



# Comune di Capannori

Servizio  
Servizi alla città



Ufficio Urbanistica e Ambiente

Piazza A.Moro 1 - 55012 Capannori (LU) tel. 0583-4281 www.comune.capannori.lu.it

## REGOLAMENTO URBANISTICO

Variante Generale adottata con Delibera C.C. n° 11 del 20/03/2014  
approvata con Delibera C.C. n° 69 del 27/11/2015

## QUADRO CONOSCITIVO

Relazione illustrativa delle indagini geologiche

Elab. A0

Sindaco	Assessora Urbanistica
<b>Luca Menesini</b>	<b>Silvia Maria Amadei</b>
Garante della Comunicazione	<b>Dott. Giuseppe Marianetti</b>
Responsabile del Procedimento	<b>Arch. Stefano Modena</b>

Progettisti	
<b>Geol. Gianluca Bucci</b>	<b>Geol. Paolo Sani</b>
<b>Ing. Marino Nieri</b>	<b>Ing. Massimo Lucchesi</b>

Gruppo di Progettazione interno	Collaborazioni Esterne
Arch. Michele Nucci Geom. Giovanni Del Frate Arch. Silvia Giorgi Dott.ssa Alessia Pieraccini Arch. Valeria Timpanidis	Studio di Geologia Barsanti Sani e Associati Consorzio di Bonifica 1 Toscana Nord Dott.ssa Antonella Grazzini Dott.ssa Alessandra Sani



# INDICE

PARTE I - APPROFONDIMENTI ED AGGIORNAMENTI DEL QUADRO CONOSCITIVO .....	5
1. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI .....	5
1.1 - Elementi di geologica del territorio .....	5
1.2 - Elementi di geomorfologia e analisi alla propensione al dissesto .....	9
1.3 - Pericolosità geologica e geomorfologica.....	14
2. ASPETTI SISMICI.....	19
2.1 Premessa .....	19
2.2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento.....	21
2.3. La carta delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo nell'intervallo 1-20hz.....	26
2.4. La carta litologico-tecnica e dei dati di base.....	33
2.5. La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.....	36
2.6. La carta delle categorie di sottosuolo.....	40
2.7. La carta della pericolosità sismica .....	46
3. ASPETTI IDRAULICI.....	47
3.1. Generalità.....	47
3.2. Le carte delle aree allagabili .....	48
3.3. Le condizioni di pericolosità idraulica.....	48
4. GLI AMBITI E LE PERTINENZE FLUVIALI.....	52
5. ASPETTI IDROGEOLOGICI.....	54
5.1. Generalità.....	54
5.2. Piezometria .....	55
PARTE II – LE CONDIZIONI DI FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI .....	60
6. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI .....	60
6.1. Generalità.....	60
6.2. La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici/geotecnici.....	61
6.3. Le condizioni di fattibilità rispetto agli aspetti idraulici .....	66
6.3.1 Previsioni con prescrizioni particolari .....	70
6.4. La fattibilità in relazione agli aspetti sismici nei centri urbani maggiormente significativi .....	71
6.5. La fattibilità in relazione agli aspetti sismici al di fuori dei centri urbani maggiormente significativi .....	75

## In appendice

APPENDICE 1 - Tipologia e livello di approfondimento delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche di supporto ai piani complessi di intervento, ai piani urbanistici attuativi o all'intervento diretto (progetto edilizio)

## In allegato

- TAV. A1 - CARTA GEOLOGICA in scala 1:10.000
- TAV. A2 - CARTA GEOMORFOLOGICA in scala 1:10.000
- TAV. A3 - CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI RISONANZA DEL SOTTOSUOLO in scala 1:10.000
- TAV. A4 - CARTA LITOLOGICO-TECNICA E DEI DATI DI BASE in scala 1:10.000
- TAV. A5 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA in scala 1:10.000
- TAV. A6 – SEZIONI GEOLOGICHE RAPPRESENTATIVE DEL MODELLO DEL SOTTOSUOLO scala 1:10.000
- TAV. A7 - CARTA DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO in scala 1:10.000
- TAV. A8 - CARTA DELLE AREE ALLAGABILI  $Tr=30$  anni in scala 1:10.000
- TAV. A9 - CARTA DELLE AREE ALLAGABILI  $Tr=200$  anni in scala 1:10.000
- TAV. B1 - CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI in scala 1:10.000 (rilievi ottobre 2006 e maggio 2007)
- TAV. B2 - CARTA DEGLI AMBITI E DELLE PERTINENZE FLUVIALI in scala 1:10.000
- TAV. B3 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA in scala 1:10.000
- TAV. B4 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA in scala 1:10.000
- TAV. B5 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA in scala 1:10.000
- ALL. 1 – Indagini geofisiche e geognostiche
- ALL. 2 – Relazione idrologico-idraulica del Rio Dezza in loc. Ponte di Legno
- ALL. 3 - Relazione idrologico-idraulica del Rio di Vorno
- ALL. 4 – Schede di fattibilità delle principali previsioni ricadenti in n condizioni di pericolosità I3/I4, G3/G4

## PREMESSA

Il Comune di Capannori risulta attualmente dotato di un Regolamento Urbanistico (approvato con Delibere C.C. n. 13 del 12/03/2009, n. 14 del 13/03/2009 e n. 15 del 16/03/2009) che aveva già aggiornato il quadro conoscitivo del Piano Strutturale, al fine di renderlo coerente sia con il Regolamento 26/R del 2007, sia con le cartografie dei Piani di Assetto Idrogeologico – stralcio rischio idraulico – del F. Arno (approvato con D.P.C.M. 6 maggio 2006) e del F. Serchio (approvato con D.C.R.T. n. 20 del 1 febbraio 2005). La rivisitazione e l'aggiornamento degli aspetti geologici, geomorfologici, sismici ed idraulici si era concretizzata nella redazione dei seguenti elaborati:

### *GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA*

- A.1. – Elementi geomorfologici – tav. scala 1:10.000
- A.2. - Pericolosità geomorfologica – tav. scala 1:5.000
- A.2.a - Zone a maggior pericolosità sismica locale – tav. scala 1:10.000
- A.3. - Pericolosità sismica – tav. scala 1:5.000
- A.4. - Categorie di suolo di fondazione - tav. scala 1:10.000
- Indagini geofisiche
- Relazione sulle indagini geologiche (regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 1/05)

### *IDROGRAFIA E IDRAULICA*

- B.1. - Pertinenze fluviali – tav. scala 1:10.000
- B.2.a - Scenari idraulici – Tr < 20 anni - tav. scala 1:10.000
- B.2.b - Scenari idraulici – Tr < 30 anni - tav. scala 1:10.000
- B.2.c - Scenari idraulici – Tr < 200 anni - tav. scala 1:10.000
- B.3. - Aree esondabili – Tr < 200 anni – tav. scala 1:10.000
- B.4. - Pericolosità idraulica – tav. scala 1:5.000
- Relazione ideologica idraulica e relativi allegati
- Sistemazione idraulica di un tratto del rio Rogio nel comune di Capannori – Progetto preliminare.
- Indicazioni per la realizzazione in condizioni di sicurezza idraulica di un tratto di nuova viabilità in Pieve S. Paolo.

Successivamente all'approvazione del R.U. vigente il PAI del F. Arno non ha subito modifiche, mentre quello del F. Serchio è stato ampiamente rivisitato in occasione della Variante al PAI – 1° aggiornamento adottata dal C.I. nella seduta del 08/03/2013;

Sempre successivamente all'approvazione del R.U. vigente è entrato in vigore il nuovo regolamento regionale 53/R del 25/10/2011 (regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 03/01/2005, in materia di indagini geologiche).

Premesso quanto sopra si è reso necessario supportare la presente variante generale con un quadro conoscitivo - geologico, geomorfologico, sismico ed idraulico – aggiornato ed adeguato al nuovo Regolamento regionale 53/R, così come dettagliato negli specifici paragrafi che seguono, che si è conclusivamente concretizzato nei seguenti nuovi elaborati:

- *ELAB. A0 - RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E DI FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI*
- *TAV. A1- CARTA GEOLOGICA in scala 1:10.000*
- *TAV. A2 - CARTA GEOMORFOLOGICA in scala 1:10.000*
- *TAV. A3 - CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI RISONANZA DEL –SOTTOSUOLO in scala 1:10.000*
- *TAV. A4 - CARTA LITOLOGICO-TECNICA E DEI DATI DI BASE in scala 1:10.000*
- *TAV. A5 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA in scala 1:10.000*
- *TAV. A6 – SEZIONI GEOLOGICHE RAPPRESENTATIVE DEL MODELLO DEL SOTTOSUOLO scala 1:10.000*
- *TAV. A7 - CARTA DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO in scala 1:10.000*
- *TAV. A8 - CARTA DELLE AREE ALLAGABILI  $Tr=30$  anni in scala 1:10.000*
- *TAV. A9 - CARTA DELLE AREE ALLAGABILI  $Tr=200$  anni in scala 1:10.000*
- *TAV. B1 - CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI in scala 1:10.000 (rilievi ottobre 2006 e maggio 2007)*
- *TAV. B2 - CARTA DEGLI AMBITI E DELLE PERTINENZE FLUVIALI in scala 1:10.000*
- *TAV. B3 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA in scala 1:10.000*
- *TAV. B4 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA in scala 1:10.000*
- *TAV. B5 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA in scala 1:10.000*
- *ALL. 1 – Indagini geofisiche e geognostiche*
- *ALL. 2 – Relazione idrologico-idraulica del Rio Dezza in loc. Ponte di Legno*
- *ALL. 3 - Relazione idrologico-idraulica del Rio di Vorno*

Più in particolare gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici di cui ai capp. 1 e 5 sono stati approfonditi dal Dr. Geologo G. Bucci mentre gli aspetti idraulici di cui ai capp. 3 e 4 sono stati approfonditi dagli Ingg. M. Lucchesi e M. Nieri del Consorzio di Bonifica Auser Bientina. Gli aspetti sismici di cui al cap.2 e l'intera Parte II, relativa alle Condizioni di fattibilità delle trasformazioni, sono stati infine approfonditi e redatti dal Dr. Geologo P. Sani.

# **PARTE I - APPROFONDIMENTI ED AGGIORNAMENTI DEL QUADRO CONOSCITIVO**

## **1. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI**

I dati geologici e geomorfologici disponibili nel Piano Strutturale (anno 2001) e nel Regolamento Urbanistico Comunale, quest'ultimo approvato con Deliberazioni del Consiglio Comunale n. 13, 14 e 15 del 2009 e successiva variante puntuale approvata con Deliberazioni del Consiglio Comunale n. 63/2011, garantiscono una sufficiente base di partenza per la conoscenza degli aspetti geologici e delle forme e dei processi geomorfologici presenti nel territorio comunale. I dati suddetti sono stati comunque oggetto di aggiornamento e verifica alla luce anche di nuove indicazioni ed informazioni acquisite nonché di situazioni di dissesto che hanno interessato il territorio comunale nel corso degli ultimi anni.

A seguito del parere espresso dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno in data 14/11/2014 e successivo decreto del Segretario Generale n. 1 del 15 gennaio 2015 inerenti l' "Approvazione modifiche della perimetrazione delle aree a pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana della cartografia PAI relativa al Comune di Capannori" sono state effettuate ulteriori aggiornamenti e modifiche della cartografia geologica, geomorfologica, adottata con Delib. del C.C. n. 11 del 20/03/2014. Tali modifiche si sono rese necessarie per conformare le condizioni di pericolosità del Regolamento Urbanistico a quelle del PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Inoltre sono state effettuate correzioni e modifiche dei dati geologici ed geomorfologici conseguentemente anche all'accoglimento di alcune osservazioni al quadro conoscitivo del R.U. adottato presentate da cittadini interessati, nonché a seguito di attività di ulteriore verifica/correzione di ufficio al quadro conoscitivo adottato.

Il dato geologico e geomorfologico è stato restituito mediante CTR in scala 1: 10.000 georeferenziata in ottemperanza del DPGR 27 aprile 2007 n. 53/R e degli indirizzi dalle pianificazioni di bacino.

La classificazione degli elementi geologici e geomorfologici è stata effettuata avvelendosi delle indicazioni della legenda di rilevamento della carta geologica e geomorfologica scala 1:10.000 della Regione Toscana.

### **1.1 - Elementi di geologica del territorio**

Il Territorio comunale di Capannori si estende per una superficie pari a 165,50 kmq ed è caratterizzato dalla presenza di un'ampia area pianeggiante delimitata a nord-nord/est e sud/ovest da rilievi collinari e montani con altezza massima comunque inferiore ai 1000 m s.l.m..

Gli assi di drenaggio principali presentano un andamento prevalente nord-sud in accordo con le pendenze della superficie topografica. Solo in

corrispondenza dei rilievi meridionali del Monte Serra il reticolo idraulico ha un andamento centrifugo rispetto alla sommità del rilievo. Dal punto di vista idrografico il territorio è compreso per la gran parte della sua estensione all'interno del bacino del Fiume Arno e solo in una limitata parte in quelle del Fiume Serchio (porzione più occidentale del territorio comunale).

La storia geologica e geomorfologica di questa parte del territorio regionale è direttamente collegata alla creazione, nel plio-pleistocene, al termine del sollevamento della catena appenninica, di bacini sedimentari subsidenti (fase distensiva post-orogenetica), con allineamento appenninico (nord-ovest, sud-est) nell'ambito dei quali ha avuto luogo la deposizione di ingenti spessori di materiale sedimentario in ambiente fluviale e fluvio-lacustre.

La pianura di Lucca e l'adiacente Padule di Bientina, in continuità strutturale con la Garfagnana e la Valdera, è uno dei bacini sedimentari subsidenti nell'ambito del quale si sono succeduti, nel corso del tempo, ambienti deposizionali diversi che hanno portato alla sedimentazione di depositi fluvio-lacustri che oggi si rinvengono sia nel sottosuolo che in affioramento, anche in forme terrazzate, nell'ambito della pianura e dei rilievi collinari contermini.

Formazioni litoidi, appartenenti a differenti Unità e Domini sia metamorfiche che non metamorfiche, affiorano invece sui rilievi collinari e montani posti a nord che a sud dell'area pianeggiante (pianura di Lucca).

Di seguito sono descritti, sulla base delle indicazioni della legenda geologica regionale, i corpi e le unità geologiche affioranti nel territorio comunale (TAV. A1- CARTA GEOLOGICA in scala 1:10.000):

- Olocene
  - Frana con indizi di movimento in atto o che si è mossa negli ultimi cicli stagionali;
  - Frana senza indizi di movimento in atto ma che può essere oggetto di riattivazione dalle sue cause originarie;
  - Depositi antropici - Terreni di riporto (h5);
  - Depositi di versante. Accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi, eterometrici, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbiosa o sabbioso-limosa;
  - Depositi alluvionali attuali - Ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali.
  - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Apparati di conoide alluvionale. Ghiaie prevalenti (b);
  - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Ghiaie e sabbie prevalenti (c);
  - Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie prevalenti (d);

- Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie e limi prevalenti (e);
- Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Limi e argille prevalenti con livelli di torbe (f);
- Depositi eluvio-colluviali. Coperture di materiale a granulometria fine (limi e sabbie), con rari frammenti litoidi grossolani. Processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile;
- Depositi del Pleistocene medio-superiore
- Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Sabbie e limi prevalenti (e) con ciottoli e ghiaie eterometriche;
- Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali - Appareti di conoide alluvionale antichi. Ghiaie e sabbie prevalenti (c);
- Depositi continentali Ruscini e Villafranchiani
- Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa). I ciottoli sono costituiti in prevalenza da elementi di "Verrucano" s.l.;
- Conglomerati e ciottolami poligenici (VILa). I ciottoli sono costituiti in prevalenza da elementi della formazione del "Macigno";
- Sabbie, sabbie ciottolose e sabbie siltoso-argillose e limi sabbiosi (VILb);
- Depositi fluvio-lacustri del Bacino di Lucca, Montecarlo, Vinci - Argille e sabbie di Marignone Mastromarco - Limi argilloso-sabbiosi ed argille sabbiose (VILh);
- Unità di Monte Morello, Unità di S. Fiora, Unità del Cassio, Unità dell'Antola
- Formazione di Sillano - S. Fiora - Argilliti grigio-brune e calcilutiti (SIL) - Cretacico sup. – Paleocene;
- Formazione di Sillano - S. Fiora - Alternanza di siltiti e arenarie torbiditiche calcaree (SIL1) - Cretacico sup. – Paleocene;
- Dominio Toscano - Falda Toscana.
- Macigno - Arenarie quarzoso-feldspatico-micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di siltiti. (MAC) - Oligocene sup.-Miocene inf;
- Scaglia Toscana - Argilliti e argilliti siltose e marnose rossastre, verdastre o grigie, talvolta con sottili intercalazioni di calcilutiti silicee e calcareniti grigie o verdastre; rare radiolariti rosse (STO). - Cretacico inf.? – Paleogene;
- Scaglia Toscana - Membro delle Calcareniti di Montegrossi (STO3). (Calcareniti a nummuliti) - Cretacico inf.? – Paleogene;
- Unità Toscane metamorfiche

- Quarziti di M. Serra - Quarziti e filladi (QMS). Quarziti a grana fine e filladi sericitico-cloritiche. Quarziti talvolta ben stratificate in grossi banchi a grana variabile fino a conglomerati. Filladi sericitico-cloritiche con intercalazioni di quarziti – Carnico;
- Quarziti di M. Serra - Quarziti e filladi (QMS1). Filladi sericitico-cloritiche con intercalazioni di quarziti – Carnico;
- Formazione della Verruca. Filladi quarzítico-muscovitiche grigio-chiare o grigio-verdi, talora violacee, con intercalazioni di metaconglomerati e filladi scure (VEU). (Membro degli Scisti violetti) - Ladinico sup.-Carnico;
- Formazione della Verruca. Metaconglomerati quarzosi con matrice quarzítico-filladica da grigio-verde a violacea. Gli elementi sono costituiti in prevalenza da quarzo rosato e quarziti bianche o rosate (VEUa). (Membro delle Anageniti grossolane) - Ladinico sup.-Carnico;
- Formazione della Verruca. Quarziti a granulometra variabile, fino a conglomerati, alternate a filladi e filladi quarzítiche. (VEUb). (Membro delle Anageniti minute) - Ladinico sup.-Carnico;
- Breccie di Asciano. Breccie, conglomerati e filladi (ASC) - Permiano inf.;
- Scisti a Spirifer. Filladi quarzítiche e metarenarie (SFS). (Scisti di San Lorenzo) - Carbonifero sup. (Westfaliano-Autuniano);
- Filladi inferiori. Filladi quarzítico-muscovitiche e cloritiche, grigio-scure o grigio-verdastre, alternate a quarziti grigio-chiare (FAF). (Filladi e quarziti di Buti) - Cambriano? - Ordoviciano inf.?

Dal punto di vista tettonico i rilievi montuosi e collinari posti a nord e sud del territorio comunale sono interessati da faglie ad andamento prevalentemente normale sviluppatesi a seguito della creazione del bacino tettonico intermontano della Garfagnana – Pianura di Lucca e Padule di Bientina – Valdera. La direzione di detti elementi, in particolare sui rilievi nord del territorio comunale, è prevalentemente appenninica (nord-ovest, sud-est) ed in minor misura anti-appenninica (nord-est, sud-ovest)

Un contatto tettonico per sovrascorrimento, con andamento nord-ovest, sud-est, interessa invece i terreni appartenenti alla Serie Toscana presenti sul rilievo delle Pizzorne che risultano sovrascorsi dai terreni prevalentemente argillitici appartenenti all'Unita' di Monte Morello, Unita' di S. Fiora, Unita' del Cassio, Unita' dell'Antola.

Contatti tettonici per sovrascorrimento interessano anche i dei terreni appartenenti alla Unita' Toscane metamorfiche affioranti sui rilievi del Monte Pisano. La loro formazione risulta comunque collegata ad eventi tettonici antecedenti la reazione dell'edificio appennino.

## 1.2 - Elementi di geomorfologia e analisi alla propensione al dissesto

Dal punto di vista geomorfologico il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di diffuse ed ampie aree interessate da condizioni di franosità attiva o quiescente. La loro distribuzione spaziale e densità areale è direttamente correlata alle caratteristiche litotecniche delle formazioni affioranti, l'acclività del pendio e con la circolazione idrica di sottosuolo nei terreni collinari e montani.

In particolare è possibile distinguere nella zona collinare nord, la presenza diffusa di movimenti franosi attivi o quiescenti in corrispondenza dei terreni argillitici della formazione di Sillano che tendono ad evolvere con movimenti lenti e lentissimi con andamento costante o intermittente in funzione delle condizioni di saturazione dei materiali. Lo sviluppo di tali fenomeni franosi è legato anche alle condizioni idrogeologiche locali che caratterizzano il contatto tra la formazione del Macigno ed il complesso di base. Tale limite geologico dà luogo alla formazione di sorgenti di contatto/trabocco che contribuiscono a "fluidificare" il materiale argillitico.

In corrispondenza della formazione della Serie Toscana e dei terreni della Serie Metamorfica del Monte Pisano sono invece presenti fenomeni gravitativi rapidi e rapidissimi che interessano prevalentemente la copertura detritica superficiale ed il bedrock fratturato/alterato in particolare in concomitanza di eventi piovosi prolungati e/o intensi.

Episodi di franamento generalmente rapidi interessano anche i depositi alluvionali sabbioso/ghiaiosi affioranti in corrispondenza dei bordi terrazzati di conoidi alluvionali e in corrispondenza dei depositi fluviali e fluvio-lacusti del Pleistocene medio-superiore e del Ruscignano-Villafranchiano. Anche in questo caso la mobilitazione dei terreni è strettamente legata al verificarsi di apporti meteorici prolungati e/o intensi.

Ulteriori elementi geomorfologici di particolare interesse per i fini della presente indagine sono costituiti dalle forme e dai fenomeni correlati alla dinamica fluviale, quali erosioni laterali di sponda, nonché soliflussi e le altre forme e fenomeni direttamente generati dalla presenza di circolazione idrica sotterranea.

Nell'ambito della presente indagine è stato effettuato un aggiornamento delle forme e dei fenomeni geomorfologici per inserire nuovi dissesti ed elementi di interesse. E' stato inoltre effettuato un aggiornamento degli interventi di messa in sicurezza geomorfologica realizzati dall'Amministrazione Comunale nel corso degli anni. La cartografia geomorfologica, riprodotta in modalità georeferenziata, ha consentito inoltre di svolgere un'analisi comparativa tra gli elementi di conoscenza disponibili a livello comunale e quelli forniti dagli atti di pianificazione sovraordinata.

