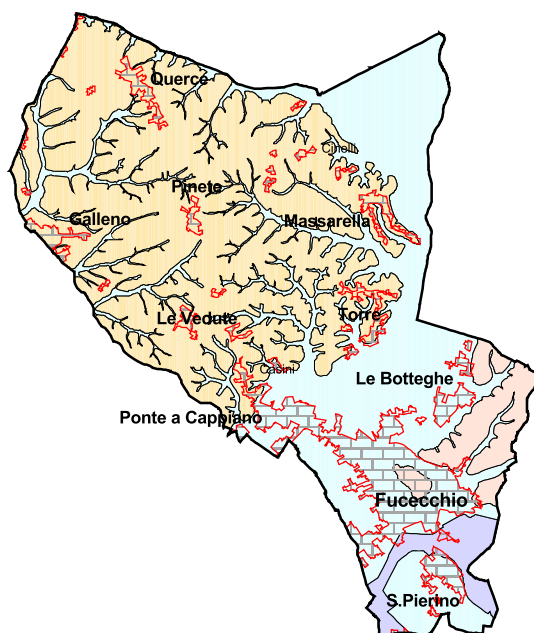




# Comune di Fucecchio

(Provincia di Firenze)



Sindaco  
Assessore all'Urbanistica  
Claudio Toni

Responsabile del Procedimento  
Arch. Antonio Comuniello

Garante della Comunicazione  
Geom. Teodoro Epifanio

Gruppo di progettazione  
(Coordinatore progetto) Arch. Antonio Comuniello  
Arch. Andrea Colli Franzone  
Arch. Donatella Varallo

Indagini geologico-tecniche  
*Studio associato Geoprogetti Consulenze geologiche*  
Geol. Francesca Franchi  
Geol. Emilio Pistilli

Approfondimenti idrogeologico-idraulici  
*Studio di ingegneria idraulica e ambiente*  
Ing. Gesualdo Bavecchi

Indagini sul territorio rurale  
*Studio associato franchimartinelliagronomi - Associazione professionale*  
Agr. Guido Franchi  
Agr. Federico Martinelli

Valutazione Ambientale Strategica e Valutazione di Incidenza  
*Società D.R.E.AM: Italia Soc. Coop.*  
(Coordinatore) Geol. Leonardo Moretti

Aspetti socioeconomici  
*Alfamark - comunicazione e marketing*  
Dott. Alessio Falorni

Regolamento Urbanistico

PROGETTO

C.1

## Relazione Geologico-Tecnica

APRILE 2014

ADOZIONE .....

APPROVAZIONE .....



## **INDICE**

<b>1 – PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2 - METODOLOGIA DI STUDIO.....</b>	<b>2</b>
<b>3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....</b>	<b>7</b>
<b>4 - TAVOLE DI QUADRO CONOSCITIVO.....</b>	<b>9</b>
4.1 - <b>TAVOLA A.4.1</b> - Carta Geologia e Geomorfologica.....	9
aspetti geologici.....	9
aspetti geomorfologici.....	11
4.2 - <b>TAVOLA A.4.2</b> - Sezioni geolitologiche.....	13
metodologia di lavoro.....	13
descrizione ed analisi delle sezioni geologiche.....	13
4.3 - <b>TAVOLA A.4.3</b> - Carta litotecnica e dei dati di base.....	17
4.4 - <b>FASCICOLO A.4.4</b> - Dati di base.....	20
4.5 - <b>TAVOLA A.4.5</b> - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle frequenze fondamentali.....	21
4.5.1 - Procedura di realizzazione della Carta MOPS.....	23
4.5.2 - Individuazione dell'areale di studio.....	23
4.5.3 - <b>TAVOLA A.4.6</b> - Stratigrafie caratteristiche delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.....	25
4.5.4 - Descrizione delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e delle relative colonne stratigrafiche.....	25
4.5.5 - Criteri di definizione delle zone suscettibili di instabilità e descrizione delle corrispondenti colonne stratigrafiche.....	29
<b>5 - TAVOLE DI PROGETTO.....</b>	<b>33</b>
5.1 - <b>TAVOLA C.2</b> - Carta della Pericolosità Geologica ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011 e del P.A.I. Bacino Arno.....	33
5.2 - <b>TAVOLA C.3</b> - Carta della Pericolosità Sismica Locale ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011.....	35
5.3 - <b>TAVOLA C.5</b> - Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011 (Ing. Gesualdo Bavecchi).....	36
5.4 - <b>TAVOLA C.8</b> - Zonizzazione del territorio in base agli articoli del progetto di piano di bacino stralcio “BILANCIO IDRICO”.....	37
<b>6 - FATTIBILITA' DEL PROGETTO URBANISTICO.....</b>	<b>38</b>
6.1 - Criteri generali di fattibilità indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011.....	38
6.1.1 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici.....	38
6.1.2 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici.....	39
6.1.3 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici.....	41
6.1.4 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idrogeologici.....	42
6.2 - Limitazioni imposte dal PAI del Bacino del Fiume Arno.....	45
6.3 - Limitazioni imposte dalla L.R. 21/05/2012 N°21.....	50

<b>7 - CLASSI DI FATTIBILITA'</b> .....	<b>52</b>
<b>8 - FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI</b> .....	<b>57</b>
Tabella di fattibilità.....	58
<b>ALLEGATO 1</b> .....	<b>59</b>
<b>1 - PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA PER STABILIRE LA QUALITA'</b>	
<b>DELLA CARTA DI MS DI LIVELLO 1</b> .....	<b>59</b>
1.1 - Descrizione della procedura utilizzata.....	59
1.2 - Descrizione delle analisi di qualità effettuate.....	61
1.2.1 - Area MOPS Fucecchio.....	62
1.2.2 - Area MOPS Le Vedute.....	63
1.2.3 - Area MOPS Galleno.....	64
1.2.4 - Area MOPS Ferretto.....	65
1.2.5 - Area MOPS Pinete.....	66
1.2.6 - Area MOPS Massarella.....	67
1.2.7 - Area MOPS Torre.....	68
1.3 – Considerazioni sugli esiti del controllo.....	69

## **1 - PREMESSA**

La presente relazione illustra lo studio geologico redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Fucecchio (FI), a supporto della Redazione del Regolamento Urbanistico; detto studio aggiorna il quadro conoscitivo a supporto del Piano Strutturale vigente con riferimento ad alcuni aspetti di carattere geologico-litotecnico, geomorfologico e sismico che concorrono alla definizione del quadro delle pericolosità geologica e sismica.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.53/R del 25 Ottobre 2011 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche", del D.P.C.M. 06/05/05 di approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, della D.C.R.T. n.72 del 24/07/07 di approvazione del nuovo Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana e della D.C.P. n.29 del 20/02/12 di adozione del nuovo Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.P) della Provincia di Firenze.

Gli approfondimenti in relazione agli aspetti idraulici sono stati condotti dall'Ing.Gesualdo Bavecchi, incaricato direttamente dall'Amministrazione Comunale.

Le indagini sismiche sono state condotte dalla Ditta P3 con sede a Pisa.

## **2 - METODOLOGIA DI STUDIO**

Il vigente Piano Strutturale comunale, approvato con D.C.C. n.23 del 15/04/2009 è supportato da elaborati geologici redatti dallo Studio Associato GEOTECNO a firma dei Dott.ri Geol Luciano Lazzeri e Nicola Barsanti.

