al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Montelupo Fiorentino	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	07e	00	Proposta di modifica al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Capraia e Limite	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	07f	00	Proposta di modifica al Piano Gestione Rischio Alluvioni – Cerreto Guidi	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	08a	00	Aree presidiate da sistemi arginali e aree di fondovalle fluviale – Empoli Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	08b	00	Aree presidiate da sistemi arginali e aree di fondovalle fluviale – Empoli Sud	A1	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	08c.1	00	Aree di fondovalle fluviale – Vinci Sud	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	08c.2	00	Aree di fondovalle fluviale – Vinci Nord	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	08d	00	Aree presidiate da sistemi arginali e aree di fondovalle fluviale – Montelupo Fiorentino	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	08e	00	Aree di fondovalle fluviale – Capraia e Limite	A0	1:10'000	Luglio 2022
TAV	QI	08f	00	Aree di fondovalle fluviale – Cerreto Guidi	A0	1:10'000	Luglio 2022

Gli elaborati costituenti la “**sintesi delle conoscenze**” evidenziati **in nero** sono quelli del “quadro conoscitivo di riferimento” elaborato ed aggiornato rispetto al precedente supporto geologico al Piano Strutturale.

Gli elaborati costituenti le “**analisi ed approfondimenti**” e/o contributi specialistici evidenziati **in colore blu** consistono in elaborazioni di tematismi cartografici, realizzati anche in scala di maggior dettaglio (1:5.000) per le frazioni sopra riportate e per i corsi d’acqua su cui sono state svolte modellazioni quantitative e prescelti dall’Amministrazione congiuntamente ai funzionari Istruttori del Genio Civile di Firenze (per i corsi d’acqua afferenti al reticolo secondario da assoggettare a modellazione idrologico idraulica quantitativa) e del Servizio Prevenzione Sismica della Regione Toscana (per i settore oggetto di studi di MS), finalizzati alla acquisizione di conoscenze prodromiche alla realizzazione della carta della pericolosità sismica ed idraulica.

Gli elaborati costituenti le “**valutazioni di pericolosità**” evidenziati **in colore violetto** sono costituiti da:

Carta della pericolosità geologica di nuovo allestimento, in attuazione del regolamento 5/R in scala 1:10.000 (Elaborati QG.04 – 8 fogli). Su tali elaborati sono state, inoltre, riportate con apposita indicazione le aree classificate come P4 e P3a (“perimetrazione delle aree a pericolosità da dissesti di natura geomorfologica”) secondo le modifiche agli elaborati di PAI approvate con il Decreto del Segretario Generale AdB Distrettuale n. 66 del 31.05.2022 per i Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci, e pertanto soggette alle salvaguardie (al momento ancora vigenti in attesa della approvazione del PAI Distrettuale e relativa normativa) di cui agli artt. 10 e 11 delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino del Fiume Arno stralcio assetto idrogeologico (PAI) approvato con D.P.C.M. del 6 maggio 2005.

Carta della pericolosità sismica in scala 1:5.000 / 1:10.000 realizzata in attuazione alle indicazioni tecniche dettate dal Regolamento Regionale n. 5/R e dagli ICMS (Elaborati QG.05 in n.8 Tavole).

Carta della pericolosità idraulica realizzata in scala 1:10.000 per i corsi d’acqua oggetto di eseguita modellazione idrologico idraulica (sia per i corsi d’acqua afferenti al reticolo principale che per i corsi d’acqua del reticolo secondario interferenti con i centri urbanizzati e/o le principali infrastrutture), in attuazione alle

indicazioni tecniche dettate dal Regolamento Regionale n. 5/R. Per gli ulteriori corsi d'acqua "secondari" si è provveduto secondo i risultati degli appositi studi di modellazione. Il criterio qualitativo (morfologico/storico inventariale dei trascorsi episodi di esondazione) per le rimanenti porzioni del territorio comunale.

Le note illustrative, relative alle tavole elencate, sono contenute nel presente fascicolo **"PSI_QG.00 - Relazione tecnica illustrativa"**.

2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Il presente piano riguarda i territori dei Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci, rientranti nell'area della Città Metropolitana di Firenze.

La popolazione complessiva dell'ambito è pari a 95.888 (dato al 31/12/2016) residenti.

L'area di studio, costituita dall'estensione territoriale dei comuni di Capraia e Limite (Lon 10.975798, Lat 43.742561), Cerreto Guidi (Lon 10.877591, Lat 43.759704), Empoli (Lon 10.947211, Lat 43.719051), Montelupo Fiorentino (Lon 11.019963, Lat 43.729654) e Vinci (Lon 10.926617, Lat 43.786776), nella totalità appartenenti alla Città Metropolitana di Firenze, è posta nel settore occidentale della Provincia di Firenze, al confine con quelle di Pisa, Pistoia e Prato e ricade nella parte centro-orientale del Valdarno Inferiore, estendendosi su una superficie complessiva di 215,38 kmq (rispettivamente Capraia e Limite 24,92 kmq, Cerreto Guidi 49,32 kmq, Empoli 62,28 kmq, Montelupo Fiorentino 24,67 kmq e Vinci 54,19 kmq), ubicata sia in destra (comuni di Capraia e Limite, Vinci e Cerreto Guidi) che in sinistra (Montelupo Fiorentino e Empoli) idraulica del Fiume Arno.



Empoli - EM

Montelupo Fiorentino - MF

Vinci - VI

Cerreto Guidi - CG

Capraia e Limite - CL

Inquadramento territoriale dei Comuni consorziati per il presente PSI con indicazione dei limiti amministrativi

L'area, nella sua interezza confina amministrativamente a nord con le province di Pistoia e Prato (Comuni di Carmignano, Lamporecchio, Larciano e Quarrata), ad est con i comuni di Lastra a Signa e Montespertoli (appartenenti alla Città Metropolitana di Firenze), a sud sempre con il Comune di Montespertoli e con quello di Castelfiorentino (Città Metropolitana di Firenze) e, infine, ad ovest con il Comune di Fucecchio (Città Metropolitana di Firenze) e con la Provincia di Pisa rappresentata dal Comune di San Miniato.

Per quanto riguarda le viabilità di collegamento, i territori comunali sono collegati al Capoluogo di Firenze e con la costa tirrenica tramite la S.G.C. Firenze-Pisa-Livorno e la S.S. n. 67 Tosco-Romagnola, che rappresentano le due più importanti reti viarie del settore e che rispondono attualmente bene alle necessità di questo territorio caratterizzato da una intensa attività commerciale, industriale ed artigianale.

Nell'interezza, le caratteristiche di utilizzo del suolo sono prevalentemente di tipo agricolo o boschivo ad esclusione dei fondo valle dove nelle pianure alluvionali dei corsi d'acqua minori si è sviluppata l'attività industriale con la realizzazione di lottizzazioni artigianali

I cinque comuni che compongono l'area oggetto di piano sono caratterizzati da una struttura territoriale che può essere suddivisa in tre differenti parti:

- la piana, comprendente tutto il comune di Cerreto Guidi, una parte del comune di Vinci e la parte più settentrionale del comune di Empoli. Tale zona ha un andamento morfologico pianeggiante relativamente omogeneo, anche se presenta dei piccoli ambienti collinari soprattutto nella zona centrale del territorio di Cerreto Guidi. Le suddette caratteristiche morfologiche hanno reso possibile l'ampio sviluppo dei centri abitati, come Empoli, Sovigliana e Montelupo Fiorentino, ma soprattutto di numerose isole produttive presenti in tutto questo ambito.

Un'altra importante caratteristica relativa a tale zona è la presenza di importanti elementi fisici ambientali, come i corsi d'acqua, nello specifico si fa riferimento al fiume Arno che collega in direzione Est-Ovest l'intero territorio intercomunale, il fiume Elsa che definisce il confine comunale di Empoli ovest ed il Torrente Pesa che sfocia in Arno attraversando il territorio di Montelupo Fiorentino. Inoltre, all'interno dell'ambito della piana sono presenti anche torrenti minori come Orme, Ormicello, Piovola, Vincio, Canale Maestro, Streda.

- il settore delle colline settentrionali, comprende le parti della media e dell'alta collina, ricadenti nei comuni di Vinci e Capraia e Limite. Tale area corrisponde ai versanti sud-ovest delle colline del Montalbano, che attualmente presentano un elevato valore agrario-paesistico-ambientale, caratterizzati prevalentemente dalla presenza di colture ad oliveto terrazzate, ma anche da estese aree boscate.

Un altro aspetto di notevole pregio della zona delle colline settentrionali è la notevole presenza di molte zone integre da un punto di vista naturalistico, dovute anche alla presenza del Barco Mediceo. Infine, in tutto il territorio vi è un forte patrimonio di edifici storici.

- le colline meridionali, tale parte di territorio comprende la porzione più a sud del comune di Empoli e di Montelupo Fiorentino. Attualmente risulta caratterizzata da un utilizzo prevalentemente agricolo con piccole isole boscate che si innestano tra le colture agricole e i vigneti.

Dal punto di vista morfologico per i settori settentrionali e meridionali, rispettivamente posti presso la dorsale del Monte Albano e le colline del Chianti, caratterizzati da un paesaggio prevalentemente collinare, si riscontra

che le sommità dei rilievi raggiungono quote massime di circa 400 m s.l.m. nel settore settentrionale del territorio comunale di Capraia e Limite, in prossimità dei limiti amministrativi con il Comune di Carmignano.

In destra idraulica del corso del Fiume Arno il paesaggio collinare, sebbene presenti nella totalità un andamento relativamente omogeneo, si presta ad una suddivisione in due porzioni, quella più prossima alle pendici del Monte Albano, con rilievi maggiormente acclivi, e quella più distante, avente morfologie più dolci. Rilievi collinari con blande acclività e dolci morfologie sono presenti anche nei settori meridionali del territorio di interesse, in sinistra idraulica del corso del Fiume Arno.

I sistemi collinari degradano verso il fondovalle del Fiume Arno, del Fiume Elsa e dei corsi d'acqua secondari, caratterizzato da settori pianeggianti con quote che non superano i 50,0 m s.l.m., attestandosi mediamente su 20,0-30,0 m s.l.m..

In suddetto contesto la copertura vegetale delle aree è condizionata dalla natura geologica dei terreni, non tanto e non solo per la predisposizione naturale di un terreno ad accogliere certe essenze vegetali, quanto per la forte e reiterata presenza umana in questi territori, presenza che ha concentrato il suo intervento là dove le condizioni di lavorabilità dei terreni erano più idonee e le morfologie più dolci.

In sintesi la classica relazione

terreni argillosi ed alluvioni di fondovalle	=	terreni seminativi, frutteti e vigne
terreni ciottoloso-ghiaiosi e sabbiosi cementati	=	bosco

risulta essere più un portato dell'intervento umano sul territorio che non una predisposizione "naturale" intrinseca legata alla natura litologica delle formazioni presenti.

Riguardo all'aspetto idrografico, il principale corso d'acqua è il Fiume Arno che con andamento circa est-ovest scorre nella porzione centrale del territorio di interesse. Altro corso d'acqua facente parte del reticolo principale è il Fiume Elsa, che definisce il confine tra il Comune di Empoli e il territorio della Provincia di Pisa e confluisce nel Fiume Arno, come uno dei suoi maggiori affluenti, poco ad ovest dell'abitato di Marcignana.

I corsi d'acqua secondari che interessano i territori comunali d'interesse sono tutti caratterizzati da un regime torrentizio e presentano notevoli portate durante la stagione piovosa ed in occasione di intense precipitazioni, mentre durante la stagione estiva le portate si riducono notevolmente fino a mostrare in taluni casi condizioni di completa assenza d'acqua. Generalmente i bacini dei corsi d'acqua secondari hanno caratteristiche di estensione medie inferiori ai 25 kmq.

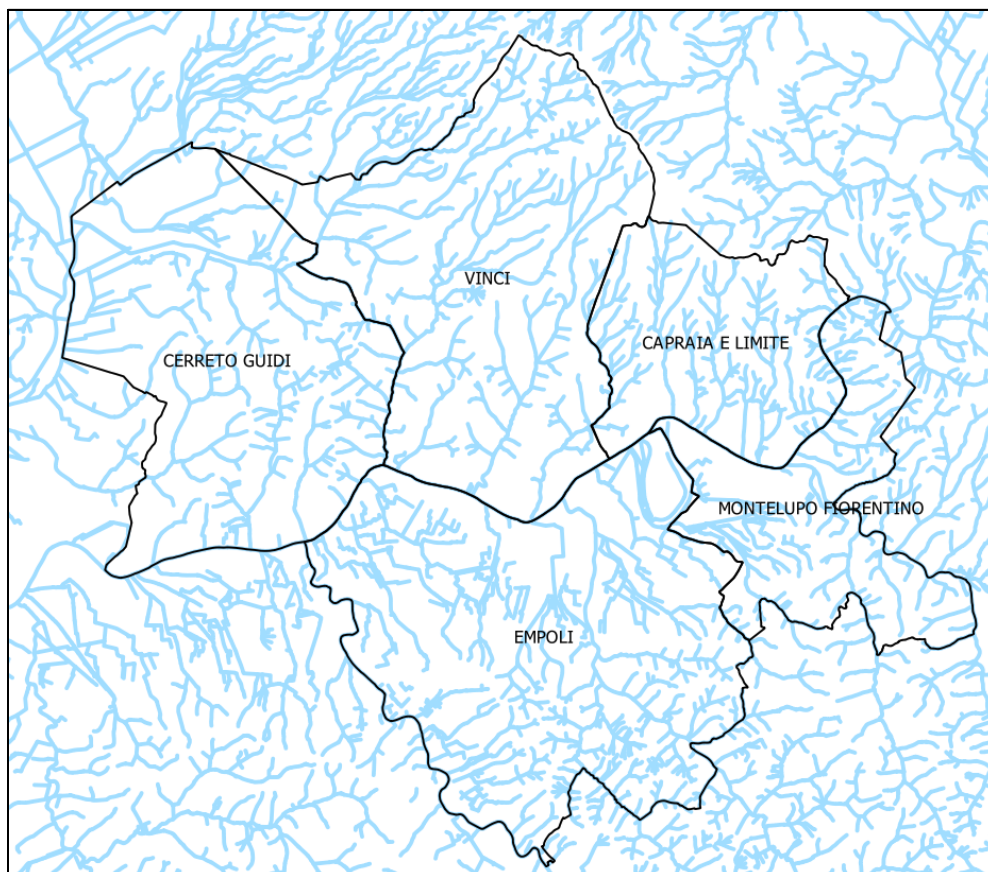
Tra gli affluenti di destra del Fiume Arno, che nella totalità defluiscono dai rilievi collinari posti nella porzione settentrionale dei territori in esame, si ricordano tra gli altri il Torrente Streda, il Rio Ganghereto, il Rio Filicaia, il Rio della Valle Marcarro, il Rio S. Ansano, il Rio Morticini, il Rio Barbugiano, il Rio di Corliano, il Rio Val Nebbia, il Borro del Pescaione, il Rio della Botta, il Rio di Botricello e il Rio Guidi, a cui seguono per importanza gli affluenti, in ordine gerarchico decrescente.

Tra i principali corsi d'acqua secondari citiamo anche il Torrente Vincio, che scorre da oriente verso occidente nei territori comunali di Vinci e di Cerreto Guidi andando ad immettersi a sud-ovest della località Stabbia nel Canale Maestro del Padule di Fucecchio. Tra gli affluenti del Torrente Vincio si ricordano il Rio Vinciarello, il Borro Fangacci, il Rio di Cugnani e il Rio di Mormoreccio.

Invece, tra gli affluenti di sinistra del Fiume Arno, che nella totalità defluiscono con andamento circa da sud verso nord dalle colline poste nella porzione meridionale dei territori in esame, si ricordano principalmente il

Torrente Pesa, che confluisce in Arno in corrispondenza dell'abitato di Montelupo Fiorentino e presenta il Rio di Pulica e il Torrente Turbone come suoi principali affluenti e il Torrente Orme, che confluisce in Arno in corrispondenza dell'abitato di Empoli e vede il Rio Camerota e il Torrente Ormicello come suoi principali affluenti

Tra gli altri corsi d'acqua secondari affluenti di sinistra del Fiume Arno si ricordano il Fosso di Fabbiana, il Rio di Sammontana e il Rio Fosso Maestro di Cortenuova.



Inquadramento territoriale con evidenza del reticolo idrografico

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE GENERALE

I territori dei comuni dell'empolese sono collocati ai piedi della porzione meridionale della dorsale del Monte Albano, rappresentata dal fianco rovescio di una grossa piega coricata, antiforme, vergente verso NE e con asse orientato in direzione NO-SE. Questa struttura prosegue verso SE nei Monti del Chianti, con i quali costituisce il cosiddetto fronte della Falda Toscana.