Pertanto l'aggiornare della carta dell'inventario dei fenomeni geomorfologici ha richiesto:

1. un censimento delle nuove forme e dei nuovi dissesti idrogeologici non rappresentati sulle cartografie del vigente regolamento urbanistico. Questi sono stati individuati a seguito di indicazioni e informazioni acquisite nell'ambito dell'ordinaria dell'attività del Servizio competente

dell'Amministrazione Comunale. Inoltre sono state acquisite le indicazioni delle cartografie di pericolosità dei PAI per verificarne la rispondenza con i dati comunali;

2. un sopralluogo sul terreno con individuazione di dissesti non precedentemente cartografati. Nell'ambito del procedimento di revisione ed aggiornamento del quadro conoscitivo degli elementi geomorfologici sono stati effettuati rilievi diretti di campagna che hanno consentito di individuare nuovi fenomeni in atto e apportare aggiornamenti dell'estensione di quelli esistenti nonché di valutare la tipologia del movimento;
3. un censimento degli interventi di messa in sicurezza geomorfologica effettuati dall'Amministrazione Comunale. Tale attività è stata effettuata a seguito indicazioni e informazioni acquisite nell'ambito dell'ordinaria dell'attività del Servizio competente dell'Amministrazione Comunale. Detti interventi di messa in sicurezza sono stati indicati con apposita simbologia grafica.
4. Modifica/inserimento di elementi morfologici al fine di allineare le condizioni di pericolosità del Regolamento Urbanistico alle indicazioni riportate nel parere espresso dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno in data 14/11/2014 e nel successivo decreto del Segretario Generale n. 1 del 15 gennaio 2015 inerenti l' "Approvazione modifiche della perimetrazione delle aree a pericolosità da processi geomorfologici di versante e da frana della cartografia PAI relativa al Comune di Capannori";
5. correzioni e modifiche dei dati geologici ed geomorfologici derivanti anche dalle osservazioni al quadro conoscitivo del R.U. adottato presentate da cittadini interessati, nonché a seguito di attività di ulteriore verifica/correzione di ufficio al quadro conoscitivo adottato.

Nella carta geomorfologica, a seguito di quanto in precedenza indicato, sono stati evidenziati pertanto i fenomeni in atto e potenziali, i fattori predisponenti la formazione di processi geomorfologici nonché situazioni e fenomeni peculiari del territorio comunale in grado di condizionare la pericolosità geomorfologica del sito. In particolare sono stati riportati gli elementi relativi alle seguenti classi (TAV. A2 - CARTA GEOMORFOLOGICA in scala 1:10.000):

- Processi geologici particolari;
- Forme di versante dovute alla gravità;
- Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento;
- Idrologia;
- Forme e strutture antropiche;

Di seguito si riportano gli elementi geomorfologici cartografati:

- Processi geologici particolari;
  - Zona cataclastica;
  - Area interessata dalla formazione di buche e cavità superficiali (area di Paganico);
  - Area interessata da potenziali fenomeni di subsidenza (area del Padule di Bientina);

- Area di influenza di fenomeno geomorfologico attivo o potenziale riferita alla possibile evoluzione del dissesto;
- Forme di versante dovute alla gravità
  - Frana attiva a1a - Frana attualmente in movimento o che si è mossa negli ultimi cicli stagionali - Movimento prevalente di colamento;
  - Frana attiva a1a - Frana attualmente in movimento o che si è mossa negli ultimi cicli stagionali - Movimento prevalente di scorrimento;
  - Frana attiva a1a - Frana attualmente in movimento o che si è mossa negli ultimi cicli stagionali - Movimento indeterminato;
  - Frana attiva a1a - Franosità diffusa riferibile a gruppi di frane attive o ad aree franose attive poco profonde;
  - Frana quiescente a1q - Frana che non si è mossa negli ultimi cicli stagionali, ma può essere riattivata dalla sue cause originali - Movimento indeterminato;
  - Area in rocce coerenti e semi-coerenti soggette a franosità per forte acclività (possibili fenomeni di crollo e/o di distacco di massi);
  - Orlo di scarpata di frana;
  - Deformazione gravitativa profonda di versante presunta;
  - Aree soggette a franosità in terreni acclivi argilloso-sabbiosi e/o sabbioso-conglomeratici con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione;
  - Aree soggette a franosità in terreni acclivi prevalentemente argillitici e/o con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione;
  - Aree soggette a franosità per scivolamento superficiale e/o soliflusso;
  - Aree soggette a franosità diffusa inattiva potenzialmente instabili con velocità da bassa a bassissima;
  - Aree soggette a franosità in terreni detritici;
  - Cono di detrito;
- Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento
  - Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo soggette a potenziali fenomeni di collasso o frana;
  - Conoide alluvionale, cono di deiezione;
  - Area soggetta a franosità per colate detritiche torrentizie;
  - Area soggetta a franosità per erosione lineare e/o di sponda;
- Idrologia
  - Sorgente;
- Forme e strutture antropiche
  - Cava attiva (O = pietra ornamentale);
  - Cava a cielo aperto inattiva;
  - Area di cava e superficie di sbancamento;

- Lago di cava o miniera;
- Struttura antropica che impedisce l'osservazione degli elementi geologici e geomorfologici o che ha profondamente modificato le caratteristiche del terreno;
- Dissenti interessati da interventi di bonifica;

Relativamente ai fenomeni geomorfologici di seguito elencati:

- Frane attive;
- Area in rocce coerenti e semi-coerenti soggette a franosità per forte acclività;
- Area soggetta a franosità per erosione lineare e/o di sponda;
- Frane quiescenti;
- Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo soggette a potenziali fenomeni di collasso o frana;

è stata determinata la relativa area di influenza così come indicata nel DPGR n. 53/R del 25 ottobre 2011 (punto B.3 delle Direttive per le Indagini Geologiche dell'allegato A alla norma) e nelle indicazioni specifiche dei PAI dell'Autorità di Bacino del Serchio e dell'Arno. Dette aree comprendono le zone che possono essere oggetto di potenziale formazione (nel caso di orli di scarpata) od evoluzione del fenomeno in atto o quiescente nelle diverse possibile direzione di movimento.

La delimitazione della zona di influenza, relativamente alle frane attive ricadenti all'interno del bacino del Fiume Arno, è stata effettuata applicando un buffer di ampiezza differenziata in relazione alla dimensione del dissesto ed alle valutazioni effettuate nel corso di sopralluoghi sul campo mentre per i dissesti ricadenti all'interno del Bacino del Fiume Serchio è stato applicato il criterio geometrico indicato dalle norme del PAI (art. 12 della variante al PAI adottata dal C.I. con Delib. del 08/03/2013).

Per la delimitazione delle zone di influenza delle altre categorie di dissesto e per le frane quiescenti, in funzione della quantità numerica degli elementi in gioco, la zona di influenza è stata determinata considerato un "buffer" proporzionato al loro sviluppo areale ed criteri geometrici e morfologici deducibili dalla base cartografica utilizzata per la rappresentazione.

Nell'ambito della porzione di territorio ricadente all'interno del bacino del Fiume Serchio, ai sensi degli artt. 12 e 13 delle norme del PAI, l'area di influenza dei movimenti franosi attivi e quiescenti comprende la zona posta tra il perimetro dell'elemento geomorfologico e la relativa nicchia di distacco cartografata.

L'ampiezza dell'area di influenza degli orli di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo, tutti cartografati nell'ambito del bacino del Fiume Arno, è stata valutata in funzione delle buone caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti in tali ambiti (depositi di conoide alluvionale antichi o recenti a composizione prevalentemente ghiaiosa e ciottolosa) e delle condizioni di acclività

dei luoghi. Sulla base anche di osservazioni di campagna, si ritiene pertanto possibile la formazione di scosciamenti rapidi ma di limitata entità con particolare riferimento alle aree con afflussi di acque meteoriche non correttamente regimate.

Per la parte pianeggiante del territorio comunale sono state invece evidenziate le zone interessate da potenziali fenomeni di subsidenza corrispondenti all'ambito del Padule di Bientina dove affiorano limi e argille prevalenti con livelli di torbe (f) e ad alcune zone limitrofe poste in prossimità del confine con il vicino comune di Porcari dove sono noti ed evidenti fenomeni di subsidenza indotta da pompaggio di acque di falda dal sottosuolo.

La revisione in senso restrittivo rispetto a quanto indicato nel regolamento urbanistico oggetto di variante, è confortata dai dati di sottosuolo (sondaggi, prove penetrometriche e dati sismici) indicati nella "Carta litotecnica e dei dati di base" e nei documenti del piano strutturale (anno 2003) che mettono in evidenza la presenza, nella parte centrale della pianura comunale (anche in prossimità della fascia di territorio comunale prossima al tracciato dell'autostrada A11), di una copertura di terreni mediamente limosi di spessore viabile tra 3 e 5 metri posti al di sopra di un orizzonte ghiaioso e sabbioso-ghiaioso più profondo. A detti terreni di copertura né a quelli ghiaiosi sottostanti si ritiene che possano essere assegnate scadenti caratteristiche geotecniche così come richiesto dall'allegato A del D.P.G.R.T. n. 53/R del 25/11/2011 né che possano essere oggetto di potenziali fenomeni di subsidenza indotta da pompaggio.

Si evidenzia che l'area del territorio comunale classificata come soggetta a potenziali fenomeni di subsidenza si trova adiacente alle aree del comune di Porcari e soprattutto del Comune di Bientina nell'ambito dei quali sono noti fenomeni di subsidenza indotta dal pompaggio di acque dal sottosuolo per presenza di terreni prevalentemente argillosi. Inoltre, sulla base delle informazioni e delle evidenze raccolte nel corso dell'attività di ufficio svolta presso l'Amministrazione Comunale in qualità di funzionario geologo, non sono stati raccolti indizi o effettuate osservazioni tali da far ritenere che aree al di fuori di quelle indicate possano essere interessate da fenomeni di subsidenza naturale o indotta dal pompaggio. Si rammenta che attività di pompaggio anche di significativa portata, sia di attività industriali che di altra natura, sono in essere ormai da molti anni in aree esterne a quelle indicate come potenzialmente soggette a subsidenza.

A completamento di quanto sopra si riporta il seguente link: [http://geodataserver.adbarno.it/pmapper/map.phtml?config=subsi\\_pbi&resetsessi\\_on=ALL](http://geodataserver.adbarno.it/pmapper/map.phtml?config=subsi_pbi&resetsessi_on=ALL) nell'ambito del quale sono riportati gli esiti delle indagini e degli studi condotti dall'Autorità di Bacino dell'Arno sull'area della pianura di Lucca e del Padule di Bientina. Le indicazioni raccolte dall'A.d.B. evidenziano le aree nelle quali è conclamata la presenza di fenomeni di subsidenza. Dette aree sono esterne al territorio comunale e interessano comunque i terreni prevalentemente argillosi presenti in superficie e nel sottosuolo del Padule di Bientina. Non si rilevano invece evidenze di subsidenza in altre aree del territorio comunale.

Sempre nell'ambito di pianura è stata cartografata l'area dell'abitato di Paganico in quanto interessata dall'ormai noto e peculiare fenomeno delle "cavità". Detta zona è stata oggetto di passati studi geologici ed idrogeologici commissionati dall'Amministrazione Comunale i quali hanno portato a definire le

cause del fenomeno. Detta perimetrazione è stata ripresa dalla Carta delle Pericolosità Geologica del Regolamento Urbanistico Comunale (2009).

Infine sono state riportate le forme e le strutture antropiche con particolare riferimento alle attività estrattive sia attive che abbandonate che comunque hanno determinato una modifica dell'assetto morfologico originario, nonché i materiali di riporto.

### **1.3 - Pericolosità geologica e geomorfologica**

Sulla base delle indicazioni di natura geologica e geomorfologica analizzate nei paragrafi precedenti è stata redatta la carta della PERICOLOSITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA - TAV. B3, alla scala 1:10.000, tenendo conto dei criteri del DPGR n. 53/R del 25 ottobre 2011 (punto C.1 delle Direttive per le Indagini Geologiche dell'allegato A alla norma) e delle indicazioni dettate dalle norme di pianificazione a livello sovraordinato (PAI dell'Autorità di Bacino del Serchio e dell'Arno).

La matrice di valutazione delle condizioni di pericolosità utilizzata è riportata di seguito:

- Pericolosità G.4 – Molto elevata
  - Frana attiva a1a - Frana attualmente in movimento o che si è mossa negli ultimi cicli stagionali - Movimento prevalente di colamento;
  - Frana attiva a1a - Frana attualmente in movimento o che si è mossa negli ultimi cicli stagionali - Movimento prevalente di scorrimento;
  - Frana attiva a1a - Frana attualmente in movimento o che si è mossa negli ultimi cicli stagionali - Movimento indeterminato;
  - Aree di influenza frane attive;
  - Area in rocce coerenti e semi-coerenti soggette a franosità per forte acclività (possibili fenomeni di crollo e/o di distacco di massi);
  - Aree di influenza rocce coerenti e semi-coerenti soggette a franosità per forte acclività;
  - Area soggetta a franosità per erosione lineare e/o di sponda;
  - Aree di influenza area soggetta a franosità per erosione lineare e/o di sponda;
  - Franosità diffusa riferibile a gruppi di frane attive o ad aree franose attive poco profonde;
  - Aree soggette a franosità per scivolamento superficiale e/o soliflusso;

Nelle aree G.4, in quanto descrittive di dissesti in atto, 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.

Per quanto sopra le aree a pericolosità G.4 devono intendersi come *escludenti* allo sviluppo del nuovo assetto urbanistico in quanto il loro utilizzo deve essere preceduto da accurati approfondimenti di indagine (campagna geognostica, monitoraggio strumentale ecc.), mirati alla definizione di specifici interventi di consolidamento e da dettagliati programmi di controllo delle condizioni di stabilità in seguito alla loro messa in sicurezza. Detti interventi di messa in sicurezza devono portare alla successiva deperimetrazione in accordo con le indicazioni PAI.

- Pericolosità G.3 - Elevata

- Zona cataclastica;
- Area interessata dalla formazione di buche e cavità superficiali (area di Paganico);
- Area interessata dall'affioramento di limi e argille prevalenti con livelli di torbe soggetti con limitate caratteristiche geotecniche e con potenziali fenomeni di subsidenza (Limi e argille prevalenti con livelli di torbe - area del Padule di Bientina);
- Frana quiescente a1q - Frana che non si è mossa negli ultimi cicli stagionali, ma può essere riattivata dalle sue cause originali - Movimento indeterminato;

- Area di influenza di frana quiescente;
- Aree soggette a franosità diffusa inattive potenzialmente instabili con velocità da bassa a bassissima;
- Aree soggette a franosità in terreni acclivi argilloso-sabbiosi e/o sabbioso-conglomeratici con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione;
- Aree soggette a franosità in terreni acclivi prevalentemente argillitici e/o con situazioni morfologiche locali che ne favoriscono l'imbibizione;
- Aree soggette a franosità in terreni detritici con pendenza > 25%;
- Cono di detrito con pendenza > 25%;
- Conoide alluvionale, cono di deiezione con pendenza > 25%;
- Aree interessate da affioramenti di depositi fluviali e fluvio-lacustri antichi su versanti con pendenze > 25%;
- Area soggetta a franosità per colate detritiche torrentizie;
- Aree interessate da affioramenti di terreni argillitici e terreni con struttura caotica su versanti con pendenze > 10%;
- Aree interessate da affioramenti di formazioni litoidi affioranti o sub-affioranti su versanti con pendenze > 35%;
- Aree di influenza di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo soggette a potenziali fenomeni di collasso o frana;

La definizione delle pendenze utilizzate per determinare la propensione al dissesto delle formazioni e delle unità geologiche affioranti nel territorio comunale ha ripreso le classi di pendenza già utilizzate nel regolamento comunale anno 2009 alle quali è stata aggiunta, in analogia con le indicazioni riportate nel D.P.G.R. 53/R del 25 ottobre 2011, la pendenza del 25% quale valore discriminante anche per i terreni fluviali e fluvio-lacustri antichi (pleistocene medio-superiore - rusciniano e villafranchiano) affioranti nel territorio comunale.

La valutazione delle pendenze dei versanti è stata effettuata tramite elaborazione software dei dati di quota della carta tecnica regionale in scala 1:10.000.

In classe G.3 è stata cartografata l'area di pianura in cui affiorano depositi alluvionali di recente deposizione soggette a potenziale subsidenza e con scadenti caratteristiche geotecniche e quella interessata dal così detto fenomeno delle "cavità di Paganico", fenomeno oggetto di studi e investigazioni di dettaglio commissionati dall'amministrazione Comunale.

Nelle aree G.3 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.

Nell'ambito delle aree riconosciute in pericolosità G.3 la valutazione puntuale delle condizioni di rischio e la progettazione di specifici interventi di bonifica, dovrà essere supportata in fase di progettazione esecutiva da indagini che dovranno essere adeguate al tipo di intervento previsto ed estese in un congruo intorno agli aspetti geomorfologici del sito.

Per quanto sopra le zone a pericolosità G.3, pur rivelando condizioni di criticità geomorfologica elevata impongono, nel processo di analisi della sostenibilità alla trasformazione edificatoria, fattori condizionanti per l'impegno progettuale da esse richiesto, non in grado comunque di escludere la possibilità di uso di suolo per l'espansione antropica.

- Pericolosità G.2 - Media

- Aree soggette a franosità in terreni detritici con pendenza < 25%;
- Cono di detrito con pendenza < 25%;
- Conoide alluvionale, cono di deiezione con pendenza < 25%;
- Aree interessate da affioramenti di terreni argillitici e terreni con struttura caotica su versanti con pendenze < 10%;
- Aree interessate da affioramenti di formazioni litoidi affioranti o sub-affioranti su versanti con pendenze < 35%;
- Deformazione gravitativa profonda di versante presunta;
- Aree interessate da affioramenti di depositi fluviali e fluvio-lacustri antichi su versanti con pendenza < 25%;

- Area interessata dall'affioramento di sabbie e limi prevalenti con ridotte caratteristiche geotecniche (Sabbie e limi prevalenti) ;

Nella classe di Pericolosità geomorfologica media – G.2 - sono state inserite le aree in cui sono presenti elementi geomorfologici, litologici, giacaturali e litotecnici dalla cui valutazione risulta una propensione al dissesto media.

In dette aree le condizioni di attuazione degli interventi 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 G.1 - Bassa

- Aree pianeggianti o sub-pianeggianti interessata dall'affioramento di terreni con buone caratteristiche geotecniche (ghiaie e sabbie prevalenti);

La classe di Pericolosità geomorfologica bassa – G.1 - è stata, infine, assegnata alle aree pianeggianti o sub-pianeggianti in cui gli elementi geomorfologici, litologici, giacaturali e litotecnici, non costituiscono fattori in grado di produrre fenomeni di dissesto.

In dette aree possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

Alle “aree di influenza” in precedenza definite per le seguenti tipologie di dissesto:

- Frane attive;
- Area in rocce coerenti e semi-coerenti soggette a franosità per forte acclività;
- Area soggetta a franosità per erosione lineare e/o di sponda;
- Frane quiescenti;
- Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo soggette a potenziali fenomeni di collasso o frana;

le condizioni di pericolosità geomorfologica sono state definite assegnando la classe pericolosità dell'elemento di dissesto corrispondente. Nel caso delle aree di influenza connesse con l'evoluzione geomorfologica di orli di scarpata di erosione fluviale o di terrazzi è stata assegnata la classe di pericolosità G3 dal momento che tali aree di bordo sono caratterizzate da potenziali condizioni di dissesto elevate.

Per quanto attiene infine alla determinazione delle condizioni di pericolosità dei terreni di riporto di natura antropica è stato fatto riferimento alla norme del PAI Serchio (articolo 15 delle norme PAI Piano di Bacino Assetto Idrogeologico – Primo Aggiornamento) per la parte di territorio ricadente in detto ambito mentre per la porzione compresa nel perimetro dell’Autorità di Bacino dell’Arno le condizioni di pericolosità sono state assegnate sulla base delle condizioni di pericolosità dei terreni sottostanti e circostanti il materiale di riporto e dell’acclività dell’area.

## **2. ASPETTI SISMICI**

### **2.1 Premessa**

Come è noto, con l’entrata in vigore delle Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 Gennaio 2008, non si può più considerare per tutto il territorio comunale di Capannori (definito di Zona 3 “a bassa sismicità”) un unico valore dell’accelerazione di base  $a_g = 0,15$  come precedentemente indicato per i territori ricadenti in Zona 3, ma è necessario valutare caso per caso, tenuto conto anche delle possibili amplificazioni stratigrafiche e topografiche.

Infatti la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (ovvero caratterizzato da velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s > 800$  m/sec), viene ora definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più “zona dipendente”: in altre parole, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra quattro dei 10751 punti della griglia di accelerazioni (calcolate per un tempo di ritorno di 475 anni) indicate nelle Mappe di Pericolosità Sismica Nazionale di cui all’Allegato A del D.M. 14 Gennaio 2008 e, tramite media pesata, ad esso competerà un valore specifico di accelerazione.

L’accelerazione di base da prendere in considerazione dipenderà inoltre dalle caratteristiche progettuali dell’opera: maggiore è l’importanza dell’opera, maggiore è il tempo di ritorno da assumere secondo una stima probabilistica che si manifesti l’evento sismico, ed al tempo di ritorno è associato uno specifico valore dell’accelerazione di base. Tali dati sono facilmente ricavabili, ad esempio dal programma “Spettri-NTC” pubblicato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L’accelerazione in superficie può tuttavia essere anche notevolmente amplificata dalle condizioni stratigrafiche e morfologiche di sito: dall’analisi e dalla valutazione integrata di tutti gli elementi geologico-stratigrafici e morfologici acquisiti e dalle indagini geofisiche e geotecniche disponibili o all’uopo eseguite, possono essere qualitativamente evidenziate le aree ove possono verificarsi

effetti locali o di sito. E' questo il fine delle indagini di Livello 1 previste dagli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica – Protezione Civile e Regioni - Gruppo di Lavoro 2008 (di seguito ICMS), mentre la quantificazione di tali effetti è compito dei successivi livelli di indagine previsti dagli ICMS, ovvero il Livello 2 ed il Livello 3.

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

1. i 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. l'accentuazione della instabilità dei pendii;
5. i terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
6. i terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Tra questi scenari risultano individuabili, nel quadro generale delle conoscenze, essenzialmente i fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte e l'accentuazione della instabilità dei pendii.

La valutazione preliminare degli effetti locali o di sito era già stata rappresentata nel vigente RU attraverso la realizzazione della carta ZMPSL (Carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale) ai sensi del regolamento regionale 26/R del 2007.

L'emanazione dell'O.P.C.M. 3907/2010 e del nuovo regolamento regionale 53/R hanno reso necessario un approfondimento delle indagini per adeguare il quadro conoscitivo ai requisiti della Microzonazione Sismica di Livello 1.

Tali indagini sono consistite essenzialmente nella realizzazione di un congruo numero di misure di rumore sismico ambientale a stazione singola e nella redazione della Carta delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo (v. §2.3), dalla redazione della Carta litologico-tecnica e dei dati di base (v. §2.4), il tutto finalizzato alla redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS (v. §2.5) secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche dell'All. A al citato regolamento 53/R e negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) del Dipartimento per la Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Per un più completo inquadramento delle problematiche sismiche del Comune di Capannori è stato inoltre effettuata una ricerca sulla sismicità storica del territorio comunale (v. §2.2).

## 2.2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

Al fine di comprendere le motivazioni per cui il Comune di Capannori è classificato sismico, è stata eseguita una ricerca degli eventi storici con risentimento nel territorio comunale, all'interno dei cataloghi sismici pubblicati da vari enti di ricerca, in modo da avere un'idea sulla sismicità storica del territorio.

I Cataloghi consultati sono:

1. **CPTI11 – Catalogo parametrico dei Terremoti Italiani.** Rappresenta ad oggi il catalogo di riferimento più completo e affidabile.