L'indagine geologica (adottata con D.C.C. n.47 del 29/07/2008 ed approvata con D.C.C. n.23 del 15/04/2009), sebbene depositata successivamente all'entrata in vigore del D.P.G.R. 26/r del 27 Aprile 2007, non ottempera completamente ai criteri dettati da tale normativa in quanto, come riportato in calce alla relazione originale, *“è stata impostata nel 2006 e completata all'inizio del 2007, precedentemente all'entrata in vigore del nuovo regolamento regionale 26/R/2007”*.

Nell'ottobre 2011, la Regione Toscana ha emesso una nuova normativa, il D.P.G.R. 53/R del 25/10/2011, che ha aggiornato i criteri dettati dal D.P.G.R. 26/r, per la redazione delle indagini geologiche di supporto alla pianificazione territoriale. Ad oggi quindi, parte delle cartografie geologiche prodotte in sede di piano strutturale, già incoerenti rispetto al D.P.G.R. 26/r, risultano non essere più adeguate alle nuove specifiche tecniche.

In particolare, relativamente alla pericolosità sismica, la nuova normativa introduce criteri di valutazione radicalmente differenti rispetto a quanto normato in precedenza, richiamando per i dettagli delle elaborazioni cartografiche sia gli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” elaborati dalla Protezione Civile che le specifiche tecniche riportate nell'allegato A di cui all'O.D.P.C.M. 3907/2010, e successivi aggiornamenti.

In funzione di ciò è stato necessario rivedere le seguenti tavole delle indagini geologiche redatte a supporto del Piano Strutturale:

### *Quadro conoscitivo*

- C 6.1.1 - GEOLOGIA
- C 6.1.2 - LITOLOGIA E DATI DI BASE
- C 6.1.4 - GEOMORFOLOGIA E STABILITA' DEI VERSANTI
- C 6.1.5 - ELEMENTI DEL RISCHIO SISMICO

### *Progetto*

- D 3.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA
- D 3.3 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

per sostituirle con quelle redatte a supporto della presente indagine, riportate qui di seguito:

### *Quadro conoscitivo*

- A4.1 - CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA
- A4.2 - CARTA DELLE SEZIONI GEOLOGICHE
- A4.3 - CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE
- A4.4 - FASCICOLI DEI DATI DI BASE
- A4.5 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) E DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI

- A4.6 - CARTA DELLE STRATIGRAFIE CARATTERISTICHE DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA  
 A4.7 - INQUADRAMENTO ALLE VERIFICHE IDRAULICHE - SEZIONI IDRAULICHE (ING. GESUALDO BAVECCHI)

Progetto

- C.1 - RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA  
 C.2 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R E DEL PAI  
 C.3 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R  
 C.4 - RELAZIONE IDROGEOLOGICO-IDRAULICA (ING. GESUALDO BAVECCHI)  
 C.5 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R E DEL PAI (ING. GESUALDO BAVECCHI)  
 C.6 - VERIFICHE IDRAULICHE (ING. GESUALDO BAVECCHI)  
 C.7 - PROPOSTA DI NUOVA PERIMETRAZIONE PAI (ING. GESUALDO BAVECCHI)  
 C.8 - ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO IN BASE AGLI ARTICOLI DEL PROGETTO DI PIANO DI BACINO, STRALCIO "BILANCIO IDRICO"  
 C.9 - CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R

Le tavole di Piano strutturale ancora oggi valide sono le seguenti:

*Quadro conoscitivo*

- C 6.1.3 - PENDENZE  
 C 6.1.6 - VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA  
 C 6.1.7 - RISORSE IDRICHE  
 C 6.1.8 - IDROLOGIA SUPERFICIALE  
 C 6.1.9 - EVENTI STORICI DI ESONDAZIONE

Il nuovo studio di aggiornamento è stato articolato nel modo seguente:

- relativamente agli aspetti geologici e geomorfologici, sono stati acquisiti gli elaborati cartografici allegati al Piano Strutturale, quelli relativi al P.A.I., al P.T.C.P, al progetto C.A.R.G. ed al data base delle frane e delle coperture del Lamma. Tutti i dati derivati sono stati verificati, modificati ed integrati sulla base di una campagna di rilevamento sviluppatasi nel periodo Aprile-Settembre 2012. Il rilevamento e la successiva digitalizzazione dei dati sono stati effettuati utilizzando come base cartografica quella di maggior dettaglio disponibile per ogni zona (C.T.R. in scala 1:2.000 ed 1:10.000), utilizzando comunque sempre come sfondo le ortofoto in scala 1:2.000 (volo 2009), disponibili per l'intero territorio comunale;
- relativamente agli aspetti litotecnici, abbiamo aggiornato il database già realizzato in sede di Piano Strutturale acquisendo le indagini realizzate all'interno del territorio comunale nel periodo 2006-2013, reperite negli archivi comunali. Inoltre, seguendo i criteri emanati dalla Regione Toscana, abbiamo recuperato ulteriori dati pregressi attingendo ai data base dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e degli archivi della Regione Toscana. Per l'individuazione delle diverse Unità Litotecniche si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto dalla Regione Toscana (Dip.to delle politiche territoriali e ambientali U.O.C. Rischio Sismico) per la valutazione degli effetti locali (Programma VEL). Le unità

sono state talvolta suddivise in sottoclassi in relazione ad variabilità riscontrate all'interno della classe di appartenenza. Per la lettura completa dei suffissi e delle classi attribuite ai terreni, si rimanda alle istruzioni tecniche per le indagini geologico-tecniche redatte nell'ambito del programma VEL;

- relativamente agli aspetti sismici, l'indagine si è svolta in due fasi. Nella prima fase abbiamo reperito negli archivi comunali tutte le indagini sismiche a disposizione per definire lo stato delle conoscenze sugli aspetti sismici del territorio; questi dati sono stati integrati e confrontati con i risultati di indagini sismiche eseguite nei comuni limitrofi e con dati derivanti dalle indagini geognostiche e dalle stratigrafie dei pozzi profondi a disposizione. Sulla base di tutto ciò è stato definito un primo quadro stratigrafico sismico del sottosuolo e sono state individuate le aree in cui i dati collezionati apparivano insufficienti per definire un quadro sufficientemente dettagliato, anche in relazione ai progetti di pianificazione previsti nel regolamento urbanistico. La seconda fase di indagine ha visto quindi la realizzazione di una campagna di indagine geofisica volta all'individuazione di eventuali contrasti di impedenza sismica elevati, alla definizione delle frequenze fondamentali dei depositi, ed alla definizione del valore della velocità delle onde sismiche Vs30;
- una volta definito il quadro delle pericolosità geologiche e sismiche ed acquisiti i risultati dello studio condotto dall'Ing. Bavecchi il quale che ha esaminato la pericolosità idraulica del territorio comunale, abbiamo redatto la carta di fattibilità ai sensi di quanto indicato nel D.P.G.R. n.53/R.

