

dr. geol. Paola Violanti

Ordine Geologi della Toscana n. 229
via Osteria Bianca, 43
50053 Ponte a Elsa, Empoli, FI
tel e fax: 0571 931212 - 3479186530
e – mail: paolaviolanti@timenet.it
pec: paolaviolanti@epap.sicurezzapostale.it
cod.fisc. VLNPLA53P51D403Z
part. I.V.A. 04363000482

in collaborazione con

dr. geol. Alberto Frullini

COMUNE DI EMPOLI

Variante Parziale al R.U.
per inserimento di pista ciclabile di collegamento tra la
frazione di Marcignana e la frazione di Tinaia fino al
comune di Montelupo Fiorentino

Relazione geologica

aprile 2018

PREMESSA

1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2 - CLASSI DI PERICOLOSITA' DELL'AREA DI VARIANTE

3 - FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI

4 - METODOLOGIA D'INDAGINE

5 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

6 - AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO PER L'AREA DI VARIANTE

7 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

8 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA DELL'AREA DI VARIANTE

9 - PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA DI VARIANTE

10 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA DI VARIANTE

11 - FATTIBILITA' DELL'AREA DI VARIANTE

Tavole

Tavola 1 - Carta Geologica

Tavola 2 - Carta Geolitotecnica

Tavola 3 - Carta delle MOPS

Tavola 4 - Carta della Pericolosità Geologica

Tavola 5 - Carta della Pericolosità Sismica

Tavola 6 - Carta della Pericolosità Idraulica

Tavola 7 - Carta del PGRA

Tavola 8 - Carta della Fattibilità

**Variante Parziale al R.U.
per inserimento di pista ciclabile di collegamento tra la frazione di
Marcignana e la frazione di Tinaia fino al comune di Montelupo Fiorentino.
COMUNE DI EMPOLI**

Relazione geologica

La presente indagine è riferita alla Variante Parziale al R.U. relativa ad una pista ciclabile di collegamento tra la frazione di Marcignana e la frazione di Tinaia fino al comune di Montelupo Fiorentino

Gli studi, condotti secondo quanto definito dalla D.P.G.R. 25/10/2011, n.53/R (2013) sono basati sul quadro delle conoscenze ad oggi disponibili, costituite dalle indagini geologiche di supporto a:

- Piano Strutturale comunale;
- Regolamento Urbanistico comunale;
- Variante al Piano Strutturale (2013);
- Secondo Regolamento Urbanistico (2013)
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale (UoM Arno).

1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L. R. 10 novembre 2014, n.65: "Norme per il Governo del Territorio";
- D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n.53/R: "Regolamento di attuazione dell'Art. 62 L.R. n.1/2005";
- D.G.R.T. 8 ottobre 2012, n.878: "Aggiornamento classificazione sismica del territorio regionale".
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni Distretto Appennino Settentrionale (PGRA)

2 - CLASSI DI PERICOLOSITA' DELL'AREA DI VARIANTE

2.1 - Pericolosità Geologica

Sulla base degli elementi geomorfologici individuati sul territorio, è stata definita la Pericolosità Geologica, nel rispetto di quanto indicato nel D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n. 53/r, individuando 4 Classi di Pericolosità:

Sono state inserite nella **Pericolosità Geologica molto elevata G.4** le frane attive e le relative aree d'influenza.

Nella **Pericolosità Geologica elevata G.3** sono state inserite le: *aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.*

Nella **Pericolosità Geologica media G.2** sono state inserite le aree in cui sono presenti fenomeni inattivi stabilizzati (naturalmente od artificialmente) e le aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

La **Pericolosità Geologica bassa G.1** è stata associata alle aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litotecniche e giacitureali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

2.2 - Pericolosità Idraulica

Gli approfondimenti in relazione agli aspetti idraulici sono stati condotti a partire dai risultati dello Studio idrologico idraulico di supporto al Nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli (giugno 2013) condotto dall'Ufficio Tecnico del Genio Civile di Area Vasta Firenze-Prato-Pistoia-Arezzo e dalle più recenti classificazioni di pericolosità inserite nel P.G.R.A. dello stesso Bacino.

Per le aree interessate dallo studio sono state individuate le Classi di Pericolosità:

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4) le aree suscettibili da allagamenti per eventi con Tr30 anni.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): le aree fragili per eventi di esondazione compresi tra $30 < \text{Tr} < 200$ anni.