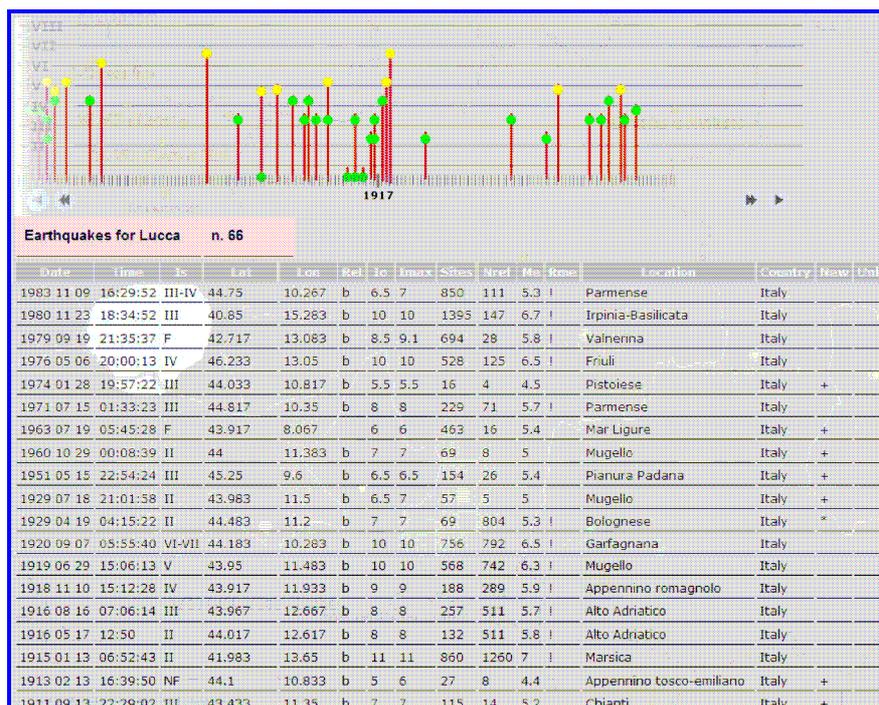
2. **CFTI4 med – Catalogo dei forti terremoti in Italia** tra il 461 a.C. ed il 1997 e nell'area Mediterranea tra il 760 a.C ed il 1500. Contiene tutti i terremoti italiani aventi intensità epicentrale di grado VIII o superiore e una selezione dei terremoti più piccoli (in totale 1257 terremoti).

2. **DOM 4.1 - Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno** (GNDT 1997). Non si tratta di un vero e proprio catalogo ma di un data-base delle osservazioni macrosismiche contenente circa 37.000 osservazioni su circa 10.000 località per 904 terremoti; da tale elaborato deriva la Carta delle Massime Intensità macrosismiche (vedi Fig. 1).

Non sono stati rilevati forti terremoti con epicentri localizzati nel territorio comunale di Capannori. Gli epicentri dei sismi catalogati sono quasi tutti collocati in area appenninica ed in particolare in Garfagnana-Lunigiana che rappresenta l'area sismogenetica più vicina e più attiva, dove si segnala il terremoto del 1920 con intensità epicentrale del X° MCS che comportò un risentimento (intensità al sito Is) del VII° MCS a Capannori e del VI°-VII° MCS a Lucca.

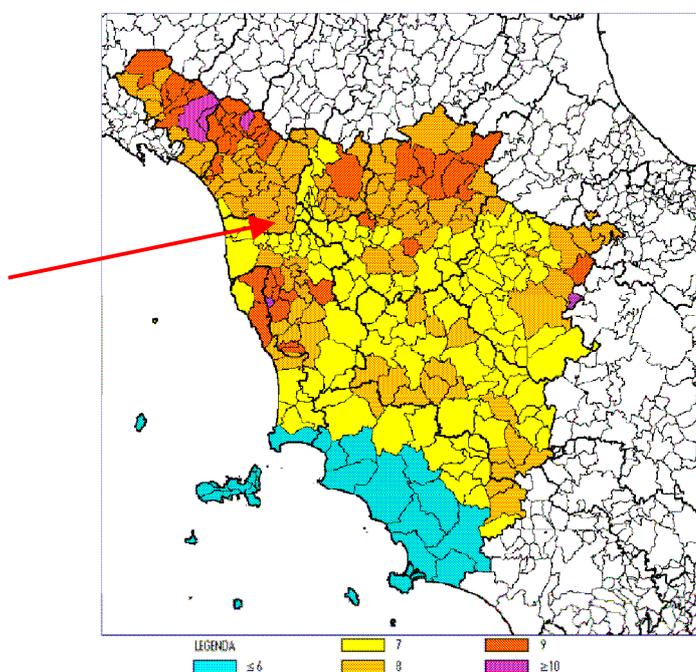
Lo scossa causò il crollo di molti camini e di alcune pareti, il collasso di alcune travature e lesioni sui muri. Subirono lesioni anche la caserma dei carabinieri e la chiesa parrocchiale di Capannori.

Più in particolare la consultazione del catalogo CFTI4 med indica per il Comune di Capannori un solo terremoto, quello della Garfagnana del 7 settembre 1920, mentre per l'adiacente Comune di Lucca sono segnalati 66 eventi sismici, come da estratto seguente:



*Estratto del catalogo CFTI 4 med per Lucca*

Dalla Carta delle massime Osservazioni macrosismiche rilevate nei comuni italiani si deduce invece come il massimo storicamente osservato per il Comune di Capannori sia l'VIII MCS (vedi Fig. 1).



*Fig. 1 – Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni toscani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'INGV marzo 1997*

Con la pubblicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (Supplemento Ordinario n. 72 della G.U. n. 105 del 8.05.2003) è finalmente entrata in vigore la nuova Classificazione Sismica del Territorio Italiano, basata sulle indicazioni del Gruppo di Lavoro del Dipartimento della Protezione Civile del 1998: la nuova classificazione è stata recepita dalla Regione Toscana con D.G.R.T. n. 751 del 28 luglio 2003, in base alla quale il territorio del Comune di Capannori, precedentemente Non Classificato N.C., è stato definito sismico di Zona 3, zona infine riconfermata dalla Delibera GRT n° 878 dell'8 Ottobre 2012.

Successivamente la Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile ha approvato, nella seduta del 6 aprile 2004, la nuova Mappa di Pericolosità sismica del Territorio Nazionale (vedi Fig. 2 e 3): questa è stata recepita dalla O.P.C.M. n° 3519 del 28 Aprile 2006 (vedi Fig. 4) ed è divenuta infine la mappa di riferimento prevista dal D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

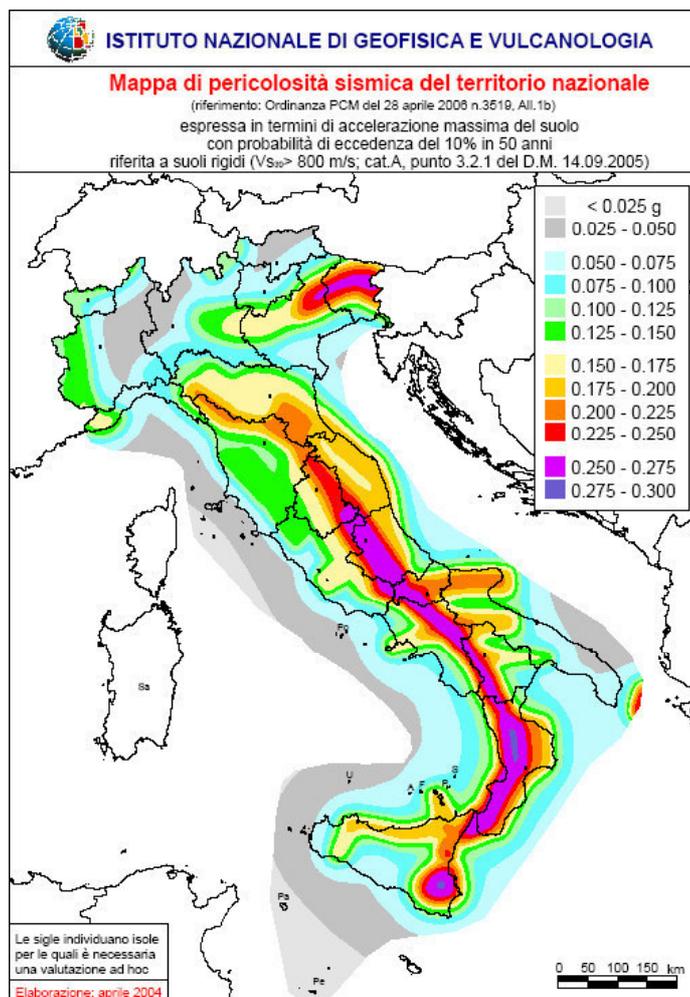


Fig. 2 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

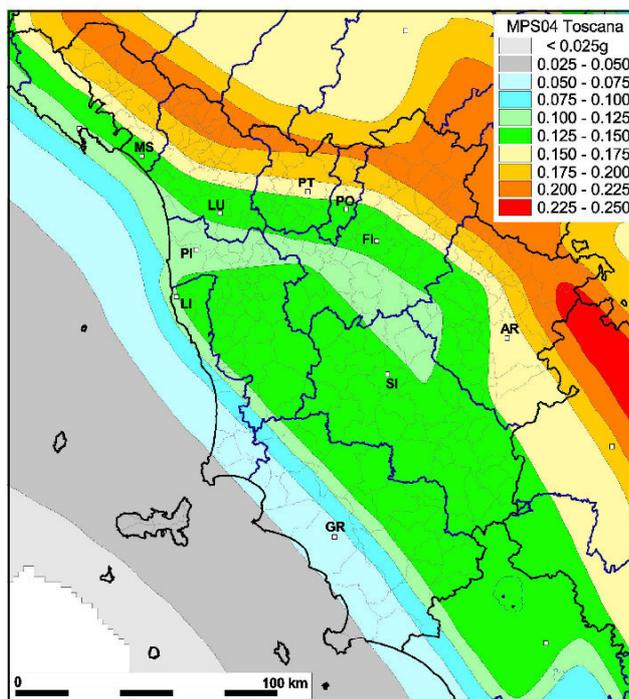


Fig. 3 – Mappa di pericolosità sismica della Regione Toscana

Con Decreto del 14 Gennaio 2008, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. n° 30, sono state infine approvate le nuove Norme tecniche per le costruzioni, entrate in vigore il 23 Marzo 2008 ma prorogate successivamente fino alla definitiva scadenza del 30 giugno 2009. Da tale data, la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più “zona dipendente”: in altre parole, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 dei 10751 punti della griglia di accelerazioni (Tab 1 del D.M. 14 Gennaio 2008), e, tramite media pesata, ad esso competerà un valore specifico di accelerazione (vedi ad esempio la griglia delle accelerazioni per la Provincia di Lucca in Fig. 5).

La classificazione sismica regionale ex DGRT n° 878/2012, di cui alla Fig. 4, e la suddivisione in zone, rimangono pertanto al solo fine di disciplinare le modalità di controllo dei progetti.



### 2.3. La carta delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo nell'intervallo 1-20hz

La tecnica utilizzata per la redazione della *Carta delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo* rappresentata nelle TAVV. A3 si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nogoshi & Igarashi (1970) o tecnica dei rapporti spettrali HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), in seguito ripresa e perfezionata da Nakamura (1989).

L'individuazione della frequenza fondamentale del sottosuolo o frequenza caratteristica di risonanza del sito rappresenta un parametro fondamentale per evidenziare la presenza di contrasti nella velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) all'interno delle coperture, contrasti che sono i principali responsabili dei fenomeni amplificativi del moto sismico in superficie. L'individuazione della frequenza caratteristica di risonanza del sito permette inoltre di valutare la possibilità di insorgenza del pericoloso fenomeno della "doppia risonanza", che si manifesta quando la frequenza propria di vibrazione dei fabbricati replica (o comunque approssima) quella propria del terreno.

E' evidente quindi l'utilità della Carta delle frequenze anche nell'indirizzare le scelte urbanistiche sia in termini di altezza delle costruzioni (da cui dipende essenzialmente il valore della frequenza propria di vibrazione), sia in termini di tipologie strutturali.

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato artificialmente, come ad esempio nella sismica attiva. Anche il debole rumore sismico infatti, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartato dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione si ritrova all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR, che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze fondamentali di risonanza dei sottosuoli, informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle **frequenze naturali  $f_n$**  di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H)$$

Conoscendo la velocità  $V_s$ , l'interpretazione delle curve H/V consente di correlare il valore di picco dello spettro con la profondità ove si manifesta un contrasto di velocità significativo all'interno dei depositi di copertura, ovvero di individuare la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock sismico caratterizzato da velocità  $V_s > 800$  m/s).

Per le analisi del microtremore sismico è stato utilizzato un tromografo digitale della ditta Micromed (Tromino modello TRZ-0101/01-10) con software di elaborazione dedicato. Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate le curve H/V utilizzando i seguenti parametri:

- Tempo di acquisizione: 40 min
- Frequenza di campionamento: 128 Hz
- Larghezza delle finestre d'analisi: 30 s,
- Lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo e nella stima dello spessore e delle velocità delle onde S della "copertura", qualora si abbiano a disposizione sufficienti dati sismo-stratigrafici al contorno.

Sono state effettuate n. 160 misure di rumore sismico ambientale a stazione singola localizzate come da tabella seguente (più due tratte dalle indagini di supporto al PIP di Carraia e due dalle indagini dell'attraversamento ferroviario in loc. Tassignano), con i relativi valori della frequenza fondamentale e del rapporto HVSR (quando tale rapporto è  $>2$ ). Sono stati evidenziati i valori di frequenza interessanti ai fini ingegneristici civili, compresi tra 1 Hz e 20 Hz. Si ricorda comunque che l'assenza di picchi  $H/V > 2$  all'interno dei ranges considerati non significa automaticamente l'assenza di fenomeni amplificativi.

Nell'ultima colonna a destra è riportata la classe di qualità della misura secondo i criteri indicati da Albarello et Alii (2011) e Albarello e Castellaro (2011) (per i dettagli vedasi la Relazione di Geoprove S.a.S. riportata nell'ALL. 2).

Codice postazione	Località di rilevamento	Frequenza in Hz	Ampiezza	Classe misura
Tr1	Pieve S. Paolo	5,63	4,04	A
Tr2	S. Margherita	5,31	3,50	A
Tr3	Tassignano	5,63	3,70	A
Tr4	Paganico	6,75	2,93	B
Tr5	Capannori via Banchieri	8,06	2,44	B
Tr6	Capannori parco pubblico	8,34	3,08	B
Tr7	Capannori municipio	6,84	2,57	B
Tr8	Capannori via Guido Rossa	11,56	2,34	A
Tr9	Lunata via del chiasso	-	-	A
Tr10	Lunata via v. pesciatina	16,56	2,46	B
Tr11	Lunata via v. Pesciatina2	15,58	2,81	B

Tr12	Lammari C. Biagi	19,63	2,23	B
Tr13	Lammari C. Bruciati	-	-	A
Tr14	Lammari C. Paoletti	20,00	2,41	B
Tr15	Lammari Ai Masini	-	-	A
Tr16	Lammari Ponte alla Posta	16,69	2,88	A
Tr17	San Colombano via S. Antonio	-	-	B
Tr18	San Colombano via Selvette	-	-	B
Tr19	Marlia via Selvette	-	-	A
Tr20	Marlia via del Masini	7,81	2,75	A
Tr21	Marlia Centro Anziani	1,50	2,37	A
Tr22	Marlia via del Giardinetto	1,44	2,09	A
Tr23	Marlia via del Parco	1,44	2,78	B
Tr24	Marlia via dei Ceccotti	20,00	2,66	A
Tr25	Segromigno v. Sane vecchie	-	-	A
Tr26	Camigliano via Ciabattari	2,97	2,55	A
Tr27	Camigliano Fornacette	19,38	2,00	B
Tr28	Camigliano cimitero	5,41	2,42	A
Tr29	Segromigno via delle Ville	19,97	2,80	B
Tr30	Segromigno monte cimitero	-	-	B
Tr31	Camigliano via delle Ralle	2,19	2,00	B
Tr32	Matraia Collettino	-	-	A
Tr33	Le Colonne	7,50	2,19	B
Tr34	Valgiano via Valgiano	5,28	2,88	B
Tr35	S. Pietro a Marcigliano chiesa	5,94	3,11	A
Tr36	S. Andrea in Caprile chiesa	3,41	2,35	A
Tr37	Tofori chiesa	-	-	B
Tr38	Petrognano chiesa	-	-	B
Tr39	San Gennaro chiesa	-	-	A
Tr40	Lappato scuola	4,81	2,97	A
Tr41	Gragnano cimitero	5,88	3,48	A
Tr42	Gragnano scuola	12,31	2,08	B
Tr43	Gragnano via pesciatina	1,25	2,30	A
Tr44	Borgonuovo via della chiesa	-	-	A
Tr45	Camigliano via dei Bevilacqua	-	-	B
Tr46	Segromigno via corte Mei	10,22	3,26	A
Tr47	Lunata Salanetti	11,25	3,98	B
Tr48	Tassignano via del Rogio	2,03	4,88	B
Tr49	Tassignano aereoporto	6,22	3,74	B
Tr50	Carraia Italmatic	5,84	3,85	A
Tr51	Colognora Pontemaggiore	2,98	5,68	B
Tr52	Colognora scuola	-	-	A
Tr53	S. Ginese Villa	-	-	A
Tr54	S. Ginese chiesa	18,13	2,27	B
Tr55	S. Ginese Lecci	19,88	2,07	B
Tr56	S. Leonardo scuola	3,13	4,37	B
Tr57	Massa Macinaia via Sottomonte	-	-	B
Tr58	Massa Macinaia via Pontemaggio	15,88	2,48	B
Tr59	S. Giusto cimitero	3,38	2,25	B
Tr60	S. Andrea via di S. Andrea	18,34	4,76	A
Tr61	Pieve di Compito via della Pieve	20,00	2,38	A
Tr62	Ruota ovest	-	-	A
Tr63	Ruota est	-	-	B
Tr64	Castelvecchio via del molino	6,97	5,13	B
Tr66	Castelvecchio centro	3,41	2,37	B

Tr67	Castelvechio via di Spigolo	10,63	2,57	B
Tr65	Colle di Compito cimitero	2,59	2,09	A
Tr68	Colle di Compito chiesa	18,13	2,98	B
Tr69	Guamo chiesa	20,00	2,31	B
Tr70	Badia cantignano via Vorno	2,16	3,72	B
Tr71	Guamo park via Vorno	1,47	3,62	A
Tr72	Verciano cimitero	1,56	4,45	A
Tr73	Verciano Alfital	4,66	4,86	B
Tr74	Vorno ex scuola elementare	13,69	2,74	B
Tr75	Guamo via S. Quirico	1,88	3,24	B
Tr76	Massa Macinaia via Sodini	3,06	4,51	A
Tr77	Lammari via delle Ville	-	-	B
Tr78	Marlia via Lombarda	15,63	2,96	B
Tr79	S. Colombano scuola via Bocchi	-	-	B
Tr80	Paganico rio Arpino	7,72	3,04	B
Tr81	Badia di Cantignano sud	3,13	3,19	A
Tr82	Cima di Vorno	12,81	4,18	A
Tr83	Vorno via di Vorno	3,81	2,89	A
Tr84	Badia di Cantignano nord	1,78	2,65	A
Tr85	Guamo sottopoggio	1,63	3,19	A
Tr86	Toringo chiesa	1,25	2,20	A
Tr87	Parezzana via di Carraria	5,94	2,63	A
Tr88	Carraia via della Viaccia	1,47	3,07	A
Tr89	Carraia alla Croce	1,44	4,64	A
Tr90	Colognora alla Croce	-	-	A
Tr91	S. Leonardo in Trep. corte Mar	4,56	4,17	A
Tr92	S. Leonardo in Trep, chiesa	8,13	4,05	A
Tr93	S. Ginese scuola elementare	-	-	A
Tr94	Pieve di Compito chiesa	-	-	A
Tr95	Pieve di Compito via per la Pieve	-	-	B
Tr96	Colle di Compito	2,59	2,04	A
Tr97	Colle di Compito via di Retaio	2,50	2,14	A
Tr98	Castelvechio Badia	3,44	3,08	B
Tr99	Colle di Compito cimitero	-	-	B
Tr100	Castelvechio di Compito SS439	-	-	B
Tr101	S. Andrea di Compito fontana	-	-	A
Tr102	S. Giusto di Compito chiesa	14,88	2,71	A
Tr103	Massa Macinaia via dei Sodini	2,50	2,01	B
Tr104	Massa Macinaia via Sottomonte	9,28	4,33	B
Tr105	Verciano via dei Paoli	1,38	3,72	A
Tr106	Pieve S. Paolo via corte Stella	4,78	2,21	B
Tr107	Pieve S. Paolo via Repubblica	-	-	B
Tr108	Pieve S. Paolo via dello Scatena	4,94	4,72	A
Tr109	S. Margherita chiesa	7,38	3,35	A
Tr110	Tassignano cimitero	6,25	3,33	A
Tr111	Tassignano campo sportivo	7,38	2,65	B
Tr112	S. Margherita via Marginone	8,06	2,14	A
Tr113	Capannori via Ghello	5,00	2,66	B
Tr114	Capannori via Romana	11,09	2,34	B
Tr115	Lunata corte Ganau	16,88	2,16	B
Tr116	Paganico via delle Capanne	8,38	3,92	A
Tr117	Paganico via del Casalino	6,25	2,78	B
Tr118	Capannori via del Popolo	7,97	2,92	A
Tr119	Lunata vai dell'isola	-	-	B

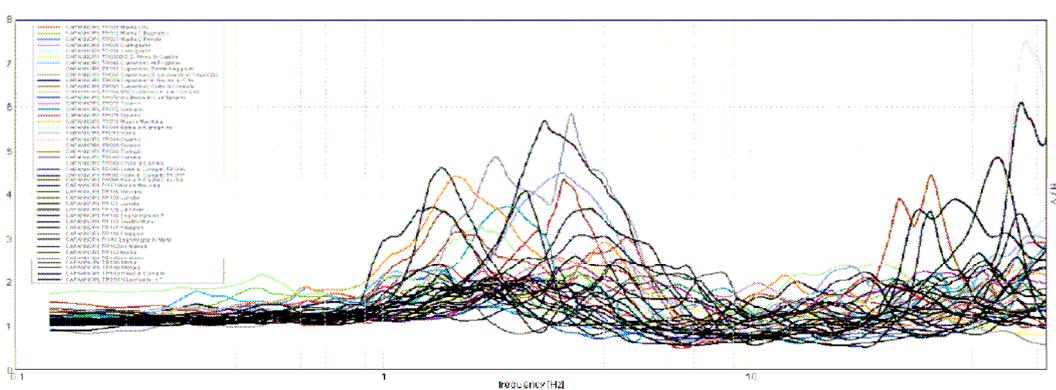
Tr120	Lunata via vecchia Pesciatina	4,13	2,40	B
Tr121	Lunata via del Pelo	2,97	2,00	B
Tr122	Zone via Pesciatina	-	-	B
Tr123	Zone via Fratina	12,41	2,22	B
Tr124	Salanetti corte Manetti	12,78	2,75	B
Tr125	Lammari via dei Selmi	-	-	B
Tr126	Lammari via Lombarda	1,97	2,07	A
Tr127	Lammari S. Cristoforo	-	-	B
Tr128	Segromigno in Piano via Gheghi	-	-	B
Tr129	Segromigno in Piano Stradone	6,13	2,19	B
Tr130	Segromigno in Piano via Bocchi	3,66	3,68	A
Tr131	Camigliano via corte Mei	-	-	B
Tr132	Gagnano via dei Pieroni	-	-	A
Tr133	Gagnano SP 31	4,06	2,13	B
Tr134	Gagnano via dei Carrara	4,63	2,15	B
Tr135	Lappato via S. Gennaro	4,69	2,43	B
Tr136	Lappato via Vitiale	-	-	A
Tr137	Piaggiori via Nuova	1,25	2,00	B
Tr138	Piaggiori via delle Ville	2,44	2,06	B
Tr139	Segromigno in M. via delle ville	-	-	B
Tr140	Segromigno in M. via Selvette	1,88	2,00	B
Tr141	Segromigno in P. Corte Bugni	20,00	2,07	B
Tr142	Marlia via della Fraga	1,66	2,03	B
Tr143	Marlia via Biccelli	2,16	2,19	A
Tr144	Marlia via Rimembranza	-	-	B
Tr145	Marlia via Biccelli	1,44	2,42	B
Tr146	Marlia via S. Donnino	1,44	2,01	B
Tr147	Matraia via di Matraia	13,00	3,90	B
Tr148	Matraia via di Vergaia	3,34	2,61	B
Tr149	S. Colombano via delle Ville	-	-	A
Tr150	Segromigno in P. via Don Angeli	4,59	2,61	B
Tr151	Castelvecchio loc. Tiglio	4,69	2,25	B
Tr152	Castelvecchio Badia	-	-	B
Tr153	Pieve di Compito via Pellegrini	2,44	4,07	B
Tr154	S. Ginese via Centoni	5,47	5,83	B
Tr155	Lammari via Traversa	-	-	B
Tr156	Lammari viale Europa	18,06	2,70	A
Tr157	Lappato via Pesciatina	-	-	B
Tr158	Lappato via Vitiale	8,69	3,01	B
Tr159	S. Leonardo in Trep. SS 439	2,50	2,87	B
Tr160	Matraia via di Matraia 71	5,91	4,02	A
Tr161	Carraia PIP 1	5,84	2,03	
Tr162	Carraia PIP 2	8,84	2,38	
Tr163	Tassignano	7,91	3,00	
Tr164	Tassignano	5,00	3,20	

Nell'allegato citato sono riportati i grafici che mostrano, in funzione della frequenza, i valori dei rapporti spettrali H/V e l'ampiezza delle singole componenti.