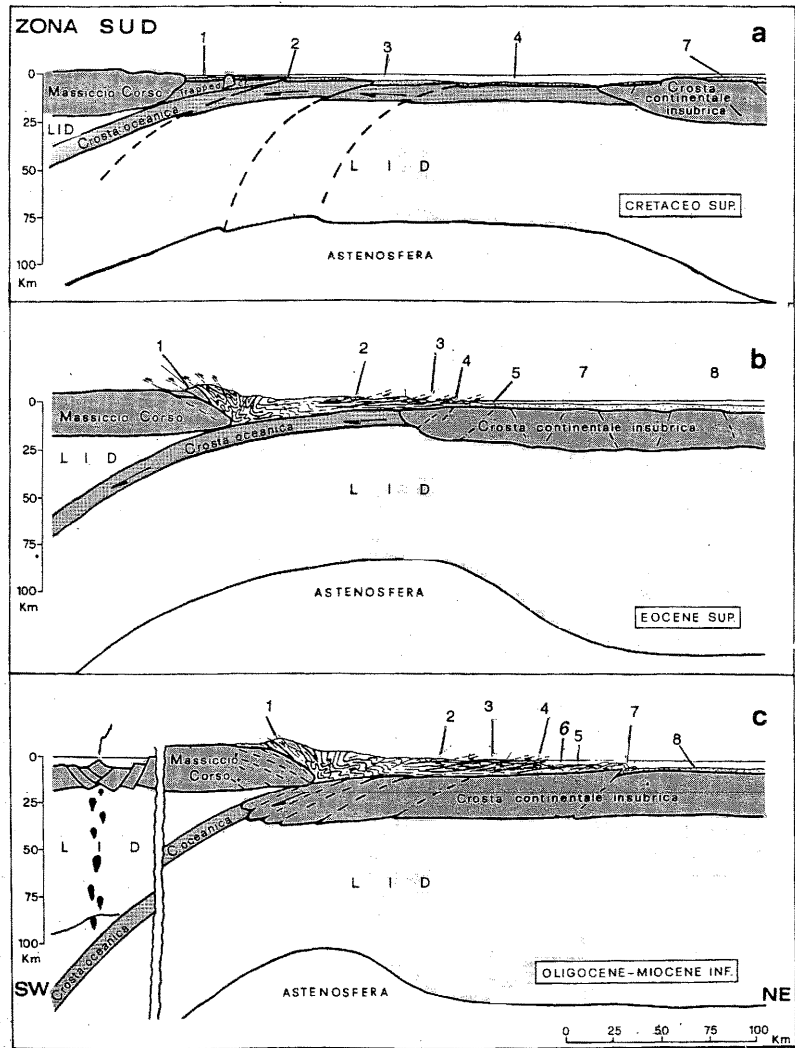
Dal punto di vista geologico i suddetti territori si possono suddividere, in maniera schematica, in due zone; una nord-orientale caratterizzata dalla presenza delle formazioni appartenenti principalmente al Dominio Toscano e in particolare alla formazione del Macigno, e secondariamente alle unità liguri del Dominio Ligure Esterno (Unità di Monte Morello) e una nord-occidentale, centrale e meridionale con prevalente presenza di depositi marini pliocenici e continentali rusciniani e villafranchiani.

Su questi poggiano, nei fondovalle ubicati principalmente nella porzione centrale e meridionale dei settori di interesse, depositi recenti di natura alluvionale, presenti in maniera diffusa in tutto il territorio, e in particolare lungo il corso fluviale principale, il Fiume Arno, che lungo i corsi secondari, quali il corso del Fiume Elsa e Torrente Pesa e dei Torrenti Vincio, Streda e Orme, oltre che lungo i corsi d'acqua del reticolo minore.

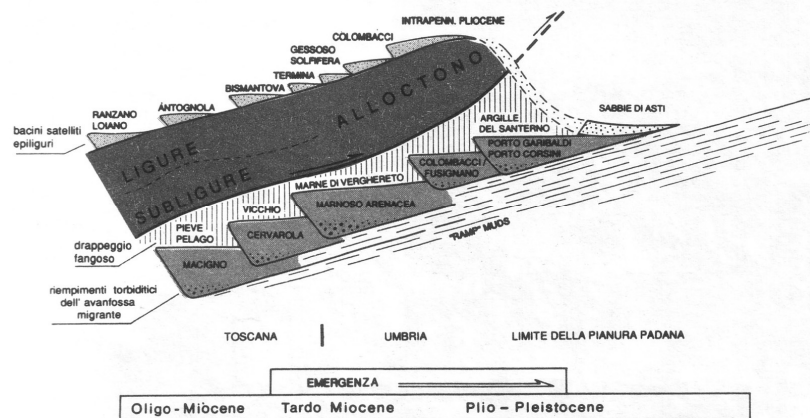
Al fine di collocare correttamente da un punto di vista geologico-strutturale l'area, saranno riportate brevemente alcune informazioni riguardo la storia geologica di questa parte dell'Appennino Settentrionale.

Da un punto di vista geologico appartiene alla fascia centrale della catena orogenetica dell'Appennino settentrionale, parte integrante della fascia di deformazione perimediterranea sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche. Queste sono legate agli eventi verificatisi a partire dal Cretaceo superiore in seguito alla completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese ed alla successiva collisione continentale tra la placca europea e quella adriatica.

In tale contesto si distinguono una fase oceanica ed una fase ensialica. La fase oceanica inizia al limite tra il Cretaceo inferiore ed il Cretaceo superiore, e termina nell'Eocene medio con la completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese. Durante questa fase si forma un prisma d'accrescimento costruito dall'impilamento per sottoscorrimento verso W delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento, che andranno così a costituire le cosiddette Unità Liguri. Segue, nell'Eocene medio-superiore la collisione tra il margine continentale europeo (sardo-corso) e quello adriatico che dà inizio alla fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica. In questa fase si ha lo sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso W dell'Unità Toscane, prima, e di quelle Umbro-Marchigiane poi, sotto le unità precedentemente impilate. Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie questa strutturazione crostale. In questa fase il fronte compressivo, che migra verso E, è seguito, a partire dal Miocene medio, da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale che ha portato all'apertura del Bacino Tirrenico. Attualmente i due regimi tettonici diversi coesistono in due fasce contigue della catena: nel versante tirrenico è attivo il regime distensivo, in quello adriatico quello compressivo.



Schema dell'evoluzione orogenica dell'Appennino Settentrionale dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore. 1=Unità corse; 2=Unità del Vara; 3=Unità del Trebbia; 4=Unità della Calvana; 5=Complesso di Canetolo; 6=Successioni Epiliguri; 7=Dominio Toscano; 8=Dominio Umbro-Romagnolo (da PRINCIPI & TREVES, 1984, semplificato).



La figura illustra la progressione nell'avanzamento verso NE dell'alloctono Ligure e Subligure sulle successioni delle avanosse torbiditiche dei differenti domini. I sedimenti depositi direttamente sulla coltre ligure formano le successione dei bacini satellite epiliguri.

Da un punto di vista regionale questa complessa storia tettonica ha, pertanto, portato prima (Cretaceo superiore-Eocene) allo sradicamento delle Unità Liguri dal loro substrato oceanico e al loro impilamento su se stesse secondo un ordine tettonico-geometrico che vede in alto le unità più interne e in basso le più esterne, tra cui ricordiamo l'Unità della Calvana. Tutto questo complesso di Unità Liguri sovrasta tettonicamente l'Unità di Canetolo (Eocene-Oligocene) attribuita a una zona di transizione con il margine continentale adriatico. Successivamente, dopo la messa in posto della Falda Toscana (Dominio Toscano interno), avvenuta nel Miocene medio-superiore, sopra la più esterna Unità Cervarola-Falterona, le Unità Liguri si sono rimosse, per mettersi in posto prima sopra la Falda Toscana, e poi sopra l'Unità di M. Cervarola già sovrascorsa verso E (Tortoniano) sulla Marnoso arenacea del Dominio Umbro-Marchigiano.

All'interno di suddetto quadro, le rocce più antiche affioranti in un ampio intorno dei territori comunali di interesse sono quelle appartenenti alle unità del Dominio Ligure, in particolare alle formazioni cretacicoeoceniche del Dominio Ligure Esterno (Unità di Monte Morello) che giacciono in discordanza sui depositi torbiditici oligo-miocenici della Falda Toscana (Dominio Toscano), a seguito del sovrascorrimento e sovrapposizione in età miocenica (medio-superiore) delle Unità Liguri e Sub-Liguri sui terreni appartenenti alla Falda Toscana.

Successivamente alla loro prima messa in posto, i principali accavallamenti sono stati rimobilizzati e riattivati secondo sovrascorrimenti minori interni alle varie unità, dando localmente geometrie molto complesse con sovrascorrimenti precedentemente tagliati e ripiegati da quelli successivi. Tali fasi compressive sono riferibili principalmente al Messiniano, al Pliocene inferiore e nei settori più esterni al Pliocene superiore.

Nel frattempo erano cominciati nelle aree più occidentali i movimenti disgiuntivi che hanno portato, attraverso una serie di faglie normali principali immergenti verso W, allo smembramento della catena a falde, precedentemente costituita, con lo sviluppo di depressioni tettoniche a semi graben (bacini intermontani) sempre più giovani da W verso E, tra cui ricordiamo il bacino del Valdarno superiore, sviluppatosi a partire dal Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

.

Infatti, alla fine del Miocene, dopo che le spinte orogenetiche che avevano costituito la catena appenninica si erano attenuate o spente, si instaurò una tettonica distensiva caratterizzata da grandi faglie normali orientate in direzione NW-SE e NNW-SSE, che crearono numerosi bacini strutturali, allungati appunto in tali direzioni.

Alla fase compressiva ne è succeduta una distensiva, con movimenti disgiuntivi che nelle aree più occidentali hanno portato, a partire dal Pliocene superiore - Pleistocene inferiore, attraverso una serie di faglie normali principali immergenti verso W, allo smembramento della catena a falde, precedentemente costituita, con lo sviluppo di depressioni tettoniche a semi graben, sempre più giovani da W verso E, tra cui ricordiamo il bacino del Valdarno superiore, sviluppatosi.

I dati geologici e geomorfologici sono stati estrapolati, come indicato nelle specifiche tecniche regionali e nazionali, sia da precedenti studi già eseguiti nei comprensori comunali, che da nuovi originali rilevamenti di dettaglio appositamente eseguiti nel corso del presente studio.

Per quanto riguarda il reperimento bibliografico di studi geologici e geomorfologici pregressi, ci si è riferiti alle seguenti indagini:

- ☐ Cartografia C.A.R.G. Regione Toscana (compresi originali d'Autore)
- ☐ Continuum Territoriale Geologico della Regione Toscana;
- ☐ Carte geologiche e geomorfologiche di supporto agli Strumenti Urbanistici Comunali;
- ☐ Studi geologici e geomorfologici di dettaglio di supporto alla progettazione di opere pubbliche e private;
- ☐ Progetto IFFI (ISPRA);
- ☐ Banca dati regionale S.I.R.A. e Provincia di Firenze Servizio Acque (Mappa pozzi e derivazioni) e ISPRA per i pozzi idrici.

Tutti i dati reperiti sono stati fra loro confrontati e “validati” mediante mirati percorsi di sopralluogo e rilevamenti originali, anche mirati alla realizzazione delle necessarie interpolazioni e interpretazioni geologiche, specialmente in corrispondenza delle aree coperte da terreno agrario, da boschi e da insediamenti urbani.

Appare opportuno precisare che questa carta tematica rappresenta uno strumento indispensabile per l'impostazione di studi sistematici o finalizzati a particolari problemi, come quello rappresentato dalla pianificazione urbanistica.

3.2 STRATIGRAFIA e DESCRIZIONE delle FORMAZIONI

I terreni oggetto di studio appartengono per la quasi totalità, ad eccezione dei depositi di copertura, alle formazioni del substrato cretaceo-cenozoico e le suddivisioni litostratigrafiche o allostratigrafiche che sono proposte in letteratura permettono di avere un quadro completo ed esaustivo dei caratteri litologici e sedimentologici, nonché del significato paleo-ambientale della successione in esame.

Nel presente lavoro si è adottata una rappresentazione cartografica basata sulle simbologie proposte dal progetto regionale VEL-DOCUP (Valutazione Effetti Locali) in ottemperanza alle indicazioni delle ICMS 2012.

Per quanto riguarda le sigle ed i cromatismi delle unità geologiche, in assenza di riferimenti specifici del suddetto progetto, si è fatto riferimento alle indicazioni del Servizio Geologico – ISPRA, che adotta una classificazione in unità litostratigrafiche per le rocce del substrato litoide ed un criterio genetico per la suddivisione dei depositi quaternari definiti ubiquitari (frane, depositi di versante, coltri detritiche ecc.).

La legenda delle unità geologiche proposta si basa, pertanto, sulle sigle ed i criteri CARG mantenendo i tradizionali riferimenti alla nomenclatura classica, ormai consolidata nella letteratura e nella cultura geologica dell'area in esame.

In dettaglio, nell'area del territorio intercomunale, si ritrova, dall'alto verso il basso stratigrafico e con nomenclatura congruente con il Progetto CARG (Cartografia Geologica Regione Toscana) e con il Continuum Territoriale Geologico della Regione Toscana, la seguente successione:

DEPOSITI ANTROPICI

Sono terreni di origine antropica di riporto e terreni di bonifica per colmata (h1, h3 e h5), individuati generalmente nelle aree urbane dei centri abitati e/o in aree trasformate da attività antropica trascorsa, recente ed attuale.

DEPOSITI QUATERNARI

Sono costituiti da sedimenti olocenici riconducibili a:

- corpi di frana (*Olocene*)
- depositi di versante (aa) (*Olocene*)
- depositi eluvio-colluviali (b2a) (*Olocene*)
- depositi di origine mista (b4a) (*Olocene*)
- depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati (e3a) (*Olocene*)
- depositi alluvionali attuali (b) (*Olocene*)
- depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) (*Olocene*)
- discariche per inerti e rifiuti solidi urbani (h1) (*Olocene*)
- discariche di cave e ravaneti (h3) (*Olocene*)
- terreni di riporto, bonifica per colmata (h5) (*Olocene*)

I corpi di frana sono costituiti da elementi eterometrici prevalentemente grossolani, dispersi in matrice sabbiosa e sabbioso limosa e si trovano accumulati per gravità lungo i versanti o ai piedi di scarpate. In questa categoria si inseriscono tutte quelle masse detritiche che presentano caratteristiche di caoticità e disarticolazione, ancora ben riconoscibili sul terreno e dove gli accumuli dovuti a frane recenti interessano aree sulle quali è possibile una ripresa del movimento per la presenza di materiali sciolti, per l'assenza della vegetazione e per la sovente presenza di pendenze elevate.

I depositi eluvio-colluviali (b2a), quelli di origine mista (b4a) e i depositi detritici di versante (aa) sono costituiti da elementi eterometrici in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti, nei primi due casi dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità, e, nel terzo caso per accumuli dovuti a gravità lungo i versanti o ai piedi di scarpate.

I depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati (e3a), presenti in corrispondenza della zona depressa del Padule di Fucecchio sono costituiti principalmente da torbe e limi argillosi.

I depositi alluvionali attuali (b) sono i depositi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione, attraverso processi fluviali ordinari, costituiti da sabbie, limi e ghiaie e da depositi prevalentemente limoso sabbiosi nel caso delle piane alluvionali minori.

I depositi alluvionali recenti, terrazzati o non terrazzati (bna) sono riconducibili a depositi di piana alluvionale, costituiti prevalentemente da ciottolati in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati.

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI E VILLAFRANCHIANI

- Limi argilloso-sabbiosi e argille sabbiose (VILh) (*Rusciniano-Villafranchiano*)

Sabbie gialle, limi sabbiosi ed argille limose di colore grigio-nocciola, con strutture sedimentarie, facies di canale e di piana alluvionale, ed associazioni fossilifere, malacofaune dulcicole e terrestri, di ambiente deposizionale fluviale e palustre. Talvolta, nelle facies di canale, sono presenti anche sottili livelli conglomeratici, spesso cementati e con ciottoli prevalentemente carbonatici.

- Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei (VILg) (*Rusciniano-Villafranchiano*)

Ghiaie eterometriche e blocchi subangolosi di elementi litici di arenaria Macigno, con matrice sabbiosa alternati a livelli di conglomerati, da medi a grossolani, costituiti da elementi di arenaria Macigno e livelli di sabbie da grossolane a fini.

- Sabbie e conglomerati (VILe) (*Rusciniano-Villafranchiano*)

Ciottoli polimodali a tessitura prevalentemente clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-limosa e subordinate sabbie medio-grossolane, talora a laminazione piana o inclinata.

- Argille e argille sabbiose lignitifere (VILc) (*Rusciniano-Villafranchiano*)

Argille grigie lignitifere di colore marrone scuro o rosso vinaccia, ricche di cristalli prismatici e lenticolari di gesso, che passano ad argille limose con noduli calcarei concezionali; al tetto sono presenti argille siltose marrone chiaro finemente stratificate, con frequenti lamine rossastre di ossidi di ferro.

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

Sabbie medio-fini e limi sabbioso argillosi giallastri massivi, talora laminati piani, di ambiente alluvionale.

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

Ciottoli polimodali a tessitura prevalentemente clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-limosa e subordinate sabbie medio-grossolane, talora a laminazione piana o inclinata.

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

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

Sabbie con granulometria variabile, generalmente piuttosto fini, e sabbie argillose o limose, più o meno cementate, di colore generalmente giallastro e marrone ocreo; suddivise in grossi banchi omogenei, cui si intercalano livelli più grossolani a cemento calcareo-arenaceo e livelli da debolmente cementati a cementati (areniti). Sono frequenti anche intercalazioni di limi da debolmente sabbiosi ad argillosi e sabbie argillose o di sottili livelletti di conglomerati.

- Argille sabbiose, limi e argille siltose con intercalazioni sabbiose con fossili marini (FAAb) (*Zancleano-Piacenziano*)

Si tratta di argille e argille siltoso-sabbiose generalmente grigio azzurre localmente fossilifere con intercalazioni di sabbie e sabbie argillose. Alla base si possono riconoscere argille azzurre in facies salmastra.

- Argille e argille siltose grigio azzurre localmente fossilifere (FAA) (*Zancleano-Piacenziano*)

Argille e argille siltose generalmente grigio azzurre localmente fossilifere.

- Conglomerati marini poligenici (PLIb) (*Zancleano-Piacenziano*)

Conglomerati costituiti da ciottoli provenienti prevalentemente dalle formazioni delle Unità Liguri, in maggioranza areniti, calcari e ofioliti. Si presentano in lenti discontinue e di limitate dimensioni che testimoniano di un rapido seppellimento sedimentario.

DOMINIO LIGURE ESTERNO – UNITA' DI MONTE MORELLO

- Formazione di Sillano (SIL) (*Cretaceo Superiore – Paleocene*)

Argilliti e siltiti fogliettate, scure (grigie o nerastre) o variegata (rosse, marroni e verdastre), alternate o con intercalazioni di strati calcilutitici, talora silicee, marnosi, calcarenitici e calcareo-marnosi torbiditici a grana fine, talora litografici, da sottili a molto spessi, di colore nocciola o giallastri all'alterazione, grigio chiari al taglio, talvolta con patina verdastra. Frequenti strati gradati calcarenitici (tipo "Pietraforte") da medio-fini a grossolane grigio-scuri, marroni all'alterazione. I livelli calcarei si presentano spesso con fatturazione ad incudine.

Nella facies più comune le argilliti sono prevalenti e inglobano strati, in genere sottili, degli altri tipi litologici.