Lo studio geologico-tecnico di supporto alla al Regolamento Urbanistico è quindi composto dai seguenti elaborati:

- Relazione tecnica descrittiva delle varie carte tematiche prodotte che illustra gli aspetti che concorrono alla definizione dell'assetto geologico tecnico del territorio e sintetizza gli elementi che possono determinare limitazioni alle utilizzazioni previste, e dai quali possono discendere soluzioni alternative o contromisure da adottare.
- Tavv. A.4.1 - Carta geologica e geomorfologica: contiene informazioni sulle unità litostratigrafiche costituenti il territorio, che definiscono l'assetto strutturale tettonico; le unità sono distinte sulla base delle caratteristiche litologiche, sedimentologiche, petrografiche e mineralogiche riconoscibili in affioramento e per mezzo delle indagini in sito; contiene inoltre informazioni sulle forme, i processi ed i depositi legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale e la valutazione del relativo stato di attività (attivo, quiescente, inattivo) verificato attraverso un controllo diretto sul terreno. Ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011 e dell'allegato 2 delle norme del PAI Fiume Arno, sono state inoltre distinte le aree in dissesto da quelle di possibile evoluzione. Gli elementi evidenziati nella cartografia costituiscono aggiornamento al quadro conoscitivo del P.A.I. e sono il risultato della verifica di tutti i dissesti segnalati negli elaborati del P.A.I., in quelli del CARG della Regione Toscana, in quelli del Piano strutturale, nel P.T.C.P. Della Provincia di Firenze, nel database del LAMMA, che sono stati puntualmente controllati e definiti a scala di maggior dettaglio.

- Tav. A.4.2 - Carta delle sezioni geolitologiche: contiene informazioni sull'andamento litostratigrafico del sottosuolo attraverso la ricostruzione di alcune sezioni geologiche interessanti il territorio comunale. Per la definizione del sottosuolo ci siamo avvalsi delle stratigrafie di alcuni pozzi profondi a disposizione, dei dati derivati dall'indagine sismica condotta in questa fase e da schemi stratigrafici noti in bibliografia.
- Tav. A.4.3 - Carta litotecnica e dei dati di base: contiene informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni più superficiali, riscontrate ed analizzate per mezzo soprattutto delle numerose indagini in sito effettuate sul territorio comunale. La zonizzazione del territorio è stata realizzata utilizzando i criteri del programma VEL al quale si rimanda per la lettura completa dei suffissi e delle classi attribuite.
- Tav. A.4.4 – Fascicolo dei dati di base  
Gli estratti delle indagini ubicate nella carta litotecnica sono raccolti in un fascicolo e distinti in allegati come di seguito:

Fascicolo A4.4.1 - Allegato 1

*"Indagini geognostiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche 2006-2011)"*

Fascicolo A4.4.1 - Allegato 2

*"Indagini geognostiche estratte dal database della Provincia di Pisa"*

Fascicolo A4.4.1 - Allegato 3

*"Pozzi profondi a stratigrafia nota estratti dal database ISPRA"*

Fascicolo A4.4.1 - Allegato 4

*"Indagini sismiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche 2006-2013)"*

Fascicolo A4.4.2 - Allegato 5

*"Indagini geognostiche già presenti nel Piano Strutturale Comunale"*

Fascicolo A4.4.2 - Allegato 6

*"Pozzi a stratigrafia nota estratti dal precedente Piano Regolatore"*

Fascicolo A4.4.3 - Allegato 7

*"Indagini sismiche eseguite a supporto della presente variante"*

- Tav. A.4.5 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle frequenze fondamentali: suddivide il territorio sulla base di studi di microzonazione sismica di livello 1, relativamente alle UTOE principali, secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011, le specifiche tecniche definite negli ICMS nonché sulla base delle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010. In questa carta sono riportate anche le misure delle frequenze fondamentali dei depositi.
- Tav. A.4.6 – Carta delle stratigrafie caratteristiche delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica: in questa Tavola sono riportate le colonne stratigrafiche tipo che caratterizzano il territorio comunale.
- Tav. C.2 - Carta della pericolosità geologica: sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo geologico e geomorfologico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011, e dal Piano di Assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.
- Tav. C.3 – Carta della pericolosità sismica: sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo sismico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio



comunale, relativamente alle UTOE principali, secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 53/R/2011.

- Tav C.8 – Zonizzazione del territorio in base agli articoli del progetto di Piano di Bacino Stralcio “Bilancio Idrico”: suddivide il territorio in base agli articoli disposti nel “Piano di Bilancio Idrico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno”.
- Tav C.9 - Carta della fattibilità: indica la fattibilità geologica degli interventi previsti nel Regolamento Urbanistico fornendo indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio, nonché in merito agli studi ed alle indagini da effettuare a livello attuativo ed edilizio ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio.

Gli aspetti relativi all'idrologia del territorio comunale, sono stati affrontati nel dettaglio dall'Ing. Bavecchi ai cui elaborati si rimanda per il dettaglio dei corsi d'acqua studiati e per le pericolosità idrauliche ai sensi delle normative vigenti.

Le nuove carte geotematiche sono state prodotte in formato digitale attraverso la georeferenziazione dei vari tematismi in ambiente GIS e la creazione del loro rispettivo database. I dati sono stati digitalizzati utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale di maggior dettaglio disponibile per ogni zona, avendo sempre come sfondo le ortofoto (volo 2009) in scala 1:2.000 messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

### **3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE**

Da un punto di vista morfologico il territorio comunale di Fucecchio è caratterizzato da quattro diversi ambiti: la pianura alluvionale del Fiume Arno, il paesaggio palustre del Padule di Fucecchio, il paesaggio collinare delle Cerbaie, ed il paesaggio collinare della collina di Montellori.

La Pianura alluvionale del Fiume Arno, occupa la porzione meridionale del territorio comunale ed ospita la maggior parte degli insediamenti antropici. Dal punto di vista idrologico, rappresenta un fondovalle con morfologia senile, largamente sovralluvionato.

Il Padule di Fucecchio è caratterizzato da terreni alluvionali, palustri e di colmata; in tempi storici quest'area ha subito a fasi alterne, sia interventi di bonifica effettuati con i sistemi di colmata e di prosciugamento, per la conquista di nuovi terreni da destinare all'agricoltura, sia interventi di sbarramento delle acque verso valle per l'ampliare la superficie del lago e favorire la pratica della pesca e l'attività dei mulini (per approfondimenti si legga la relazione di quadro conoscitivo "B" allegata al Piano strutturale) .

La zona denominata la collina di Montellori, si sviluppa nella porzione sud-orientale del territorio comunale ed è costituita rilievi dalle forme dolci, tipiche dei terreni ad alternanze sabbioso-argillose con quote massime che giungono a 80 m.s.l.m.. L'abitato di Fucecchio è posizionato sull'estremo lembo di queste colline verso Sud, in una posizione storicamente strategica.

In questi terreni sono stati rilevati alcuni dissesti del tipo frane di scivolamento instaurate principalmente nei livelli argillosi intercalati alle sabbie.

Queste colline sono attraversate dai Rii Barbugiano e Valpisana che dirigono le acque verso il Padule fino ad essere convogliate nel Canale Usciana.

Il paesaggio collinare delle Cerbaie può essere a sua volta suddiviso in ulteriori due ambiti. Quello posto più a nord, ove sorgono le frazioni di Galleno, Pinete e Ferretto è costituito da ampie spianate blandamente inclinate verso Nord-Ovest incise molto superficialmente, da impluvi che convogliano le acque in parte verso sud-ovest, verso l'ex Lago di Bientina, ed in parte verso nord-est, verso il Padule di Fucecchio nella zona di Anchione.