Come riportato anche nella relativa relazione tecnica, le misure di frequenza realizzate sono state accorpate in 4 set dalle caratteristiche simili. Lo scopo di questi raggruppamenti è di mettere in evidenza gli aspetti salienti delle

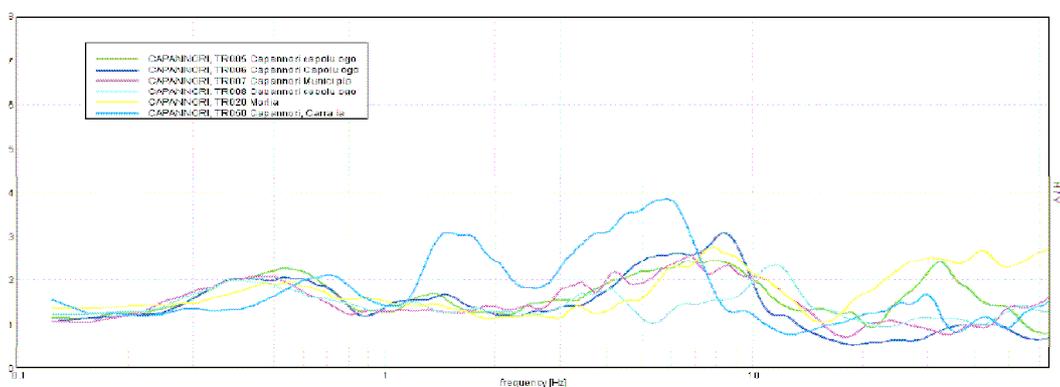
risonanze del sottosuolo nel Comune di Capannori e le possibili correlazioni tra risonanze rilevate e variazioni nella stratigrafia del sottosuolo così come sono note da sondaggi geognostici, stratigrafie di pozzi, prove penetrometriche, alla luce anche degli altri dati disponibili sull'area.

Il set 1 include tutte le curve H/V caratterizzate da un picco di risonanza significativo (H/V maggiore di 2) nell'intervallo di frequenze compreso tra 1 e 4 Hz. I picchi osservati sono correlabili con contrasti di impedenza sismica a profondità variabili da poche decine di metri a diverse decine di metri. Dal punto di vista stratigrafico essi sono correlabili con il passaggio tra depositi alluvionali recenti e depositi plio-pleistocenici del Ciclo fluvio-lacustre, con variazioni di granulometria e addensamento/cementazione all'interno di questi ultimi oppure, in particolare nelle aree pedemontane della parte meridionale del Comune, con il contatto tra i depositi del Ciclo fluvio-lacustre ed il sottostante bedrock, costituito da quarziti e/o filladi (Successione Metamorfica dei Monti Pisani) o da depositi torbiditici silicoclastici (Formazione delle Arenarie Macigno).



Set n.1

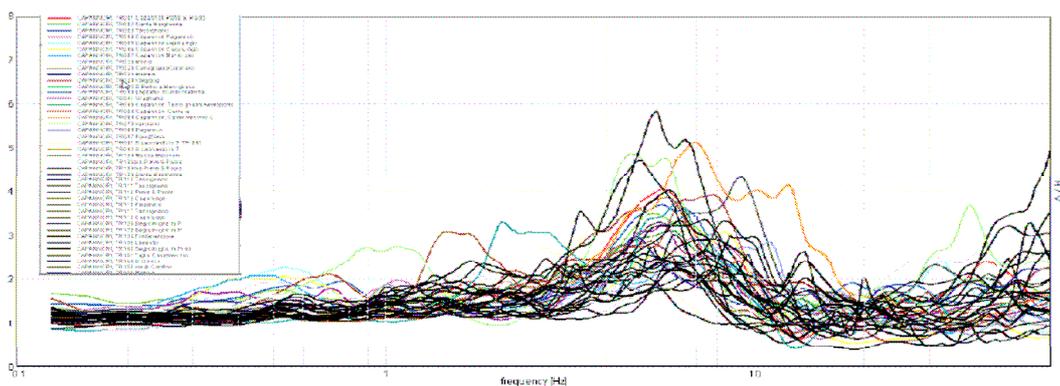
Al di sotto di alcuni siti, nelle aree di pianura, le misure di rumore sismico evidenziano la presenza di massimi relativi a frequenze inferiori ad 1 Hertz (vedi Set 1bis). Essi potrebbero essere generati da contrasti di impedenza sismica profondi, legati al passaggio tra la successione fluvio-lacustre ed il sottostante bedrock litologico, sepolto ad una profondità stimabile in alcune centinaia di metri.



Set n.1bis

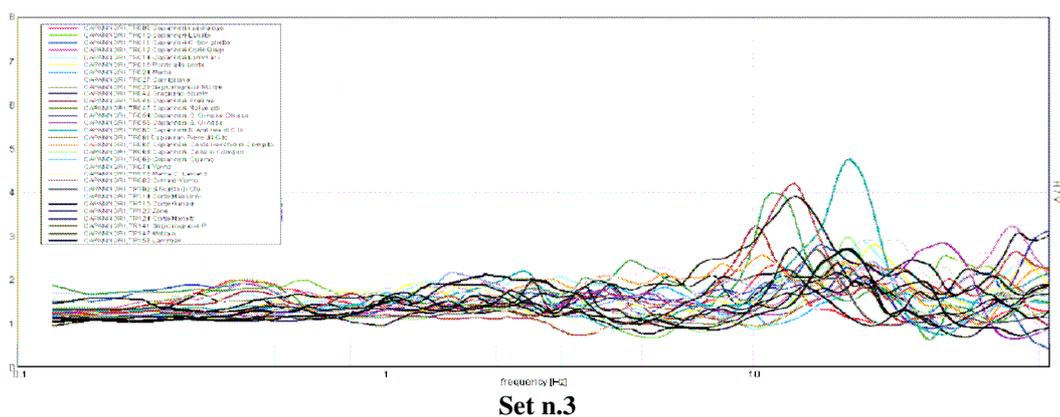
Molte delle misure effettuate in pianura non hanno però rilevato massimi simili a bassa frequenza, probabilmente a causa della profondità troppo elevata del contatto con il bedrock e/o del basso contrasto di impedenza tra i depositi sopra e sottostanti il contatto. Si ricorda infatti che, sulla base di indagini gravimetriche e di sondaggi profondi eseguiti negli anni '60 (*vedi Mem. Soc. Geol. It. 7 – Ghelardoni, Giannini e Nardi*), il substrato roccioso rigido del bacino neogenico si incontra nella Piana lucchese fino a profondità di oltre 400 m (375 m nel sondaggio di Pontetetto). Inoltre sono note velocità sismiche delle onde Sh all'interno dei depositi fluvio-lacustri molto elevate (ben al disopra degli 800 m/s che per definizione caratterizzano un bedrock sismico) che potrebbero rendere il contrasto di impedenza con il sottostante bedrock litologico pressoché nullo.

Il set 2 raggruppa le curve con picchi di risonanza a frequenze maggiori di 4 Hz e minori di 10 Hz, legati a salti di impedenza a profondità comprese tra una decina e poche decine di metri, generalmente attribuibili a variazioni di granulometria e/o addensamento all'interno dei depositi alluvionali recenti o, più raramente, nelle aree di pianura adiacenti a quelle montane dove gli spessori dei sedimenti alluvionali recenti sono minori, al passaggio tra questi ultimi ed i depositi del Ciclo fluvio-lacustre.

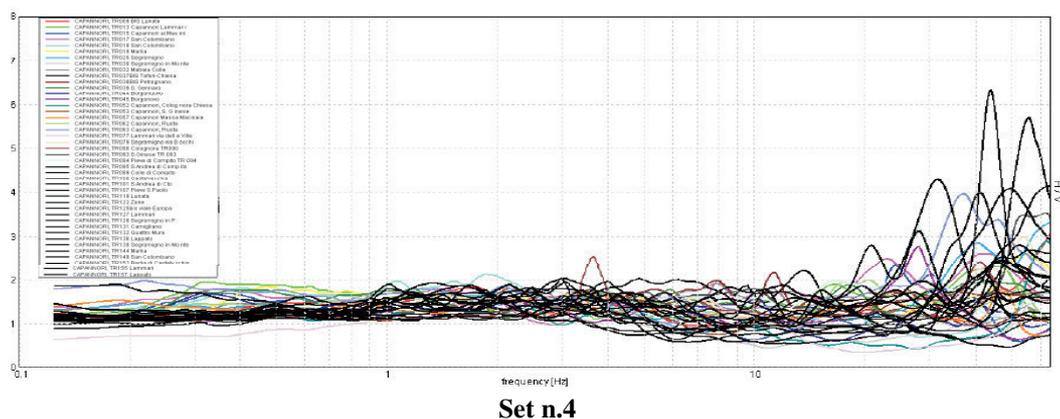


**Set n.2**

Il set 3 include le curve H/V caratterizzate da picchi di risonanza significativi compresi tra 10 e 20 Hz generati, quindi, da salti di impedenza sismica a deboli profondità, comprese tra pochi metri e meno di 10 metri. Questi contrasti di impedenza sono generati, nelle aree di pianura e pedemontane, da variazioni di granulometria e/o addensamento all'interno dei depositi alluvionali/conoidali recenti mentre nelle aree collinari sono imputabili al contatto tra le coperture detritiche e, più raramente, alluvionali ed il sottostante bedrock litologico più o meno fratturato, costituito dai depositi silicoclastici della Formazione delle Arenarie Macigno (San Ginese di Compito), da membri quarzítico-filladici della successione triassica del Verrucano, appartenenti alla Formazione delle Quarziti di Monte Serra e alla Formazione della Verruca (Colle di Compito, Castelvecchio di Compito, S. Andrea di Compito, San Giusto di Compito, Cima di Vorno) e da depositi calcareo-marnosi della successione stratigrafica dei Flysch ad Elmintoidi (Matraia).



Il set 4, infine, evidenzia situazioni in cui non sono state rilevate risonanze significative del sottosuolo nell'intervallo di frequenze 1-20 Hz. In questi siti l'assenza di risonanza suggerisce un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni con la profondità, senza significativi contrasti di impedenza sismica fino a profondità di almeno qualche centinaio di metri.



## 2.4. La carta litologico-tecnica e dei dati di base

Nella *Carta litologico-tecnica* (TAVV. A4) sono riportati anche tutti gli elementi puntuali (prove penetrometriche, sondaggi, misure di rumore sismico ambientale, lineari (prospezioni sismiche a rifrazione), entrambi contenuti in All. 1) e di superficie (natura degli affioramenti) utili per la successiva valutazione delle microzone omogenee.

Ad integrazione dei dati di base provenienti principalmente dall'archivio realizzato per il Piano Strutturale 2003 (al quale si rimanda per le specifiche), sono stati inseriti i dati forniti dall'UTC comunale, realizzati recentemente per la stessa Amministrazione comunale.

Si tratta in particolare di:

#### Dati puntuali

I dati di base del PS 2003 consistono in n. 51 prove penetrometriche statiche CPT e n. 9 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH.

A questi dati si aggiungono i nuovi dati forniti dall'UTC, consistenti in 25 prove penetrometriche statiche CPT, 23 prove CPT approfondite con prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH, 7 prove penetrometriche statiche con punta elettrica-piezocono CPTU approfondite con DPSH, 14 prove DPSH, 2 prospezioni sismiche puntuali con onde superficiali ESAC-SPAC e 18 sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

#### Dati lineari

Sono state fornite n. 55 prospezioni sismiche delle quali 45 di sismica a rifrazione e 10 con onde superficiali tipo MASW. A queste vanno aggiunte le prospezioni realizzate nel 2006 per l'adeguamento del RU alla normativa sismica e consistenti in 10 prospezioni sismiche a rifrazione, più un'altra realizzata presso la scuola di San Leonardo in Trepenzio.

#### Elementi di superficie

Le coperture sono distinte in funzione della composizione e della granulometria del materiale presente, secondo gli standard previsti dagli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica (ICMS) del DPC, con alcune modifiche ritenute necessarie per una più accurata distinzione tra le litologie normalconsolidate (alluvioni attuali e recenti) e quelle sovraconsolidate (depositi fluviolacustri). Le classi riconosciute sono le seguenti:

- (RI) Terreni con resti di attività antropica, riporti;
- (GW) Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie;
- (GP) Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaie e sabbie;
- (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;
- (SM) Sabbie limose, miscela di sabbia e limo;
- (CH) Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse

Il substrato geologico rigido (identificato con il substrato sismico quando questo presenta velocità delle onde di taglio  $V_s > 800$  m/s) o non rigido (come ad esempio il Substrato lapideo fratturato o i depositi fluviolacustri sovraconsolidati CO e GR caratterizzati generalmente da  $V_s < 800$  m/s) è stato distinto in varie classi in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche e meccaniche:

- (GR), (GCS) Granulare cementato, riferibili essenzialmente ai depositi fluviolacustri sabbiosi e conglomeratici;
- (CO) Coesivo sovraconsolidato, riferibile ai depositi fluviolacustri argillosi;
- (LP) Lapideo, riferibile ad alcune formazioni della Serie Metamorfica dei Monti Pisani;
- (LPS) Lapideo stratificato, riferibile ad alcuni termini della Successione Toscana e della Serie metamorfica;
- (COS) Coesivo sovraconsolidato stratificato riferibile a termini argillitici del Dominio Toscano;
- (ALS) Alternanza di litotipi stratificato, riferibile a formazioni calcarenitico-argillitiche del Dominio Toscano.

Conseguentemente, in base alla suddivisione proposta da ICMS, si può verificare il caso che il substrato geologico non rigido possa non corrispondere al substrato sismico, come nel caso del Lapideo fratturato LP, o che, viceversa, il substrato non rigido possa localmente rappresentare il substrato sismico, come nel caso dei depositi fluviolacustri GR, GCS e CO che talora sono caratterizzati da  $V_s > 800$  m/s.

Sono poi indicate tutte le forme di instabilità presenti nell'area in studio ed in particolare le instabilità di versante (suddivise in instabilità attiva con cinematica per crollo e ribaltamento, scorrimento, colata o indifferenziata e instabilità quiescente con cinematica indifferenziata).

Sono cartografati inoltre i conoidi alluvionali, gli orli di scarpata morfologica e gli orli di terrazzo fluviale, nonché le principali faglie che risultano tutte di tipo diretto e non attive e le giaciture degli strati.

## 2.5. La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

La *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)* rappresentata nelle TAVV. A5 è stata redatta - come richiesto dal regolamento 53/R al par. 2.1.C.5 - secondo le istruzioni contenute al par. 2.3. degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) del Dipartimento della Protezione Civile.

Lo studio viene realizzato in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il comune, 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. Risultano esentate dall'esecuzione di tali studi di MS le zone che incidono su aree naturali protette (ANP), siti di importanza comunitaria (SIC), zone di protezione speciale (ZPS) e aree adibite a verde pubblico di grandi dimensioni che non presentino insediamenti abitativi esistenti, non comportino nuove edificazioni o che rientrino in aree già identificate nella massima classe di rischio dal PAI. Inoltre sono escluse dalla necessità di effettuare indagini e studi di MS, le aree in cui siano presenti esclusivamente modesti manufatti di classe d'uso "I", così come definito dal paragrafo 2.4.2 del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

Lo studio di MS di livello 1 ha la finalità di determinare nella pianificazione attuativa scelte mirate e idonee che tendano ad assicurare la riduzione del rischio sismico. La cartografia MOPS prodotta con gli elaborati previsti per il Livello 1, consente inoltre di identificare le aree per le quali non sono richiesti studi di approfondimento.

La Carta è realizzata per ottenere un adeguato dettaglio, utile per il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- caratterizzazione del substrato geologico, quando presente a profondità indagabili;
- caratterizzazione dei terreni di copertura;
- ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico;
- definizione di eventuali forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

Questi obiettivi sono perseguibili con la distinzione in cartografia di tre tipologie di zone e con simboli indicanti forme di superficie e forme sepolte:

### A. Zone stabili suscettibili di amplificazione topografica

**Z1. Substrato lapideo indifferenziato** (con eventuale copertura fratturata ed alterata fino ad uno spessore di 3 m) con morfologia non definibile suborizzontale (pendii con inclinazione maggiore di 15°).

**B. Zone stabili suscettibili di amplificazioni stratigrafiche**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale. Sono le zone dove sono presenti terreni di copertura o di alterazione con spessori superiori ai 3 m. Le situazioni alle quali si assimilano quelle presenti sul territorio sono:

**Z2. Limi ed argille prevalenti con livelli di torbe** da molli a mediamente consistenti - CH con spessori da 0 a 20 m su ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate – GW (0-30 m), sovrastanti il bedrock litoide.

**Z3. Sabbie, limi sabbioso-argillosi da sciolti a mediamente addensati** – SM, con spessori da 0 a 20 m sovrastanti il bedrock litoide.

**Z4. Depositi conoidali dell'area dei Monti Pisani**, o comunque su roccia, comprendenti ghiaie argillose, miscela di ghiaie, sabbie ed argille da mediamente addensate ad addensate (depositi conoidali) con spessori variabili tra 0 e 25 m sovrastanti il bedrock litoide.

**Z5. Depositi conoidali del margine delle Pizzorne** comprendenti ghiaie argillose, miscela di ghiaie, sabbie ed argille da mediamente addensate ad addensate – GC (depositi conoidali) con spessori variabili tra 0 e 35 m su conglomerato in matrice argilloso-sabbiosa dura - GCS (0-35 m), sabbie, sabbie siltoso argillose e limi sabbiosi molto addensate – GR (0-30 m) e argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi da consistenti a dure – CO (0->100 m), sovrastanti il bedrock litoide.

**Z6. Sabbie, limi sabbioso-argillosi da sciolti a mediamente addensati** – SM/SW con spessori da 0 a 15 m su ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate – GW (0-35 m), su argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi, da consistenti a dure – CO (0->100m), sovrastanti il bedrock litoide.

**Z7. Limi ed argille prevalenti con livelli di torbe** da molli a mediamente consistenti con spessori – CH da 0 a 15 m su ciottoli, ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate – GW (0-35 m), su argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi, da consistenti a dure – CO (0->100m), sovrastanti il bedrock litoide.

**Z8. Ripporto eterogeneo** – RI con spessori variabili tra 0 e 4 m su successione tipo Z6 o Z7;

**Z9. Detrito di versante** – GM a granulometria mista o indistinta con spessori tra 0 e 15 m sovrastante il bedrock, anche fratturato ed alterato.

**Z10. Detrito di versante** – GM a granulometria mista o indistinta con spessori tra 0 e 15 m su successione tipo Z12.

**Z11. Sabbie, limi sabbioso-argillosi delle valli di nord-est** – SM da sciolti a mediamente addensati con spessori da 0 a 10 m su successione tipo Z12

**Z12. Depositi continentali del margine delle Pizzorne** comprendenti conglomerato in matrice argillosa-sabbiosa dura - GCS (0-50 m), sabbie, sabbie siltoso argillose e limi sabbiosi molto addensate – GR (0-30 m) e argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi da consistenti a dure – CO (0->100 m), sovrastanti il bedrock litoide.

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono riportate in cartografia e ognuna ha una corrispondenza univoca con una successione litologica riportata in legenda. Accanto a ogni litologia è riportato il campo di variabilità degli spessori del deposito, tarato sulla base di alcune sezioni stratigrafiche significative (vedi) e dei dati stratigrafici e sismici a disposizione.

**C. Zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Sul territorio comunale sono presenti alcune aree suscettibili di instabilità di versante, riconducibili a frane per scorrimento quiescenti.

**Z13. Corpi di frana quiescente** con spessori da 0 a 20 m su bedrock, anche fratturato ed alterato.

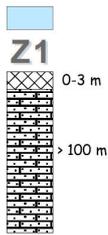
**Z14. Corpi di frana quiescente** con spessori da 0 a 20 m su successione tipo Z12.

**Z15. Corpi di frana attiva** con spessori da 0 a 20 m su bedrock, anche fratturato ed alterato.

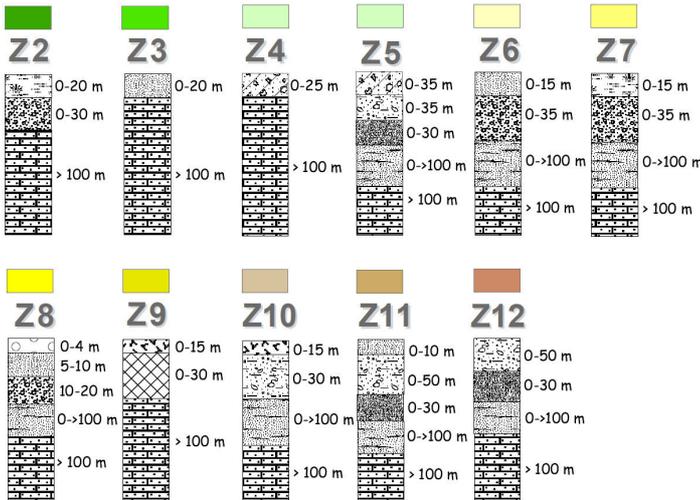
**Z16. Corpi di frana attiva** con spessori da 0 a 20 m su successione tipo Z12.

La visualizzazione grafica delle zone è riportata sia nella *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)* (TAVV. A5), sia nelle *Sezioni geologiche rappresentative del modello del sottosuolo* (TAV. A6) con la legenda riportata di seguito.