Altre facies abbastanza diffuse sono formate da livelli calcilutitici e argillitici color grigio e livelli di brecciole con clasti di calcari micritici, argillitici e di rocce verdi o da una maggiore quantità di arenarie, fittamente interstratificate con argilliti grigie con o senza rare intercalazioni di calcari marnosi e marne.

Può, inoltre, presentare variazioni laterali di litologia con aumento della componente argillitica, oppure aumento, fino alla prevalenza, della componente arenacea (con passaggio alla "Pietraforte").

Localmente sono presenti impregnazioni nerastre di ossidi di manganese.

La porzione basale è solitamente caoticizzata ed i termini litoidi si ritrovano spezzettati e immersi in una massa argillitica.

Data la natura prevalentemente argillitica di questa formazione, la deformazione tettonica è spesso assai intensa, rendendo talvolta mal calcolabile lo spessore originario, anche a causa di probabili raddoppi tettonici interni.

DOMINIO TOSCANO – FALDA TOSCANA

Macigno (MAC) (*Oligocene superiore – Miocene inferiore*)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatico-micacee, spesso gradate, di colore grigio, marroni giallastre per alterazione, a granulometria generalmente da media a grossolana, in strati da medi a spessi, fino a molto spessi, talvolta amalgamati, con intercalazioni centimetrico-decimetriche di arenarie fini, siltiti, argilliti e argilliti siltose color grigio scuro. Nella porzione superiore risultano relativamente comuni anche intercalazioni decimetriche-metriche di calcilutiti marnose, marne calcaree e di argilliti nerastre. Localmente sono presenti torbiditi calcaree a base calcarenitica, talvolta ricche di bioclasti.

Macigno – Membro di Poggio Belvedere (MAC2) (*Oligocene superiore – Miocene inferiore*)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatico-micacee, di colore grigio, marroni giallastre per alterazione, a granulometria generalmente da media a fine, in strati di spessore decimetrico, con intercalazioni centimetrico decimetriche di peliti siltose color grigio scuro.

Macigno – Olistostromi di materiale ligure e subligure (MACa) (*Oligocene superiore – Miocene inferiore*)

Sono corpi lenticolari, generalmente allungati, intercalati stratigraficamente alle altre normali litofacies rappresentati da breccie argillose ad elementi calcarei micritici e siltitici in matrice argillitica da bruna ad ocracea. Si presentano intercalati nella porzione superiore del Macigno. Per quanto riguarda la loro messa in posto, il meccanismo principale è la gravità, e richiede un'intensa frammentazione delle rocce e una liquefazione del materiale pelitico, spesso proveniente da formazioni ancora poco litificate.

Macigno – Arenarie zonate (MACb) (*Oligocene superiore – Miocene inferiore*)

Fitta alternanza di strati arenacei di spessore da medio a grossolano e di siltiti di spessore da fine a medio. All'interno degli strati sono presenti alternanze millimetriche di bande siltitiche grigio chiare e peliti grafitose

nerastre; questa bandatura, assieme alla fitta alternanza degli strati suddetti conferisce alla formazione la cosiddetta “zonatura”.

Macigno – Marne di San Polo (MACc) (Oligocene superiore – Miocene inferiore)

Marne e marne siltose grigie o grigio giallastre a frattura scheggiata, con intercalazioni di siltiti ed arenarie fini torbiditiche. Generalmente si rinvengono nella porzione superiore della formazione del macigno e sono generalmente associate al tetto degli olistostromi.

Volendo raggruppare in termini meramente litologici i terreni sopra descritti, questi sono ascrivibili a:

Rocce litificate

Si rinvengono sui bordi del bacino e sono costituite dalle rocce del substrato pre-lacustre:

Argilliti: argilliti scure fissili con inclusi litoidi di varia natura e pezzatura.

Arenarie e calcareniti: arenarie calcaree e calcareo siltose con calcareniti.

Calcari e argilliti: alternanze metriche e sub-metriche di calcari ed argilliti marnose, piuttosto regolari.

Marne: marne siltose con rare intercalazioni di arenarie fini.

Rocce non litificate

Trattasi di terreni sciolti a prevalente natura limoso-argillosa o ghiaiosa, da sciolte a debolmente o mediamente consistenti:

Limi argillosi: limi argillosi ed argille limose debolmente o mediamente consistenti di colore bruno.

Limi sabbiosi: sono costituiti da una miscela ternaria alquanto variabile percentualmente nei suoi termini dati da limi, sabbie ed argille, generalmente di colore chiaro, con clasti ghiaiosi sparsi e/o lenti di ghiaie sporche.

Ghiaie disperse in matrice limoso-argilloso-sabbiosa prevalente: trattasi di depositi costituiti da un eccipiente limoso-argilloso-sabbioso bruno rossastro, con calici, livelli torbosi e ghiaietto, talora con vere e proprie lenti o con livelli di ghiaie.

Sabbie, ghiaie e ciottolami in matrice limoso-sabbiosa: sabbie giallastre, talora gradate, ghiaie e ciottolami di diametro centimetrico (2 □ 10 cm ca.) in matrice sabbioso-limosa.

Argille turchine: sono costituite da limi argillosi consistenti, talora con ciottoli e ghiaie dispersi, di colore grigio bluastrò passante all'azzurro tenue.

Materiali di riporto

Trattasi di depositi fortemente eterogenei di origine antropica con spessori variabili da pochi a molti metri.

4. MODELLO DI SOTTOSUOLO E NOTAZIONI GEOLOGICO TECNICHE PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Pur demandando alle trattazioni ed agli elaborati realizzati specificatamente per ciascuno dei cinque comuni afferenti al presente PSI (elaborati specialistici relativi a Microzonazione Sismica di livello 1/2 secondo il dettaglio in premessa) val la penna soffermarsi su alcuni aspetti comuni cui si è fatto riferimento nello sviluppo dei singoli studi di Microzonazione Sismica:

- ☐ elaborazione/ricostruzione del modello di sottosuolo,
- ☐ cartografia litotecnica e/o geologico tecnica (ICMSI) per la microzonazione sismica.

Viene definito come modello del sottosuolo “una rappresentazione tridimensionale approssimata di una porzione di sottosuolo, nella quale devono essere distinguibili gli elementi qualitativi e quantitativi necessari per il suo impiego nelle valutazioni funzionali alla specifica applicazione. Metodologicamente è il risultato di un processo interattivo e iterativo di trattamento di dati provenienti da diverse fonti informative, riconducibili a specifiche aree disciplinari: geologia, geofisica e geotecnica”.

In sintesi, il processo è indirizzato e finalizzato alla definizione del minimo numero di parametri necessari a fornire una ricostruzione di Unità Omogenee, cioè quelle unità caratterizzate da valori simili dei parametri rilevanti ai fini dello studio. Il processo prevede di passare da unità strettamente litologiche a unità caratterizzate da parametri geotecnici e geofisici simili.

In particolare, si devono definire per le diverse unità litologico/litotecniche:

- ☐ le geometrie e i limiti superiori, laterali e inferiori; in particolare, è importante stabilire il rapporto stratigrafico tra i terreni di copertura e il substrato geologico, per definire l'andamento morfologico del tetto del substrato geologico sepolto;
- ☐ l'assetto strutturale degli ammassi rocciosi ed eventualmente delle formazioni fortemente sovracconsolidate e/o cementate;
- ☐ le proprietà fisiche e meccaniche, sebbene secondo le loro intrinseche variazioni e valutazioni di incertezza;
- ☐ la posizione delle falde acquifere e le loro eventuali oscillazioni, con definizione delle condizioni idrodinamiche e di pressione interstiziale.

Il processo di costruzione del modello del sottosuolo è partito, quindi, dalla ricostruzione dell'assetto geologico-geomorfologico e strutturale delle aree indagate, effettuato sia mediante cartografie già a disposizione e redatte in passato, come la Carta Geologica Regionale (1:10.000), la Carta Geologica del P.R.G., ecc..., sia attraverso un'inedita revisione con rilievi di campagna.

Tutta l'informazione geologica acquisita, coadiuvata dai dati geotecnici e geofisici, è stata tradotta in un modello, sintetizzato nelle Carte Geologico Tecniche, fornite in scala 1:5.000, riguardanti i settori di interesse, per ciascuno dei Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci, per gli studi di Microzonazione Sismica.

L'insieme dei dati geologici finalizzati a definire modelli del sottosuolo, particolarmente inerenti alla Microzonazione Sismica, hanno consentito di:

- ☐ distinguere il substrato geologico dai terreni di copertura;
- ☐ definire le loro geometrie;

- ☐ individuare, nei terreni di copertura, le aree soggette a fenomeni di instabilità dei versanti;
- ☐ individuare le criticità geomorfologiche.

Ai dati di superficie sono stati aggiunti i dati prelevati in profondità con le indagini geognostiche:

- ☐ successioni litostratigrafiche;
- ☐ contatto terreni di copertura – substrato geologico.

La cartografie geologico tecnica sono state redatte in scala 1:5.000 e 1:10.000 (vedi il dettaglio relativo a ciascun comune nel proprio studio di Microzonazione Sismica) e rappresentano, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 4.2 del dicembre 2020), l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e della carta di microzonazione sismica.

Le unità geologico-litologiche vengono distinte tra terreni di copertura, con spessore minimo di 3,0 m, e substrato geologico rigido o non rigido, per giungere ad una standardizzazione delle informazioni relative agli aspetti geologici e litotecnici. La suddivisione dei litotipi in classi predefinite permette, così, di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità. Le tipologie dei terreni di copertura in base alle caratteristiche litologiche e i relativi codici corrispondenti vengono descritti utilizzando l'Unified Soil Classification System (ASTM, 1985, modificato) come di seguito presentato:

In aggiunta per i terreni di copertura vengono riportati i codici relativi agli ambienti di possibile genesi e deposizione dei terreni di copertura.

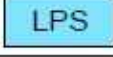
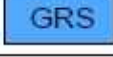
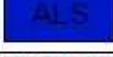
Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche

Legenda della Carta Geologico Tecnica: terreni di copertura

Ambiente vulcanico	
Colate/spandimenti/cupole/domi/dicchi/coni lavici	la
Coni scorie/ceneri	sc
Coltri ignimbritiche	ig
Lahar (colate di fango)	lh
Ambiente di versante	
Falda detritica	fd
Conoide detritica	cd
Conoide di delezione	cz
Eluvi/colluvi	ec
Ambiente fluvio - lacustre	
Argine/barre/canali	es
Piana deltizia	dl
Piana pedemontana	pd
Bacino (piana) intramontano	in
Conoide alluvionale	ca
Terrazzo fluviale	tf
Lacustre	lc
Palustre	pa
Piana inondabile	pi
Ambiente carsico	
Riempimento di dolina/karren/vaschetta/sinkhole	do
Forme costruite presso sorgenti	so
Forme costruite in canyon carsici	cy
Croste calcaree	cc
Ambiente glaciale	
Morena	mr
Deposito fluvio glaciale	fg
Deposito lacustre glaciale	fl
Till	ti
Ambiente eolico	
Duna eolica	de
Loess	ls
Ambiente costiero	
Spiaggia	sp
Duna costiera	dc
Cordone litoraneo	cl
Terrazzo marino	tm
Palude/laguna/stagno/lago costiero	pl
Altro ambiente	zz

Legenda della Carta Geologico Tecnica: ambienti genetico-deposizionali dei terreni di copertura

Le unità del substrato geologico vengono definite tenendo conto della tipologia (lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi), della stratificazione (qualora esistente) e del grado di fratturazione (secondo una valutazione qualitativa).

Substrato geologico		
	LP	Lapideo
	GR	Granulare cementato
	CO	Coesivo sovraconsolidato
	AL	Alternanza di litotipi
	LPS	Lapideo, stratificato
	GRS	Granulare cementato, stratificato
	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
	SFLP	Lapideo fratturato / alterato
	SFGR	Granulare cementato fratturato / alterato
	SFCO	Coesivo sovraconsolidato fratturato / alterato
	SFAL	Alternanza di litotipi fratturato / alterato
	SFLPS	Lapideo, stratificato fratturato / alterato
	SFGRS	Granulare cementato, stratificato fratturato / alterato
	SFCOS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato fratturato / alterato
	SFALS	Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato

Legenda della Carta Geologica Tecnica: substrato geologico

In tale cartografia sono stati riportati gli elementi tettonico strutturali (faglie e strutture tettoniche certe o presunte con relativo stato di attività, stratificazioni) e gli elementi geologico e idrogeologici puntuali derivanti dai dati di base (profondità del substrato geologico raggiunto da sondaggio o pozzo, profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato geologico, profondità della falda).

Inoltre vengono fornite indicazioni relativamente alle fenomenologie di instabilità di versante (tipologia di instabilità e stato di attività). Infine vengono presentate le forme morfologiche di superficie e sepolte.

5. GEOMORFOLOGIA e RISCHIO di INSTABILITA' dei VERSANTI

La geomorfologia è la disciplina delle Scienze della Terra che studia le forme attuali e del passato della superficie della crosta terrestre, nelle loro caratteristiche fisiche e nei rapporti con le strutture geologiche e con i processi superficiali che hanno agito nel tempo. La carta geomorfologica rappresenta quindi le forme del rilievo terrestre, ne rappresenta i caratteri morfografici (forma e dimensioni) e morfogenetici (i processi responsabili del modellamento del paesaggio).

Il criterio principale di classificazione è quello morfogenetico, cioè quello basato sull'individuazione dell'origine delle forme, che quindi sono classificate in funzione dei processi endogeni (legati a dinamiche interne della litosfera) ed esogeni (es. acque correnti superficiali, gravità, ecc., legati a dinamiche esterne alla litosfera) con associata l'indicazione della sequenza cronologica e morfodinamica con particolare distinzione relativa allo stato di attività delle forme stesse tra forme attive, forme non attive ma potenzialmente instabili ("quiescenti") e non attive.

Per la scelta dei criteri di classificazione utilizzati per la redazione del presente supporto si è fatto riferimento ai contenuti del Regolamento Regionale n. 7/R del 6 marzo 2017 "Specifiche tecniche per la strutturazione, la codifica e l'acquisizione in formato digitale delle cartografie della banca dati geomorfologica della Regione Toscana", i cui concetti ispiratori si basano sui principi contenuti nei Quaderni e Manuali ISPRA (1994; 2006; 2007; reperibili su <http://www.isprambiente.gov.it/it/servizi-per-lambiente/pubblicazioni/periodici-tecnici/i-quaderni-serie-iii-del-sgi>) e loro aggiornamenti relativi alle Linee Guida per il rilevamento e la rappresentazione della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000, criteri comunemente adottati nella letteratura scientifica e tecnica internazionale.

Tali criteri ed indirizzi tecnici sono stati integrati ed omogeneizzati con le indicazioni tecniche inerenti l'aspetto geomorfologico (e relativo "data base") codificati dalla Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (ex Autorità di Bacino del Fiume Arno) con l'adozione del *"Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI) – Variante generale ai vigenti Piani stralcio Assetto Idrogeologico dei Bacini del distretto – Avente ad oggetto la revisione del quadro normativo e delle classi di pericolosità ai fini della loro integrazione a scala distrettuale"* di cui alla Delibera n. 28 della Conferenza Istituzionale Permanente in data 21 dicembre 2022 (pubblicata sulla G.U. n. 3 del 04.01.2023) con particolare riferimento ai dettagli di cui alle Tabelle A e C ed ai paragrafi 2 e 3 di cui all'allegato 3 della Disciplina di Piano (PAI frane del Distretto Appennino Settentrionale – dicembre 2022

L'attività di revisione e proposizione delle perimetrazioni confermate e/o modificate si prefigge l'obiettivo di:

- rendere coerenti ed omogenee tra loro le diverse indicazioni di pericolosità predisposte con cadenze temporali diverse e pertanto con riferimento a disposizioni normative ed indicazioni tecniche fra loro dissimili (es. Del. G.R.T. n. 94/85, n. 230/1994, n. 12/2000 e Reg.Reg. n. 26/R e 53/R) uniformandole alle indicazioni e criteri per la mappatura dei fenomeni geomorfologici e definizione delle classi di *pericolosità da dissesti di natura geomorfologica/pericolosità geologica* della AdB distrettuale dell'Appennino Settentrionale e la più recente della Regione (DPGR n. 5/R/2020);
- definire norme univoche di semplice dettaglio in maniera da poterle uniformare alle normative sovracomunali;
- stabilire regole in linea con l'evoluzione del quadro giuridico regionale, nazionale e sovranazionale;

- definire opportune specifiche tecniche e procedure che consentano gli opportuni e necessari aggiornamenti nel tempo del quadro di pericolosità a scala del territorio indagato e di quelli limitrofi.

A questo si è aggiunta l'opportunità di individuare un modello di analisi della propensione al dissesto tale da risultare coerente per l'areale territoriale intercomunale con cui sono stati valutati gli azionamenti a pericolosità P3b della AdB Distrettuale Appennino Settentrionale, ovvero a potenziale instabilità per effetto di fattori fisici predisponenti al dissesto (come definiti tipologicamente e perimetrati arealmente nelle mappe di PAI Distrettuale adottate), al fine di ricondurre tali perimetrazioni a geomorfemi e/o alla loro puntuale revisione.

Nel corso dei rilievi e delle elaborazioni si è proceduto con l'analisi delle evidenze superficiali, sul terreno e sui manufatti, e dei movimenti del terreno correlati. In generale si è fatto riferimento a:

- l'evidenza superficiale di macro e micro-forme morfologiche, proprie dei dissesti gravitativi;
- il confronto multi-temporale dell'evoluzione delle forme.