In quest'area i dissesti, molto rari e di piccole dimensioni, sia per le caratteristiche dei terreni, di buona consistenza, che delle pendenze molto blande. I fenomeni sono riconducibili principalmente a piccole frane sviluppate sul ciglio delle scarpate più acclivi o in corrispondenza di riporti antropici.

Nel settore posto più a Sud, ove sorgono gli abitati di Massarella, Torre e Ponte a Cappiano, il reticolo idrografico è invece profondamente inciso nei tratti apicali, e la morfologia che ne consegue è caratterizzata da versanti acclivi generalmente rimodellati in terrazzamenti e da fondovalle subpianeggianti. Il reticolo convoglia le acque verso il Padule il Canale di Usciana.

Questo settore presenta il maggior numero di dissesti, legati principalmente alla acclività media elevata e alla presenza sporadica di livelli poco consistenti, a componente argillosa.

## **4 – TAVOLE DI QUADRO CONOSCITIVO**

### **4.1 – TAVOLA A.4.1 - CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA**

#### **ASPETTI GEOLOGICI**

Nell'ambito del presente studio è stato eseguito un lavoro di analisi, verifica ed integrazione degli aspetti geologici e geomorfologici inerenti le "unità litostratigrafiche" affioranti sul territorio comunale, a partire dalla carta geologica ( Tav C 6.1.1 GEOLOGIA), e dalla carta geomorfologica (Tav. C 6.1.4 GEOMORFOLOGIA E STABILITA' DEI VERSANTI) redatte a supporto del P.S. Sono stati anche verificati i dissesti segnalati nei database del Lamma, e nelle cartografie del PAI Arno, mediante successivi controlli sul terreno.

La sintesi finale della caratterizzazione geologica del territorio comunale di Fucecchio è rappresentata dalla "**Carta Geologica e Geomorfologica**" di Tavola A4.1.

Il territorio comunale risulta caratterizzato, in affioramento, dalle seguenti "unità litostratigrafiche", a partire da quella più recente

#### **Sedimenti delle aree golenali (Olocene)**

si tratta dei depositi prevalentemente limosi e sabbiosi presenti all'interno dell'area golenale del Fiume Arno e direttamente connessi all'azione di trasporto e di deposito del corso d'acqua stesso. Nel lato interno all'ansa il fiume tende a depositare progressivamente orizzonti obliqui di terreni gradati ("sedimentazione di *point bar*") donando ai depositi un trend *fining upward* da sabbie a limi argillosi, con frequenti inclusi di legno originariamente trasportati dal fiume. Sul lato convesso del meandro l'azione del fiume è generalmente erosiva.

#### **Depositi lacustri e di colmata (Olocene)**

si tratta di sedimenti fini prevalentemente argillosi, che si estendono in corrispondenza del Padule di Fucecchio, con presenza più o meno abbondante di sostanza organica indecomposta (torbe), caratterizzati da variazioni laterali e verticali dovute alla continua instabilità degli ambienti lago-palustri.

La perimetrazione riportata in carta è stata individuata essenzialmente su base morfologica, considerata la quasi totale assenza di dati geognostici e sismici nella zona del Padule. Pur riconoscendo che nel tempo l'area palustre ha subito una serie ininterrotta di interventi, ora per ampliare la zona del lago, ora per ridurne la dimensione, abbiamo cercato di delimitare un ciglio "medio", seguendo un piccolo salto morfologico che si attesta tra le quote di 15,2 e 15,6. Il sondaggio geognostico che può essere considerato caratteristico dei terreni presenti all'interno del bacino palustre è il num. 187034 (fascicolo A4.4.1 allegato3) eseguito poco a monte del fondovalle di Ponte a Cappiano.

### Depositi alluvionali recenti prevalentemente limoso sabbiosi (Olocene)

si tratta di sedimenti a prevalenza limosa e sabbiosa, in rapporto variabile, depositati nei fondovalle dei Rii che incidono i rilievi collinari ed in parte della pianura alluvionale del Fiume Arno. Basandosi sui dati geognostici della banca dati, abbiamo inoltre individuato le zone nelle quali i terreni hanno una marcata componente granulare nei primi 15m dal p.c.. Tale area è stata perimetrata nella carta MOPS (tavola A4.6.2) come potenzialmente suscettibile di liquefazione.

La perimetrazione delle alluvioni limo-sabbiose è stata ovviamente possibile solo ove sono risultate presenti indagini geognostiche.

### Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso limosi (Olocene)

si tratta di sedimenti prevalentemente fini con limi e argille in rapporto variabile, e subordinatamente sabbie, depositati dal Fiume Arno; anche in questo caso la loro estensione in pianta è stata determinata mediante l'analisi delle indagini geognostiche a disposizione.

### Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene superiore - Olocene)

si tratta di depositi alluvionali continentali, per lo più di ambiente fluviale, reinciati in terrazzi presenti alla base di alcune vallecicole minori nel tratto collinare. Sono presenti per la maggior parte nella zona di Le Botteghe ed a Fucecchio lungo Via delle Fornaci. Sono presenti alcune fasce isolate di questi sedimenti ai piedi del versante meridionale del terrazzo delle Cerbaie. Le litologie prevalenti sono sabbie e limi con ciottoli e subordinatamente brecciole.

### Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio – “Terrazzo delle Cerbaie” (Pleistocene medio)

si tratta di depositi di ambiente fluvio lacustre costituiti da sabbie e conglomerati, addensati, a cui si intercalano sottili e discontinui intervalli di argille grigie di bassa energia.

I ciottoli hanno dimensioni generalmente inferiori a 10-15 cm e sono costituiti da anageniti, arenarie, scisti, diaspri, metacalcri e selci. La matrice sabbiosa si presenta caratteristicamente arrossata per pedogenesi, lo stato d'alterazione è particolarmente accentuato e caratterizzato da frequente ed abbondante argillificazione con presenza di plintiti. Questa unità, affiora diffusamente sul rilievo delle Cerbaie.

### Depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci (?Rusciniano-Villafranchiano superiore)

questi depositi sottostanno ai depositi del bacino Cerbaie-Altopascio ed affiorano estesamente nelle località di Massarella, Torre, Calsino e Taccino sino al versante di raccordo tra i rilievi collinari ed il fondovalle del padule di Fucecchio. Questa unità, affiora nel comune di Fucecchio, solo nella facies più francamente granulare, nota come Sabbie di Marginone-Mastromarco. Essa è l'unità stratigraficamente più bassa ed è costituita da sabbie clinostratificate di ambiente fluviale datate al Villafranchiano inferiore Zanchetta

(1995) e Zanchetta et al. (1995). Sono caratterizzate da un elevato grado di addensamento raggiungendo di frequente la cementazione.

Nella carta geologica redatta dalla Provincia di Pisa, questo termine corrisponde alla formazione di *Formazione di Massarella – Torre (MST)*.

#### Depositi marini del bacino dell'Elsa - Pesa - Cerreto Guidi (Pliocene inf. - medio)

Questa formazione si individua sulle colline ad est di Fucecchio (colline di Montellori). Si tratta di argille e argille sabbiose con intercalazioni di ordine metrico e decametrico di sabbie e sabbie argillose. Le intercalazioni sabbiose presentano spesso variazioni laterali nella granulometria media. Talvolta sono presenti livelli con materiale organico (stratigrafia n.187022 (fascicolo A4.4.1 allegato3). Non di rado sono associati livelli conglomeratici. Al tetto della formazione è presente un banco sabbioso caratterizzato da concrezioni ematitiche, sovrastato da un livello di argille sabbiose.

### ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Nella tavola 4.1 sono stati anche cartografati i principali elementi geomorfologici, naturali ed antropici, come di seguito schematizzato:

#### Forme naturali

- Erosione superficiale: zone con presenza di segni di canalizzazioni naturali o denudamenti della coltre superficiale causati dall'azione degli eventi meteorici più intensi. Si rilevano queste forme prevalentemente sulle colline ad est di Fucecchio.
- Ruscellamento: zone caratterizzate dall'assenza di un reticolo idraulico tale da consentire il corretto drenaggio delle acque per deflusso superficiale. Queste aree si presentano spesso denudate dalla vegetazione e direttamente esposte agli agenti esogeni.
- Depositi colluviali: coltri detritiche di pedemonte che hanno subito un breve trasporto, rilevabili alla base dei versanti, in prossimità degli importanti cambiamenti di pendenza. Questi depositi sono rilevabili molto frequentemente sulla testa degli impluvi che incidono il versante meridionale dell'altopiano delle Cerbaie sulla formazione geologica dei *depositi fluviali e lacustri del Bacino di Lucca Montecarlo Vinci*. Da uno sguardo di insieme la formazione di questi depositi sembrerebbe direttamente collegata ad un innalzamento della linea di riva dell'area lacustre del padule di Fucecchio avvenuta nelle ultime migliaia di anni. Il piede dei colluvi infatti, sebbene situato a distanze talvolta rilevanti dal padule, è posto sempre a quota leggermente superiore del padule stesso. In tal contesto questi depositi potrebbero ricondursi anche ad alluvioni terrazzate, tuttavia non sono presenti dati geognostici o di letteratura che consentano una classificazione più specifica.
- Soliflusso localizzato: piccole evidenze di soliflusso (scivolamento lento della coltre pedogenetica superficiale) si manifestano sui versanti delle colline ad est di Fucecchio.

- Detrito di versante. Con questa simbologia sono state perimetrare le aree ove sono state rilevate spesse coltri detritiche di versante che al momento non presentano tracce di movimento. Questi depositi sono rilevabili sui versanti che modellano la formazione geologica dei *depositi fluviali e lacustri del Bacino di Lucca Montecarlo Vinci*.
- Versanti acclivi di entità rilevante. Sono stati perimetrati alcuni versanti, con pendenze ed altezze tali da giustificare il loro inserimento nella classe PF3 del PAI . La perimetrazione è stata effettuata manualmente ed in maniera ragionata, escludendo versanti che, dai sopralluoghi eseguiti, presentano elementi antropici di stabilità quali terrazzamenti e regimazione idraulica, ed includendo talvolta anche settori ad inclinazione minore ma con evidenze di fragilità geomorfologica.
- Scarpate attive e quiescenti. La cui presenza si concentra prevalentemente sui *depositi fluviali e lacustri del Bacino di Lucca Montecarlo Vinci*.
- Frane attive e quiescenti e relativa area di influenza. Sono stati perimetrati, dopo apposito sopralluogo, tutti i movimenti franosi i quali sono stati anche classificati, con un retino differente in relazione alla tipologia di movimento: frana di scivolamento rotazionale, frana di scivolamento planare ed aree a franosità diffusa. Come osservabile in tavola la gran parte dei movimenti franosi si manifesta nelle colline ad est di Fucecchio.

#### Forme antropiche

- Argini fluviali; sono stati perimetrati i principali argini antropici, tra cui quello del Fiume Arno e quelli minori, rappresentati dal reticolo di canali (tra cui il Canale Usciana) che drena le acque dal padule di Fucecchio.
- Forme residue di attività estrattiva. Si distinguono essenzialmente in due tipologie: le ex cave di sabbia dismesse situate sui depositi alluvionali dell'Arno, a sud dell'abitato di Fucecchio ed a nord-est di San Pierino, e le cosiddette cave "di prestito", situate sull'altopiano delle Cerbaie aperte allo scopo di reperire materiale sabbioso per la realizzazione di rilevati stradali da eseguire nelle immediate vicinanze del sito.
- Rilevati stradali, piuttosto rari sulle colline delle Cerbaie, più frequenti nel fondovalle dell'Arno.
- Ex discariche. L'unica area segnalata corrisponde alla ex discarica "La Querciola".
- Riporti e rilevati; dei quali sono stati distinti con retini differenti tre spessori: <1m, tra 1 e 2 m e superiore a 2m.

## **4.2 – TAVOLA A4.2 – SEZIONI GEOLITOLOGICHE**

Nella carta geologica sono individuate le tracce delle sezioni geolitologiche riportate nella Tavola A4.2.

Sulla base dei dati bibliografici, dei nuovi elementi raccolti anche relativi alle caratteristiche sismiche del substrato, è stato possibile ricostruire l'andamento schematico del sottosuolo di Fucecchio attraverso cinque sezioni geolitologiche, una delle quali, per ragioni di ingombro in tavola, è stata divisa in due parti (sezione A-A'-A'').

### **METODOLOGIA DI LAVORO:**

Relativamente alla porzione di territorio delle Colline di Montellori, nella quale affiora la formazione pliocenica dei "Depositi marino-costieri del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi", nelle sezioni abbiamo accorpato la facies sabbiosa e quella argilloso sabbiosa sia per la caratteristica mancanza di continuità laterale delle due litofacies, e sia la scarsa qualità delle stratigrafie puntuali a disposizione.

La delimitazione dei depositi alluvionali olocenici è stata effettuata tenendo conto dei recenti studi di stratigrafia sequenziale della val d'Arno inferiore. Essendo incerta la continuità delle lenti ghiaiose e sabbiose generate in risposta all'ultimo abbassamento eustatico (ultima fase glaciale), abbiamo cercato di individuare, laddove possibile, i cambiamenti di facies generati in risposta alla trasgressione marina olocenica, provando a tracciare delle *trasgressive surfaces*. Tale fase è talvolta marcata dal passaggio da sedimenti grossolani di alta energia, a sedimenti coesivi o di decantazione spesso con tracce organiche. Con questa metodologia è stata individuata un'interfaccia posta a circa -25/30m dal p.c., valore in linea coi risultati dei recenti studi effettuati sul Valdarno Inferiore, che potrebbe rappresentare la base dell'Olocene. Al di sotto dei depositi olocenici abbiamo delimitato anche la disconformità che separa le alluvioni pleistoceniche dell'Arno dai depositi pliocenici di pertinenza collinare, i quali hanno debole inclinazione verso nord. I dati derivati dalle indagini profonde sono stati integrati con quelli acquisiti durante la campagna di indagini sismiche giungendo ad individuare un'interfaccia tra i depositi a velocità sismica compatibile con quella misurata sulla collina ( $V_s=550\div 660$  m/s), da quelli soprastanti caratterizzati da velocità di propagazione inferiore, tipicamente assimilabile ad un contesto alluvionale più o meno consistente ( $V_s<450$ m/s).

### **DESCRIZIONE ED ANALISI DELLE SEZIONI GEOLOGICHE:**

**La sezione A – A' – A''** è orientata NW-SE e, con una lunghezza di 8.100 m, attraversa gran parte del territorio comunale, intercettando tutte le formazioni geologiche presenti. La sezione ben esprime l'andamento e l'inclinazione dei depositi pliocenici, che dall'altopiano delle Cerbaie, si immergono al di sotto dei depositi alluvionali tardo pleistocenici per riemergere più a sud, in corrispondenza dei rilievi del centro storico di Fucecchio.