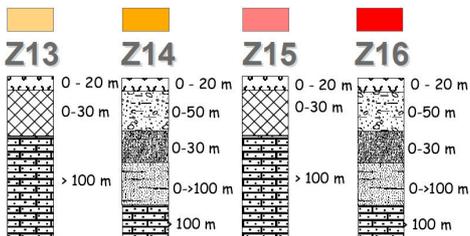
## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA



## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA



## ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'



Substrato lapideo indifferenziato (>100m)

Substrato lapideo fratturato ed alterato (3-30m)

Conglomerato in matrice argilloso sabbiosa dura (0-50m)

Sabbie, sabbie siltoso argillose e limi sabbiosi molto addensate (0-30m)

Argille, argille limose con livelli di limi sabbiosi, da consistenti a dure (0->100m)

Sabbie o limi sabbioso-argillosi prevalenti da sciolti a mediamente addensati (0-15m)

Limi e argille prevalenti con livelli di torbe da molli a mediamente consistenti (0-15m)

Ghiaie argillose, miscela di ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (0-35m)

Ghiaie e sabbie da mediamente addensate ad addensate (0-35m)

Detriti di versante (0-15m)

Riporto eterogeneo (0-4m)

Zona suscettibili di instabilità quiescente (0-20m)

Zona suscettibili di instabilità attiva (0-20m)

## 2.6. La carta delle categorie di sottosuolo

Ad integrazione della cartografia prodotta ed in particolare ad affinamento della *Carta della Pericolosità Sismica* (TAVV. B5), è stata prodotta anche la *Carta delle Categorie di Sottosuolo* (TAVV. A7), al fine di agevolare, per le costruzioni di modesta entità (in particolare quelle classificabili in Classe di indagine 1 secondo il regolamento regionale 36/R), l'ottemperanza alle norme tecniche allegata all'O.P.C.M. n° 3274/03, successivamente assorbite dal D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni, ed infine ai disposti del DPGR n° 36/R.

Infatti, per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico causata dalle condizioni stratigrafiche del sito, nel D.M. 14 Gennaio 2008, che per quanto concerne le categorie di sottosuolo ha ripreso pressoché integralmente - con qualche modifica - i contenuti dell'O.P.C.M. n° 3274/03, viene evidenziato come i diversi profili stratigrafici del sottosuolo, in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica (prodotto della densità per la velocità delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base: il fattore moltiplicativo delle azioni sismiche orizzontali di progetto dipende cioè dalla natura, dallo spessore e soprattutto dalla velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{sh}$  all'interno delle coperture.

Nel D.M. 14 Gennaio 2008 viene evidenziato che, "ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi" di risposta sismica locale: in mancanza di tali studi nelle Norme tecniche per le costruzioni si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di sottosuolo a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità  $V_{s30}$  (definito come il valore equivalente della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti o da contrasti di rigidità sismica particolari nei primi 20 m sotto la superficie del terreno (categoria E), che determinano diverse condizioni amplificative e diverse "deformazioni" dello spettro di risposta:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \quad (1)$$

- A) ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*** caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da

valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{spt30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

- C) **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fina mediamente consistenti**, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec ( $15 < N_{spt30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).
- D) **Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati, o terreni a grana fina scarsamente consistenti**, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 180 m/sec (ovvero  $N_{spt30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).
- E) **Terreni dei sottosuoli tipo C o D per spessore non superiore a 20 m**, posti sul substrato di riferimento (con  $V_{s30} > 800$  m/sec).

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1 – Depositi di terreni caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 100 m/sec (ovvero  $10 < cu_{30} > 20$  kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche;
- S2 – Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In carta sono state indicate le prospezioni sismiche utilizzate per l'individuazione della velocità delle  $V_{s30}$  calcolate secondo la relazione (1) e quindi del tipo di categoria di sottosuolo; sulla base dell'affinità delle caratteristiche stratigrafiche con le aree studiate, è stato inoltre possibile estrapolare tali dati al resto del territorio comunale.

Le categorie di suolo sono state infatti definite con certezza anche in un adeguato intorno della prospezione quando i dati sono risultati univoci ed era ragionevole supporre la presenza di una continuità geologica al contorno; altrimenti sono state supposte sulla base di considerazioni stratigrafiche. Essendo finalizzata al supporto all'edilizia del territorio, i calcoli sono stati realizzati considerando i 30 m a partire dalla quota -1m rispetto al piano campagna, per riferire la  $V_{s30}$  ad una ipotetica fondazione appoggiata a tale profondità. In caso di utilizzi per altre profondità di appoggio, i calcoli dovranno essere quindi nuovamente eseguiti.

Le misure di Vs utilizzate per il presente lavoro potranno in ogni caso essere utilizzate per valutazioni del reale fattore amplificativo locale, ovvero a supporto di indagini di risposta sismica locale più approfonditi, cioè per confrontare il reale spettro di risposta al sito con quello previsto dalla normativa in base alla categoria di sottosuolo rilevato.

Sono state esaminate le seguenti prospezioni, effettuate per conto del Comune di Capannori, allegate alla presente relazione. Non è indicata la categoria di sottosuolo per le prospezioni eseguite solo con onde compressionali P (VEDI ALL. 1).

TABELLA A

Progressivo	Località	Tipo prospezione	Categoria suolo
1	Carraia	MASW	C
2	Gragnano	SR	B
3	Segromigno in Monte	SR	-
4	Segromigno in Piano	SR	B
5	Lunata	SR	B
6	Lammari	SR	B
7	Cognora	SR	E
8	Tassignano	SR	C
9	Lammari	MASW	B
10	Lunata	SR	B
11	Badia di cantignano	SR	B
12	Capannori	SR	B
13	Capannori	SR	B
14	Pieve di Compito	SR	A
15	San Colombano	SR	C
16	Santa Margherita	SR	B
17	Coselli	SR	A
18	Badia di Cantignano	SR	B
19	San Martino in Colle	SR	E
20	San Martino in Colle	SR	E
21	San Ginese	MASW	B
22	Lammari	MASW	B
23	Pieve di Compito	SR	B
24	Pieve di Compito	SR	B
25	Pieve di Compito	MASW	B
26	Segromigno in Monte	SR	B
27	Marlia	SR	B
28	Ruota	SR	E
29	Ruota	SR	E
30	Massa Macinaia	SR	B
31	San Leonardo in Treponzio	SR	B
32	San Leonardo in Treponzio	SR	B
33	Capannori	SR	B
34	Santa Margherita	SR	-
35	San Colombano	SR	B
36	Colle di Compito	SR	A
37	Matraia	SR	A
38	Castelvecchio di Compito	SR	C
39	Castelvecchio di Compito	SR	B

40	Sant'Andrea di Compito	SR	-
41	Sant'Andrea di Compito	SR	-
42	Ruota	SR	-
43	Ruota	SR	-
44	Paganico	MASW	B
45	Matraia	SR	-
46	Marlia	SR	B
47	San Ginese	SR	E
48	Vorno	SR	A
49	Matraia	SR	E
50	Carraia	MASW	C
51	Carraia	MASW	C
52	Carraia	SR	C
53	Castelvecchio di Compito	SR	-
54	Castelvecchio di Compito	SR	-
55	Vorno	MASW	B

Queste si aggiungono alle indagini geofisiche effettuate per conto del Comune di Capannori in occasione della variante sismica del 2007, di seguito riportate:

TABELLA B

Progressivo	Località	Sigla originaria	Tipo Prospezione	Categoria suolo
56	Colle di Compito scuola	st5	SR	A
57	San Leonardo scuola	st3	SR	B
58	Colognora	st4	SR	A-B
59	Guamo	st2	SR	B
60	Marlia centro anziani	st6	SR	B
61	Le Pianacce	st7	SR	B
62	Lappato asilo	st9	SR	B
63	Piaggiori scuola	st1	SR	B
64	Borgonuovo	st8	SR	B
65	Gragnano	st10	SR	B
66	San Leonardo in Treponzio	p1	SR	B

La classificazione è stata effettuata, rivisitando completamente la precedente versione del marzo 2009, tenendo conto dello sviluppo delle conoscenze nel campo della Risposta Sismica Locale avvenuto nel frattempo, dei nuovi elementi disponibili (le misure di rumore sismico ambientale) e tenendo anche conto delle "Linee Guida alle NTC 2008" redatte dalla Commissione Interregionale dell'Ordine dei Geologi e recentemente pubblicate, che, in merito alle situazioni sismostratigrafiche dubbie che caratterizzano generalmente il territorio comunale, sia in termini di spessore delle coperture sovrastanti il bedrock sismico, sia in termini di velocità Vs delle stesse, riportano quanto segue:

"... è sempre consigliabile definire: 1) spessori e velocità della copertura; 2) velocità del substrato sismico; 3) contrasto di velocità sismica e decidere secondo la casistica che segue.

.....

*Per la categoria E appare poco cautelativo individuare nei suoli tipo C e D, aventi  $V_{s30}$  inferiori a 360 m/sec, i terreni "pericolosi", senza un riferimento specifico al contrasto di rigidità sismica tra copertura e bedrock: coperture anche più "veloci" delle categorie C e D possono risultare ugualmente pericolose in funzione di una velocità del bedrock superiore agli 800 m/sec. In quest'ottica possono risultare di grande aiuto anche le misure di rumore sismico ambientale a stazione singola.*

*Partendo dal presupposto che il contrasto minimo di velocità sismica tra bedrock e copertura per entrare in categoria di sottosuolo E vale  $V_{bed}/V_{cop} = 800/360 \approx 2.2$ , è ragionevole assumere, in presenza di spessori della copertura  $\leq 20$  m anche con velocità superiore a 360 m/sec ma con contrasto di velocità  $V_{bed}/V_{cop} \geq 2.2$ , categoria di sottosuolo E.*

*Si potrà inoltre tener conto dei valori del rapporto H/V delle misure di rumore sismico ambientale eseguite ad integrazione delle altre prospezioni (rifrazione, MASW etc.) assumendo per bassi contrasti (indicativamente  $H/V < 3$ ) la categoria di sottosuolo B e per contrasti più elevati (indicativamente  $H/V > 3$ ) la categoria di sottosuolo E.*

Le situazioni riferibili alla categoria S2 sono state assimilate alle categorie B o E tenuto conto dei risultati delle misure di rumore sismico.

Il territorio del Comune di Capannori contempla quindi, per quanto risultante dalle indagini disponibili, le seguenti categorie di sottosuolo:

**Categoria A:** caratterizza le aree di versante con bedrock sano subaffiorante ( $V_s > 800$  m/s).

**Categoria B:** caratterizza le aree di versante collinare con bedrock costituito da argilliti o depositi fluviolacustri sovraconsolidati talora sovrastato da esigui spessori di coperture detritiche e/o conoidali, nonché le aree di pianura centrosettentrionali nelle quali i depositi grossolani addensati sono a profondità minime e la  $V_{s30}$  resta superiore a 360 m/s.

**Categoria C:** caratterizza le aree meridionali della Piana, nelle quali i depositi grossolani addensati sono a profondità maggiori e la  $V_{s30}$  è inferiore a 360 m/s.

**Categoria E:** caratterizza gran parte delle aree di versante collinare dove le coperture detritiche sovrastano un bedrock con velocità superiore agli 800 m/s, ottenendo elevati contrasti di velocità, testimoniati anche dai valori dei rapporti H/V rilevati e dalle prospezioni sismiche realizzate a supporto della bonifica di movimenti franosi.

Più in generale, in ottemperanza ai disposti dell'art. 7 del DPGR n. 36/R, si può fare riferimento alla *Carta delle categorie di sottosuolo* per la caratterizzazione sismica degli interventi ricadenti in Classe di indagine n. 1, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 150 mc con altezza in gronda inferiore a sei metri.

Per la Classe di indagine n. 2, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 1500 mc con altezza in gronda inferiore a dieci metri, si può ancora fare riferimento alla *Carta delle categorie di sottosuolo* solo nel caso in cui sia rispettato il criterio della "immediata adiacenza" di una delle prospezioni sismiche allegata alla presente variante di RU rispetto al sito di intervento e qualora ne sia dimostrata la validità anche per il sito medesimo.

## 2.7. La carta della pericolosità sismica

La *Carta delle aree a pericolosità sismica* (TAVV. B5) redatta nel rispetto del Regolamento 53/R, individua, limitatamente ai centri urbani maggiormente significativi individuati secondo i criteri definiti al par. 3.4.2. degli ICMS e con riferimento alle problematiche presenti sul territorio comunale e alla Zona Sismica 3, le seguenti categorie di pericolosità:

**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;

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi, riscontrabili ad esempio nei depositi alluvionali dell'area sud-est della pianura, compresa l'area di Paganico, interessata dai noti fenomeni delle "cavità"; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri (generalmente corrispondenti alla categoria di sottosuolo E), ad esempio riferibili a depositi detritici estesi su substrato roccioso o ai depositi alluvionali dell'area tra San Leonardo in Treponzio e Massa Macinaia, dove gli accertamenti effettuati hanno individuato elevati valori del rapporto H/V, ovvero elevati contrasti di rigidità sismica tra copertura e substrato.

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone stabili con substrato lapideo affiorante o subaffiorante ma con pendenza superiore a 15°; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3, ovvero non caratterizzati da forti contrasti di impedenza sismica (generalmente corrispondenti alle categorie di sottosuolo B o C), ad esempio depositi alluvionali della pianura, depositi detritici su roccia alterata o su depositi fluviolacustri.

Non sono state individuate zone a pericolosità sismica 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") in quanto, anche in presenza di affioramenti del bedrock, le condizioni topografiche (pendenza > 15°) sono tali da determinare modeste amplificazioni del moto sismico con conseguente pericolosità S.2.

### 3. ASPETTI IDRAULICI

#### 3.1. Generalità

Per quanto attiene gli aspetti idrologici – idraulici la Variante Generale si basa ancora – per quanto concerne il territorio ricadente nel Bacino dell’Arno - sugli studi del R.U. vigente, ovvero gli stessi sui quali si basa la distribuzione e la caratterizzazione delle aree allagate utilizzate per la classificazione dei livelli di pericolosità del vigente PAI. Sono infatti in corso, sul territorio comunale di Capannori, alcuni importanti interventi di adeguamento idraulico che, seppur in avanzato stato di realizzazione, potranno consentire modifiche alle perimetrazioni del Pai e delle pericolosità dello strumento urbanistico solo successivamente all’omologazione delle opere da parte della Regione Toscana e a nuovi studi (alla luce anche dei rilievi sulle opere effettivamente realizzate). In ragione di quanto sopra si è potuto pertanto procedere ad approfondire gli studi per alcune porzioni del territorio non idraulicamente connesse o influenzate dagli interventi sopra citati.

Gli studi idrologici idraulici del R.U. vigente furono realizzati in conformità al regolamento 26/R del 2007, e quindi comprendono quegli scenari idraulici relativi ai tempi di ritorno<sup>1</sup> di 30 e 200 anni, confermati dal nuovo regolamento 53/R del 2011. Per i dettagli degli studi svolti si rimanda integralmente alla documentazione allegata al 1° R.U. del 2002 e successivi approfondimenti redatti a supporto della variante generale al R.U. approvata nel 2009.

I nuovi approfondimenti hanno riguardato due zone del territorio comunale localizzate rispettivamente nelle circoscrizioni di Camigliano e Guamo. Al riguardo si citano :

- Studio idraulico su Rio dezza località Ponte di Legno dove sono state approfondite per una porzione di territorio afferente al rio Dezza le analisi idrologiche/idrauliche che portano a rivedere le classi di pericolosità di un’area limitata e relativamente al proprio strumento urbanistico (v. allegato 2)

---

<sup>1</sup> In realtà era stato realizzato anche lo scenario di inondazione per  $Tr= 20$  anni, che non è stato ripreso nella presente variante, in quanto non più previsto dal Regolamento 53/R.

- Studi sui Rii di Vorno e Coselli con l'individuazione degli interventi tesi alla mitigazione del rischio idraulico derivante da eventi con tempi di ritorno duecentennali (200) (v. allegato 3)

Un'ulteriore modifica di lievissima entità è stata introdotta in seguito alle osservazioni pervenute dopo l'adozione, in corrispondenza di un fabbricato industriale a sud dell'Autostrada A11 in località Tassignano. La modifica ha riguardato la rettifica della carta della pericolosità in corrispondenza del piazzale del suddetto fabbricato, conseguentemente ad un accertamento sulle quote altimetriche dello stesso piazzale

Tutte le nuove cartografie della variante urbanistica che riguardano ed interessano i reticoli idraulici e che riportano la sintesi degli studi idraulici del vigente R.U. oltre le modifiche apportate a seguito dello studio puntuale sul Rio Dezza sopracitato, sono state adattate e vettorializzate secondo il nuovo reticolo idrografico di cui alla delibera della regione toscana n. 57/2013 approvato ai sensi del Dlgs 152/2006 e s.m.i. al fine dell'applicazione dell'art. 1 L.R. 21/2012.

### **3.2. Le carte delle aree allagabili**

Le carte delle aree allagabili per TR 30 e Tr 200 anni, sono state aggiornate nella porzione oggetto dello studio idraulico lungo il Rio Dezza in località Ponte di Legno. Per le motivazioni di cui al paragrafo 3.1 le aree allagabili individuate sulle carte derivano dagli studi idraulici redatti per il vigente Regolamento Urbanistico nel periodo 2002/2009.

Relativamente alla carta delle aree allagabili per Tr=200 anni – TAV. A9, le aree allagabili rimangono discriminate in ragione del battente idraulico distinto in:

$h < 20 \text{ cm}$ ;  $20 \text{ cm} < h < 50 \text{ cm}$ ;  $h > 50 \text{ cm}$

### **3.3. Le condizioni di pericolosità idraulica**

Dalle modellazioni idrauliche effettuate sul Rio Dezza in località Ponte di Legno e introducendo le modifiche cartografiche apportate con la definizione del reticolo idrografico approvato con delibera della Regione Toscana n. 57/2013, ai sensi del Dlgs 152/2006 e s.m.i. è stata infine elaborata, secondo i criteri del DPGR n. 53/R, la carta della PERICOLOSITA' IDRAULICA - TAV. B.4, che in dettaglio suddivide il territorio comunale nelle seguenti classi:

- **Pericolosità idraulica molto elevata – I.4:** aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr \leq 30$  anni.
- **Pericolosità idraulica elevata – I.3:** aree interessate da allagamenti per eventi con  $30 < Tr \leq 200$  anni.
- **Pericolosità idraulica media – I.2:** aree interessate da allagamenti per eventi con  $200 < Tr \leq 500$  anni.
- **Pericolosità idraulica bassa – I.1:** aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
  - non vi sono notizie storiche di inondazioni;
  - sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quota altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

A comprensione dell'analisi generale di quanto contenuto nella Variante Generale, si precisano i seguenti aspetti:

I nuovi studi idraulici per le motivazioni riportate al paragrafo 3.1 hanno riguardato il rio Dezza in loc. Ponte di Legno e l'indicazione delle opere per la mitigazione del rischio idraulico in località Coselli/Vorno, così come meglio illustrato negli specifici allegati 2 e 3.

Per quanto attiene la rimanente parte del territorio gli studi idraulici di riferimento, sempre per le motivazioni di cui al paragrafo 3.1, sono quelli approvati in occasione del 1° Regolamento urbanistico del 2002 e successiva variante del 2009. Gli studi dal 2002 al 2009 interessarono la totalità delle aree di pianura del territorio comunale, quelle pedecollinari e collinari. Negli step susseguiti, le modellazioni idrauliche, tennero conto degli effetti prodotti dal compimento di interventi strutturali, già previsti dagli strumenti urbanistici all'epoca vigenti. Aggravamenti delle condizioni di pericolosità rispetto a quelle antecedenti, con la variante 2009 riguardarono: nel bacino dell'Arno il settore di pianura del Padule dello Spada, aree contigue al corso d'acqua del canale Ozzoretto, nel tratto compreso tra l'autostrada A11 e la frazione S. Margherita. Nel bacino del Serchio un'area estesa con sviluppo massimo in direzione nord-sud, in sinistra idrografica del torrente Fraga.

Nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino del F. Serchio la cartografia della pericolosità idraulica è stata modificata recependo completamente i contenuti della "Carta di riferimento delle Norme di Piano nel settore del rischio idraulico", così come adottata dal C.I. dell'Autorità di Bacino del F. Serchio in data 8 marzo 2013. Le correlazioni utilizzate sono riportate nella seguente tabella ed esposte anche nella legenda in cornice della carta:

Classificazione PAI Serchio	Classificazione 53R	
<p><b>a1</b> - Alveo fluviale in modellamento attivo (art. 21).</p> <p><b>P1</b> - Aree golenali (art.21).</p> <p><b>AP</b> - Aree allagate e/o ad alta probabilità di inondazione (art. 22).</p> <p><b>APg</b> - Aree inondabili in contesti di particolare fragilità geomorfologica e/o ad alta probabilità di inondazione (art. 22bis).</p> <p><b>PU</b> - Aree morfologicamente depresse (art. 24).</p> <p><b>(pericolosità idraulica molto elevata)</b></p>	<b>I.4</b>	Aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 30$ anni..
<p><b>P2</b> - Aree a moderata probabilità di inondazione e aree di pertinenza fluviale (art. 23).</p> <p><b>P2g</b> - Aree di pertinenza fluviale e/o aree a moderata probabilità di inondazione in contesti di fragilità geomorfologica (art. 23 bis).</p> <p><b>(pericolosità idraulica elevata)</b></p>	<b>I.3</b>	Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < TR < 200$ anni.
<p><b>BP</b> - Aree a bassa probabilità di inondazione (art. 25).</p> <p><b>(pericolosità idraulica moderata)</b></p>	<b>I.2</b>	Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni.
--	<b>I.1</b>	<p>Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:</p> <p>a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;</p> <p>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.</p>

Nella carta sono inoltre distinti i riporti presenti nelle aree di fondovalle già perimetrati nella “Carta di riferimento delle Norme di Piano nel settore del rischio idraulico” e soggetti all’art. 15bis delle Norme di PAI.

Nel territorio di competenza dell’Autorità di Bacino del F. Arno si evidenzia la piena coerenza tra la cartografia di PAI e la cartografia dello RU, in quanto entrambe fanno riferimento allo stesso quadro conoscitivo, fatti salvi i già menzionati nuovi studi idraulici sul Rio Dezza, che non comportano comunque modifiche alle pericolosità del PAI. Le differenze nelle classi di pericolosità sono esclusivamente da addebitarsi ai diversi criteri classificativi previsti dalle Norme di PAI rispetto a quelle dello SU che seguono invece le indicazioni del regolamento regionale 53/R. A mero titolo esemplificativo la classe P.I.4 del PAI comprende solo le aree soggette a  $Tr > 30$  con livello delle acque previsto maggiore di 30 cm, mentre la classe corrispondente I.4 dello SU comprende le aree soggette a  $Tr > 30$  con qualsiasi livello delle acque. Nelle carte della pericolosità idraulica oltre alle

perimetrazioni del Regolamento 53/R viene comunque riportata anche quella relativa alle aree a pericolosità molto elevata (P.I.4) del PAI.

Più in generale la correlazione della classificazione del 53R con la pericolosità idraulica del PAI del Bacino del F. Arno è riassunta nella seguente tabella:

PAI ARNO		REGOLAMENTO 53/R	
Classi	Caratteri	Classi	Caratteri
<b>PI4</b>	Tr≤30 con h≥30cm	<b>I4</b>	Tr≤30
<b>PI3</b>	Tr≤30 con h<30cm TRA 30		
<b>PI3</b>	30<Tr≤100 con h≥30cm	<b>I3</b>	30<Tr≤200
<b>PI2</b>	30<Tr≤100 con h<30cm 100<Tr≤200 TRA 100, TRA 200		
<b>PI1</b>	200<Tr≤500 TRA 500	<b>I2</b>	200<Tr≤500
		<b>I1</b>	Aree collinari o montane

TRA individua l'area impegnata dal transito della piena corrispondente al tempo di ritorno indicato e che comporta convenzionalmente un battente  $h < 30$  cm

## 4. GLI AMBITI E LE PERTINENZE FLUVIALI

La Carta delle PERTINENZE FLUVIALI - TAV. B.2, è stata modificata per la parte relativa all'ambito a0 rispetto al quale è stato recepito il reticolo idrografico approvato con delibera 57/R dalla Regione Toscana ai sensi del Dlgs 152/2006 e s.m.i.