Pericolosità idraulica media (I.2): le aree della pianura alluvionale esterne alle zone giudicate fragili per episodi di esondazione con Tr200 anni.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

2.3 - Pericolosità Sismica

La D.P.G.R. 53/R individua quattro classi di pericolosità sismica, ottenute quali sintesi delle problematiche geologiche, geomorfologiche e sismiche individuate nello studio di Microzonazione Sismica redatto a supporto della Variante al piano Strutturale 2013. Sulla base di tali indicazioni sono state individuate quattro classi di pericolosità sismica e precisamente:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;

Pericolosità sismica locale media (S.2): zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe 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 e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

3 – FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI

3.1 Classi di Fattibilità

La Fattibilità della Variante Parziale al R.U. è stata definita sulla base di quanto previsto dalla D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R, che prevede la sua rappresentazione in 4 classi distinte per i diversi aspetti definiti dalla pericolosità geologica, dalla pericolosità idraulica e dalla pericolosità sismica.

Classe F.1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Per gli interventi edilizi che ricadono in questa classe, la caratterizzazione geotecnica del terreno a livello di progetto, può essere ottenuta per mezzo di raccolta di notizie; i calcoli geotecnici, di stabilità e la valutazione dei cedimenti possono essere omessi ma la validità delle soluzioni progettuali adottate deve essere motivata con un'apposita relazione.

Gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

Classe F.2 - Fattibilità con normali vincoli

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Il progetto deve basarsi su un'apposita indagine geognostica e/o idrologico-idraulica mirata a verificare a livello locale quanto indicato negli studi condotti a supporto dello strumento urbanistico vigente

Gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

Classe F.3 - Fattibilità condizionata

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

1. Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:
 - a) la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;
 - b) gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono comunque essere tali da:
 - non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
 - non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni;
 - consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
 - c) in presenza di interventi di messa in sicurezza sono predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
 - d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, sono certificati;
 - e) possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.

2. Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità idraulica, sono da rispettare i seguenti criteri:
- a) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
 - b) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni:
 - sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l);
 - sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;
 - c) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;
 - d) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
 - e) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;
 - f) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;
 - g) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;
 - h) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere precedenti di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.
 - i) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della l.r. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
 - l) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni

inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;

- m) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;
 - n) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;
 - o) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.
3. Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità sismica in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti:
- a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono in ogni caso da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;
 - b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
 - c) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

- d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, è realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette;
- e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, è realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra coperture e bedrock sismico. Nelle zone di bordo della valle, per quanto attiene alla caratterizzazione geofisica, è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

Classe F.4 - Fattibilità limitata

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

1. Se le limitazioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:
 - a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;
 - b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da:
 - non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
 - non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
 - consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
 - c) in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
 - d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza sono da certificare;

- e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza dei seguenti criteri:
- previsione, ove necessario, di interventi mirati a tutelare la pubblica incolumità, a ridurre la vulnerabilità delle opere esposte mediante consolidamento o misure di protezione delle strutture per ridurre l'entità di danneggiamento;
 - installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno.

2. Se le limitazioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità idraulica, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;
- b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza (porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni:
- sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l);
 - sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;
- e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;
- f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
- g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;

- h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;
 - i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;
 - l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
 - m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.
 - n) per qualunque tipologia di intervento devono essere rispettati i dettami della L.R. 21/05/2012 n.21.
3. Se le limitazioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità sismica, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:
- a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica (paragrafo 3.2.1), sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;
 - b) per i comuni in zona 2, nel caso di terreni suscettibili di liquefazione dinamica, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni. Gli approfondimenti previsti, qualora si intenda utilizzare procedure di verifica semplificate, comprendono in genere indagini convenzionali in sito (sondaggi, SPT, CPT) e analisi di laboratorio (curve granulometriche, limiti di Atterberg, ecc.). Nel caso di opere di particolare importanza, si consiglia fortemente l'utilizzo di prove di laboratorio per la caratterizzazione dinamica in prossimità della rottura (prove triassiali cicliche di liquefazione e altre eventuali prove non standard) finalizzate all'effettuazione di analisi dinamiche.

4 - METOLOGIA DI INDAGINE

Le indagini condotte sono state impostate a partire dal quadro conoscitivo disponibile e sviluppate per l'intero percorso della pista ciclabile.