In questa ricostruzione non sono state inserite faglie, tuttavia si osservano formazioni geologiche di età pre-pleistocenica media, "tiltate" leggermente verso nord, coperte in leggera discordanza angolare dai Depositi Alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio (detti anche Conglomerati sabbie e Limi di Casa Poggio ai Lecci) con giacitura sub-orizzontale,



il cui spessore, per quanto emerge dall'analisi della carta geologica, risulta comunque via via maggiore verso nord.

La base della formazione delle Sabbie di Marginone-Mastromarco (o sabbie di Massarella-Torre) sembra posta a circa -40/-60m dal piano campagna sul settore collinare di Ponte a Cappiano (loc. Podere Cappiano) in quanto le stratigrafie 187021 e 187170 mostrano terreni prevalentemente coesivi al di sotto di questa profondità. Non è stato possibile confermare su base sismica il contatto tra la formazione delle Sabbie di Marginone-Mastromarco ed i sottostanti depositi marino-costieri del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi in quanto entrambe le formazioni hanno velocità di propagazione delle onde S elevate ( $V_s > 500\text{m/s}$  oltre i 10m di prof.). Genericamente per i depositi marino-costieri del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi è stata individuata una  $V_s$  superiore a 550m/s mentre per la formazione soprastante le velocità oscillano tra 300 e 500m/s.

Nel fondovalle la profondità di base delle alluvioni pleistoceniche è incerta e derivante dall'analisi delle lenti ghiaiose nelle stratigrafie dei pozzi più profondi (Allegato 3 n. 187121, 187194 e Allegato 5 n. 13), nonché di alcuni riscontri nei profili sismici estrapolati dalle tromometrie in sito. Data la scarsità di informazioni geognostiche profonde tuttavia non è possibile escludere che la coltre alluvionale abbia uno spessore superiore a quello rappresentato o che sia rappresentata anche parte del pleistocene medio.

La base delle alluvioni oloceniche è stata posizionata tra -20 e -40m dal p.c., al di sopra di un orizzonte ghiaioso continuo generatosi presumibilmente in seguito all'ultimo abbassamento del livello eustatico. Lo spessore dei terreni organici in facies lacustre e palustre risulta pari a circa 10m nella zona di Ponte a Cappiano, e, come testimoniano le stratigrafie dei pozzi 187237 e 187034, si può presentare sia in facies sabbiosa che argillosa.

La sezione presenta 3 disconformità: la più recente è posta a profondità comprese tra -20 e -40m dal p.c. con profondità leggermente più elevate verso nord e separa i depositi olocenici da quelli pre-trasgressivi. La seconda, con maggior incertezza, è stata posta a profondità comprese tra -65 e -90m dal p.c., e separa i depositi pleistocenici da quelli pliocenici in discordanza angolare; infine, sul complesso collinare, abbiamo segnalato la disconformità erosionale presente alla base della formazione delle Cerbaie.

Stando a questo quadro è possibile che l'area settentrionale del comune possa essere attraversata da una faglia diretta collegata alla leggera rotazione verso nord del complesso sedimentario plio-pleistocenico, che costituirebbe la prosecuzione verso NordEst delle "Linea del Sillaro", indicato in Pasqucci 2005.

**La sezione B – B'** la cui traccia si estende per 3.650m in direzione NW-SE, si estende dall'abitato di Osanna-Cioni fino alla zona collinare a sud di Le Botteghe. Questa sezione attraversa una estesa area di padule priva di informazioni geognostiche. Non avendo log stratigrafici il passaggio da depositi olocenici a depositi alluvionali antichi è stato ipotizzato, in continuità con le altre sezioni, a profondità comprese tra -20 e -35m dal p.c. con profondità leggermente più elevate verso nord. Il contatto tra i depositi alluvionali ed il contesto collinare pliocenico è stato ipotizzato, unicamente sulla base della stratigrafia 187078 (fascicolo A4.4.1 allegato3), a circa -50m dal p.c.

Il forte contrasto di velocità sismica tra i depositi alluvionali ed il substrato pliocenico è evidente dal grafico della MASW a disposizione S25 (Allegato 4) ove si passa da 190m/s sulle alluvioni del pleistocene superiore a oltre 500m/s delle argille plioceniche.

**La sezione C – C'** è orientata SSW-NNE ed attraversa San Pierino e Fucecchio, per una lunghezza totale di 4.200 m. Essa è stata realizzata al fine di puntualizzare la geometria della copertura sia nella piccola valle del Rio Barbugiano, a nord di Fucecchio, sia nel sottosuolo della valle dell'Arno, in corrispondenza dell'abitato di San Pierino.

Utilizzando i dati a disposizione è stata ipotizzata la presenza di un contatto a bassa inclinazione tra le alluvioni pleistoceniche ed i depositi collinari pliocenici. Questo contatto raggiunge i -100m circa dal p.c. a sud di San Pierino. Le alluvioni oloceniche sembrano avere uno spessore di circa 20m nella zona di Ventignano (sismica S27 e stratigrafia 187094) e di circa 30/35m al di sotto di San Pierino.

Le alluvioni pleistoceniche affiorano lungo Via delle Fornaci (Fucecchio), in sinistra idrografica del Rio Barbugiano, costituendo di fatto un blando argine naturale di separazione tra la valle del Rio e la valle del Fiume Arno. Il Rio di Barbugiano scorre attualmente da est verso ovest raccogliendo da destra le acque del Rio Valpisana. Poco più a ovest prende il nome di "Rio di Fucecchio" e, attraversando il padule per oltre 3km, giunge a Ponte a Cappiano, ove si immette nel Canale Usciana. Come osservabile nella carta geologica ed in sezione C-C' la presenza di alluvioni terrazzate affioranti rappresenta uno sbarramento di età pleistocenica superiore, antistante a la valle del Rio Valpisana. In questo contesto è verosimile che, nel corso del Pleistocene superiore, la direzione di drenaggio principale delle acque fosse NNE-SSW e, sia le acque del Rio Valpisana sia quelle del Rio Barbugiano, confluissero verso sud nella paleo valle dell'Arno (al tempo molto più incisa in ragione del basso livello eustatico). Con l'innalzamento olocenico del livello del mare ed il riempimento della paleo valle la direzione di scolo preferenziale è quindi diventata est-ovest, ovvero quella lacustre e palustre del Padule di Fucecchio.

**La sezione D – D'** è orientata SW-NE e corre parallelamente alla Via Dante Alighieri, dalla zona industriale al centro di Fucecchio, per una lunghezza totale di 1.800m.

Il versante sud-occidentale del rilievo collinare che ospita il centro storico di Fucecchio è piuttosto acclive in ragione probabilmente dell'azione erosiva operata al piede dalle fluttuazioni dei meandri dell'Arno. In ragione di ciò il contatto alluvioni/collina assume elevata inclinazione anche nei primi metri al di sotto del piano campagna attuale. La base dell'Olocene è stata ipotizzata nel fondo valle occidentale di Fucecchio a circa -10 / -15m dal p.c. in ragione della presenza di un livello organico piuttosto continuo (indagini n. 90 e 187223 fascicolo A4.4.1) situato a questa profondità, e posto al di sopra di sabbie o argille compatte aventi valori di Vs superiori a 300m/s (indagini sismiche n. S13, S17, S19, S11). Il contatto alluvioni antiche/contesto collinare pliocenico ha ovviamente un grado di incertezza ancora maggiore in ragione delle poche indagini profonde e della loro scarsa qualità; è stato ipotizzato a circa 60-80m di profondità, al di sopra di un orizzonte ghiaioso che sembra essere piuttosto continuo.