Nella Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali – TAVV. B2: nord-centro-sud (scala 1:10.000) – vengono in particolare definiti:

- a0 - gli alvei fluviali ordinari in modellamento attivo;
- ag - le aree golenali;
- ae - le aree di naturale esondazione;
- ar - le aree di riqualificazione fluviale, includenti aree con vegetazione ripariale e/o igrofila e zone umide;
- ambito B1 relativo ad opere di regimazione idraulica (casse di espansione, canali di collegamento ed aree destinate alla ricalibratura dei corsi d'acqua;
- vincolo di salvaguardia aree B (DPCM 5/11/99).

L'Ambito denominato “**a0**” costituisce un ambito “di assoluta protezione del corso d'acqua” che comprende gli alvei, le golene e gli argini dei corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrografico di cui all'art. 22 comma 2, lettera c), della L.R. 27 dicembre 2012 n. 79, nonché le aree ricadenti nelle due fasce di 10 metri di larghezza adiacenti ai medesimi corsi d'acqua, misurate a partire dai piedi esterni degli argini oppure, ove mancanti, dai cigli di sponda delimitanti l'alveo attivo. Rispetto al regolamento urbanistico vigente il numero dei corsi d'acqua interessati dall'ambito risulta essere aumentato in ragione dell'elenco sopra citato, il quale comprende un numero maggiore di corsi d'acqua rispetto a quello precedentemente elencato dal PIT. A tale ambito si applicano le disposizioni di cui all'art. 50 delle N.T.A.

L'ambito denominato **ag** (area golenale) comprende le fasce a lato dell'alveo, comprese tra le sponde del corso d'acqua e gli argini maestri, nelle quali le acque si espandono con andamento stagnante o comunque diverso da quello della corrente principale del fiume. Tale ambito – di fatto interessante solo il F. Serchio – risulta essere lo stesso di quello del regolamento vigente. Alle aree golenali ag si applicano le disposizioni di cui all'art. 50 delle N.T.A.

L'ambito denominato **ae** (area di naturale esondazione), è costituito da aree essenzialmente di fondovalle caratterizzate da indicatori idrogeomorfologici (in genere depositi alluvionali recenti) e talora biologici

(vegetazione) naturali, riconoscibili in loco o da fotointerpretazione, nelle quali il legame con il corso d'acqua è ancora evidente, a prescindere dalla presenza di interventi antropici e dalle condizioni di pericolosità idraulica scaturenti tanto dai dati storici quanto da verifiche idrauliche. Anche a questo ambito non sono state introdotte modifiche rispetto a quanto perimetrato nel regolamento vigente, salvo alcune modeste rettifiche conseguenti il necessario adeguamento dei perimetri al tracciato dei corsi d'acqua rappresentato sulle cartografie utilizzate. L'ambito ae interessa alcuni tratti adiacenti al Rio Leccio. Alle aree di naturale esondazione ae si applicano le disposizioni di cui all'art. 50 delle N.T.A.

L'ambito denominato **ar** rappresenta le aree di riqualificazione fluviale includenti aree con vegetazione ripari alee/o igrofila e zone umide. In tali aree sono ammessi esclusivamente gli interventi dettagliati nell'art. 50 delle N.T.A.

Gli ambiti denominati **B1** dei corsi d'acqua, non oggetto di aggiornamento per le motivazioni di cui al paragrafo 3.1, così come definiti e mappati a seguito degli studi idrologico-idraulici, effettuati a supporto degli strumenti urbanistici nel periodo 2005/2009, nel rispetto dei criteri fissati dagli strumenti di pianificazione sovraordinati, rappresentano le aree riconosciute necessarie per gli interventi di regimazione idraulica, come l'ubicazione di casse di espansione e canali scolmatori, l'adeguamento plano-altimetrico delle sezioni d'alveo. Tali ambiti, riservati esclusivamente alle opere di regimazione dei corsi d'acqua medesimi, interessano: Rio Arpino, Rio Battistone, Rio Caprio, Rio Visona di Castelvecchio, Rio Castruccio, Rio di Coselli, T. Fraga, Rio Frizzone, Rio Leccio, Rio di Massa Macinaia, Fossa Nuova e Rio Casale, Canale Ozzeri e Canale Rogio, Rio Ralla, Rio Sana di Segromigno, Rio Dezza, Rio di Vorno, Rio Visona di Colle o Liggeri, Rio Visona di Compito. A tale ambito si applicano le disposizioni di cui all'art.50 delle N.T.A.

L'ambito denominato aree **B** rappresenta le aree sottoposte al vincolo di salvaguardia in riferimento alla Norma 3-Norme di attuazione del piano stralcio per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'arno (DPCM 5/11/1999). Per tli aree ,presenti sui territori comunali ricadenti nel Bacino dell'Arno,vige il vincolo di inedificabilità per garantire l'attuazione del piano stralcio stesso.

## 5. ASPETTI IDROGEOLOGICI

### 5.1. Generalità

Il sottosuolo della porzione pianeggiante e pede-collinare del territorio comunale, grazie alla presenza di terreni con permeabilità media e medio-alta, costituisce un importante acquifero che ha favorito lo sviluppo agricolo, civile ed industriale del territorio. Detto acquifero si estende anche ben oltre il limite comunale interessando l'intera pianura di Lucca.

L'acquifero è costituito in prevalenza da materiale ghiaioso e sabbioso originatosi dall'azione deposizionale del Fiume Serchio durante il Plio-Pleistocene, quando il suo corso non arginato era libero di "divagare" e depositare ingenti quantità di materiali ad elevata granulometria formando un apparato di conoide con apice nella zona di Ponte a Moriano. L'antico corso d'acqua del Serchio percorreva poi l'intera pianura di Lucca in direzione di S. Giovanni alla Vena (PI).

L'azione deposizionale del Serchio ha dato luogo quindi alla deposizione di ingenti spessori di materiali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con valori di permeabilità medio-alta. Detti materiali sono stati successivamente oggetto di copertura da parte di terreni a granulometria via via più fine procedendo dalla porzione settentrionale a quella meridionale della pianura. Lo spessore di terreni di copertura tende ad aumentare nella stessa direzione.

La presenza dei terreni di copertura ha favorito il confinamento dell'acquifero determinando condizioni di semi-artesianità ed artesianità nella parte centro meridionale e meridionale della pianura comunale. Il limite di passaggio è riconducibile alla zona del territorio comunale posta in corrispondenza delle frazioni di Capannori, Tassignano, Paganico nell'ambito delle quali si hanno notizie storiche di risorgive.

Lo spessore dell'acquifero nell'ambito del territorio comunale, sulla base di indagine e studi che interessano anche il territorio comunale (Geologia e Idrogeologia della Pianura di Lucca – R. Nardi, G. Nolledi e F. Rossi – 1988), raggiunge alcune decine di metri nella parte centrale del territorio comunale mentre tende a ridursi di spessore sia verso nord che sud.

Per quanto riguarda le aree collinari e montane, la circolazione idrica di sottosuolo è condizionata dalla litologia dei terreni affioranti, dalla loro permeabilità primaria, nel caso di terreni granulari, o secondaria per fratturazione per le formazioni litoidi.

Le formazioni geologiche appartenenti alla Falda Toscana, rappresentate nell'ambito del territorio comunale quasi esclusivamente dalla formazione del Macigno, ed i terreni appartenenti alle Unità Toscane Metamorfiche, affioranti sui rilievi sud, sono caratterizzate da una permeabilità variabile in funzione del loro grado di fratturazione. La presenza di sorgenti, di portata comunque non elevata, è indice di circolazione locale all'interno di dette unità dove maggiore è il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso.

I terreni a prevalente composizione argillitica dell'Unità di Monte Morello sono invece caratterizzati da valori di permeabilità limitata. Detti terreni, in relazione al loro assetto tettonico (sovrascorrimento sui terreni della falda toscana) costituiscono inoltre una barriera impermeabile per le acque di sottosuolo circolanti all'interno della formazione del Macigno. Tale assetto geologico ha determinato pertanto la creazione di una serie di sorgenti di trabocco lungo il contatto tettonico suddetto sia perenni che temporanee.

Le condizioni di permeabilità primaria dei depositi granulari del Pleistocene Medio-Superiore e del Rusciano e Villafranchiano sono invece influenzate dalla variabilità granulometrica degli stessi. In particolare si evidenzia comunque la presenza di buone condizioni di permeabilità in corrispondenza degli apparati di conoide antichi presenti nella zona di Segromigno e di Colle di Compito. Altrettanto rilevanti dal punto di vista idrogeologico sono gli apparati di conoide attuali (Olocene) ampiamente rappresentati nella zona sud del territorio comunale.

## **5.2. Piezometria**

Per aggiornare i dati piezometrici del territorio comunale presenti nel Piano Strutturale (2001) sono stati utilizzati i dati forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio relativi al monitoraggio piezometrico della pianura di Lucca effettuato nell'ambito del progetto LIFE denominato "Serial Wilfir - Serchio river alimanted well-fields integrated rehabilitation".

Detto studio ha fornito la ricostruzione della superficie piezometrica sia nel mese di ottobre 2006 che maggio 2007 (TAV. B1 - CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI in scala 1:10.000 – Rilievo ottobre 2006 e maggio 2007).

L'esame della piezometria mette in evidenza un movimento delle acque di falda, nell'ambito del territorio comunale, in direzione prevalente nord/nord-ovest, sud/sud-est dalla zona di Marlia verso il Padule di Bientina. Solo nella porzione ovest della pianura comunale (fraz. di Verciano e Massa Macinaia) la direzione di movimento prevalente è verso ovest.

Il gradiente della superficie piezometrica tende a seguire quello topografico della Pianura. Valori più elevati si osservano nella porzione settentrionale (fraz. di Marlia San Colombano e Segromigno in Monte) mentre valori minimi caratterizzano le zone del Padule di Massa Macinaia e Verciano. Altri valori del gradiente caratterizzano inoltre le zone di bordo della pianura alluvionale.

L'analisi della superficie piezometrica consente inoltre di individuare le fonti di alimentazione e di drenaggio delle acque di falda. Un significativo apporto al bilancio idrico di sottosuolo è fornito dall'infiltrazione dal subalveo del Fiume Serchio nella zona nord-ovest del territorio comunale dove le ghiaie dell'acquifero sono direttamente in contatto con i sedimenti di subalveo del corso d'acqua. Altra importante fonte di alimentazione principale è data dall'infiltrazione sotterranea dall'apparato di conoide presente nella zona pedecollinare nord (conoide di Segromigno in Monte) mentre alimentazioni di minor entità sono comunque garantite dagli apparati di conoide di Vorno e di Colle di Compito.

Gli assi di drenaggio naturale dell'intero acquifero sono costituiti dal flusso di falda nel sottosuolo del Padule di Bientina ed in minor misura dalla stretta di Ripafratta. All'interno della pianura comunale si individuano inoltre assi di maggior permeabilità delle acque di falda rappresentate da zone di convergenza delle isopieze (paleoalvei).

L'andamento della piezometrica evidenzia infine perturbazioni dal suo flusso naturale indotte dalla presenza di punti di importante pompaggio delle acque di sottosuolo quale la centrale idrica di Paganico a servizio della rete idrica pubblica. Parimenti la superficie piezometrica è modificata, all'interno del territorio comunale (zona di Salanetti e zona del nuovo casello autostradale), anche dalla presenza di importati poli di emungimento posti sul territorio del confinante Comune di Porcari.

L'osservazione delle superficie piezometriche nel periodo di magra (ottobre 2006) e di morbida (maggio 2007), consente infine di apprezzare le variazioni del livello di falda nel periodo considerato.

### 5.3. Vulnerabilità degli acquiferi

Per la valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi presenti nel territorio comunale sono state integralmente riprese le indagini e le valutazioni effettuate nel corso della variante al regolamento urbanistico comunale del 2003.

Gli elaborati cartografici sono stati oggetto, come per gli altri elaborati prodotti, di implementazione tramite software GIS (TAV. B1 - CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI in scala 1:10.000).

Si riportano di seguito le classi di vulnerabilità suddivise per l'ambito di pianura e per le aree collinari e montane:

#### Area di Pianura

Vulnerabilità	Punteggio SINTACS
Bb = bassissima	0 – 80
B = bassa	80 – 105
M = media	105 – 140
A = alta	140 – 186
E = elevata	186 – 201
Ee = elevatissima	201 - 260

- Area collinari e montane
  - M1 – Falda acquifera libera in depositi continentali a granulometria mista, sciolti o parzialmente cementati (Classe media);
  - BB-B – Depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limoso-sabbiosi praticamente privi di circolazione idrica sotterranea (classe bassa);
  - M2 – Reti acquifere in arenarie molto fratturate (classe media);
  - M-B – Complessi flyschoidi costituiti da alternanze di litotipi calcareo-arenacei ed argillitico-marnosi con circolazione idrica sotterranea modesta e compartimentata (classe media);
  - B-BB1 – Complessi caotici argillitico-calcarei arenacei con circolazione idrica sotterranea molto compartimentata e limitata (classe bassa);
  - B-BB2 – Rocce metamorfiche di epi-meso-catazona poco fratturate (classe bassissima);

Le condizioni di vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero di pianura riportate nelle cartografie assumono i valori più elevati in corrispondenza di limitate porzioni del territorio comunale nella frazione di Pieve San Paolo e dei Laghi di Isola Bassa in fraz. di Lammari. Nel caso dei laghi di Isola Bassa le condizioni di vulnerabilità elevatissima sono correlate all'affioramento diretto (senza alcuna protezione) delle acque di falda dei laghi.

Un valore di vulnerabilità elevato caratterizza invece un'ampia porzione della zona pianeggiante delle frazioni di Marlia, Lammari, Lunata, Capannori, S. Margherita e Pieve San Paolo dove l'acquifero è protetto da limitati

spessori di terreno di copertura con granulometria ghiaioso-sabbiosa e sabbiosa prevalente.

Una progressiva diminuzione delle condizioni di vulnerabilità interessano le restanti parti della pianura assumendo i valori più bassi (valore SINTACS medio) in corrispondenza del Padule di Bientina e di Massa Macinaia e Verciano. In tali zone l'acquifero è protetto da maggiori spessori di terreno di copertura con granulometria sabbioso limosa e limoso-argillosa. Condizioni di transizione della vulnerabilità tra il valore elevato ed il minimo (valore medio), caratterizzano invece le aree di transizione tra la pianura ed i rilievi contermini.

Per quanto riguarda invece le aree di collina e di montagna i valori più elevati di vulnerabilità (M1 – classe media) caratterizzano gli apparati di conoide antichi e recenti e più in generale i depositi di transizione tra le aree rilevate e la pianura contermina.

Un valore intermedio di vulnerabilità (M2 classe media) è stato assegnato alla formazione del Macigno appartenente alla Falda Toscana in relazione alla fratturazione dell'ammasso roccioso mentre valori di vulnerabilità bassa (BB-B e BB-B1 classe bassa) sono stati invece assegnati ai terreni caratterizzati rispettivamente dalla presenza di sedimenti con componente argillosa (fraz. di Gragnano, S. Martino in Colle, Lappato, Marlia e San Colombano e San Ginese) ed argillitica (formazione di Sillano).

Il minor valore di vulnerabilità per i terreni collinari è stato infine assegnato ai terreni dell'Unità Metamorfica Toscana in relazione ad un ridotto grado di fratturazione.

#### Limitazioni e prescrizioni per le attività e/o impianti potenzialmente inquinanti

Nella seguente tabella sono riprese le prescrizioni riportate nel R.U. comunale anno 2009, in riferimento alla CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI, relative a limitazioni e prescrizioni per le trasformazioni del territorio comportanti impianti e/o attività suscettibili di provocare inquinamento degli acquiferi.

Vulnerabilità degli acquiferi	Limitazioni <sup>(1)</sup> e prescrizioni
BASSISSIMA	Nessuna limitazione
BASSA	
MEDIA	Alcune limitazioni. Piani Attuativi ed interventi diretti concernenti impianti e/o attività inquinanti rispettivamente approvabili ed abilitabili soltanto se corredati della valutazione della vulnerabilità reale locale e dal progetto delle eventualmente necessarie opere volte alla mitigazione del rischio potenziale specifico <sup>(2)</sup>
ALTA	
ELEVATA	Fortissime limitazioni. Non ammissibili di norma le trasformazioni comportanti impianti e/o attività potenzialmente molto inquinanti, quali impianti per zootecnia di carattere industriale; impianti di itticoltura intensiva; manifatture potenzialmente a forte capacità di inquinamento; centrali termoelettriche; depositi a cielo aperto ed altri stoccaggi di materiali inquinanti idroveicolabili; impianti per la depurazione dei reflui. Limitazioni e prescrizioni da osservare per cave, collettori fognari, strade di grande o media comunicazione, pascolo
ELEVATISSIMA	

#### NOTE

- 1) Limitazioni alle trasformazioni, fisiche e funzionali, che comportano attività e/o impianti "inquinanti". E' comunque implicita la possibilità di ulteriori limitazioni conseguenti le necessarie verifiche che le normative vigenti richiedono a supporto degli impianti e/o delle attività "inquinanti".
- 2) Rischio definito attraverso valutazioni incrociate tra vulnerabilità intrinseca, tipologia del centro di pericolo, caratteristiche idrogeologiche ed idrodinamiche dell'acquifero, valore della risorsa da tutelare (quantità, qualità ed utilizzo).

## PARTE II – LE CONDIZIONI DI FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI

### 6. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITA' DELLE TRASFORMAZIONI

#### 6.1. Generalità

Le condizioni di fattibilità - geologica, idraulica e sismica - delle trasformazioni ammesse dal R.U. sono distinte nelle seguenti 5 categorie di fattibilità<sup>2</sup>:

**Fattibilità senza particolari limitazioni (I):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**Fattibilità con normali vincoli (II):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

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

**Fattibilità limitata (IV):** 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 di 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.

---

<sup>2</sup> Le classi di fattibilità da I a IV sono quelle dettate dal regolamento 53/R. La classe N.F. è stata qui aggiunta al fine di meglio sintetizzare ed esplicitare tutte quelle trasformazioni considerate non fattibili in quanto in contrasto con le vigenti molteplici disposizioni in materia di difesa del suolo.

**Non fattibilità (N.F.):** le condizioni di non fattibilità si riferiscono a tutte quelle potenziali trasformazioni del territorio ricadenti in aree a pericolosità molto elevata, la cui attuazione è da considerarsi non fattibile, in quanto vietate da disposizioni sovracomunali, ovvero non vietate ma prive della necessaria individuazione degli interventi di messa in sicurezza. La classe di “non fattibilità”, quantunque non prevista dal regolamento regionale 53/R, rappresenta un indispensabile accorgimento finalizzato a riconoscere con facilità l'ammissibilità o meno di un intervento concesso in via astratta e generale dalla norma urbanistica.

Le condizioni di fattibilità delle previsioni di R.U. vengono definite in generale in via matriciale, utilizzando gli abachi e le tabelle di correlazione tra la tipologia dell'intervento che si intende realizzare ed il grado di pericolosità che caratterizza l'area sulla quale si interviene di cui ai successivi commi del presente articolo. Solo per alcuni interventi particolari le condizioni di fattibilità sono integrate dalle prescrizioni particolari di cui all'ALL. 4.

Premesso che nella stesura delle presenti disposizioni si è cercato per quanto possibile di tener conto del complesso delle limitazioni e prescrizioni dettate sia dal regolamento 53/R, sia dalla L.R. 21/2012, sia dai PAI vigenti dell'Arno e del Serchio, e che la scelta dei progettisti di piano è stata quella di evitare di individuare ex novo o confermare previsioni di nuove edificazioni od infrastrutture che sarebbero risultate non fattibili, rimane tuttavia necessario – ai fini della valutazione ultima della fattibilità - che i singoli interventi vengano sempre puntualmente verificati rispetto alle cartografie ed alle disposizioni dettate dal Piano di Bacino “Stralcio assetto idrogeologico” del Bacino del Serchio e del Bacino del F. Arno, qualora le medesime disposizioni risultino più restrittive delle presenti disposizioni.

## **6.2. La fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici/geotecnici**

I criteri che hanno condotto alla definizione delle condizioni di fattibilità geomorfologica di seguito dettagliate nell'abaco 1 possono essere così sintetizzate:

**Fattibilità senza particolari limitazioni (I):** In questa classe di fattibilità sono state fatte rientrare, di norma, tutte quelle le previsioni le cui attuazioni - in relazione alla natura degli interventi ammessi ed alla classe di pericolosità dell'area in cui ricadono (per lo più bassa o media) - non comportano incrementi di rischio e non presentano caratteristiche tali da incidere negativamente sulle condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. Per l'attuazione delle previsioni ricadenti in questa classe di fattibilità non vengono, conseguentemente, dettate prescrizioni particolari.

**Fattibilità con normali vincoli (II):** In questa classe di fattibilità sono state, di norma, fatte rientrare gli interventi ricadenti quasi esclusivamente in aree a

pericolosità bassa o media comportanti incrementi di rischio e/o tali da incidere negativamente sulle condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area, per la cui attuazione si rendono necessarie dettare prescrizioni e/o richiedere indagini geologiche di approfondimento, anche ai fini della individuazione di eventuali opere di mitigazione del rischio.

**Fattibilità condizionata (III):** In questa classe di fattibilità sono state fatte rientrare tutte quelle previsioni, ricadenti in aree a pericolosità geomorfologica elevata o molto elevata, comportanti incrementi di rischio e/o suscettibili di incidere negativamente sulle condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area, la cui attuazione è subordinata sia all'esito di specifici approfondimenti d'indagine finalizzate ad accertare la compatibilità delle opere previste con le accertate reali condizioni di stabilità, sia alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di consolidamento o messa in sicurezza.

**Fattibilità limitata (IV):** in questa classe di fattibilità non rientra nessuna nuova previsione edificatoria o infrastrutturale.

**Non fattibilità (N.F.):** le condizioni di non fattibilità si riferiscono a tutte quelle potenziali trasformazioni del territorio, la cui attuazione è da considerarsi vietata in quanto ricadenti in aree a pericolosità molto elevata e prive della individuazione e definizione dei necessari interventi di messa in sicurezza.

La classe di fattibilità geomorfologica-geotecnica viene individuata in matrice attraverso l'Abaco 1 di correlazione tra la tipologia dell'intervento e il grado di pericolosità geologica di cui alle TAVV. B3 che caratterizza l'area sulla quale si interviene.