Nello specifico si è proceduto attraverso gli approcci metodologici sotto dettagliati e descritti, fra loro correlati e sovrapposti per poter giungere a definizioni quanto più possibile oggettive, cogenti e rispondenti all'intrinseca consistenza delle forme geomorfologiche e del precipuo stato di attività dei fenomeni stessi:

- analisi banche dati nazionali in materia di difesa del suolo: IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) realizzato dall'ISPRA ed aggiornato al 2019 per la Regione Toscana; "data base" geomorfologici della AdB del Fiume Arno (oggi AdB Distrettuale Appennino Settentrionale). Tale analisi ha compreso oltre che la revisione/conferma degli areali mappati anche valutazioni sullo stato di attività dei morfemi desumibile da considerazione e valutazioni tecniche quanto più possibile non soggettive ma fondate sul riscontro di indizi certi e comparabili. A tal proposito per la definizione dello "stato di attività dei fenomeni" si è fatto diretto riferimento alle indicazioni e ai criteri dettagliati alla Tabella A, capitolo 3, paragrafo 3.1.1 dell'allegato 3 alle NTA del PAI Distrettuale. In relazione a tale aspetto e particolarità si cita che per quanto concerne l'estensione Territoriale del Comune di Cerreto Guidi l'AdB Distrettuale aveva già emesso, in precedenza, il Decreto del Segretario Generale n. 4 del 14.02.2020 per approvazione di modifiche al PAI frane Distrettuale appena adottato;
- analisi banche dati regionali (geologia, geomorfologia, banche dati tematiche specifiche): data base geomorfologico della Regione Toscana e notazioni sulla perimetrazioni di frane attive quiescenti come indicate e riportate nella cartografia geologica CARG della Regione Toscana; analisi e verifica del "data base" regionale afferente alle procedure DODS con verifica dello stato di consistenza e dell'evoluzione dei dissesti allo stato attuale rispetto alle configurazioni rilevate al momento delle segnalazioni avvenute negli anni trascorsi; consultazione e verifica del data base regionale relativo agli studi di Microzonazione Sismica redatti ai sensi degli ICMSI e approvati dalla Commissione Nazionale Microzonazione Sismica presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento di Protezione Civile in relazione alle perimetrazioni sulla "Cartografia geologico tecnica in prospettiva sismica" degli areali di coltre di frana attiva e/o quiescente;
- analisi banche dati derivanti dal quadro conoscitivo degli strumenti urbanistici comunali vigenti a livello di precedenti Piani Strutturali (Capraia e Limite approvato con Del. C.C. n. 27 del 24.06.2002 - Cerreto Guidi approvato con delibera consiliare n.28 del 22/09/2008 - Empoli approvato con delibera del Consiglio Comunale 30 marzo 2000, n. 43, Montelupo Fiorentino approvato con D.P.G.R. n. 104 del 26/03/1998 e Vinci

- approvato con Del. C.C. n. 55 del 21.07.2010 ciascuno dei quali a seguito di recepimento di favorevole parere istruttorio da parte del Competente Ufficio del Genio Civile di Firenze) come modificate in fase di approvazione dei successivi S.U. (RUC e varianti) e delle banche dati relative ad atti di programmazione provinciale (indicazioni e perimetrazioni riportate nel PTCP della Provincia di Firenze prima e Città Metropolitana nel 2013 – “Protezione Idrogeologica”) e dalla consultazione degli “Approfondimenti tematici – Atlante delle frane con elevato rischio in provincia di Firenze e prime valutazioni in materia di mitigazione”;
- evidenze da analisi stereoscopica diacronica nel tempo degli effetti del movimento del terreno (macro-forme) rilevate da foto aeree o analisi di ortofoto multitemporali, in abbinamento a modelli digitali del terreno (*dtm*) derivati da dati LIDAR (per le limitate zone di disponibilità);
 - evidenze rilevate da analisi di ortofoto su riprese multi-temporali degli effetti del movimento del terreno (macro forme), ove possibile a grande scala (archivio fototeca regionale, riprese *Google Earth*, *Bing* e simili);
 - movimenti su target naturali o artificiali ottenuti da elaborazioni interferometriche multi-temporali di dati radar satellitari (*Permanent Scatterers* o assimilabili) resi disponibili attraverso il *geoportale.lamma.rete.toscana.it*.
 - misure strumentali geotecniche con particolare riferimento a sequenze di monitoraggio strumentale prolungate nel tempo (in prevalenza inclinometriche) su distretti franosi di rilevanza a livello territoriale;
 - studi geologici e/o geotecnici, e relativi rilievi di dettaglio reperiti in particolare sulle aree interessate da dissesti gravitativi ove si sia provveduto con interventi di bonifica e consolidamento per la risoluzione di urgenti contingenze con interventi di somma urgenza e/o con successivi stralci funzionali pianificati e realizzati/realizzabili nel corso del tempo;
 - evidenze rilevate durante l'esecuzione di mirati percorsi di sopralluogo in campagna svolti, su tutte le percorribilità presenti, nel periodo 28 aprile – 10 maggio 2021 finalizzati alla corretta perimetrazione dei morfemi ed alla registrazione di quelli non desumibili e riscontrabili dalle attività sopra dettagliate (sono disponibili ancorchè non allegate alla presente documentazione le cartografie di rilevazione geomorfologica di campagna con le relative annotazioni a testimonianza degli itinerari percorsi individuati in apposito sovraccoloro – tali elaborazioni informali sono state fornite, in fase di istruttoria, per l'aggiornamento delle cartografie PAI agli Enti preposti);
 - analisi mirata di ciascuno degli areali classificati in classe di pericolosità P3b nel della AdB Distrettuale adottato con Delibera n. 20 del 20.12.2019 (in vigenza con pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n. 9 del 13.01.2020) con definizione ed assimilazione, per gran parte di tali evidenziazioni, ad una forma geomorfologica, fra quelle indicate alla Tabella C, paragrafo 6, comma 6.1 dell'allegato 3 alle NTA del PAI Distrettuale sopra richiamato, di caratteristiche tali da poter ricondurre la specifica condizione di pericolosità alle classi P4 e/o P3a; per tal altre di tali forme (P3b), in verità per un numero limitato di esse, è stata invece riscontrata e riconosciuta condizione tale da non poter riscontrare condizione di “elevata propensione al dissesto”;
 - si è inoltre tenuto conto delle rilevazioni inerenti la presenza di quadro fessurativo sugli edifici, dell'orientazione delle stesse lesioni osservate e dello stato di attività e/o possibilità di evoluzione rilevabili in occasione dei sopra citati sopralluoghi;
 - si dettaglia che in relazione alla presenza di alcuni micropoligoni stimati risultare “sotto l'unità minima cartografabile” nella procedura in uso presso l'AdB si è ritenuto mantenerne la perimetrazione, ove i fenomeni geomorfologici siano comunque risultati arealmente cartografabili alla scala 1:10.000 per evitare di perdere

un'informazione che nel novero della pubblica utilità e gestione del rischio per cose e persone possa risultare di importanza locale anche in relazione ad un eventuale definizione di areale di pericolosità;

- si è, inoltre, provveduto all'inserimento in banca dati anche degli elementi lineari e puntuali.

L'indagine geomorfologica si propone quindi, attraverso un'analisi delle forme del paesaggio, di individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica morfologica.

Senza dubbio questa carta fornisce un'ampia gamma di informazioni (dagli aspetti puramente fisici all'assetto delle forme naturali ed antropiche), ma nell'ambito della pianificazione territoriale lo scopo da perseguire è quello di valutare i processi di maggiore rilievo e la loro influenza sull'ambiente.

E' importante sottolineare che dalla lettura geomorfologica del territorio si devono ricavare non solo le informazioni sulle situazioni di degrado in atto, ma anche le correlazioni fra i vari elementi del paesaggio, che consentono di prevedere le dinamiche evolutive dell'ambiente.

La potenzialità previsionale di questo tematismo deve venire usata e sviluppata nel modo più opportuno per ottenere una migliore gestione del territorio.

Lo studio geomorfologico del territorio, infatti, fornisce una grande quantità di informazioni utili per valutare lo stato della dinamica morfologica dell'area e per prevedere la sua evoluzione nel periodo immediatamente successivo allo studio stesso.

Il territorio oggetto del PS Intercomunale (PSI) dei Comune di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci è, come già accennato, caratterizzato dalla presenza di zone mediamente acclivi accanto ad altre dalla morfologia decisamente più dolce; queste differenze, così come le diverse forme prodotte dagli agenti esogeni ed endogeni, sono in relazione alla diversa natura del substrato geologico.

Sulla base delle informazioni geomorfologiche come sopra definite ed elaborate, tenuto conto degli specifici indirizzi tecnici dettati dalla pianificazione di bacino e degli standard regionali di rappresentazione approvati con decreto dirigenziale 10 aprile 2017, n. 4505 (Approvazione delle "Specifiche tecniche per la strutturazione, la codifica e l'acquisizione in formato digitale delle cartografie della Banca Dati Geomorfologica della Regione Toscana"), sono analizzate le forme ed i processi geomorfologici legati, in particolare, alla dinamica di versante, e alla dinamica fluviale, valutandone 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 e/o potenzialmente instabili 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.

Prima di passare all'analisi dei processi morfogenetici ed alle relative forme, è opportuno specificare la distinzione che è stata adottata in fase di analisi e seguente trasposizione in cartografia geomorfologica per quanto riguarda lo stato di attività dei singoli morfemi individuati. E' da sottolineare che la chiave interpretativa adottata è stata scelta in base agli obiettivi da raggiungere, ossia ottenere uno strumento valido per valutare lo

stato del territorio, determinare il grado di rischio ed individuare, di conseguenza, dove intervenire per risanare o prevenire eventuali dissesti e dove, invece, poter prevedere interventi pianificatori.

La classificazione morfoevolutiva delle forme riguarda in senso più ampio il loro stato di attività. L'evoluzione delle morfologie è legata a numerosi fattori e la classificazione è stata effettuata in base ai 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; per lo più forme interessate da movimenti “attivi” con ricorrenza pluriennale e/o pluridecennale. Sono fenomeni in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in breve intervallo temporale; risultano pertanto fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al ciclo stagionale. Si citano ad esempio le aree instabili interessate da fenomeni di dissesto attivi di tipo gravitativo, erosivo e/o dovuti all'azione delle acque incanalate negli alvei naturali /artificiali o lungo le pendici.

Vanno pertanto valutati come fenomeni attivi i fenomeni in atto, o temporalmente “ricorrenti”, che presentano un'evoluzione su una scala indicativa massima di 30 anni (ex Allegato 3, paragrafo 2.1 della disciplina di piano del PAI Distrettuale “dissesti geomorfologici”).

In relazione all'importanza che la definizione di tale tipo di “stato di attività” rivesta per l'analisi geomorfologica e la sua trasposizione in pericolosità geologica preme evidenziare quanto riportato al paragrafo 5 della “Relazione di Piano” del PAI Distrettuale “dissesti geomorfologici”:

“Nel definire come prioritaria la conoscenza dei fenomeni di dissesto cosiddetti “attivi” - e la conseguente loro perimetrazione nelle mappe come pericolosità più elevata - si è voluto stabilire un concetto ben preciso ed ovvero che lo stato di pericolosità maggiore deve essere legato ad una evidenza diretta di “movimento”, evidenza che non deve essere definita tramite valutazioni di tipo soggettivo ma attraverso rigorosi metodi scientifici ed adeguati strumenti di monitoraggio e misurazione”.

Rientrano in questa categoria i dissesti che presentano una o più delle caratteristiche elencate di seguito:

- evidenze superficiali sul terreno e sui manufatti, riferite ad eventi a partire dal 1992 (anno di riferimento per inizio acquisizione dati interferometrici satellitari ed anni di eventi meteo significativi);
- letture strumentali con valori di spostamenti significativi calcolati su adeguata serie storica, in presenza di indicatori geomorfologici diretti.

Forme quiescenti e/o inattive potenzialmente instabili per cui non si può escludere la possibilità di riattivazione. Vi sono riconducibili aree non interessate da fenomeni di dissesto attivi ma in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti, quali aree interessate da instabilità in passato e/o segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi, sulla base dei quali non è possibile escludere la riattivazione dei dissesti; e/o aree interessate da possibili instabilità di tipo gravitativo, erosivo e/o dovuti all'azione delle acque incanalate negli alvei naturali /artificiali o lungo le pendici, per effetto di condizioni geomorfologiche e fisiche sfavorevoli che determinano elevata propensione al dissesto.

Si tratta delle forme la cui evoluzione non è legata al ciclo stagionale, ma si sviluppa secondo tempi di ricorrenza più lunghi. Infatti tali fenomenologie, pur non avendo raggiunto una situazione di equilibrio o stabilità, possono rimanere temporaneamente inattive anche per lunghi periodi. Gran parte di tali fenomeni non ha subito

sostanziali evoluzioni negli ultimi anni, ma è facilmente prevedibile che riverificandosi eventi meteorici con precipitazioni superiori alla media, si possa assistere a riprese nell'attività dinamica di tali morfemi. Tali forme, durante il periodo di inattività, mostrano comunque indicatori tali da far ritenere una più o meno prossima ripresa del movimento.

Rientrano in questa categoria:

- le porzioni del territorio che presentano evidenze geologiche, morfologiche, fisiche e strumentali sfavorevoli e tali da far supporre l'insacco di fenomeni gravitativi ed erosivi in caso di variazione delle condizioni intrinseche dell'ammasso e/o dei fattori/forzanti esterni.
- le aree interessate da instabilità nel periodo antecedente al 1992, attualmente apparentemente stabili, per le quali non è possibile escludere la riattivazione, anche con ricorrenze pluridecennali.

Nei territori indagati, in ragione della fragilità geologica e litotecnica, la presenza di fenomeni franosi fa parte delle caratteristiche del territorio e numerosissime sono le porzioni di territorio interessate. Per quanto riguarda lo stato di attività, le forme ed i processi franosi cartografati sono stati distinti in attivi e quiescenti. Per quanto riguarda l'ubicazione dei fenomeni franosi, questi sono omogeneamente distribuiti nel territorio a testimonianza di una notevole fragilità morfologica. Questi fenomeni si impostano in preferenza sulle testate degli impluvi e dei corsi d'acqua e in prossimità delle parti cacuminale delle dorsali collinari in quanto in queste aree il fenomeno di arretramento morfologico è più attivo; tuttavia a causa del progressivo approfondimento ed erosione dei corsi d'acqua, provocato dai cambiamenti climatici e dal cambiamento nella gestione antropica del territorio di questi anni con significative carenze nella gestione del reticolo superficiale agrario e per le verificate significative modificazioni colturali, oltre che per la natura intrinseca dei litotipi presenti anche i fianchi delle valli sono frequentemente interessati da frane.

Spesso le frane e le paleofrane mostrano ancora condizioni di evoluzione specie nella parte più elevata con fenomeni attivi di arretramento e retrogressione della scarpata/testata di frana; questo si manifesta solitamente alle testate dei fossi e dei corsi d'acqua e/o al margine delle scarpate di testa (coronamento) che continuano ad arretrare nella loro evoluzione morfologica(vedi margine sud dell'urbanizzato del capoluogo).

Forme inattive e/o stabilizzate artificialmente o naturalmente e **forme relitte**, cioè non più riattivabili nelle attuali condizioni morfogenetiche o morfoclimatiche anche per eventi o processi eccezionali o a causa di variazioni morfologiche, ambientali o interventi antropici che ne hanno eliminato le cause predisponenti e/o scatenanti. Comprendono quelle fenomenologie che hanno raggiunto uno stato di equilibrio tale da far ritenere improbabili nuove evoluzioni in senso dinamico. Per tali forme non è quindi più attivo il processo morfogenetico che le ha innescate, né esistono indizi tali da far prevedere una successiva dinamica evolutiva, se non in seguito all'insorgere di nuovi fattori scatenanti.

Si tratta di forme per cui non si riscontrano i criteri per la loro classificazione nello stato "potenzialmente instabile". Si tratta di una categoria residuale riferibile a forme quasi completamente obliterate o smantellate (relitte), e dall'energia potenziale nulla o trascurabile.

Particolare livello di attenzione è stato adoperato nella valutazione delle forme geomorfologiche che in corso di redazione di precedenti campagne di rilevazione e rappresentazione geomorfologica erano ricondotti a stato di attività "non attivo" e/o "frane antiche naturalmente stabilizzate". Nel corso della presente rivisitazione per

ciascuna di tali precedenti notazioni si è provveduto a disamina sitospecifica correlata a considerazioni di carattere litotecnico e geotecnico con valutazione di propensione al dissesto tale da portare ad una frequente riclassificazione dello stesso stato di attività tale da ricondurre i morfemi a condizioni di classificazione di pericolosità elevata (P3a per i criteri AdB Distrettuale e G.3 per i criteri del R.R. n. 5/R).

Forme indeterminate. Forme per le quali non è possibile stabilire lo stato di attività.

Da un punto di vista geomorfologico il territorio in esame è talora interessato sia da forme e processi di erosione idrica e del pendio, sia da forme e processi dovuti a gravità, nonché da forme di origine artificiale (antropica).

Per quanto riguarda la prima tipologia sono presenti forme di denudazione ed erosione (orlo di scarpata fluviale o di terrazzo, orlo rimodellato di scarpata o debole rottura di pendio aree soggette ad erosione superficiale). Tra le forme e i processi dovuti a gravità si ha la presenza di forme di denudazione (aree in frana e aree instabili per soliflusso generalizzato). Infine si hanno forme antropiche (artificiali) costituite da orli di scarpata di origine antropica, argini artificiali, rilevati stradali e ferroviari, cave, ecc.

Nelle zone di versante sono, in particolare, approfonditi gli aspetti relativi ai fenomeni franosi. Per ogni frana si è provveduto a renderne la rappresentazione planimetrica (comprensiva della zona di distacco, della zona di scorrimento, visibile o ipotizzata, nonché della zona di accumulo, se presente) secondo le indicazioni di cui al paragrafo 3.1 dell'Allegato 3 alla "Disciplina di Piano" del PAI "dissesti geomorfologici" Distrettuale di recente adozione; seguendo le medesime indicazioni per le forme "lineari" di scarpata.

Nelle zone di pianura, sono, in particolare, approfonditi gli aspetti legati alle forme di erosione e di accumulo fluviale e lacustre con loro rappresentazione secondo le indicazioni di cui ai paragrafi 3.2 dell'Allegato 3 alla "Disciplina di Piano" del PAI Distrettuale "dissesti geomorfologici" di recente adozione.

Con riferimento alla Carta Geomorfologica in scala 1:10.000 (Tavv. QG.02 – 8 fogli) facente parte degli elaborati del supporto geologico tecnico costituenti l'adeguamento del quadro conoscitivo del presente nuovo Piano Strutturale, si riassumono i caratteri relativi ai fenomeni geomorfologici mappati.