Gli elementi geologici e geomorfologici sono stati verificati confrontando le informazioni contenute negli studi condotti a supporto della pianificazione comunale con quanto disponibile nelle Banche Dati della Regione Toscana e dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, che hanno guidato l'analisi della situazione attuale verificata direttamente nei rilevamenti di campagna.

Gli aspetti sismici e di amplificazione locale sono stati analizzati a partire dallo studio di Microzonazione Sismica condotto sulla parte del territorio urbanizzato nell'ambito della Variante del Regolamento Urbanistico (2013), nella quale sono state individuate le diverse microzone omogenee.

Le valutazioni di pericolosità idraulica sono state condotte a partire dai risultati dello Studio idrologico idraulico di supporto al Nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli (giugno 2013) condotto dall'Ufficio Tecnico del Genio Civile di Area Vasta Firenze-Prato-Pistoia-Arezzo.

Le valutazioni di fattibilità dell'intervento sono state condotte sulla base delle criticità emerse da tale quadro conoscitivo in relazione alla destinazione d'uso proposta, secondo quanto definito dalla D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R.

5 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La pista ciclabile in progetto avrà una lunghezza di circa m. 10.000 e si svilupperà lungo il Fiume Arno sponda sinistra, in parte parallelamente al piede dell'argine, in parte percorrerà la sommità dell'argine esterno del fiume ed in corrispondenza del ponte Pietro Calamendrei (S.P. 128) sul Fiume Arno, sarà realizzata all'interno dell'area golenale per permettere il superamento in sicurezza della viabilità provinciale.

La pista ciclopedonale collegherà la zona Nord-Est della frazione di Tinaia, alla quota di circa m.27,40 s.l.m., con la zona Sud-Ovest della frazione di Marcignana, alla quota di circa m.23,40 s.l.m..

In prossimità dell'immissione in Arno del Fiume Elsa, scende a Sud procedendo lungo il piede arginale del Fiume Elsa stesso fino al ponte di confine con la provincia di Pisa, consentendo il collegamento con il territorio del Comune di San Miniato attraverso il ponte stradale sul Fiume Elsa.

La larghezza della pista ciclabile sarà mediamente pari a m. 2,50, in modo da consentire la percorribilità di tipo bidirezionale, ad eccezione di un tratto di circa m.40 in località Tinaia dove non risulta possibile garantire la percorrenza ciclabile ma solo pedonale.

L'unico elemento strutturale dell'intero progetto, necessario per il superamento della S.P. N.11 in corrispondenza del Ponte alla Motta in località Marcignana, è un sottopasso ciclopedonale costituito da un elemento scatolare in cemento armato inserito all'interno del corpo del rilevato stradale.

L'area di Variante nel suo insieme si presenta pianeggiante, con quote che variano da circa m.27,40 s.l.m. a circa m.23,40 s.l.m.

Tutta l'area è caratterizzata dalla presenza in superficie di depositi alluvionali di ambiente continentale del Quaternario recente (Olocene) in cui prevalgono le componenti a granulometria fine rappresentate essenzialmente da argille e limi (bf) e subordinatamente da sabbie più o meno limose (be): la letteratura geologica li indica con il termine "depositi alluvionali recenti" (vedasi Tavola 1 – Carta Geologica)

Similare è la situazione nel sottosuolo, la cui stratigrafia è costituita da una successione di terreni alluvionali con uno spessore che si aggira intorno ai 40-50 metri, costituiti in prevalenza da argille e limi, con intercalazioni, di orizzonti sabbiosi e ghiaiosi, sedi di falda acquifera.

La modalità di deposizione fluviale ed alluvionale di questi depositi, legata alle frequenti fasi di reincisione e deposito dei corsi d'acqua, è estremamente variabile negli spessori, nella continuità laterale e nella granulometria.

I depositi quaternari sopra descritti, poggiano in profondità su di un substrato di età pliocenica, caratterizzato essenzialmente da sedimenti argillosi e limoso-argillosi.

La Carta Geolitotecnica allegata alla Variante al P.S. 2013, indica la presenza, sia in superficie che più in profondità di litologie prevalentemente argilloso-limose, con caratteristiche geotecniche discrete (vedasi Tavola 2 – Carta Geolitotecnica)

6 - AGGIORNAMENTO DEL QUADRO CONOSCITIVO PER L' AREA DI VARIANTE

Le indagini geologiche di supporto allo Strumento Urbanistico vigente sono estese, per alcuni tematismi, a tutto il territorio comunale.