### ABACO 1

TIPOLOGIE DI INTERVENTO		GRADO DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA			
		G1	G2	G3	G4
		FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA			
<b>1</b>	Adegamenti necessari alla messa a norma di strutture e di impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, di sicurezza, di igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche	I	I	I	I
	a) senza incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni >10%, di volume e di superficie b) con incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni > del 10%, di volume e di superficie	II	II	III	III
<b>2</b>	Interventi di adeguamento di modesta rilevanza e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, a sviluppo lineare e a rete	II	II	III	III *
<b>3</b>	Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico a sviluppo puntuale, lineare e a rete	II	II	III	N.F.
<b>4</b>	Nuovi edifici pubblici o di interesse pubblico e relative attrezzature	II	II	III	N.F.
<b>5</b>	Verde pubblico attrezzato e impianti sportivi pubblici o di uso pubblico:	I	II	III	
		II	II	III	

	- senza coperture e manufatti accessori - coperti e/o con manufatti accessori				N.F N.F
6	Parcheggi ad uso pubblico e/o privati: - a raso - con manufatti accessori	I II	II II	III III	N.F N.F
7	Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti piano-volumetrici e/o con aumento dei carichi in fondazione > del 10% . Demolizione e ricostruzione. Volumetrie interraste	II	II	III	N.F
8	Interventi di nuova edificazione e di sostituzione edilizia	II	II	III	N.F
9	Opere accessorie, pertinenziali a servizio di fabbricati (manufatti prefabbricati soprasuolo, tettoie, pergolati, recinzioni, ecc)	I	II	II	N.F
10	Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio	II	II	III	N.F
11	Viabilità privata a raso e piazzali privati a raso	I	II	III	N.F
12	Annessi agricoli, manufatti con funzione zootecnica ed altri annessi, anche precari	I	II	III	N.F
13	Serre fisse o stagionali sprovviste di struttura in muratura b) provviste di struttura in muratura	II II	II II	II III	N.F
14	Invasi o laghetti collinari	II	II	III	N.F
15	Verde pubblico, aree parco in genere senza creazione di nuovi volumi edilizi (***)	I	I	III	III
16	Alterazioni del profilo morfologico con scavi e riporti eccedenti quelli connessi alla normale pratica agricola	II	II	III	N.F.

\* Riferibile a viabilità e rete di servizi privati non delocalizzabili

\*\*\* La fattibilità di eventuali volumi edilizi dovrà essere valutata in coerenza con quanto definito con le altre specifiche tipologie descritte nell'abaco 1.

Le prescrizioni associate a ciascuna classe di fattibilità geomorfologica-geotecnica attraverso l'Abaco 1 e dettagliate in Appendice 1 per la tipologia ed il grado di approfondimento delle indagini, sono riportate nella Tabella 1 che segue.

**TABELLA 1**

Fattibilità geomorfologica	Prescrizioni e condizioni di fattibilità geomorfologica
I	<b>Nessuna prescrizione specifica</b> (fatto salvo il regime autorizzativo di legge)
II	<p><b>1.b) Adeguamenti necessari alla messa a norma di strutture e di impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, di sicurezza, di igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche con incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni, di volume e di superficie</b></p> <p><b>2) Interventi di adeguamento di modesta rilevanza e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, a sviluppo lineare e a rete</b></p> <p><b>3) Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico a sviluppo puntuale, lineare e a rete</b></p> <p><b>4) Nuovi interventi di edifici pubblici o di interesse pubblico e relative attrezzature</b></p> <p><b>5) Verde pubblico attrezzato e impianti sportivi pubblici o di uso pubblico</b></p> <p><b>6) Parcheeggi ad uso pubblico e/o privati</b></p> <p><b>7) Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti piano-volumetrici e/o con aumento dei carichi in fondazione. Demolizione e ricostruzione</b></p> <p><b>8) Interventi di nuova edificazione e di sostituzione edilizia</b></p>

	<p><b>10) Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio</b></p> <p><b>11) Viabilità privata a raso e piazzali privati a raso</b></p> <p><b>12) Annessi agricoli, manufatti con funzione zootecnica ed altri annessi, anche precari</b></p> <p><b>14) Invasi o laghetti collinari</b></p> <p><b>16) Alterazioni del profilo morfologico con scavi e riporti</b></p> <p>Sono prescritte indagini di approfondimento da condursi ai sensi della <i>normativa tecnica</i> vigente sia nel caso di intervento diretto, sia nel caso di Piano Complesso di intervento e di Piano Attuativo.</p> <p>In particolare le indagini di supporto alla progettazione edilizia dovranno essere estese all'intorno geologicamente significativo e pervenire alla definizione del modello geologico di riferimento, comprensivo della relativa caratterizzazione stratigrafico-geotecnica e idrogeologica, nelle aree di pianura o, dell'individuazione degli elementi, geomorfologici, litologico-tecnici, giaciture e idrogeologici, nelle aree di versante, per le opportune verifiche di sicurezza, dei possibili fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni argillosi per variazioni di umidità del suolo, nonché nei casi di interventi su pendio (G2) a valutazioni di stabilità del pendio medesimo. Nel caso di volumetrie interraste dovranno essere valutate le prevedibili sottospinte idrauliche e gli effetti di eventuali emungimenti connessi agli scavi sotto falda.</p> <p>E' inoltre prescritto, al fine di evitare ruscellamenti selvaggi e/o fenomeni erosivi concentrati, che le acque meteoriche afferenti alle superfici modificate vengano adeguatamente raccolte e regimate, tenuto anche conto delle disposizioni di cui all'art. 51 delle presenti norme.</p> <p><b>9) Opere accessorie, pertinenziali a servizio di fabbricati (manufatti prefabbricati soprasuolo, tettoie, pergolati, recinzioni, ecc)</b></p> <p>Sono prescritte, nelle aree di versante, valutazioni atte a dimostrare il non aggravio delle condizioni di stabilità dell'area per effetto degli interventi previsti. Per le tettoie è prescritto, al fine di evitare ruscellamenti selvaggi e/o fenomeni erosivi concentrati, che le acque meteoriche afferenti alle superfici modificate vengano adeguatamente raccolte e regimate, tenuto anche conto delle disposizioni di cui all'art. 51 delle N.T.A.</p> <p><b>13) Serre fisse o stagionali.</b> E' prescritto, al fine di evitare ruscellamenti selvaggi e/o fenomeni erosivi concentrati, che le acque meteoriche afferenti alle superfici modificate vengano adeguatamente raccolte e regimate, tenuto anche conto delle disposizioni di cui all'art. 51 delle N.T.A.</p>
III	<p><b>1.b) Adeguamenti necessari alla messa a norma di strutture e di impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, di sicurezza, di igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche con incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi</b></p> <p><b>2) Interventi di adeguamento di modesta rilevanza e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, a sviluppo lineare e a rete</b></p> <p><b>3) Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico a sviluppo puntuale, lineare e a rete</b></p> <p><b>4) Nuovi edifici pubblici o di interesse pubblico e relative attrezzature</b></p> <p><b>5) Verde pubblico attrezzato e impianti sportivi pubblici o di uso pubblico</b></p> <p><b>6) Parcheggi ad uso pubblico e/o privati</b></p> <p><b>7) Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti plano-volumetrici e/o con aumento del carico urbanistico. Demolizione e ricostruzione</b></p> <p><b>8) Interventi di nuova edificazione e di sostituzione edilizia</b></p> <p><b>10) Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio</b></p> <p><b>11) Viabilità privata a raso</b></p> <p><b>12) Annessi agricoli, manufatti con funzione zootecnica ed altri annessi, anche precari</b></p> <p><b>13b) Serre fisse o stagionali</b></p> <p><b>14) Invasi o laghetti collinari</b></p> <p><b>16) Alterazioni del profilo morfologico con scavi e riporti</b></p> <p>Per la valutazione della compatibilità delle opere previste con le condizioni di pericolosità accertate sono prescritte, oltre alle indagini già previste per la medesima</p>

opere ricadenti in classe II di fattibilità, sia nel caso di intervento diretto, sia nel caso di Piano Complesso di intervento e di Piano Attuativo, anche studi di approfondimento finalizzati ad un'analisi della forma o del processo geomorfologico legato alla dinamica del versante. In particolare le indagini, nel caso di fenomeno franoso riconosciuto, dovranno descriverne i caratteri geometrici e cinematici, sulla base dell'assetto stratigrafico, tettonico-strutturale e della circolazione idrica nel sottosuolo, consentirne la parametrizzazione geotecnica, nonché la sua prevedibile evoluzione nel tempo (zona d'influenza e/o rispetto). Il modello stratigrafico-geotecnico di rottura del terreno (zona di scorrimento ipotizzata) così definito avrà lo scopo di pervenire alla progettazione di adeguati interventi di consolidamento sia strutturali (interventi di drenaggio, strutture di sostegno, interventi di riprofilatura del versante, sistemi di rinforzo interni, ecc.) che non strutturali.

La realizzazione di tutte le categorie di interventi riportati, sarà pertanto subordinata all'effettuazione di adeguate indagini geologiche e geotecniche condotte secondo quanto riportato in Appendice 1, finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di consolidamento o messa in sicurezza, *previo parere vincolante dell'Autorità di bacino competente* nei casi previsti dalle norme di attuazione dei relativi PAI.

Nel caso degli interventi n. 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12 e 13 è inoltre prescritto, al fine di evitare ruscellamenti selvaggi e/o fenomeni erosivi concentrati che le acque meteoriche afferenti alle superfici modificate vengano adeguatamente raccolte e regimate, tenuto anche conto delle disposizioni di cui all'art. 51 delle N.T.A.

Nel caso degli interventi: 1.b, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, ricadenti nelle aree di pianura *potenzialmente subsidenti* o suscettibili al fenomeno delle "cavità" – area di Paganico – (G3) saranno necessari specifici approfondimenti geotecnici, necessari all'individuazione degli orizzonti di terreno effettivamente esposti a tale rischio, al fine dell'eventuale progettazione delle opere tese alla mitigazione del rischio stesso.

**15) Verde pubblico, aree parco in genere.** La fruizione pubblica di tali aree potrà prevedersi a condizione che sia garantita la pubblica incolumità in relazione ai fenomeni geomorfologici rilevati.

Nella valutazione delle condizioni di fattibilità si dovrà inoltre tener conto che:

- 1) Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata è necessario rispettare altresì i seguenti criteri generali:
  - a) 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;
  - b) in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
  - c) 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;
  - d) 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) Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica elevata 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.
- 3) *Le zone d'influenza delle frane attive e quiescenti*, così come individuabili dalle cartografie di R.U., potranno essere localmente modificate – a seguito di studi specifici – solo previo parere vincolante dell'Autorità di bacino competente.

### **6.3. Le condizioni di fattibilità rispetto agli aspetti idraulici**

I criteri che hanno condotto alla definizione delle condizioni di fattibilità idraulica di seguito dettagliate nell'abaco 2 possono essere così sintetizzate:

**Fattibilità senza particolari limitazioni (I)** - In questa classe di fattibilità rientrano, di norma, tutte quelle previsioni le cui attuazioni non comportano - a seguito di una valutazione comparata tra condizioni di pericolosità e natura degli interventi ammessi - incrementi di rischio (propri o indotti) e per le quali, conseguentemente, non si rendono necessarie prescrizioni specifiche. In generale compete a tutti gli interventi ricadenti in aree non inondabili dalle piene duecentennali che non necessitano di prescrizioni particolari per accrescere le condizioni di sicurezza e che non inducono apprezzabili incrementi di rischio in altre aree.

**Fattibilità con normali vincoli (II):** In questa classe di fattibilità sono state fatte rientrare tutte quelle previsioni ricadenti in classe di pericolosità media o elevata comportanti incrementi di rischio, per l'attuazione delle quali vengono dettati approfondimenti d'indagine e/o prescrizioni specifiche da condursi, ovvero da applicarsi, in sede di intervento diretto al fine di accrescere le condizioni di sicurezza, ovvero al fine di evitare di incidere negativamente sulle aree contermini.

**Fattibilità condizionata (III):** In questa classe di fattibilità rientrano alcuni interventi ricadenti in aree a pericolosità elevata, la cui realizzazione viene condizionata agli esiti di approfondimenti d'indagine tesi a dimostrare che non determinano ostacolo al deflusso delle acque in occasione delle piene duecentennali e, talora, assoggettata al vincolo della destinazione d'uso.

**Fattibilità limitata (IV):** in questa classe rientrano tutti gli interventi ricadenti in aree a pericolosità idraulica elevata da realizzarsi attraverso interventi di auto sicurezza o di messa in sicurezza duecentennale..

Alle trasformazioni ricadenti nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata si è ritenuto di non associare la classe di fattibilità, demandando la fattibilità delle stesse alla specifica disciplina dettata dalla L.R. 21/2012.

La classe di fattibilità idraulica viene individuata in matrice attraverso l'Abaco 2 di correlazione tra la tipologia dell'intervento e il grado di pericolosità idraulica di cui alle TAVV. B4 che caratterizza l'area sulla quale si interviene.

Le prescrizioni associate a ciascuna classe di fattibilità idraulica attraverso l'Abaco 2, sono riportate nella Tabella 2 che segue.

## ABACO 2

TIPOLOGIE DI INTERVENTO		GRADO DI PERICOLOSITA' IDRAULICA			
		I1	I2	I3	I4
		FATTIBILITA' IDRAULICA			
1	Nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con estensione superiore a 500 mq e/o in fregio ai corsi d'acqua	I	I	IVa	La fattibilità degli interventi è disciplinata dalla L.R. 21/2012 e s.m.i.
2	Parcheggi a raso di estensione inferiore a 500 mq e parcheggi privati pertinenziale non eccedenti le dotazioni minime di legge	I	I	III	
3	Interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali	I	I	IVc	
4	Interventi di ristrutturazione e di adeguamento della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti	I	I	IVc	
5	Interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia e di ristrutturazione edilizia ricostruttiva all'interno delle aree edificate	I	II	IVb	
6	Interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia e di ristrutturazione edilizia ricostruttiva al di fuori delle aree edificate	I	II	IVa	
7	Interventi di ristrutturazione urbanistica all'interno delle aree edificate	I	II	IVb	
8	Interventi di ristrutturazione urbanistica al di fuori delle aree edificate	I	II	IVa	
9	Interventi di addizione volumetrica all'interno delle aree edificate. Interventi di addizione volumetrica all'esterno delle aree edificate comportanti incrementi di superficie coperta per edificio < 50 mq	I	II	IVb	
10	Interventi di addizione volumetrica all'esterno delle aree edificate comportanti incrementi di superficie coperta per edificio > 50 mq	I	II	IVa	
11	Ampliamento di superficie coperta di volumi tecnici di estensione < 50 mq per edificio	I	I	II	
12	Ampliamento di superficie coperta di volumi tecnici di estensione > 50 mq per edificio	I	I	IVb	
13	Modesti interventi di tipo pertinenziale privi di rilevanza urbanistica-edilizia di cui all'art. 137 della L.R. 65/2014, con esclusione di quelli di cui al comma 1, lettera b), punti 3) e 4). Interventi su edifici esistenti che non comportano modifiche plano-volumetriche.	I	I	I	
14	Recinzioni e muri di cinta ed altri manufatti non qualificabili come volumi edilizi	I	I	III	
15	Adeguamenti necessari alla messa a norma di strutture, edifici ed impianti in materia sismica, igienico-sanitaria, di sicurezza sul lavoro e di superamento barriere architettoniche	I	I	II	
16	Strutture mobili, temporanee e stagionali per il tempo libero	I	I	II	
17	Piscine scoperte ad uso privato	I	I	I	
18	Aree a verde pubblico e a parco senza creazione nuovi volumi edilizi (*)	I	I	II	
19	Rimodellazioni del terreno	I	I	III	
20	Annessi agricoli indispensabili alla conduzione del fondo con destinazione agricola vincolata	I	I	II	
21	Serre fisse	I	I	II	
22	Invasi e laghetti collinari	II	II	II	

(\*) La fattibilità di eventuali volumi edilizi dovrà essere valutata in coerenza con quanto definito con le altre specifiche tipologie descritte nell'abaco 2.

**TABELLA 2**

Fattibilità idraulica	Prescrizioni e condizioni di fattibilità idraulica
I	<b>Nessuna prescrizione specifica</b>
II	<p><b>5- Interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia e di ristrutturazione edilizia ricostruttiva all'interno delle aree edificate. 6 - Interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia e di ristrutturazione edilizia ricostruttiva al di fuori delle aree edificate. 7- Interventi di ristrutturazione urbanistica all'interno delle aree edificate. 8 - Interventi di ristrutturazione urbanistica al di fuori delle aree edificate. 9 - Interventi di addizione volumetrica all'interno delle aree edificate. Interventi di addizione volumetrica all'esterno delle aree edificate comportanti incrementi di superficie coperta per edificio &lt; 50 mq. 10 - Interventi di addizione volumetrica all'esterno delle aree edificate comportanti incrementi di superficie coperta per edificio &gt; 50 mq.:</b> al fine di accrescere le condizioni di sicurezza è prescritto che le quote dei piani di calpestio dei piani terra e le soglie di ingresso a piani interrati siano rialzati di almeno 15 cm rispetto alle aree esterne.</p> <p><b>11 – Ampliamenti di s.c. per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio 15- Adeguamenti necessari alla messa a norma di strutture ed impianti. 20 - Annessi agricoli :</b> è prescritto che vengano adottati accorgimenti costruttivi finalizzati a ridurre la vulnerabilità delle opere realizzate.</p> <p><b>16 - Strutture mobili, temporanee e stagionali per il tempo libero. 18 - Aree a verde pubblico ed a parco:</b> è prescritto che vengano predisposti piani di sicurezza atti a garantire la pubblica incolumità in occasione di eventi alluvionali.</p> <p><b>21- Serre fisse:</b> i progetti degli interventi dovranno contenere le opere e/o gli accorgimenti necessari sia per la riduzione della vulnerabilità degli interventi medesimi, sia per non costituire barriera idraulica in occasione di eventi alluvionali.</p> <p><b>22- Invasi e laghetti collinari:</b> La realizzazione di invasi o laghetti collinari è disciplinata dalla L.R. 64/2009 ed ammessa nel rispetto delle prescrizioni dettate dal D.P.G.R. 25 febbraio 2010 n. 18/R.</p>
III	<p><b>2 – Parcheggi a raso di estensione inferiore a 500 mq e parcheggi privati pertinenziale non eccedenti le dotazioni minime di legge. 14- Recinzioni e muri di cinta ed altri manufatti non qualificabili come volumi edilizi. 19- Rimodellazioni del terreno:</b> interventi ammessi a condizione che venga dimostrato che non viene aumentato il livello di pericolosità in altre aree. Non necessitano di dimostrazione alcuna le recinzioni prive di cordolo di fondazione fuori terra e con rapporto di apertura (sup. aperta/sup. totale) maggiore del 75%.</p>
IVa	<p><b>1 - Nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con estensione superiore a 500 mq e/o in fregio ai corsi d'acqua. 6 - Interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia e di ristrutturazione edilizia ricostruttiva al di fuori delle aree edificate. 8 - Interventi di ristrutturazione urbanistica al di fuori delle aree edificate. 10 - Interventi di addizione volumetrica all'esterno delle aree edificate comportanti incrementi di superficie coperta per edificio &gt; 50 mq:</b> ammessi con preventiva o contestuale realizzazione degli interventi di messa in sicurezza per eventi con <math>Tr = 200</math> anni, nel rispetto delle seguenti condizioni:</p> <p>a) sia dimostrata l'assenza di pericolo per le persone e i beni;</p> <p>b) sia dimostrato che non si determina aumento di pericolosità in altre aree;</p> <p>c) sia dato atto nel titolo abilitativi all'attività edilizia della sussistenza delle condizioni a) e b).</p>
IVb	<p><b>5 - Interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia e di ristrutturazione edilizia ricostruttiva all'interno delle aree edificate. 7 - Interventi di ristrutturazione urbanistica all'interno delle aree edificate. 9 - Interventi di addizione volumetrica all'interno delle aree edificate. Interventi di addizione volumetrica all'esterno delle aree edificate comportanti incrementi di superficie coperta per edificio &lt; 50 mq. 12 - Ampliamento di superficie coperta di volumi tecnici di estensione &gt; 50 mq per edificio :</b> ammessi con preventiva o contestuale realizzazione degli interventi di messa in sicurezza per eventi con <math>Tr = 200</math> anni, da conseguirsi anche attraverso adeguati sistemi di autosicurezza (porte e finestre a tenuta stagna, vani tecnici isolati idraulicamente, etc.), nel rispetto delle seguenti condizioni:</p> <p>a) sia dimostrata l'assenza di pericolo per le persone e i beni;</p> <p>b) sia dimostrato che non si determina aumento di pericolosità in altre aree;</p> <p>c) sia dato atto nel titolo abilitativi all'attività edilizia della sussistenza delle condizioni a) e b).</p>

IVc	<b>3 - Interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali. 4 - Interventi di ristrutturazione e di adeguamento della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti:</b> ammessi purchè siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento ed al contesto territoriale
-----	--

Nella valutazione delle condizioni di fattibilità dovrà inoltre tener conto che:

- 1) Gli interventi di messa in sicurezza nelle aree a pericolosità idraulica elevata (I3) o molto elevata (I4) non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. La valutazione dell'incremento dei picchi di piena a valle può essere omessa nei casi in cui si applichino le disposizioni di cui all'art. 51 delle NTA.
- 2) Gli interventi realizzabili in condizioni di sicurezza idraulica sono ammissibili solo qualora gli studi conoscitivi di supporto al presente Regolamento e/o gli studi condotti dalle A.d.B. contengano gli elementi necessari all'individuazione del battente o tirante idrico duecentennale atteso. In mancanza di quanto sopra gli interventi sono da ritenersi non fattibili (N.F.).
- 3) Relativamente agli interventi di nuova edificazione, sostituzione edilizia, ristrutturazione urbanistica e di addizione volumetrica, realizzati nelle aree a pericolosità idraulica elevata I3 o molto elevata I4 attraverso la modalità di autosicurezza deve essere dato atto, nel titolo abilitativo all'attività edilizia, della sussistenza della dimostrazione sia dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per persone e beni, sia che non si determina un aumento di pericolosità in altre aree.
- 4) Fatte salve le limitazioni e le prescrizioni di cui alla Tabella 2 e le precisazioni di cui al precedente punto 1, nelle aree a pericolosità idraulica elevata I3 possono essere realizzate ulteriori tipologie di interventi, ancorché non elencate in Tabella 2, a condizione che venga dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purchè siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.
- 5) Ai fini dell'applicazione delle disposizioni di cui ai punti precedenti, non si ha aumento del rischio o della pericolosità in altre aree quando:
  - a) si opera la compensazione dei volumi sottratti all'esondazione avente tempo di ritorno duecentennale senza creazione di aree depresse soggette a ristagno;
  - b) non si produce una deviazione della corrente esondativa che altera significativamente la distribuzione areale dell'intensità dell'evento.

### *6.3.1 Previsioni con prescrizioni particolari*

- Gli interventi relativi all'ampliamento dell'area produttiva di Carraia (PIP) ed alla realizzazione di un nuovo tratto di viabilità parallelo al canale Rogio, già previsti nel vigente R.U. e confermati nella presente variante generale, sono subordinati alla preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica previste dal Piano Attuativo approvato con Delibera C.C. n. 6 del 28 febbraio 2013.