Sulla carta geomorfologica sono stati riportati tutti quei fenomeni che possono avere una particolare importanza ai fini dell'analisi della stabilità delle aree in esame e della valutazione degli effetti della risposta sismica locale.

In particolare sono state individuate:

- *forme e processi dovuti a gravità;*
- *forme e processi correlati a erosione idrica del pendio;*
- *forme artificiali (antropiche).*

Si procede ad una breve descrizione sistematica.

Forme e processi dovuti a gravità

Aree con fenomeni di soil creep (reptazione) e soliflusso

Si tratta di aree soggette a deformazioni e movimenti superficiali lenti e discontinui che coinvolgono le porzioni più superficiali di materiali sedimentari rese molto viscosi dal contenuto in acqua. Fenomeni tipici di terreni poco permeabili, ricchi di limi ed argille talora con deboli frazioni limose sabbiose capaci di imbibirsi d'acqua. Forme derivanti da processi di diversa origine (gravitativa, meccanica, periglaciale) caratterizzate da piccole e

diffuse ondulazioni della superficie topografica con increspature ed avvallamenti, dalla creazione delle tipiche montonature ed ondulazioni delle coltri, da diffusi lobi per colamento di materiali e terrazzetti con evidenze relative a essenze vegetali e/o alberature inclinate e da manufatti inclinati rispetto alla verticale fino al danneggiamento degli stessi.

La tipologia di soliflusso coinvolge le porzioni più superficiali per 1,0-2,0 m di spessore (Manuale e linee guida Ispra – Apat “Fenomeni di dissesto geologico sui versanti – Classificazione e simbologia”) di spessore di litotipo prevalentemente argillosi, limoso argillosi e talora limoso sabbiosi che interessano il suolo e la copertura regolitica/alteritica immediatamente sottostante.

Il soil creep coinvolge il solo spessore del suolo e la limitata porzione alterata del substrato con movimento che procede a bassissima velocità coinvolgendo spessori più limitati rispetto al fenomeno di soliflusso (schematizzabili in pochi decimetri) e secondo numerosi autori tende a scomparire alla profondità di circa 0,2 m dal piano campagna.

Frequentemente, nei territori analizzati, se è presente una copertura erbosa essa rimane intatta e si deforma insieme al terreno. Nei depositi argillosi questo fenomeno, in forme più o meno accentuate, è presente ovunque e spesso viene mascherato dall'attività agricola.

Sono stati individuati su tratti di versante con evidenti indizi di instabilità superficiale (dossi, contropendenze, lacerazioni, ecc.) talvolta singolarmente cartografabili, ma in altri casi interessanti anche vaste porzioni di versante e pertanto arealmente definibili e cartografabili. Mobilizzano, generalmente, limitati spessori di coltre alteritica e/o livelli di terreno coltivo. Talora sono innescati o favoriti da intensa attività antropica.

Tali fenomeni possono essere ricondotti al “tipo geomorfo FD2” (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI “dissesti geomorfologici” del Bacino Distrettuale App. Settentrionale).

Nei casi in si siano ipotizzati spessori coinvolti superiori ai 1,0 metri, le aree interessate dal dissesto sono state, comunque, classificate come areali di franosità diffusa.

Di particolare interesse e risalto quantitativo, si è rilevata nel corso delle analisi, la frequente diffusione areale di fenomeni di soliflusso arealmente cartografabili. Si tratta di fenomeni caratterizzati da deformazioni lente della porzione superficiale dei terreni argilloso-limosi debolmente sabbiosi che si manifestano con la deformazione di versanti e la tipica risultanza in forma di montonature ed ondulazioni delle coltri superficiali. Questo fenomeno interessa generalmente spessori di sedimento dell'ordine del metro lineare e genera le tipiche ondulazioni osservabili su vaste porzioni di territorio; frequentemente in caso di presenza di copertura erbosa naturale e/o di coltivo essa rimane intatta e si deforma assieme al terreno. Nei depositi a prevalenza compositiva coesiva (argille, argille e limi e limi debolmente sabbiosi) questo fenomeno, in forma più o meno accentuata, è presente con vasta diffusione areale e spesso viene mascherato dall'attività agricola. Particolare singolarità, rilevata su ampie porzioni di territorio comunale, è risultata, nel confronto con rilevazioni eseguite in periodi precedenti (a supporto di atti di pianificazioni svoltesi nel trascorso di circa 35 anni, per la redazione di piani di fabbricazione, piani regolatori, Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico con relative varianti generali e reiterazioni di vincoli, comunque soggetti a rilascio di favorevole parere istruttorio da parte degli Enti competenti) la rilevazione dell'interferenza di tale morfema con l'avvenuta trasformazione antropico/agricola di estese porzioni di versante collinare per l'imposta di attività colturali specializzate a vigneto con forma di impianto a rittochino. In tali frequenti casi, infatti, l'originale assetto morfologico dei versanti caratterizzati da alternanza di livelli sabbiosi, sabbiosi debolmente ghiaiosi e sabbioso limosi, che determinavano per effetto della litologia stessa

scarpate e scarpatine sul versante, in alternanza con livelli e tratti di versante a composizione prevalentemente coesiva e caratterizzati da minore acclività, è stato obliterated in fase di imposta delle colture e condotto, per la trasformazione a scopo agricolo, allo stato di “versante interamente fruibile nel senso della massima pendenza per l’operatività di mezzi agricoli”. Tali trasformazioni alla condizione di “unico pendio privo di interruzioni morfologiche tale da non limitare l’utilizzo di trattrici” (eliminazione sui versanti di scarpate e scarpatine segnate dalla differenza litotecnica dei terreni), che si manifesta con locali aumenti relativi di pendenze nei settori di “ex scarpata” dando luogo alle classiche montonature e/o ondulazioni marcate anche da significative differenze cromatiche per effetto della diversa natura dei litotipi (evidenza ben riscontrabile nei settori appena lavorati assoggettati a scassi e/o coltrature in attesa di nuovo impianti viticolo) o con marcate differenze nella coloritura della copertura foliare dell’impianto viticolo stesso o con le caratteristiche ondulazioni e/o “gibbosità” dei filari a rittochino in corrispondenza dei livelli litologico incoerenti, risultano caratteristiche tipiche, in tali tipologie di terreni, per l’individuazione di tale morfema.

Nei casi in cui siano stati ipotizzati spessori coinvolti di ordine di grandezza superiore al metro lineare le aree interessate sono state classificate come frane (nei casi in cui ne fossero definibili le varie porzioni) e/o come fenomeni di franosità diffusa (nei casi in cui le parti costituenti il fenomeno non fossero fra loro evidenziabili).

Aree a franosità diffusa

Area con frane attive superficiali (profondità massima dal piano di campagna in ogni caso inferiore a 3/4 metri) non cartografabili singolarmente. Nella “franosità diffusa” i caratteri di dissesto franoso attivo sono normalmente discontinui nel tempo e nello spazio, le forme sono facilmente obliterate da lavorazioni agricole o da processi erosivi e possono presentarsi in continuità spaziale e/o temporale con fenomeni di *creep*, soliflusso o geliflusso.

Vi sono comprese le aree interessate da gruppi di frane attive (anche di diverse tipologie) non cartografabili singolarmente, aree franose attive poco profonde dalla morfologia complessa e per cui non è ricostruibile chiaramente la geometria, frane superficiali attive facilmente obliterate dalle lavorazioni, deformazioni superficiali con caratteristiche plastiche (soliflussi, soilcreep) con velocità superiori alla classe estremamente lenta, aree ad intensa erosione con locali fenomeni di crollo, colamento o scivolamento attivi (ad esempio aree calanchive attive, scarpate morfologiche in evoluzione per crolli, colamenti e scivolamenti). Si tratta di forme che possono essere poco persistenti nei loro tratti caratteristici e con ricorrenza anche pluriennale.

Tali fenomeni possono essere ricondotti al “tipo geomorfo FD3” (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI frane del Bacino Distrettuale App. Settentrionale).

Frane attive

Frane con indizi di movimento in atto o recenti. Si manifestano solitamente con rotture della superficie topografica per nulla o poco rimodellate ad opera di agenti naturali o antropici, deformazioni della vegetazione copertura vegetale (strappi nella copertura erbacea, rotazione o caduta di alberi, ecc.), danni a strutture o infrastrutture (muri, drenaggi, tubature, manto stradale, ecc.).

Vi si comprendono: le frane di scivolamento rotazionale, scivolamento traslativo, espansione, e colamento lento, con evidenze dello stato attivo (S3 AdB Distrettuale), le frane di crollo e ribaltamento attive (C3), le colate ricadenti nella classe di velocità IFFI rapida, molto rapida ed estremamente rapida attive (R3).

Frane quiescenti – inattive potenzialmente instabili

Frane con indizi di movimento antichi, non recenti o relativamente recenti. Sono normalmente presenti chiari indizi di movimento avvenuto in tempi relativamente recenti. Le morfologie relative al movimento (corona di frana, contropendenze, gradini, ecc.) sono normalmente ancora riconoscibili pur se rimodellati ad opera di agenti naturali o antropici, mentre possono risultare assenti evidenze di rottura della superficie topografica. L'area in frana presenta evidenze geomorfologiche o esistono testimonianze che indicano, o comunque non escludono, una possibile o potenziale riattivazione, anche parziale, del processo nell'attuale sistema morfodinamico e morfoclimatico, ma non è possibile fare alcuna ulteriore verifica multitemporale. Oltre alle evidenze geomorfologiche, possono essere reperiti studi o testimonianze ed effettuati rilievi su danni subiti da strutture o infrastrutture (muri, drenaggi, tubature, manto stradale, ecc.). Persistono le principali cause predisponenti il dissesto con possibile riattivazione di tutta o parte della frana in seguito ad eventi scatenanti di carattere eccezionale ma ripetibili nelle attuali condizioni morfoclimatiche.

Vi si comprendono: le frane di scivolamento rotazionale, scivolamento traslativo, espansione, e colamento lento, con evidenze di potenziale instabilità (S2 A.d.B. Distrettuale), le frane di ribaltamento inattive potenzialmente instabili (C2), le colate ricadenti nella classe di velocità IFFI rapida, molto rapida ed estremamente rapida inattive potenzialmente instabili (R2).

Vi sono comprese frane “quiescenti a seguito di intervento antropico” ovvero frane per cui sono stati eseguiti interventi di sistemazione e/o stabilizzazione, che comunque non ne hanno eliminato completamente le cause predisponenti e/o scatenanti.

Frane stabilizzate artificialmente o naturalmente e frane relitte

Frane che non possono riattivarsi in quanto interventi antropici ne hanno eliminato definitivamente le cause predisponenti e/o scatenanti. Frane che non possono riattivarsi nell'attuale sistema morfodinamico e morfoclimatico poiché sepolte o relitte, o comunque in contesti geomorfologici non più relazionabili ai versanti attuali.

Vi si comprendono: le frane di scivolamento rotazionale, scivolamento traslativo, espansione, e colamento lento, classificabili come inattive naturalmente stabilizzate (S1 A.d.B. Distrettuale) o artificialmente stabilizzate (S1a), le frane di ribaltamento inattive naturalmente stabilizzate (C1) o artificialmente stabilizzate comprese le frane di crollo (C1a), le colate ricadenti nella classe di velocità IFFI rapida, molto rapida ed estremamente rapida inattive stabilizzate anche artificialmente (R1 e R1a).

Non sono da considerarsi artificialmente stabilizzati i dissesti su cui sono stati realizzati interventi e/o opere di bonifica e consolidamento di durabilità inferiore a 50 anni.

Frane non cartografabili

Sono stati individuati con tale classificazione morfemi gravitativi in stato di attività la cui rappresentazione in forma areale (di poligono) risulti non mappabile in cartografia in scala 1:10.000. Al fine di garantirne la corretta leggibilità, in via indicativa sono da considerarsi non cartografabili le frane ove la rappresentazione cartografica in scala 1:10.000 comporta una superficie inferiore ai 15 mmq.

Forme e processi correlati a erosione idrica del pendio

Scarpate di degradazione

Le scarpate morfologiche costituiscono un elemento del paesaggio collinare non frequentemente/mediamente diffuse sul territorio intercomunale indagato (gran parte dei morfemi che possono essere ricondotti a tale tipologia rappresentano infatti coronamenti di frana e/o di zone a franosità diffusa), ma talora caratterizzanti e riscontrabili con evidenze anche significative. Questi fenomeni risultano in genere strettamente correlati a frane di crollo o ad areali indicati come soggetti a franosità diffusa e si riscontrano in corrispondenza di condizioni giaciturali particolari in cui un litotipo resistente e relativamente permeabile è sovrapposto ad un litotipo impermeabile e dalle scarse caratteristiche litotecniche, oppure nella porzione sommitale di “pareti/versanti oggetto in tempi trascorsi di attività estrattiva e/o di cava”.

Il crollo è il meccanismo che permette il mantenimento nel tempo della verticalità a queste morfologie. Talvolta il meccanismo delle scarpate è legato all’erosione fluviale che porta alla formazione di esse (orli di scarpata per erosione fluviale) per scalzamento alla base di terreni predisposti ai crolli. Nella carta geomorfologica le scarpate sono state distinte singolarmente nel caso in cui definiscano un elemento lineare indicato come orlo di scarpata attiva o non attiva. Nel caso in cui al morfema lineare sia stato possibile ricondurre e correlare un fenomeno di dissesto, sia attivo che quiescente o potenzialmente instabile, si è provveduto ad inglobarlo e cartografarlo come frana o come areale di franosità diffusa. In questo secondo caso in relazione allo stato di attività del dissesto per frana di crollo e/o franosità diffusa è stata individuata corrispondenza con le tipologie “geomorfo C3 - FD3” in caso di riconosciuto stato di attività o “geomorfo C1” in caso di accertata condizione di non attività per intervento antropico (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI “dissesti geomorfologici” del Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale).

Orli di scarpata fluviale o di terrazzo in erosione

Brusche rotture di pendio al margine di superfici terrazzate; indicano fenomeni erosivi fluviali in terreni alluvionali più antichi.

Per tali fenomeni in relazione allo stato di attività è stata individuata corrispondenza con le tipologie “geomorfo C3 - FD3” in caso di riconosciuto stato di attività, “geomorfo C2 – FD2” in caso di riconosciuto stato di potenziale instabilità o “geomorfo C1” in caso di accertata condizione di non attività (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI “dissesti geomorfologici” del Bacino Distrettuale App. Settentrionale).

Ruscellamento superficiale diffuso e concentrato

Forme dovute ad erosione idrica superficiale in rigagnoli o foliare, periodicamente obliterate da pratiche agricole; si innescano generalmente nella parte superiore e mediana dei versanti e provocano un progressivo assottigliamento del suolo. A seconda dell’intensità e della diffusione areale caratterizzano "aree o settori di limitata estensione (non arealmente cartografabili) soggette ad erosione profonda e/o ruscellamento concentrato" o settori "soggetti ad erosione superficiale e/o dilavamento diffuso".

Erosione lineare o incanalata e/o alvei con tendenza all’approfondimento – alveo in incisione

Incisioni vallive con versanti ripidi e simmetrici, generalmente prive di depositi alluvio-colluviali, sede di deflusso di acque sia permanente che temporaneo che mostrano incisioni in continuo approfondimento.

Erosioni laterali di sponda – corso d’acqua con tendenza alla migrazione laterale

Zone soggette ad erosione spondale attiva materializzata da attività erosive esercitate dai corsi d'acqua sulle sponde, in particolare in corrispondenza delle anse; tali processi possono causare, a lungo andare, crolli di entità cospicua in aree ritenute ad alta stabilità perché pianeggianti. Per tali fenomeni è stata individuata corrispondenza con le tipologie “geomorfo ES” (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI “dissesti geomorfologici” del Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale).

Per tali fenomeni risulta, in genere, definita e perimetrata l’area a contorno legata alla possibile evoluzione del processo stesso di erosione laterale di sponda (aspetto che magari risulta maggiormente consono da definire a livello di pericolosità geologica anziché a livello di individuazione di forma geomorfologica). Rappresenta comunque una fascia di potenziale instabilità correlata a dinamica fluviale legata ad un processo di erosione attiva tale da poter correlare tale situazione con la tipologia “geomorfo FDF” (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI frane del Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale).

Conoidi

Comprende le conoidi miste detritico-alluvionali o coni di deiezione a modesta pendenza allo sbocco degli impluvi verso aree pianeggianti, con moderato grado di predisposizione all’innescare di fenomeni di trasporto di massa, anche dovuta all’interazione con i processi alluvionali e **ventagli di esondazione** o conoidi di esondazione in piane alluvionali interessate da rotta di argine o tracimazione localizzata rappresentando una situazione correlabile alla tipologia “geomorfo CON1” (ex tab. C, allegato 3 della Disciplina di Piano del PAI frane del Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale).

Forme, processi e depositi antropici e manufatti

Le forme ed i processi antropici

Si tratta di forme dovute all’azione dell’uomo sul territorio, quindi rientrano in questa categoria un’ampia gamma di interventi: cave attive o inattive, dighe, rilevati e laghetti artificiali e in generale tutte le aree che per una qualsiasi ragione sono state manipolate dall’uomo.

6. ACCLIVITA' dei VERSANTI

Le variazioni altimetriche e topografiche possono fornire utile supporto per la stima della “propensione al dissesto potenziale”, per la definizione delle classi di pericolosità geologica e delle zone MOPS delle cartografie di Microzonazione Sismica e, pertanto, rappresentano uno strumento di primaria importanza e sicuramente utile e prodromico alla realizzazione della carta della pericolosità, anche perché con il progressivo aumento delle pendenze, a parità di condizioni litotecniche, giaciture e parametri geotecnici, si assiste ad un aumento del grado di instabilità dei versanti.

Una maggiore inclinazione del versante favorisce inoltre l'erosione superficiale, con trasporto a valle del materiale detritico asportato da parte delle acque di corrivazione; per contro una inclinazione minore della pendice favorisce i processi chimico-fisici di alterazione del substrato roccioso con formazione di suolo, data la maggiore permanenza delle acque di ristagno.