**La sezione E - E'** è orientata W-E e, partendo da località Niccoletti passa per Massarella e termina più ad est, nel padule ad ovest di Ponte di Masino. La sezione attraversa le formazioni geologiche dei Depositi alluvionali del bacino Cerbaie-Altopascio (Pleistocene medio) e dei Depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci (o Sabbie di Marginone-Mastromarco o ancora Sabbie di Massarella-Torre, Rusciniano-Villafranchiano). Mentre lo spessore dei depositi del bacino Cerbaie-Altopascio deriva direttamente dalle osservazioni in affioramento, la base dei Depositi fluviali e lacustri del bacino di Lucca-Montecarlo-Vinci sembra essere di poco inferiore rispetto alla quota del fondovalle, sulla base delle indicazioni dei pochi pozzi a disposizione ed in particolare del n.187204 (nel quale la "sabbia gialla" è assimilabile alla facies tipica delle Sabbie di Marginone-Mastromarco mentre l'"argilla celeste con orizzonti di sabbia cementata" è riconducibile ai depositi marino-costieri pliocenici del bacino dell'Elsa-Pesa-Cerreto Guidi). Lo spessore dei depositi alluvionali e dei depositi palustri, data l'assoluta mancanza di indagini, è stato rappresentato in via indicativa sulla base degli esiti delle altre sezioni.

### **4.3 – TAVOLA A4.3 - CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE**

Le formazioni affioranti sono state esaminate da un punto di vista litotecnico prendendo in esame il tipo di stratificazione, lo stato di degradazione, la granulometria ed il grado di cementazione.

Per l'individuazione delle diverse Unità Litotecniche si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto dalla Regione Toscana (Dip.to delle politiche territoriali e ambientali U.O.C. Rischio Sismico) per la valutazione degli effetti locali (Programma VEL).

Non è stato necessario accorpere o suddividere ulteriormente le formazioni geologiche in quanto ognuna ha trovato una buona corrispondenza con le classi e sottoclassi del VEL.

Di seguito si riporta la descrizione delle varie unità litotecniche con riferimento alle indagini geognostiche su esse ricadenti. Per la lettura completa dei suffissi e delle classi attribuite ai terreni si rimanda alle istruzioni tecniche per le indagini geologico-tecniche redatte nell'ambito del programma VEL.

#### **MATERIALI A COMPORTAMENTO INTERMEDIO – GRANULARI CEMENTATI**

##### **Unità litologico – tecnica C:**

In questa U.L.T. sono comprese rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso, che presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle dei terreni s.s. Al suo interno è stata collocata la formazione delle Sabbie di Marginone-Mastromarco, classificabile come:

**C3.r7 - Sabbie lievemente cementate:** sabbie gialle clinostratificate caratterizzate da un elevato grado di addensamento che raggiunge spesso la cementazione.

#### **MATERIALI COESIVI CONSISTENTI**

##### **Unità litologico – tecnica D:**

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi di consistenza elevata. Si tratta della facies coesiva della formazione geologica pliocenica dei depositi marini del Bacino Elsa-Pesa-Cerreto Guidi. Tale formazione affiora estesamente nei rilievi di Fucecchio e Le Botteghe. La consistenza è da media ad elevata:

**D2.s2 – Argille coesive consistenti:** Argille ed argille sabbioso-siltose con valori di  $N_{sp}$  indicativamente compresi tra 15 e 30.

#### **COPERTURA – MATERIALI GRANULARI NON CEMENTATI O POCO CEMENTATI**

##### **Unità litologico – tecnica E:**

In questa U.L.T. sono compresi terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con lieve grado di cementazione. Lo stato di addensamento è stato valutato sia sui dati delle prove penetrometriche, quando esistenti, e sia sulla base di osservazioni in affioramento. Nel complesso sono state individuate 4 sottoclassi:

***E1-E2.a1-2.t3 – Ciottoli e ghiaie addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale:*** in questa classe abbiamo inserito i Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altopascio affioranti al tetto del terrazzo delle Cerbaie costituiti da limi addensati e sabbie con lenti di conglomerati. La frazione argillosa si ritrova sia nella matrice, che in sottili e discontinui livelli. La consistenza è da media ad elevata.

***E2-E3.a3-4.t1 – sabbie e ghiaie poco addensate con presenza di frammenti di dimensioni maggiori:*** in questa classe abbiamo inserito i depositi alluvionali terrazzati, tipicamente di media o medio-bassa consistenza, presenti soprattutto ai piedi dei rilievi ad est di Fucecchio, ma anche, in misura minore, ai piedi dell'altopiano delle Cerbaie. La consistenza è da media a medio-bassa.

***E3.a1-2.t3 – sabbie addensate e moderatamente addensate con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale:*** si tratta della facies sabbiosa della formazione geologica pliocenica dei depositi marini del Bacino Elsa-Pesa-Cerreto Guidi. Tale formazione affiora estesamente nei rilievi di Fucecchio e Le Botteghe. La consistenza è da media ad elevata.

***E3.a3-4.t3 – sabbie sciolte con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale:*** in questa classe abbiamo inserito i depositi alluvionali recenti, con composizione principalmente sabbiosa depositati per lo più nel fondovalle dell'Arno nella zona di San Pierino e Fucecchio. La consistenza è generalmente bassa.

## COPERTURA – MATERIALI CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA

### **Unità litologico – tecnica F:**

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza. Quest'ultima è stata valutata sulla base delle prove penetrometriche a disposizione. Nel complesso sono state individuate 3 sottoclassi:

***F1-F2.s3-4 – limi ed argille moderatamente consistenti:*** in tale sottoclasse è stata inserita la gran parte dei terreni del fondovalle presenti a sinistra idrografica del Canale Usciana, a sudest della fascia palustre, comprendendo sia i terreni per i quali abbiamo indicazioni certe dai dati geotecnici a disposizione e sia le zone di fondovalle per le quali non abbiamo indicazioni precise sulla composizione dei terreni ma che si inseriscono nel medesimo contesto geomorfologico e stratigrafico. La consistenza è generalmente medio-bassa.

***F1.s5-6 – limi poco consistenti:*** in tale sottoclasse è stata inserita l'area golenale del Fiume Arno soggetta a ripetute inondazioni a seguito delle quali si verifica la deposizione di limi con di lenti di sabbie fluviali. La consistenza di questi terreni è tipicamente bassa.

**F2.s5-6.t4 – argille poco consistenti con presenza di materiale torboso:** in tale sottoclasse è stata l'intera zona di fondovalle del Padule di Fucecchio. In questa zona i terreni argillosi si alternano a letti torbosi talvolta prevalenti e concentrati in spessori metrici. Degna di nota la presenza di lenti isolate di terreni granulari sciolti con materiale organico (vedasi ad es. stratigrafia n. 187050 fascicolo A4.4.1).