Alcune cartografie di sintesi, come la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) sono state redatte solo per alcune porzioni del territorio.

Per poter definire il livello di pericolosità sismica delle aree di studio, si è quindi proceduto a completare, dove necessario, il quadro conoscitivo di riferimento.

Le informazioni necessarie sono state reperite negli studi condotti a supporto del Piano Strutturale, ed in particolar modo nelle seguenti cartografie:

- Carta Geologica
- Carta Geomorfologica
- Carta dei Dati di Base
- Carta Geolitotecnica
- Carta delle MOPS

7 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Per completare il livello di conoscenza del territorio oggetto della presente Variante Parziale, sono state analizzate le caratteristiche del substrato delle aree non inserite nello studio delle MOPS nell'ambito della Variante al Piano Strutturale del 2013 (vedasi Tavola 3 – Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica [MOPS]).

In particolare le aree di studio sono state ricondotte alle stratigrafie tipo delle varie Microzone già definite per il resto del territorio comunale: le porzioni prossime al Fiume Arno ed al Fiume Elsa, vista la presenza di depositi a matrice sabbiosa, sono state inserite nella Microzona LI, per la quale è stata ipotizzata la possibilità di liquefazione dinamica dei terreni e che quindi rientra nelle zone suscettibili di instabilità.

Le altre aree, caratterizzate dalla presenza di terreni coesivi, sono state ricondotte nella Microzona Z1, come zona stabile suscettibile di amplificazione.

8 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA DELL'AREA DI VARIANTE

Sulla base dei dati disponibili, sono state effettuate valutazioni circa la pericolosità geologica in ottemperanza a quanto definito al Punto C.1 dell'Allegato A al D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R.

Nella totalità del percorso ciclabile, la pericolosità già definita nel Piano Strutturale vigente è stata confermata.

La rappresentazione grafica di quanto sopra è inserita nella Tavola 4 - Carta della Pericolosità geologica, allegata.

9 - PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA DI VARIANTE

Le valutazioni di pericolosità sismica sono state definite a partire dai risultati riportati nella Carta delle MOPS, mutuando le classificazioni delle diverse Microzone omogenee, al fine di rendere coerenti i nuovi giudizi di pericolosità con quanto espresso per le zone adiacenti.

Anche in questo caso, sono state condotte classificazioni della Pericolosità Sismica a partire da quanto definito al punto C.5 dell'Allegato 1 al D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R.

L'analisi generale ha portato a nuove valutazioni di pericolosità sismica per le aree precedentemente non valutate.

In generale:

- le zone in cui sono possibili fenomeni di liquefazione dinamica (Zona LI, Zona suscettibile di instabilità) sono state ricondotte alla Classe di Pericolosità Sismica S.3 (pericolosità elevata);
- le zone ricadenti nella Microzona Z1 (zona stabile suscettibile di amplificazione) sono state inserite nella Classe di Pericolosità Sismica S.2 (pericolosità media).

I risultati sono rappresentati nella Tavola 5 – Carta della Pericolosità sismica, allegata.

10 - PERICOLOSITA' IDRAULICA DELL'AREA DI VARIANTE

La pericolosità idraulica del territorio studiato è stata valutata a partire dai risultati dello Studio idrologico idraulico di supporto al Nuovo Regolamento Urbanistico del Comune di Empoli (giugno 2013) condotto dall'Ufficio Tecnico del Genio Civile di Area Vasta Firenze-Prato-Pistoia-Arezzo e dalle più recenti classificazioni di pericolosità inserite nel P.G.R.A. dello stesso Bacino.

Nel dettaglio, la pericolosità idraulica dell'area in oggetto definita nel Piano Strutturale risulta, nel rispetto della D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R, essere riferibile alla Classe I.2 (*pericolosità media*) Classe I.3 (*pericolosità elevata*) e Classe I.4 (*pericolosità molto elevata*).

Il tratto orientale del tracciato della pista (ad Est del Ponte di Sovigliana) ricade pressoché interamente nella Classe I.2 (pericolosità idraulica media) ad eccezione di un breve tratto posto in destra del Fosso Maestro di Cortenuova in corrispondenza dell'immissione dello stesso nel Fiume Arno, dove ricade nella Classe I.3 (pericolosità idraulica elevata).