Pur non editando una cartografia clivimetrica (non richiesta ai sensi del paragrafo 2.2 dell'allegato A al Reg. Reg. n. 5/R) nel corso della definizione delle elaborazioni relative al rischio di dissesto geomorfologico, pericolosità geologica e elaborazioni finalizzate alla definizione delle aree MOPS per la Microzonazione Sismica si sono tenute in debita considerazione e seguenti soglie clivimetriche:

- fino al 15 % non si hanno in genere controindicazioni in termini di stabilità dei versanti, anche se tali zone rappresentano una percentuale minima del territorio in aree collinari e montuose;
- dal 15 % al 25 % si possono verificare stati di instabilità dinamica in litologie costituite da sabbie sciolte, argille e limi soffici e detriti, se in presenza di falda superficiale;
- dal 25 % al 35 % possono verificarsi dissesti nelle litologie sopra elencate anche non in presenza di acqua;
- oltre il 35 % questa classe caratterizza versanti molto acclivi nei quali possono verificarsi crolli o distacchi se in presenza di rocce poco cementate, alterate o fessurate sia per fenomeni fisici (gelo-disgelo), che tettonici.

7. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La carta della pericolosità geologica (Tavv. QG.04 – 8 fogli in scala 1:10.000) rappresenta la sintesi degli elaborati a tematica geologica, geomorfologica e clivometria redatti ed illustrati nei precedenti paragrafi per descrivere le caratteristiche del territorio investigato.

Il suo scopo fondamentale è di indicare:

- l'ubicazione e l'intensità dei fenomeni geomorfologici e geologici s.l. che interessano determinate porzioni di territorio;
- il livello di indagine di approfondimento da attuare nel caso di interventi in aree da essi interessate.

E' chiaro che il grado di pericolosità geologica attribuito ad ogni porzione territoriale deriva dalla interazione di numerosi fattori ambientali. Tali fattori, che dipendono essenzialmente dai caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici, geomeccanici e clivometrici del territorio, possono causare sia un diretto dissesto del suolo, che una potenziale minaccia ad 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.

Andando ad una descrizione sistematica delle singole classi di pericolosità geomorfologica e dei criteri di attribuzione alle stesse elenchiamo in ordine decrescente:

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.

Sono normalmente da inserire in classe G.4 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane attive comprensive del corpo e dell'unghia di frana, della corona di distacco e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto;
- settori interessati da franosità diffusa (con relativa area di possibile evoluzione secondo le indicazioni fornite in fase di concertazione preliminare con i revisori della Regione Toscana – Genio Civile di competenza);
- areali comprendenti gruppi fra loro correlati o singole evidenze di frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali fenomeni di dissesto gravitativo in atto;
- scarpate attive con relative aree di possibile evoluzione e influenza;
- 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);
- aree calanchive;
- alvei con accentuata tendenza all'approfondimento;
- aree ricadenti in classe di pericolosità da frana molto elevata di cui alla perimetrazione P4 del P.A.I. (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale come da Decretazioni del Segretario Generale).

Oltre alle aree che presentano le caratteristiche sopra elencate (desumibili dai "poligoni geomorfologici") sono state inserite in classe di pericolosità geologica molto elevata G.4 le aree, a contorno "di influenza (buffer)" dei fenomeni descritti, che rappresentano le fasce di possibile evoluzione, così come delineate dalla Autorità di

Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale in fase di istruttoria finalizzata alla "revisione e modifica delle mappe di pericolosità da frana del PAI Distrettuale (come da emissione del Decreto del Segretario Generale A.d.B. Distretto Appennino Settentrionale n. 66 del 31. 052022 per i Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci).

In relazione a tale aspetto per quanto concerne le notazioni geomorfologiche relative a "forme lineari" tipo scarpate, per cui non sia stato definito un areale "poligonale (come per esempio per le scarpate attive il cui coronamento definisce un fenomeno di frana di crollo), è stata delimitata una area di possibile evoluzione a monte (di ampiezza variabile pari ad almeno la metà dell'altezza fino ad ampiezza pari all'intera altezza) dell'orlo di scarpata; considerando per la pozione verso valle i cinematismi, le eventuali traiettorie di percorsi di blocchi per cui sia stata rilevata possibilità di distacco, dislivello fra il coronamento di scarpata e la sua base, morfologia ed acclività dell'area di valle della scarpata e modalità di evoluzione dei fenomeni stessi, per una ampiezza comunque almeno pari all'altezza della scarpata.

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

In ogni caso qualsiasi previsione di interventi di nuova costruzione o nuove infrastrutture, che incidano su tali terreni, oltre a rispettare i criteri generali previsti dalla pianificazione di bacino, è subordinata alla preventiva esecuzione di 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 ed dovrà essere concordata tra il comune e la struttura regionale competente per durata comunque non inferiore a 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; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi. Sono normalmente da inserire in classe G.3 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- frane quiescenti comprensive del corpo di frana e della corona di distacco (con “buffer” adeguato in funzione delle possibilità di evoluzione del dissesto);
- aree instabili per soliflusso generalizzato e relative aree di possibile evoluzione;
- aree interessate da fenomeni di soil creep;
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a franapoggio;
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a reggipoggio se intensamente fratturate;
- coltri detritiche di qualsiasi natura e/o genesi (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 delle classi G.4 e G.3 da coltre di frana;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica: indicativamente con pendenze superiori al 15% (oppure 10°);
- terreni sabbiosi, sabbioso - ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa indicativamente con pendenze superiori al 25% (oppure 15°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze superiori al 35-40% (oppure 20°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze superiori al 45-50% (oppure 25°-30°);
- aree in cui la tipologia della pratica agricola specializzata e/o intensiva o la rilevazione dello stato di incolto improduttivo in stato di abbandono renda i versanti particolarmente propensi a fenomeni di potenziale instabilità in correlazione a considerazioni cumulate e combinate di alcuni parametri predisponenti riconducibili alle caratteristiche geologiche del substrato, tipologia, spessore e caratteristiche idrogeologiche dei suoli affioranti, esposizione, clivometria, caratteristiche litotecniche e parametrizzazione geotecnica dei terreni;
- aree interessate da fenomeni di erosione profonda;
- aree interessate da rilevanti manomissioni antropiche, quali rilevati con evidenti manifestazioni di dissesto e/o non uniforme compattazione, riempimenti, scavi e cave, rilevati arginali;
- corpi d’acqua e relativi paramenti di valle;
- scarpate di erosione non attive;
- alvei con moderata tendenza all’approfondimento;
- aree ricadenti in classe di pericolosità da frana elevata di cui alla perimetrazione P3 del P.A.I. (Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale come da emissione dei Decreti del Segretario Generale A.d.B. Distretto Appennino Settentrionale n. 66 del 31. 052022 per i Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci.).).

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 Reg. Reg. n. 5/R. per le aree classificate in classe di pericolosità geologica elevata.

In ogni caso la fattibilità degli interventi di nuova costruzione o nuove infrastrutture, che incidano su tali terreni, oltre a rispettare i criteri generali previsti dalla pianificazione di bacino, è subordinata all’esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello

edilizio diretto, 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 dovrà essere 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.

In caso di previsione di interventi di nuova costruzione o nuove infrastrutture, che ricadano in settori di territorio comunale classificati in classe di pericolosità geologica elevata G.3 in relazione alla accertata presenza di un fenomeno geomorfologico di "soliflusso areale" ("i" di carta geomorfologica – vedi tavv. QG 02 Nord e Sud) gli stessi dovranno essere subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio inclinometrico, attuando procedure per la verifica degli stessi di cui ai dettagli del 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 attuativo (ove previsto) o di rilascio di autorizzazione edificatoria e/o procedura equipollente**, 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 eventuali 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 dovrà essere concordata tra il comune e la struttura regionale competente per durata comunque non inferiore a 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 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;

Sono normalmente da inserire in classe G.2 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologiche/geomorfologiche:

- aree interessate da dissesti di natura geomorfologica individuate con “poligoni” che riguardano zone che abbiano subito dissesto che risultino naturalmente o artificialmente definitivamente stabilizzate a seguito di esaustivi interventi di bonifica realizzati e le forme relitte e quindi non attive;
- aree con erosione superficiale;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica: indicativamente con pendenze inferiori al 15% (oppure 10°);
- terreni sabbiosi, sabbioso - ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbioso indicativamente con pendenze inferiori al 25% (oppure 15°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze inferiori al 35-40% (oppure 20°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze inferiori al 45-50% (oppure 25°-30°).
- aree di versante collinare mediamente o poco acclivi per cui sia stata individuata una condizione di minore 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 suoli affioranti, esposizione, clivimetria, caratteristiche litotecniche e parametrizzazione geotecnica dei terreni, consistenza e diffusione del sistema/sistemi di fratturazione ecc.;
- le aree con roccia affiorante o a litologia compatta, a scarsa pendenza in relazione al contesto litostratigrafico, o 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 di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia. Tali zone sono in genere 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 geomorfologica bassa (G.1): aree pianeggianti e sub-pianeggianti in cui i processi geomorfologici, le caratteristiche litologiche e/o giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici e per cui possano, a priori, escludersi possibilità di innesco di fenomeni di cedimento.

In via indicativa si possono considerare come sub-pianeggianti in relazione alle caratteristiche litologico-tecniche quanto segue:

- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica: indicativamente con pendenze inferiori al 5% (oppure circa 3°);
- terreni sabbiosi, sabbioso - ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbioso indicativamente con pendenze inferiori al 10% (oppure circa 6°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze inferiori al 10% (oppure circa 6°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze inferiori al 10% (oppure circa 6°).

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

In relazione alla definizione delle zone di “possibile evoluzione del dissesto” (dei dissesti attivi e quiescenti mappati in cartografia geomorfologica come poligoni si precisa che (ex paragrafo n. 4.1 dell'allegato 3 della disciplina di piano del PAI Distrettuale “dissesti geomorfologici”):

“Il poligono della pericolosità comprende l'area del dissesto, l'area di possibile evoluzione del dissesto stesso, e l'area con possibili interazioni dirette o indirette con il processo geomorfologico. La porzione di area a pericolosità esterna alla forma geomorfologica è definita come “area d'influenza” del dissesto. L'estensione e la conformazione dell'area a pericolosità sono correlate al livello di affidabilità dei dati di base, in quanto la definizione dell'area d'influenza deve seguire criteri omogenei da definire in base alle specifiche del territorio. In casi specifici, in presenza di evidenze e motivazioni esplicite, è possibile prevedere la coincidenza tra il limite del poligono della forma geomorfologica e il limite dell'area a pericolosità”.

7.1 AREE A PERICOLOSITA' da DISSESTI di NATURA GEOMORFOLOGICA nel P.A.I. della A.d.B. DISTRETTUALE dell'APPENNINO SETTENTRIONALE

Il “Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI Arno)” e le relative misure di salvaguardia fu approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005. Ad oggi, gli elaborati che lo costituivano hanno perso vigenza ad eccezione delle “Norme di Attuazione ed Allegati” nella consistenza degli artt. 10, 11 e 12 il cui normato si applica (vedi seguito della presente trattazione) ai perimetri classificati rispettivamente in classe P4, P3 e P2/P1 delle “mappe di pericolosità da dissesti di natura geomorfologica” del PAI Distrettuale “dissesti geomorfologici”, fino al momento della sua definitiva approvazione.

Nella **Gazzetta Ufficiale n. 3 del 04.01.2023** è stato pubblicato il comunicato dell'adozione del “*Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica*” relativo all'intero territorio Distrettuale (adozione con Delibera della Conferenza Istituzionale Permanente AdB Distrettuale n. 28 del 21.12.2022) che sostituisce totalmente integrandola la precedente adozione relativa all'estensione territoriale dei soli bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana (adozione con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 20 del 20 dicembre 2019).

Una volta completato l'iter di approvazione, il PAI “dissesti geomorfologici” sostituirà interamente i singoli PAI vigenti per l'ex Bacino Nazionale Arno, per il bacino Interregionale del Magra, per il bacino pilota del Serchio ed i bacini regionali toscani (Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone) e i bacini Liguri.

Con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale del comunicato di adozione del Progetto di Piano ha avuto inizio l'iter che porterà all'approvazione del Piano. Particolare importanza riveste la fase di consultazione e osservazione, aperta a tutti i soggetti pubblici e privati interessati dagli effetti del Piano.

Di tale procedura si riporta lo schema esemplificativo riassuntivo pubblicato dalla stessa Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

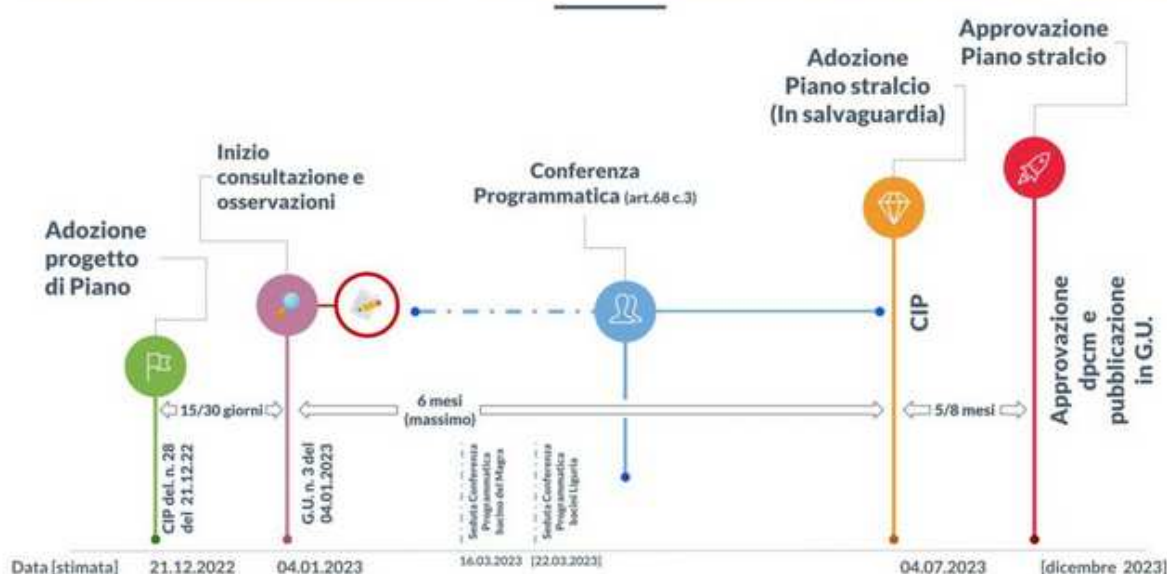
La delibera della Conferenza Istituzionale Permanente (nel seguito indicata come CIP) n. 28 del 21.12.2022 prevede una specifica misura di salvaguardia relativa alla procedura di aggiornamento e modifica del PAI e richiama espressamente l'art. 15 della disciplina di Piano e l'applicazione degli allegati 2 e 3. Anche la disciplina di Piano è comunque oggetto di consultazione e osservazioni ai sensi del d.lgs. 152/2006.

Si riporta per semplicità di consultazione il testo integrale del citato art. 15 della Disciplina di Piano del PAI "dissesti geomorfologici":

Art. 15 – Modifiche alle mappe di pericolosità da dissesti di natura geomorfologica

- 1. Allo scopo di perseguire e mantenere la coerenza alla scala di distretto e ai fini della verifica del raggiungimento delle finalità di cui all'art. 1, l'Autorità di bacino procede al riesame delle mappe di pericolosità secondo un Programma annuale di riesame, in seguito Programma, approvato con decreto del Segretario Generale, previo parere della Conferenza Operativa. Il Programma è articolato per bacini o porzioni di bacino omogenee, secondo un elenco di priorità e, comunque, tenendo conto di eventi calamitosi o eccezionali che possono aver colpito il distretto e delle eventuali ulteriori necessità di aggiornamento segnalate dalle Regioni e dai Comuni.*
- 2. Il Programma di cui al comma 1 è pubblicato sul sito istituzionale del distretto; l'Autorità provvede, contestualmente, a dare comunicazione dell'avvio del procedimento di riesame alle Regioni, alle Città Metropolitane, alle Province ed ai Comuni territorialmente interessati.*
- 3. La proposta di riesame e modifica delle mappe, elaborata dall'Autorità di bacino ed esaminata dalla Conferenza Operativa, è pubblicata per 30 giorni sul sito istituzionale del distretto, dandone notizia sul bollettino regionale ai fini di eventuali osservazioni. Qualora, al termine della fase di pubblicità di cui al presente comma, non siano intervenute osservazioni si procede all'approvazione delle modifiche delle mappe con decreto del Segretario Generale; qualora siano, invece, intervenute osservazioni la conferenza operativa si esprime sulle medesime entro 30 giorni e nei successivi 30 giorni si procede all'approvazione delle modifiche con decreto del Segretario Generale. Le modifiche approvate ai sensi del presente comma vengono trasmesse ai Comuni interessati per il recepimento nei propri strumenti.*
- 4. I Comuni, nell'ambito dei procedimenti di modifica e approvazione dei propri strumenti urbanistici, sono tenuti ad assicurare la coerenza dei quadri conoscitivi redatti a scala comunale con il quadro di pericolosità del PAI; a tal fine il Comune provvede a coordinarsi, sin dall'avvio del procedimento, con l'Autorità di bacino e la Regione, per il riesame delle mappe di pericolosità del PAI seguendo i criteri di cui all'Allegato 3.*
- 5. Le proposte di riesame e modifica delle mappe derivanti dalle attività di cui al precedente comma 4 sono trasmesse all'Autorità di bacino che provvederà ad elaborare le modifiche delle mappe e ad approvarle con decreto del Segretario Generale, previo parere della conferenza operativa laddove l'aggiornamento riguardi ambiti sovracomunali o di area vasta.*
- 6. Le modifiche alla pericolosità da dissesti di natura geomorfologica molto elevata (P4) ed elevata (P3a e P3b) conseguenti alla realizzazione e al collaudo di misure di protezione sono elaborate dall'Autorità di bacino e approvate con decreto del Segretario.*
- 7. Per le finalità di cui all'art. 1, le Regioni, le Città Metropolitane, le Province ed i Comuni, nonché gli enti competenti secondo le norme regionali in materia, sono tenuti a comunicare all'Autorità di bacino qualsiasi difformità e variazione del quadro conoscitivo di pericolosità vigente che, nell'ambito delle loro attività, venga riscontrata; ciò in particolare per quanto riguarda il verificarsi di nuove aree a pericolosità molto elevata e/o la modifica dei perimetri in dissesto esistenti. In tali casi l'Autorità procederà ai sensi dei precedenti commi 3 e 5.*
- 8. Le modifiche e integrazioni delle perimetrazioni delle mappe di cui al presente articolo non costituiscono variante essenziale al Piano e sono approvate con le modalità indicate nei commi che precedono.*

Iter approvazione Piano Stralcio - PAI “dissesti geomorfologici”. Artt. 66 e 68 Dlgs 152/06



Schema esemplificativo dell'iter procedurale per l'approvazione del PAI “dissesto geomorfologico” Distrettuale

Nella adozione della “proposta di piano” non sono state previste altre misure di salvaguardia con effetti immediatamente efficaci per i privati. Solo con l'adozione definitiva del Piano, e la sua approvazione finale, saranno applicate le norme d'uso indicate nella disciplina di piano. **Sino a quel momento si continuano, comunque, ad applicare le norme dei PAI vigenti (nel caso specifico PAI A.d.B. Fiume Arno) a meno di aver proceduto a quanto disposto ai comma 4 e 5 del precedentemente riportato art. 15 della stessa Disciplina di Piano.**

A tal proposito si riporta che le Amministrazioni comunali di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci hanno già provveduto alle attività del caso ed ottenuto dalla Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale emissione del Decreto n. 66 del 31.05.2022 con oggetto:

Decreto del Segretario Generale n... 66 del 31 maggio 2022 recante “Piano di bacino del fiume Arno, stralcio “Assetto Idrogeologico” (PAI Arno) – Articolo 68 comma 4bis e 4ter del d.lgs. 152/2006 e artt. 27 e 32 delle norme di attuazione “Approfondimento del quadro conoscitivo e modifica delle perimetrazioni delle aree a pericolosità geomorfologica per i Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci.

Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio “Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica relativo al territorio dei bacini del fiume Arno, del fiume Serchio e dei bacini della Toscana” (PAI dissesti geomorfologici) - Art. 15 della disciplina del progetto di PAI. Esame e accoglimento osservazione al progetto di Piano e aggiornamento del quadro conoscitivo della pericolosità”.

Il quadro conoscitivo relativo all'aspetto “dissesti geomorfologici” allestito per il presente Piano Strutturale Intercomunale risulta pertanto conforme e coerente, a scala territoriale, con il quadro conoscitivo del PAI Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Si dettagliano nel prosieguo i contenuti e le indicazioni formulate da tale Piano “dissesti geomorfologici”.

Il P.A.I. nel contesto della pianificazione di bacino

Il Piano di bacino, stralcio “Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica”, di seguito denominato PAI “dissesti geomorfologici”, relativo ai bacini del fiume Arno e del fiume Serchio nonché ai bacini della Toscana è adottato e approvato, ai sensi degli artt. 65, 66, 67 e 68 del decreto legislativo n. 152/2006, quale piano stralcio del Piano di bacino distrettuale.

Esso ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato.

Obiettivi del P.A.I. “dissesti geomorfologici”

Il bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale è sede di processi geomorfologici attivi che, determinati dall'interazione con il clima, modellano le forme del territorio e determinano la dinamica del reticolo di drenaggio ai diversi ordini.

L'interazione di tali processi con l'assetto del territorio antropizzato, si traduce spesso in eventi disastrosi o nella produzione di danni. Si tratta, in sostanza, della crisi di insediamenti, di infrastrutture di ecosistemi, che, indotta da eventi alluvionali o da fenomeni geomorfologici di versante, viene a determinare la perdita della vita umana, di beni ambientali, storici e culturali, l'occorrenza di danni generalizzati, in un quadro di sostanziale non sostenibilità per la collettività. Si tratta delle cosiddette calamità naturali o, secondo una locuzione più recente, dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

L'obiettivo del PAI “dissesti geomorfologici” è quello di garantire livelli di gestione sostenibili del rischio da dissesti di natura geomorfologica, privilegiando la difesa della vita umana, del patrimonio ambientale, culturale, infrastrutturale ed insediativo, da perseguire mediante misure di prevenzione, ivi comprese le azioni di governo del territorio, misure di protezione e misure di protezione civile, tali da fronteggiare e mitigare i fenomeni di dissesto in atto o potenziali, senza aggravarli.

Il PAI “dissesti geomorfologici”, nel rispetto di quanto previsto all'art.67, comma 1 del d.lgs 152/2006, si pone i seguenti obiettivi:

- a. la definizione di un quadro conoscitivo di pericolosità omogeneo e coerente con i dissesti geomorfologici presenti nel territorio dei bacini interessati, con particolare riferimento ai fenomeni attivi, nonché la definizione dei criteri necessari per l'aggiornamento di tale quadro;
- b. la sistemazione, la conservazione e il recupero del suolo nei bacini idrografici, con l'individuazione di misure ed azioni strutturali e non strutturali, tese alla mitigazione del rischio per la salute delle persone, per i beni e il patrimonio culturale ed ambientale, infrastrutturale ed insediativo, nonché a favorire le attività che non compromettano la naturale evoluzione del rilievo, a preservare il territorio da ulteriori dissesti, a evitare il verificarsi di fenomeni erosivi e a mantenere in condizioni di equilibrio il trasporto solido nel reticolo idrografico;
- c. la definizione delle misure di prevenzione, nonché la individuazione delle misure di protezione e di preparazione da realizzare, da realizzare anche sulla base di programmi di interventi ex art. 69 del d.lgs. 152/2006, in grado di mitigare e gestire i danni in fase di evento.

Questo avviene attraverso uno sviluppo del quadro conoscitivo, l'individuazione di interventi strutturali e non strutturali di mitigazione del rischio, di norme atte a governare la sicurezza alle popolazioni, degli insediamenti e

delle infrastrutture, soprattutto nel transitorio conseguente alla programmazione degli eventuali interventi di riduzione del rischio in programmazione.

Il cardine del PAI, anche alla luce di quanto più sopra accennato e delle indicazioni del recente quadro normativo, resta tuttavia la individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità idrogeologica e la individuazione degli elementi a rischio che si trovano in esse ricompresi.

Organizzazione del Piano

L'organizzazione del PAI è stata strutturata attraverso fasi caratterizzate da un rapporto sostanzialmente seriale, alla cui evoluzione corrisponde lo svolgersi della "proposta di piano di recente adozione. Esse sono:

- ☐ inquadramento del problema dell'*assetto idrogeologico*, articolato in una parte di carattere giuridico ed una di ordine tecnico;
- ☐ quadro conoscitivo nel quale si discutono le caratteristiche fisiche, economiche e sociali del bacino in relazione ai problemi di assetto, anche nel contesto della pianificazione vigente;
- ☐ descrizione della metodologia operativa per l'individuazione dell'*assetto idrogeologico* attuale, attraverso l'individuazione delle aree a pericolosità idrogeologica in rapporto con gli elementi a rischio presenti sul territorio;
- ☐ realizzazione delle "mappe di pericolosità";
- ☐ definizione delle linee di pianificazione delle azioni di assetto idraulico e geomorfologico, individuazione dei fabbisogni e relativa programmazione degli interventi;
- ☐ elaborazione delle norme di attuazione.

Elaborati del PAI in merito alla pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana:

Gli elaborati del PAI sono costituiti da una relazione con i relativi allegati comprendenti, tra l'altro, le norme di attuazione e i dati relativi alla programmazione degli interventi, ed una serie di atlanti cartografici su alcuni dei quali, tra l'altro, viene a definirsi l'azione normativa. Questi possono essere a loro volta suddivisi secondo la scala cui sono stati elaborati, cui corrisponde un assegnato dettaglio del quadro conoscitivo e la metodologia di indagine impiegata.

Gli elaborati di PAI inerenti tale aspetto sono dunque costituiti da:

Il PAI è costituito dai seguenti elaborati:

- a. Relazione generale
- b. Disciplina di piano
- c. Mappe di pericolosità da dissesti di natura geomorfologica, in formato digitale (consultabile al link: <http://www.appenninosettentrionale.it>).

Sull'elaborato "Carta della pericolosità geologica" (Tavv. QG.04 – 8 fogli in scala 1:10.000) le perimetrazioni P4 e P3 risultano conformi a quelle di cui al Decreto n. 66 del 31.05.2022, relativo all'approvazione delle modifiche della perimetrazione delle aree a pericolosità geomorfologica di PAI per il territorio comunale, ai sensi dell'art. 27 delle Norme di Attuazione del PAI ADB Arno e dell'art. 15 della Disciplina di Piano della proposta di PAI ADB Distrettuale dell'Appennino Settentrionale di recente adozione.

8. IDROGEOLOGIA E RISCHIO DI INQUINAMENTO DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

8.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nei territori comunali indagati, si può definire che il sistema idrogeologico presenta un contesto principale, il Fiume Arno, che rappresenta l'elemento di drenaggio di tutta l'area studiata. I bacini minori, posti in zona collinare, risultano collegati a quelli di maggiore rilevanza attraverso gli elementi del reticolo idrografico, favorendo l'alimentazione delle falde di pianura, a loro volta connesse al regime idraulico in alveo e subalveo dell'Arno.

Le analisi condotte partono dall'analisi degli studi già disponibili sul territorio, dai dati dei pozzi censiti e dalle valutazioni circa la permeabilità dei depositi superficiali.

Sono state inoltre considerate le indicazioni circa la densità dei prelievi e la capacità di ricarica degli acquiferi indicate negli elaborati del Piano Bilancio Idrico pubblicato dall'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Settentrionale.

In generale, nel territorio interessato dal presente PSI sono state riscontrate le seguenti situazioni:

Falda libera all'interno delle alluvioni dei corsi d'acqua principali

Si tratta della principale risorsa dell'area, ubicata sul fondovalle del Fiume Arno e dei suoi affluenti principali, strettamente collegata al regime di subalveo dei corsi d'acqua. Principalmente tale falda è rinvenuta nei depositi alluvionali più grossolani (ghiaie e sabbie) ampiamente diffuse che presentano profondità progressivamente crescenti avvicinandosi al Fiume Arno.

Risulta importante anche la circolazione sotterranea all'interno dei paleomeandri presenti a margine del Fiume Arno, i cui depositi risultano dotati di elevata permeabilità e favoriscono la permanenza della falda freatica.

La profondità della falda risulta condizionata dalla morfologia dell'area, in cui l'asta dell'Arno rappresenta il punto minimo, con direzione prevalente Nord-Sud nelle zone in destra idrografica (comuni di Capraia e Limite, Vinci e Cerreto Guidi), e opposta (Sud-Nord) per i comuni lungo la riva sinistra (Montelupo Fiorentino ed Empoli), con locali perturbazioni connesse alle attività di emungimento di acque per uso umano: dalla distribuzione dei pozzi degli acquedotti pubblici, oggi gestiti da Acque Spa, appare evidente come la densità dei prelievi sia elevata nella pianura alluvionale dell'Arno, con forti depressioni della superficie freatica.

Ai prelievi idropotabili si aggiungono anche quelli per scopi artigianali/industriali, realizzati a servizio degli insediamenti anch'essi ubicati nel fondovalle principale, che contribuiscono alla criticità di ricarica della falda presente.

In generale, la falda principale è quella individuata nella pianura del Fiume Arno, da cui risulta stagionalmente influenzata con situazioni di alimentazione (dall'Arno verso la falda) nei periodi maggiormente piovosi e situazioni di drenaggio (dalla falda verso il subalveo del Fiume Arno) nei periodi asciutti: da tali situazioni dipende anche l'oscillazione della superficie freatica che risulta massima nelle aree più prossime al corso d'acqua e minimizzata nelle zone più distanti.

8.2 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

La vulnerabilità di un acquifero è definita come la propensione di un corpo idrico sotterraneo a subire una contaminazione.

Attraverso l'osservazione e lo studio delle caratteristiche idrogeologiche e morfologiche dell'area di studio, le caratteristiche idrogeologiche e la disponibilità di risorsa appaiono direttamente collegati allo sviluppo dei bacini idrografici ivi presenti, in primis il F. Arno e i suoi affluenti principali.

Per meglio valutare le condizioni di criticità dell'area è stata valutata la permeabilità dei terreni affioranti, che è stata rappresentata secondo una suddivisione in 5 sottoclassi:

- classe 1 – permeabilità bassa
- classe 2 – permeabilità medio-bassa
- classe 3 – permeabilità media
- classe 4 – permeabilità medio-elevata
- classe 5 – permeabilità elevata

Tali valutazioni sono state condotte a partire dalla natura dei terreni considerati, dalla loro granulometria e dalla loro giacitura: l'analisi complessiva fornisce un quadro caratterizzato da estese aree permeabili che caratterizzano sia le zone della pianura alluvionale che parte dei rilievi collinari.

La natura sabbiosa (seppur con ampia frazione fine) dei gran parte dei depositi neogenici pliocenici caratterizza le colline a minor energia del rilievo (nei territori di Cerreto Guidi, Vinci, nella porzione meridionale di Capraia e Limite), che favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche e la loro circolazione sotterranea verso i sistemi di drenaggio posti nei fondovalle.

La porzione orientale dell'area studiata (territori di Capraia e Limite e Montelupo Fiorentino), caratterizzata da rilievi più elevati (dorsale del Montalbano che degrada, oltre l'Arno, verso i Monti del Chianti) vede la presenza di formazioni prevalentemente litoidi la cui fratturazione, a seguito della deformazione tettonica subita, favorisce la circolazione sotterranea, anch'essa drenata dai corpi idrici di fondovalle.

Nel territorio collinare della zona meridionale (comuni di Empoli e Montelupo Fiorentino) alle formazioni sabbiose plioceniche risultano intercalati orizzonti maggiormente argillosi, scarsamente permeabili e idrogeologicamente spesso sterili, che inibiscono l'infiltrazione e favoriscono il ruscellamento superficiale verso gli impluvi naturali.

Nella cartografia prodotta (QC03 – Carta idrogeologica, in scala 1:10.000) le classi di permeabilità sono così rappresentate:

- classe 1 – permeabilità bassa, relativa a formazioni argillose compatte (ad es. Argille Azzurre);
- classe 2 – permeabilità medio-bassa, relativa a formazioni argillose miste (argille siltose) o a formazioni compatte localmente caratterizzate da permeabilità secondaria (argilliti);
- classe 3 – permeabilità media, relativa a formazioni plioceniche di granulometria mista (limi argilloso-sabbiosi, argille sabbiose) e formazioni litoidi con bassa fratturazione (marne siltose)
- classe 4 – permeabilità medio-elevata, relativa a depositi alluvionali recenti e a formazioni litoidi fratturate (arenarie, elementi delle formazioni liguri), oltre ai depositi di versante.
- classe 5 – permeabilità elevata, riferita a formazioni marcatamente sabbiose e ghiaiose (inclusi i conglomerati).

Per le aree interessate da frane quiescenti è stata considerata una classe di permeabilità 4 – medio-elevata in ragione della potenziale fessurazione degli ammassi in dissesto, mentre per le aree interessate da frane attive è stata considerata una permeabilità elevata.

La vulnerabilità degli acquiferi è quindi correlabile alle condizioni di permeabilità sopra descritte, con maggiore criticità per le aree urbanizzate ricadenti nelle aree a permeabilità medio-elevata ed elevata.

La definizione della vulnerabilità degli acquiferi consiste in una zonazione del territorio che in base alle caratteristiche litologiche dei terreni superficiali definisce la possibilità di percolazione e diffusione in profondità di un inquinante idroveicolato.

Uno dei criteri principali da seguire nella realizzazione di questo tematismo consiste nel distinguere le formazioni sulla base della diversa permeabilità dei litotipi, valutando accuratamente il grado di fratturazione e i fenomeni di alterazione che possono localmente modificare l'originaria permeabilità.

In relazione a ciò e approfondendo i contenuti e le indicazioni forniti dal P.T.C.P. della Provincia di Firenze in merito alla corretta gestione delle risorse idriche del sottosuolo possono definirsi sette classi di vulnerabilità (da elevata a bassa) seguendo i criteri dettagliati nella legenda stessa della Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità degli Acquiferi del PTCP della Provincia di Firenze.

8.3 GESTIONE, SFRUTTAMENTO E TUTELA DELLA RISORSA ACQUA

L'impiego delle acque del sottosuolo è regolamentato dalle normative nazionali e regionali (T.U. n. 1775/1933 e DPGR 50/R/2015) e prevede particolari tutele per quello destinato al consumo umano: ai fini della tutela delle acque destinate a consumo umano la “**zona di tutela assoluta**” dei punti di captazione di risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio, così come è definito dal D.L. n. 152/2006 e successive integrazioni e modificazioni, dovrà essere costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa deve avere una estensione in caso di captazione di acque sotterranee di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e/o ad infrastrutture di servizio.

Tale zona deve essere recintata, provvista di canalizzazione per le acque meteoriche e protetta dalla possibilità di esondazione di corpi idrici limitrofi.

Per le captazioni preesistenti e quelle nei centri abitati l'estensione della zona di tutela assoluta può essere ridotta, previa opportuna valutazione da parte degli organi competenti e con l'adozione di particolari accorgimenti a tutela della captazione stessa.

La “**zona di rispetto**” (che include la zona di tutela assoluta) dei punti di captazione di risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio o per lo sfruttamento come acqua minerale, così come è definito dal D.L. n. 152/2006 e successive integrazioni e modificazioni, è quella indicata nella “**Carta idrogeologica**” (Tavv. QG 03).

Nella zona di rispetto si dovrà propendere per il divieto degli insediamenti dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- ☐ dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurate;
- ☐ accumuli di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;

- ☐ 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;
- ☐ dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- ☐ aree cimiteriali;
- ☐ apertura di cave e discariche che possano essere in connessione con la falda;
- ☐ terebrazione ed apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano per l'alimentazione del sistema acquedottistico per il pubblico servizio o per lo sfruttamento come acqua minerale e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione e controllo delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- ☐ gestione e trattamento di rifiuti e loro messa a dimora e lo stoccaggio provvisorio;
- ☐ stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- ☐ centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- ☐ sistemi di subirrigazione che prevedano immissione di reflui nel sottosuolo;
- ☐ pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.