- La realizzazione di un tratto di nuova viabilità in località Pieve S. Paolo, finalizzata al superamento della linea ferroviaria ed alla eliminazione dell'attuale passaggio a livello, è subordinata all'ottenimento delle condizioni di sicurezza idraulica dettagliatamente individuate nella specifica relazione redatta dall'ing. Renzo Bessi e allegata alla variante generale approvata con Delibere del C.C. 13, 14 e 15/2009 (INDICAZIONI PER LA REALIZZAZIONE IN CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DI UN TRATTO DI NUOVA VIABILITA' DI PIEVE S. PAOLO).
- Gli interventi relativi alla realizzazione del nuovo scalo merci in località Frizzone e delle relative opere ferroviarie, nonché di un nuovo tratto di viabilità per l'accesso allo scalo stesso ed al nuovo casello autostradale, già previsti nella Variante al R.U. per il recepimento del progetto di interconnessione ferroviaria sul territorio lucchese, e confermati nella presente variante generale, sono subordinati alla preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica e degli accorgimenti tecnici previsti all'interno della relazione idraulica redatta dall'ing. Renzo Bessi nel rispetto dell'Accordo di Programma approvato Decreto del Presidente della Provincia di Lucca 21 aprile 2008, n. 19.
- L'attuazione della previsione d'ampliamento della zona scolastica nelle frazioni di Badia di Cantignano e Coselli, ricadente in area a pericolosità elevata P3 nelle cartografie del P.A.I. fiume Serchio (Art. 23bis- P2g), è subordinata alla realizzazione delle opere di messa in sicurezza previste dallo studio redatto dal Consorzio di Bonifica Auser Bientina di cui all'Allegato 3 delle indagini geologiche.
- L'attuazione della previsione di alcuni parcheggi pubblici nelle frazioni di Coselli a servizio alla zona scolastica, e Guamo a servizio alla zona a servizi e industriale, ricadenti anch'essi in area a pericolosità elevata P3 nelle cartografie del P.A.I. fiume Serchio (Art. 23bis- P2g), è subordinata alla realizzazione delle opere di messa in sicurezza previste dallo studio redatto dal Consorzio di Bonifica Auser Bientina di cui all'Allegato 3 delle indagini geologiche.

#### **6.4. La fattibilità in relazione agli aspetti sismici nei centri urbani maggiormente significativi**

All'interno dei centri urbani maggiormente significativi la fattibilità rispetto agli aspetti sismici degli interventi ammessi dal R.U. viene individuata in matrice attraverso un abaco di correlazione tra la tipologia dell'intervento e il grado di pericolosità sismica che caratterizza l'area sulla quale si interviene, assumendo come criterio di analisi quello già esplicitato nei precedenti paragrafi per le fattibilità idraulica e geomorfologica.

Premesso che il regolamento regionale 53R/2011 esclude la necessità di prescrizioni specifiche per gli aspetti sismici sia nelle aree esterne ai centri abitati significativi come individuati dal comune di concerto con la struttura regionale competente, sia nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica bassa (S1) e media (S2), si è comunque ritenuto opportuno dettare alcune prescrizioni di indagini suppletive, da condursi a livello di intervento diretto, di Piano Complesso di intervento o di Piano Attuativo, anche per alcune tipologie di intervento (di carattere edilizio, infrastrutturale o funzionale) comportanti incremento di rischio e ricadenti in aree a pericolosità sismica media.

I criteri generali che hanno condotto alla valutazione delle condizioni di fattibilità sismica sono pertanto sintetizzabili come segue:

**Fattibilità senza particolari limitazioni (I):** comprende, di norma, a prescindere dalla classe di pericolosità in cui ricadono, le previsioni la cui attuazione non comporta significativi livelli di rischio sismico, per le quali non vengono dettate prescrizioni particolari, fermo restando la necessità del rispetto della normativa vigente.

**Fattibilità con normali vincoli (II):** comprende, di norma, a prescindere dalla classe di pericolosità in cui ricadono, le previsioni la cui attuazione comporta moderati incrementi di rischio sismico, per le quali vengono conseguentemente prescritti approfondimenti d'indagine;

**Fattibilità condizionata (III):** comprende tutte quelle previsioni, ricadenti in aree a pericolosità sismica elevata (S3) e molto elevata (S4) comportanti incrementi di rischio, la cui attuazione è subordinata sia all'esito di specifici approfondimenti d'indagine finalizzati ad accertare la compatibilità delle opere previste con le condizioni amplificative ipotizzate, sia alle conseguenti adozioni di accorgimenti progettuali. In questa classe rientrano quindi sia tutte le nuove previsioni edificatorie ed infrastrutturali pubbliche o di interesse pubblico, sia quelle previsioni che comportano aumenti significativi di rischio sul patrimonio edilizio esistente e sul sistema infrastrutturale, sia infine le previsioni edificatorie o comunque comportanti significativi incrementi di rischio ricadenti in area a pericolosità sismica elevata.

La maggior parte degli interventi ricadenti in classe di pericolosità S4 risultano tuttavia non fattibili (**N.F.**) in quanto tali rispetto alle condizioni di pericolosità geomorfologica.

### ABACO 3 PER LA DETERMINAZIONE DELLA FATTIBILITA' SISMICA

	TPOLOGIE DI INTERVENTO	GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA		
		S2	S3	S4
1	Adeguamenti necessari alla messa a norma di strutture e di impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, di sicurezza, di igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche a. Senza incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni > del 10%, di volume e di superficie b. Con incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni > del 10%, di volume e di superficie	I  II	I  III	I  III
2	Interventi di adeguamento di modesta rilevanza e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, a sviluppo lineare e a rete	II	II	III
3	Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico a sviluppo puntuale, lineare e a rete	II	III	N.F.
4	Nuovi edifici pubblici o di interesse pubblico e relative attrezzature	III	III	N.F.
5	Verde pubblico attrezzato e impianti sportivi pubblici o di uso pubblico: a. Senza coperture e manufatti accessori b. Coperti e/o con manufatti accessori	I III	II III	N.F N.F
6	Parcheggi ad uso pubblico e/o privato: a. A raso b. Con manufatti accessori	I I	I II	N.F N.F
7	Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti plano-volumetrici e/o con aumento dei carichi in fondazione > del 10%. Demolizione e ricostruzione	II	III	N.F
8	Interventi di nuova edificazione e di sostituzione edilizia	II	III	N.F
9	Opere accessorie, pertinenziali a servizio di fabbricati (manufatti prefabbricati, tettoie, pergolati, recinzioni, ecc)	I	II*	N.F
10	Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio	I	II	N.F
11	Viabilità privata a raso e piazzali privati a raso	I	I	N.F
12	Annessi agricoli, manufatti con funzione zootecnica ed altri annessi, anche precari	I	II	N.F
13	Serre fisse o stagionali	I	I	N.F
14	Invasi o laghetti collinari	III	III	N.F
15	Verde pubblico, aree parco in genere senza creazione di nuovi volumi edilizi (**)	I	II	II
16	Alterazioni del profilo morfologico con scavi e riporti eccedenti quelli connessi alla normale pratica agricola	II	III	N.F

(\*) Ad esclusione degli interventi ricadenti in classe di indagine 1, ex art. 7 D.P.G.R. n. 36R/2009 e di quelli elencati all'art. 12 dello stesso Decreto, per i quali la fattibilità assume il grado I.

(\*\*) La fattibilità di eventuali volumi edilizi dovrà essere valutata in coerenza con quanto definito con le altre specifiche tipologie descritte nell'abaco 3.

Le prescrizioni associate a ciascuna classe di fattibilità sismica, così come individuata attraverso l'Abaco 3 e dettagliate in Appendice 1 per la tipologia ed il grado di approfondimento delle indagini, sono riportate nella Tabella 3 che segue.

## PRESCRIZIONI DELLA FATTIBILITA' SISMICA

Fattibilità sismica	Prescrizioni
I	<p>Nessuna prescrizione specifica, fatto salvo il rispetto del D.P.G.R. 36/R/2009 e del D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni (NTC2008) e relative eventuali future modifiche ed integrazioni, ove richiesto.</p>
II	<p><b>1.b) Adeguamenti necessari alla messa a norma di strutture e di impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, di sicurezza, di igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche con incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni, di volume e di superficie</b></p> <p><b>2) Interventi di adeguamento di modesta rilevanza e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico a sviluppo lineare e a rete</b></p> <p><b>3) Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico a sviluppo puntuale, lineare e a rete</b></p> <p><b>5) Verde pubblico attrezzato e impianti sportivi pubblici o di uso pubblico senza coperture e manufatti accessori</b></p> <p><b>6) Parcheggi ad uso pubblico e/o privato con manufatti accessori</b></p> <p><b>7) Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti plano-volumetrici e/o con aumento dei carichi in fondazione. Demolizione e ricostruzione</b></p> <p><b>8) Interventi di nuova edificazione e di sostituzione edilizia</b></p> <p><b>9) Opere accessorie, pertinenziali a servizio di fabbricati (manufatti prefabbricati, tettoie, pergolati, recinzioni, ecc)</b></p> <p><b>10) Piscine all'aperto ad uso privato e relativi locali di servizio</b></p> <p><b>12) Annessi agricoli, manufatti con funzione zootecnica ed altri annessi, anche precari</b></p> <p><b>15) Verde pubblico, aree parco in genere</b></p> <p><b>16) Alterazioni del profilo morfologico con scavi e riporti eccedenti quelli connessi alla normale pratica agricola</b></p> <p>Sono prescritte, sia nel caso di intervento diretto, sia di Piano Complesso di Intervento, sia di Piano Attuativo, indagini geofisiche sismiche di approfondimento del quadro conoscitivo, condotte a norma del D.P.G.R. 36/R/2009 e secondo i criteri stabiliti dalle Istruzioni Tecniche del Progetto V.E.L. della Regione Toscana, che definiscano spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra terreni di copertura (detrito, alluvioni) e bedrock sismico e/o all'interno delle stesse coperture, nonché alla definizione della "Categoria di sottosuolo" ex D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni (NTC2008) e successive eventuali modifiche ed integrazioni. In tutti i casi in cui l'intervento comporti sbancamenti e/o riporti significativi su pendio, sono prescritte verifiche di stabilità pre e post intervento in condizioni statiche ed in condizioni sismiche.</p> <p>Per la definizione della "Categoria di sottosuolo" si potrà fare riferimento alle TAVV. A7 per la Classe d'indagine 1 ex D.P.G.R. 36/R/2009 e per la Classe di indagine 2 (solo nel caso in cui sia rispettato il criterio della "immediata adiacenza" di una delle prospezioni sismiche allegate alla presente variante di RU rispetto al sito di intervento e qualora ne sia dimostrata la validità anche per il sito medesimo. In tutti gli altri casi dovranno essere utilizzate le metodologie descritte in Appendice 1.</p> <p>Nei territori di collina o montagna caratterizzati da formazioni litoidi affioranti o subaffioranti, è comunque necessario il controllo e l'accertamento diretto delle velocità dei sismostrati e dello spessore della copertura detritica, il quale discrimina tra l'attribuzione alla categoria di suolo A, nel caso di spessore <math>\leq 3</math> m secondo il DM 14 Gennaio 2008, ed una delle altre categorie (E o B).</p>
III	<p><b>1.b) Adeguamenti necessari alla messa a norma di strutture e di impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, di sicurezza, di igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche con incrementi e/o modifiche nella distribuzione dei carichi sulle fondazioni, di volume e di superficie.</b></p> <p><b>2) Interventi di adeguamento di modesta rilevanza e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico a sviluppo lineare e a rete</b></p> <p><b>3) Nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico a sviluppo puntuale, lineare e a rete</b></p> <p><b>4) Nuovi interventi di edifici pubblici o di interesse pubblico e relative attrezzature</b></p> <p><b>5b) Impianti sportivi pubblici o di uso pubblico con coperture e/o manufatti accessori</b></p> <p><b>7) Interventi sul patrimonio edilizio esistente con ampliamenti plano-volumetrici e/o con aumento</b></p>

**dei carichi in fondazione. Demolizione e ricostruzione**

**8) Interventi di nuova edificazione e di sostituzione edilizia**

**14) Invasi o laghetti collinari**

**16) Alterazioni del profilo morfologico con scavi e riporti eccedenti quelli connessi alla normale pratica agricola**

Ai fini della valutazione della compatibilità degli interventi previsti con le condizioni di pericolosità accertate sono prescritte, sia nel caso di intervento diretto, sia di Piano Complesso di Intervento, sia di Piano Attuativo:

a) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido e/o all'interno delle stesse coperture entro alcune decine di metri, è realizzata una campagna di indagini geofisiche secondo le modalità definite in Appendice 1 che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti e possa indirizzare la scelta dell'approccio più opportuno per la valutazione dell'azione sismica, ovvero quello semplificato delle "Categorie di sottosuolo" o quello rigoroso dell'analisi di Risposta Sismica Locale (RSL). L'analisi di RSL, sempre preferibile, è prescritta nei seguenti casi: progetti con superficie lorda in pianta superiore a 2000 mq ricadenti in Classe d'uso II secondo NTC 2008 (es. edifici industriali); progetti con superficie lorda in pianta superiore a 300 mq ricadenti in Classe d'uso III secondo NTC 2008 (edifici ed opere infrastrutturali "rilevanti" come da All. A del D.P.G.R. 36/R/2009); progetti con superficie lorda in pianta superiore a 100 mq ricadenti nella Classe d'uso IV secondo NTC 2008 (edifici ed opere infrastrutturali "strategici" come da All. A del D.P.G.R. 36/R/2009).

b) 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. Anche in questo caso è raccomandata l'analisi di RSL per le opere edificatorie secondo i criteri di cui al precedente punto a).

c) 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.

d) In tutti i casi in cui l'intervento comporti sbancamenti e/o riporti significativi su pendio, sono prescritte verifiche di stabilità pre e post intervento in condizioni statiche ed in condizioni sismiche.

Per la definizione della "Categoria di sottosuolo" si potrà fare riferimento alle TAVV. A7 per la Classe d'indagine 1 ex D.P.G.R. 36/R/2009 e per la Classe di indagine 2 (solo nel caso in cui sia rispettato il criterio della "immediata adiacenza" di una delle prospezioni sismiche allegate alla presente variante di RU rispetto al sito di intervento e qualora ne sia dimostrata la validità anche per il sito medesimo. In tutti gli altri casi dovranno essere utilizzate le metodologie descritte in Appendice 1.

Nei territori di collina o montagna caratterizzati da formazioni litoidi affioranti o subaffioranti, è comunque necessario il controllo e l'accertamento diretto delle velocità dei sismostrati e dello spessore della copertura detritica, il quale discrimina tra l'attribuzione alla categoria di suolo A, nel caso di spessore  $\leq 3$  m secondo il DM 14 Gennaio 2008, ed una delle altre categorie (E o B).

## **6.5. La fattibilità in relazione agli aspetti sismici al di fuori dei centri urbani maggiormente significativi**

Al di fuori dei centri urbani maggiormente significativi gli interventi ammessi dal R.U. sono attuabili con le prescrizioni di cui al D.P.G.R. 36/R/2009 ed alle NTC 2008.

\*\*\*\*\*

## APPENDICE 1

### **TIPOLOGIA E LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE DI SUPPORTO AI PIANI COMPLESSI DI INTERVENTO, AI PIANI URBANISTICI ATTUATIVI O ALL'INTERVENTO DIRETTO (PROGETTO EDILIZIO)**

La completezza degli elaborati di supporto ai Piani complessi di intervento, ai Piani Urbanistici Attuativi o, in loro assenza, all'intervento diretto (progetto edilizio), è verificata in sede di istruttoria della pratica: la fattibilità definitiva dell'opera viene valutata dal Responsabile del Procedimento sulla base delle documentazioni geologica, geotecnica e geofisica prodotte, ove necessarie.

La relazione geologica, la relazione sismica e quella geotecnica dovranno essere redatte a norma del D.P.G.R. 36/R/2009 e del D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni, secondo le indicazioni contenute nelle “Linee Guida alle NTC2008” – Settembre 2012 della Commissione Interregionale dell'Ordine dei Geologi, nonché delle “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche” dell'Associazione Geotecnica Italiana. Le indagini dovranno essere estese all'intorno geologicamente significativo e commisurate all'importanza dell'opera in progetto ed alla complessità della situazione geologico-stratigrafica, geotecnica e sismica locale, e dovranno essere finalizzate sia alla ricostruzione del modello geologico s.l. del sito di intervento, sia alla valutazione del rischio proprio od indotto, compreso quello connesso alla dinamica torrentizia. Le indagini, necessarie ogni qual volta si configuri un incremento di rischio, dovranno contenere tra l'altro:

1. l'inquadramento dell'intervento rispetto alle varie cartografie di supporto al PS e RU, con definizione della Classe di fattibilità dell'intervento;
2. i dati di progetto – Scala 1:500÷1:200;
3. la documentazione fotografica delle indagini geognostiche e geofisiche;
4. i certificati delle prove in sito e delle analisi di laboratorio;
5. i dati relativi alle superfici permeabili, semipermeabili ed impermeabili nello stato pre progetto e di progetto ed i calcoli relativi al contenimento della impermeabilizzazione del suolo, ove necessario;
6. la definizione della stratigrafia di dettaglio e delle caratteristiche geomeccaniche di ciascun strato individuato (parametri geomeccanici medi e parametri caratteristici) con sezioni in scala adeguata (1:100÷1:500);
7. la verifica degli eventuali fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni per variazione delle condizioni di umidità del suolo;
8. la verifica, nelle aree potenzialmente subsidenti, degli effetti indotti sulle opere in progetto da un eventuale abbassamento della falda;

9. il livello della/e falda/e acquifera/e e la relativa escursione stagionale accertata o prevedibile;
10. lo schema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche,
11. la definizione dell'azione sismica di base e di quella locale,
12. la verifica del potenziale di liquefazione dei terreni,
13. la verifica, nei casi di costruzione su pendio, della stabilità del pendio medesimo in condizioni statiche e sismiche,
14. le verifiche agli stati limite (SLU, SLE, SLV, SLD) dei sistemi fondazionali

Le verifiche di cui al punto 11 saranno eseguite secondo le indicazioni contenute in Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica – Protezione Civile 2008 e loro eventuali integrazioni ed aggiornamenti, con grado di affinamento dipendente dall'importanza dell'intervento: a) valutazioni semplificate della resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico CRR (Cyclic Resistance Ratio) mediante prove penetrometriche statiche CPTU, dinamiche SPT, DPSH o mediante misure della velocità delle onde di taglio Vs, e della sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma CSR (Cyclic Stress Ratio) attraverso correlazioni con la Magnitudo del sisma atteso; b) valutazioni rigorose della CRR mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni indisturbati (es. prove di taglio triassiale ciclico) e della CSR mediante analisi di risposta sismica locale RSL

Nei casi di intervento su frane quiescenti le verifiche di stabilità dovranno necessariamente comprendere l'intero corpo frana. Qualora i risultati delle verifiche di stabilità indichino la necessità di interventi di messa in sicurezza, dovranno essere predisposti ed attivati idonei sistemi di monitoraggio atti ad attestare l'efficacia degli interventi medesimi. La durata del monitoraggio non potrà essere inferiore ad 1 anno e dovrà, comunque, essere motivata in sede progettuale.

Per gli impianti di depurazione di scarichi civili che prevedono lo smaltimento finale nel sottosuolo, la relazione geologica dovrà inoltre attestarne la compatibilità con le condizioni locali di permeabilità e di stabilità geomorfologica.

Sono ammesse solo prospezioni geognostiche eseguite con strumenti standard, ovvero:

- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo
- Prove penetrometriche Standard Penetration Test (SPT) a fondo foro di sondaggio
- Prove penetrometriche statiche standard a punta meccanica (CPT), a punta elettrica (CPTe) o piezocono (CPTU)
- Prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH)

- Prove di permeabilità in foro di sondaggio
- Prove di permeabilità di superficie con permeametri a pozzetto quadrato o cilindrico
- Analisi di laboratorio su campioni di terreno indisturbato

Prospezioni geognostiche non standard come i saggi con escavatore meccanico possono essere utilizzate esclusivamente per integrare prospezioni standard su ampie superfici o in situazioni geologiche chiaramente definibili già sulla base di rilievi di superficie (roccia affiorante o subaffiorante); in ogni caso si dovranno raggiungere le profondità dal piano di campagna interessate dalle opere di fondazione e dagli sforzi di taglio da esse indotti nel terreno. I saggi in fondazione, gli affioramenti rocciosi e gli scavi geognostici dovranno essere documentati fotograficamente.

L'uso del penetrometro dinamico tipo leggero o medio (massa battente da 20 o 30 kg, altezza di caduta 20 cm) è ammesso solo nel caso sia dimostrata l'impossibilità di fare uso di altra strumentazione per motivi tecnico – logistici. In tal caso si deve utilizzare lo strumento con le dovute cautele e con spirito critico (evitando correlazioni empiriche tra il numero di colpi e i valori di angolo di attrito interno e/o di coesione non drenata, che non hanno alcun valore scientifico), limitandosi a fornire una valutazione qualitativa dei terreni ed eventualmente una stima del campo di variabilità dei parametri geotecnici.

Per quanto attiene la tipologia delle indagini sismiche e geofisiche, sono ammesse solo quelle condotte secondo gli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica" – Protezione Civile 2008 e secondo le Istruzioni Tecniche del Programma V.E.L. della Regione Toscana e le loro eventuali integrazioni ed aggiornamenti, sia per quanto concerne gli affinamenti di indagine richiesti dalle condizioni di pericolosità e fattibilità sismica (definizione in termini di geometrie della morfologia sepolta e di contrasti di rigidità sismica – rapporti tra velocità sismiche delle onde trasversali  $V_{sh}$  delle coperture e del substrato), sia per quanto concerne la determinazione delle  $V_{s30}$  e la definizione della "Categoria di sottosuolo" in caso di progettazione secondo l'approccio semplificato consentito dalla normativa sismica (D.M. 14 Gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni), oppure secondo l'approccio rigoroso dell'analisi di risposta sismica locale RSL, secondo le modalità specificate rispettivamente nel par. 3.2 e nel par. 7.11.3 delle NTC2008.

Più in generale, in ottemperanza ai disposti dell'art. 7 del DPGR n. 36/R, si può fare riferimento alla "Carta delle categorie di sottosuolo" per la caratterizzazione sismica degli interventi ricadenti in Classe di indagine n. 1, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 150 mc con altezza in gronda inferiore a sei metri. Per la Classe di indagine n. 2, riferita alle opere di volume lordo inferiore a 1500 mc con altezza in gronda inferiore a dieci metri, si può ancora fare riferimento alla "Carta delle categorie di sottosuolo" solo nel caso in cui sia rispettato il criterio della "immediata adiacenza" della prospezione sismica rispetto al sito di intervento e qualora ne sia dimostrata la validità anche per il sito medesimo.

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  e della  $V_{s30}$  è necessaria la misura diretta in sito, attraverso le seguenti metodologie di indagine:

- prospezioni sismiche a rifrazione con onde di volume P ed Sh
- prospezioni sismiche in foro di sondaggio tipo downhole o crosshole
- prospezioni sismiche tipo downhole in foro di prova penetrometrica (“cono sismico”) o dilatometrico (“dilatometro sismico”)
- prospezioni sismiche con onde superficiali (onde Raleigh) tipo MASW, ESAC, RE.MI.

E' sconsigliata la derivazione delle  $V_{s30}$  dal numero di colpi della prova di penetrazione standard (SPT) o dal valore della coesione non drenata  $c_u$ .

Non è ammesso, secondo le indicazioni della Regione Toscana, ricavare il profilo di velocità  $V_s$  esclusivamente da misure di rumore sismico ambientale (“microtremori”), mentre il loro utilizzo in combinazione con le altre già citate metodologie “attive” può rivelarsi utile per consentire l'estensione in profondità dei dati acquisiti.

Sono ammesse infine anche altre tipologie di indagini geofisica come il georadar, i sondaggi elettrici verticali (S.E.V.), le tomografie elettriche etc., sempre che siano eseguite ad integrazione di prospezioni geognostiche di tipo standard e non interpretate da sole con finalità geomeccaniche-geotecniche.