Il tratto centrale del tracciato, esteso dal Ponte di Sovigliana fino al Ponte alla Motta in località Marcignana, si sviluppa inizialmente al piede dell'argine esterno del Fiume Arno, per superarlo e continuare nell'area golenale in corrispondenza del Ponte Pietro Calamandrei (S.P. 128).

In questo tratto golenale, la pista si svilupperà a raso, senza alcuna ulteriore attrezzatura, fino alla Strada Vicinale del Pozzo (località Avane), dove tornerà sul lato esterno dell'argine.

L'area golenale, viste le sue caratteristiche idrauliche, ricade nella Classe I.4 (pericolosità idraulica molto elevata).

Nel tratto compreso tra l'abitato di Avane ed il Rio di Pagnana, il tracciato corre in parte sulla sommità arginale ed in parte al suo piede, in un'area ricadente nella Classe I.2 (pericolosità idraulica media).

Ad Ovest del Rio di Pagnana, fino al Ponte alla Motta, il tracciato permane sulla cresta dell'argine, per discendere a margine della S.P. 11 (Via Lucchese), per superarla mediante un sottopasso.

Questa zona ricade parzialmente nella Classe di Pericolosità I.4 (pericolosità idraulica molto elevata) ed in parte nella Classe I.3 (pericolosità idraulica elevata): in ragione di tali criticità il piano ciclabile interno al sottopasso è stato previsto ad una quota superiore al battente idraulico definito nell'ambito degli studi idraulici di supporto alla Variante al Piano Strutturale del 2013.

Infatti, a fronte di un battente idraulico atteso (per Tr200) pari a 23,19 m s.l.m., il piano ciclabile è stato previsto alla quota di 23,40 m s.l.m., e può quindi definirsi in sicurezza idraulica.

Ad Ovest della S.P. 11, la pista si svilupperà al piede del rilevato arginale fino a via Bocca d'Elsa: in questo tratto il tracciato ricade inizialmente nella Classe I.3 (pericolosità idraulica elevata), per poi ricadere nella Classe I.2 (pericolosità idraulica media) mentre nel restante tratto, parallelo all'argine del Fiume Elsa, risulta interessato dalla Classe I.4 (pericolosità idraulica molto elevata).

Da qui in poi la pista ciclabile prosegue in corrispondenza della via Bocca d'Elsa (esistente) ed in parte lungo un tracciato di nuova individuazione, ricadente nella Classe I.2 (pericolosità idraulica media).

La rappresentazione grafica di quanto sopra è inserita nella Tavola 6 - Carta della Pericolosità della idraulica, allegata.

Nel P.G.R.A. dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale le perimetrazioni di pericolosità ricalcano quelle definite nel Piano Strutturale, sebbene secondo una diversa classificazione, in quanto discendono dal Quadro Conoscitivo del precedente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) di cui gli studi idraulici in esame hanno fatto parte.

Tali perimetrazioni sono riportate nella Tavola 7, allegata.

11 - FATTIBILITA' DELL'AREA DI VARIANTE

A partire dai giudizi di Pericolosità Geologica, Idraulica e Sismica sono stati definiti i gradi di Fattibilità dell'Intervento previsto dalla Pianificazione Urbanistica.

Considerato:

- che nel tratto inserito nell'area golenale del Fiume Arno non possono essere realizzate strutture che possano interferire con il naturale deflusso delle acque fluviali (ad esempio arredi urbani, cartellonistica, illuminazione, etc.)
- che il sottopasso previsto in corrispondenza della S.P. 11 (località Marcignana) sarà realizzato in sicurezza idraulica, rispetto ad eventi con Tr200 come da studi idraulici di supporto al Piano Strutturale vigente;
- la minima rilevanza della previsione urbanistica in esame, costituita prevalentemente da un tracciato ciclopedonale a raso,

la Fattibilità delle previsioni contenute nella presente Variante Parziale al R.U. è riferibile alla Classe F.2 (fattibilità con normali vincoli), come definita dal D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R, sia per gli aspetti geologici, sia per quelli sismici che per quelli idraulici.

La rappresentazione grafica di quanto sopra è inserita nella Tavola 8 - Carta di Fattibilità allegata.

Empoli, aprile 2018

Geol. Paola Violanti