Per quanto concerne le preesistenze delle attività sopraelencate, ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

La rete idrica di intercomunale, gestita da Acque SpA, è approvvigionata dai pozzi e dalle sorgenti riportate nella Carta idrogeologica: considerato l'ambito consortile del gestore, alcuni approvvigionamenti possono riferirsi anche a derivazioni esterne ai comuni del presente PSI.

La risorsa complessiva disponibile per la rete idrica è al momento frazionata con momenti di crisi nel periodo estivo in occasione della richiesta di punta.

In attesa di un potenziamento della risorsa disponibile un ruolo decisivo deve essere svolto dal contenimento delle perdite occulte e dalla regolazione della pressione da parte della società di gestione.

Oltre all'intenso sfruttamento della risorsa ad opera dei pozzi acquedottistici, nella zona si rileva una forte pressione connessa alle attività irrigue delle aree agricole e, nelle aree produttive, alle attività industriali idroesigenti, in cui le acque (per raffreddamento dei sistemi di lavorazione o per miscelazione nei prodotti lavorati) rappresentano una risorsa essenziale.

L'analisi e la distribuzione areale del numero di pozzi complessivamente presente sul territorio, conferma quanto già affermato anche a livello regionale nei diversi rapporti sullo stato dell'ambiente della Toscana elaborati negli ultimi anni, secondo cui le analisi eseguite sulle diverse tipologie di utenze evidenziano come il forte sfruttamento della risorsa idrica sul territorio sia anche da imputarsi ai soggetti che utilizzano fonti di approvvigionamento indipendenti dai sistemi di rete.

I pozzi ad uso privato sono molteplici e largamente distribuiti. Alcuni di essi sono situati anche all'interno di insediamenti abitativi serviti dal sistema acquedottistico comunale.

8.4 VINCOLI SOVRACOMUNALI SULLA CAPACITA' DI RICARICA DELLE FALDE

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale il 20 dicembre 2021 ha adottato il Piano Gestione delle Acque (PGA) per il periodo 2021-2027: in attesa della sua definitiva approvazione resta in vigore il PGA del periodo 2015-2021 ed in particolare il Piano Bilancio Idrico del Fiume Arno, approvato con D.P.C.M. del 20.02.2015 (pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n. 155 del 07.07.2015).

Lo stralcio "Bilancio Idrico" è lo strumento del Piano di Bacino per la definizione delle condizioni di criticità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, e per l'imposizione di vincoli di sfruttamento sostenibile della stessa.

Il bilancio idrico, definito alla scala del bacino idrografico, è espresso dall'equazione di continuità dei volumi entranti, uscenti ed invasati nel bacino superficiale e idrogeologico, al netto delle risorse necessarie per la conservazione degli ecosistemi acquatici ed dei fabbisogni per i diversi usi.

È l'indispensabile strumento conoscitivo su cui fondare la gestione della risorsa idrica nonché la base scientifica sulla quale costruire, all'interno dei Piani di Tutela, le analisi, gli studi previsionali e le strategie volte al perseguimento degli obiettivi di qualità e più in generale i programmi e le azioni di governo del territorio a scala poliennale.

Fornisce inoltre gli strumenti per la regolazione amministrativa dei prelievi, sia superficiali che sotterranei, in un quadro tecnico chiaro ed unitario.

Finalità del Piano stralcio Bilancio Idrico

Per quanto riguarda le acque sotterranee il bilancio è stato redatto per gli acquiferi alluvionali individuati come significativi, significatività dovuta sia alla capacità propria del corpo idrico sia all'utilizzo in atto dello stesso, con elaborazioni anche in questo caso basate sull'anno medio relativo ai dati climatici dell'ultimo quindicennio.

Le criticità, anche in questo caso in ottemperanza alle indicazioni del Piano di Tutela, sono funzione in prima istanza alle condizioni di bilancio a livello di acquifero. Come ulteriore dettaglio, all'interno di ciascun corpo idrico sono state individuate zone caratterizzate da diversi livelli di stress in funzione della ricarica specifica, della trasmissività e dei prelievi in atto, opportunamente spazializzati.

Seguono quindi le linee di pianificazione delle azioni volte ad una gestione sostenibile della risorsa, di carattere generale e puntuale, rivolte in prima istanza agli Enti preposti alla gestione della risorsa idrica ma, anche ai fini di fornire un elemento informativo e di trasparenza nella azione amministrativa esplicitata tramite il parere di competenza sulle piccole e grandi concessioni idriche, in generale a tutti gli utenti della risorsa idrica.

Organizzazione del Piano e relativi elaborati

L'organizzazione della documentazione relativa al bilancio idrico è strutturata attraverso la fase conoscitiva, contenente l'individuazione delle criticità, e la fase più propriamente gestionale/normativa, che si fonda e definisce sui risultati delle fasi precedenti. A tal scopo la documentazione di piano è organizzata in schede di sintesi e cartografie immediatamente consultabile.

In sintesi la documentazione di Piano è così composta:

- **RELAZIONE GENERALE** » Contiene l'inquadramento del bilancio idrico, articolato in una parte di carattere giuridico e tecnico, il quadro conoscitivo naturale e antropico con specifico riferimento al cambiamento

climatico e alle strategie di adattamento, la descrizione della metodologia operativa per l'individuazione del bilancio idrico, le criticità del reticolo superficiale e delle acque profonde.

- SCHEDE CONOSCITIVE DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI - Costituiscono il quadro conoscitivo di ciascun acquifero significativo e riportano le caratteristiche geometriche ed idrodinamiche, corredate da cartografie di dettaglio
- IL BILANCIO DEGLI ACQUIFERI SIGNIFICATIVI » SCHEDE DI SINTESI Redatte per ciascun acquifero, corredate da tutti gli elementi, naturali ed antropici costituenti il bilancio
- ATLANTI CARTOGRAFICI DELLE CRITICITÀ - Alla scala 1:25.000 riportano la zonazione delle aree a diversa disponibilità idrica all'interno degli acquiferi significativi
- BILANCIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI » SCHEDE DI SINTESI » Redatte in corrispondenza delle sezioni significative, corredate dai dati di bilancio e comunque dai dati significativi dei sottobacini e bacini sottesi
- CARTOGRAFIA DI PIANO e MISURE GESTIONALI (ED ALLEGATI).

Nell'area di interesse del presente PSI (territori dei comuni di Empoli, Capraia e Limite, Cerreto Guidi, Montelupo Fiorentino e Vinci) risultano alcune aree classificate nel Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio "Bilancio Idrico", in ragione della disponibilità idrica di acque sotterranee rilevata, secondo la seguente casistica:

- - Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità molto inferiore alla ricarica (D4), in cui il disavanzo relativo fra la ricarica media su unità di superficie e i prelievi risulta molto elevato;
- - Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità inferiore alla ricarica (D3), in cui il disavanzo relativo fra la ricarica media su unità di superficie e i prelievi risulta elevato;
- - Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità prossima alla ricarica (D2), in cui la ricarica media su unità di superficie è congruente con i prelievi in atto;
- - Acquiferi ed aree ad elevata disponibilità (D1), in cui la ricarica media su unità di superficie è superiore ai prelievi in atto.

Nella Carta Idrogeologica sono rappresentate le zone ricadenti nelle Classe D3 e D4 per le quali valgono le direttive dello stesso Piano Bilancio Idrico:

Art. 9 - Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità molto inferiore alla ricarica (D4)

1. In tali aree sono vietati nuovi prelievi, con esclusione dei seguenti casi:

- a) laddove non sia possibile una localizzazione alternativa, possono essere rilasciate concessioni ad uso idropotabile, a condizione che sia dimostrata la sostenibilità per l'area. In tali casi può essere richiesta l'attivazione del monitoraggio piezometrico della falda secondo le specifiche riportate nell'Allegato 2;
- b) laddove non sia possibile una localizzazione alternativa, le concessioni per usi diversi da quello idropotabile sono rilasciate, a condizione che siano dimostrate la sostenibilità per l'area, l'essenzialità dell'uso, la mancanza di fonti alternative di approvvigionamento, l'efficienza dell'utilizzo nonché le misure di risparmio e riutilizzo adottate. In tali casi può essere chiesta l'attivazione del monitoraggio piezometrico della falda secondo le specifiche riportate nell'Allegato 2;

- c) nelle aree non servite da pubblico acquedotto, possono essere rilasciate autorizzazioni ad uso domestico, ai sensi dell'articolo 16 comma 1, con obbligo di installazione di contatore;
 - d) nelle aree servite da acquedotto, possono essere rilasciate autorizzazioni ad uso domestico, ai sensi dell'articolo 16 comma 1, fino ad un valore di 100 m³/anno e con obbligo di installazione di contatore. Qualora siano richiesti volumi superiori, l'autorizzazione è rilasciata previo parere dell'Autorità di bacino, a condizione che sia dimostrata la sostenibilità del prelievo per l'area e con obbligo di installazione di contatore.
2. In fase di rinnovo dei prelievi può essere richiesta l'attivazione del monitoraggio piezometrico della falda secondo le specifiche riportate nell'Allegato 2;
 3. Gli strumenti di governo del territorio possono prevedere nuovi insediamenti con approvvigionamento da acque sotterranee, previa valutazione della sostenibilità del fabbisogno stimato.
 4. La durata delle concessioni non può superare i cinque anni.

Art. 10 - Acquiferi con bilancio prossimo all'equilibrio e a bilancio positivo - Aree a disponibilità inferiore alla ricarica (D3)

1. Nelle aree a disponibilità inferiore alla ricarica, le concessioni e autorizzazioni possono essere rilasciate, sulla base dei criteri sotto riportati:
 - a) le concessioni ad uso idropotabile possono essere rilasciate a condizione che ne sia dimostrata la sostenibilità per l'area. In tali casi può essere richiesta l'attivazione del monitoraggio piezometrico della falda secondo le specifiche riportate nell'Allegato 2;
 - b) le concessioni ad uso diverso da quello idropotabile possono essere rilasciate a condizione che siano dimostrate la sostenibilità per l'area e l'essenzialità dell'uso anche in relazione ai quantitativi idrici richiesti. In tali casi può essere richiesta l'attivazione del monitoraggio piezometrico della falda secondo le indicazioni riportate nell'Allegato 2;
 - c) nelle aree non servite da pubblico acquedotto, possono essere rilasciate autorizzazioni ad uso domestico, ai sensi dell'articolo 16 comma 1;
 - d) nelle aree servite da acquedotto, possono essere rilasciate autorizzazioni ad uso domestico, ai sensi dell'articolo 16 comma 1, fino ad un valore di 200 m³/anno. Qualora siano richiesti volumi superiori, l'autorizzazione è rilasciata previo parere dell'Autorità di bacino, a condizione che sia dimostrata la sostenibilità del prelievo per l'area.
2. Gli strumenti di governo del territorio possono prevedere nuovi insediamenti con approvvigionamento da acque sotterranee, previa valutazione della sostenibilità del fabbisogno stimato.
3. La durata delle concessioni non può superare i cinque anni.

9. ASPETTI SISMICI e STUDI di MICROZONAZIONE

Per quanto concerne gli aspetti sismici generali e locali nonché relativamente alle metodiche, agli elaborati e alle risultanze degli studi di microzonazione sismica eseguiti per le aree ricadenti all'interno del perimetro del territorio urbanizzato si rimanda ai documenti e ai tematismi appositamente realizzati per gli studi di Microzonazione Sismica di livello 2 per i singoli comuni di Comuni di Capraia e Limite, Cerreto Guidi, e Vinci, di livello 1 e 2 per il Comune di Montelupo Fiorentino e di livello 2 e 3 per il Comune di Empoli (in relazione a precipe indicazioni fornite dal Settore Rischio Sismico della Regione Toscana).

9.1 PERICOLOSITA' SISMICA

Dell'analisi e dalla valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico e delle indagini geofisiche, con riferimento al regolamento regionale n. 5/R del 30 gennaio 2020, si deve tener conto, sulla base del quadro conoscitivo acquisito delle aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico consente di rappresentare:

1. probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
2. la presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
3. i contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
4. accentuazione della instabilità dei pendii;
5. terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
6. terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Tale valutazione è stata rappresentata nel presente piano strutturale, come in precedenza argomentato, attraverso la realizzazione degli studi di MS di livello 2 e 3 (limitatamente al Comune di Empoli) all'interno del territorio urbanizzato secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010.

Tali approfondimenti sono stati realizzati in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi, di concerto con la struttura regionale competente, ha individuato secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni tecniche del Programma VEL e perimetrato secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS.

Gli studi di MS 2/3 hanno la finalità di determinare nella pianificazione attuativa scelte mirate e idonee che tendano ad assicurare la riduzione del rischio sismico.

Nell'ambito degli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2/3 sono stati condotti approfondimenti circa la potenziale liquefazione dei terreni nelle aree che presentano caratteristiche litologiche, geotecniche ed idrogeologiche compatibili con tali fenomeni per i cinque comuni afferenti al presente PSI..

Le verifiche sono state condotte a partire dai dati geognostici contenuti nel Database utilizzato per la caratterizzazione, procedendo all'analisi utilizzando i metodi di Roberston e Wride modificato (1997) e di Idriss-Boulanger (2014).

In particolare nel territorio di Empoli tre dei siti analizzati (uno in zona Arnovecchio e due in zona Serravalle) hanno condotto a ritenere alcune aree potenzialmente soggette a liquefazione, in quanto il valore dell'Indice di Potenziale Liquefazione (IPL, IL o LPI, come definito da Sonmez [2003]) è risultato compreso tra 2 e 5.

Per la valutazione della pericolosità da liquefazione si è fatto riferimento alla classificazione proposta da Sonmez (2003), qui di seguito riportata:

Classi di pericolosità di liquefazione secondo SONMEZ [2003].

Indice del potenziale di liquefazione LPI	Pericolosità di liquefazione
LPI = 0	Nulla
$0 < \text{LPI} < 2$	Bassa
$2 < \text{LPI} < 5$	Moderata
$5 < \text{LPI} < 15$	Alta
LPI > 15	Molto alta

Per le zone di Arnovecchio e Serravalle risulta quindi una pericolosità moderata che, ai sensi del DPGR 30/01/2020 n.5/R, è stata ricondotta alla Classe di Pericolosità S.3 (pericolosità elevata).

Nella Carta della Pericolosità sismica locale tali zone sono state rappresentate con una specifica simbologia, in modo da poterle distinguere dalle altre aree ricadenti nella stessa classe di pericolosità (S.3) per altre criticità.

Per l'allestimento del tematismo pericolosità sismica occorre sottolineare che i poligoni mappati come “dissesti gravitativi” nella microzonazione MS2/MS3 (per i comuni di Cerreto Guidi, Empoli, Montelupo Fiorentino e Vinci per i quali lo studio di MS2/MS3 è stato realizzato a seguito di approvazione delle modifiche PAI Distrettuale) sono stati adeguati e trovano corrispondenza con gli inviluppi del recente adeguamento del PAI dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale (Decreto del Segretario Generale n. 66 del 31 maggio 2022) comprendendo all'interno delle perimetrazioni S4 e S3 (per instabilità da frana) anche le aree di possibile evoluzione di ciascun fenomeno franoso. Per il comune di Capraia e Limite, la cui microzonazione sismica MS2 è stata approvata in data 21 luglio 2021 (precedentemente all'ultima modifica del PAI frane Distrettuale), si è comunque tenuto conto, per la redazione della carta della pericolosità sismica, della poligonazione dei dissesti franosi relativa all'ultimo aggiornamento PAI Distrettuale modificando in tal senso le indicazioni riportate sulla cartografia geologico tecnica in prospettiva sismica e cartografia MOPS e di microzonazione. In tal modo la cartografia di pericolosità sismica, anche per il comune di Capraia e Limite, risulta perfettamente allineata e conforme ai disposti sovracomunali della AdB Distrettuale ed alla cartografia di pericolosità geologica (allestita per il presente PSI in attuazione ai disposti del DPGR n. 5/R/2020).

In generale, la sintesi di tutte le informazioni derivanti dagli studi di MS di livello 2 e 3, secondo quanto previsto dal paragrafo B.6 dell'allegato A del Reg. Reg. n. 5/R, deve consentire di valutare le condizioni di pericolosità sismica locale delle aree studiate secondo la seguente classificazione come sotto riportata, come rappresentato nelle tavole di pericolosità sismica QG.05 realizzate in scala 1:5.000.

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):

- ☐ 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, ancorchè caratterizzate da fattore di amplificazione $F_a 01-05 \leq 1,4$;
- ☐ terreni riconducibili a zone suscettibili per instabilità per liquefazione dinamica con indice del potenziale di liquefazione $2 < IL \leq 5$ accertato mediante indagini geognostiche e nel caso mediante studio di Microzonazione Sismica di livello 2/3 (MS2/MS3);
- ☐ zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione $F_a 01-05 > 1,4$;
- ☐ aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonchè aree potenzialmente franose, di seguito, denominate “APF”, e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;
- ☐ zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna (criterio applicabile per le zone con sola disponibilità di studi di MS di livello 1 e pertanto non utilizzato nella presente trattazione);

Pericolosità sismica locale media (S.2):

- ☐ zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione $F_a 01-05 \leq 1,4$;
- ☐ 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.

Si specifica che, per “**alto contrasto di impedenza sismica**”, sono da intendersi situazioni caratterizzate da rapporti tra le velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) del substrato sismico di riferimento e delle coperture sismiche sovrastanti - oppure all'interno delle coperture stesse - almeno pari a 2, come stimato dalle indagini sismiche. In alternativa, la medesima situazione è individuabile mediante il **valore relativo all'ampiezza del picco di frequenza fondamentale delle misure passive di rumore ambientale a stazione singola (HVSr)**, che deve essere almeno pari a 3.

Si specifica inoltre che, per “**alcune decine di metri**”, sono da intendersi spessori indicativamente intorno a **40 metri**.

Per ogni singola frazione sono state, quindi, identificate le classi di pericolosità sismica secondo quanto normativamente previsto e in funzione della cartografia di microzonazione sismica di livello 2 sviluppate, per i settori interni al perimetro del territorio urbanizzato, così come precedentemente definiti.

Firenze lì, 10.07.2023

p. Geo Eco Progetti

Prof. Geol. Eros Aiello

Dott. Geol. Gabriele Grandini

p. Geoprogetti studio associato

Dott. Geol. Alberto Frullini