## PROCESSI DI VERSANTE E FORME ANTROPICHE

In tavola abbiamo distinto ulteriori quattro categorie di terreni che comprendono sia fenomeni di dissesto che forme imputate all'azione dell'uomo quali discariche, rilevati, riporti etc. Queste categorie indicano condizioni litotecniche riferibili ai primi metri di terreni dal p.d.c. per cui sono state campite con retini semitrasparenti, che lasciano intravedere la classe di appartenenza del substrato originario o non alterato presente al di sotto.

Gli elementi più ricorrenti e di maggior rilievo sono:

*Frane, coltri detritiche, coltri colluviali:* con tale sigla abbiamo individuato tutte le aree in frana indipendentemente dal loro stato di attività. Si tratta in generale di dissesti che interessano generalmente modesti spessori di terreno, se non la sola copertura superficiale. Si includono anche coltri detritiche di versante e colluvi di versante.

*Argini fluviali, rilevati e riporti:* in tale classe abbiamo raggruppato tutti i riporti antropici indipendentemente dalla loro origine o grado di compattazione. Gran parte delle zone urbanizzate a nordovest di Fucecchio e di Ponte a Cappiano sono poste su rilevato.

*Ex discarica:* Il rilevato della ex discarica "La Querciola".

*Ex cave:* con questo retino sono stati rappresentati i terreni denudati per l'escavazione di materiale sabbioso.

#### **4.4 – FASCICOLO A4.4 - DATI DI BASE**

I dati geognostici reperiti da numerose fonti sono stati raggruppati con apposita simbologia nella cartografia litotecnica unitamente agli esiti della campagna geofisica effettuata nell'ambito del presente studio dalla ditta P3 di Pisa. I vari database sono stati integrati tra loro rimuovendo per quanto possibile i duplicati provenienti da fonti differenti. I vari database sono stati catalogati in tre fascicoli contenenti allegati il cui contenuto è descritto nella seguente tabella:

<b>FASCICOLO</b>	<b>ALLEGATO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>NUMERO DI INDAGINI</b>
<i>A4.4.1</i>	1	Indagini geognostiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche dal 2006 al 2011)	120
	2	Indagini estratte dal database geognostico della Provincia di Pisa	10
	3	Pozzi profondi a stratigrafia nota estratti dal database ISPRA	93
	4	Indagini sismiche reperite presso l'archivio comunale (pratiche dal 2006 al 2013)	32 stese sismiche 6 indagini puntuali
<i>A4.4.2</i>	5	Indagini geognostiche già presenti nel Piano Strutturale Comunale	227
	6	Pozzi a stratigrafia nota estratti dal precedente Piano Regolatore	45
<i>A4.4.3</i>	7	Indagini sismiche eseguite a supporto della presente indagine	24

#### **4.5 – TAVOLA A.4.5 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI**

La recente Classificazione Sismica della Toscana 2012 , realizzata a partire dagli studi di sismicità dell'INGV (mappa mediana al 50° percentile), inserisce il comune di Fucecchio in zona sismica 3, riconducibile a tutti quei comuni che presentano accelerazioni inferiori a 0,15g con un tempo di ritorno pari a 475 anni.

La Giunta Regionale Toscana ha inoltre redatto una normativa per definire la metodologia da mettere in atto in sede di pianificazione urbanistica per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico.

In tale normativa viene richiesto di realizzare la carta delle *microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* secondo le specifiche tecniche definite negli ICMS (indirizzi e criteri per la microzonazione sismica) redatte dal dipartimento della Protezione civile e nelle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010 (allegato A).

Gli studi di microzonazione sismica devono individuare le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, sono individuati tre livelli di approfondimento con complessità ed impegno crescente.

In sede di pianificazione territoriale viene richiesto di eseguire almeno gli studi di livello 1, che sono propedeutici ai successivi, e che consistono in una raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale livello è finalizzato alla realizzazione della carta delle "Microzone Omogenee in prospettiva sismica" (MOPS). Questo elaborato individua le microzone dove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dei dati derivati da indagini sismiche, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica.

Nello specifico la normativa richiede, a supporto della stesura della carta di primo livello, di individuare le:

- *zone nelle quali non sono previste significative modifiche dello scuotimento che l'evento sismico causerebbe su terreni rigidi e pianeggianti;*
- *zone nelle quali lo scuotimento è amplificato per stratigrafia, topografia e per morfologie sepolte;*
- *zone suscettibili di frane in terreni e in roccia;*
- *zone potenzialmente suscettibili di liquefazioni e/o addensamento;*
- *zone interessate da faglie attive e capaci e/o strutture tettoniche;*
- *zone interessate da cedimenti diffusi e differenziali;*
- *zone di contatto tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti*



Nella carta MOPS abbiamo riportato anche le misure delle frequenze fondamentali dei depositi realizzate a supporto della presente indagine e reperite presso gli archivi comunali. In totale sono stati eseguiti 24 sondaggi tromometrici ed un profilo sismico di tipo MASW. Per la lettura completa dei dati si rimanda al fascicolo A4.4.3 (Indagine sismica). Qui di seguito riportiamo una tabella riassuntiva di tutte le tromografie disponibili nel comune di Fucecchio.

<b>INDAGINI HVSR APPOSITAMENTE EFFETTUATE (FASCICOLO A4.4.3)</b>					
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga		Località	Via	Data esecuzione
Sito 1	1645483	4841175	Ventignano	Via di Ventignano	27/06/13
Sito 2	1645766	4841890	San Pierino	Via dei Gerani	27/06/13
Sito 3	1644662	4842559	Samo	Via L.Banti	27/06/13
Sito 4	1645515	4843237	Fucecchio	Piazza XX Settembre (scuola)	10/01/13
Sito 5	1644758	4843291	Fucecchio	via dei Cerchi	27/06/13
Sito 6	1645772	4843502	Fucecchio	La Rocca	10/01/13
Sito 7	1645892	4843816	Fucecchio	Via Sotto le Vigne	27/06/13
Sito 8	1644943	4843789	Fucecchio	Via Marco Polo	27/06/13
Sito 9	1644544	4844000	Fucecchio	Via E. Mattei	27/06/13
Sito 10	1645211	4844415	Fucecchio	Via Borello	27/06/13
Sito 11	1645939	4845307	Vallebuia di Sotto	Via delle Colmate	10/01/13
Sito 12	1646625	4845108	Vallebuia	Via Citornella	10/01/13
Sito 13	1640034	4851504	Querce	Piazza I. Magozzi	08/10/13
Sito 14	1638302	4848418	Galleno	Via delle Pinete	08/10/13
Sito 15	1641232	4846552	Le Vedute	S.P. Pesciatina	08/10/13
Sito 16	1644697	4847209	Torre	Torre	08/10/13
Sito 17	1644842	4848987	Massarella	Via degli Aironi	08/10/13
Sito 18	1642905	4845001	P. Cappiano	C. Sportivo	08/10/13
Sito 19	1642479	4845006	P. Cappiano	Via della Palagina (scuola)	08/10/13
Sito 20	1644413	4846000	Cioni	Via Porto di Burello Torre	08/10/13
Sito 21	1643146	4844561	P. Cappiano	Via Francesca/Viale Colombo	10/01/13
Sito 22	1643910	4844354	Mezzopiano	Viale Colombo	10/01/13
Sito 23	1642799	4845029	P. Cappiano	C. Sportivo	10/01/13
Sito 24	1646428	4843090	Fucecchio	Via Martiri del Padule (scuola)	10/01/13
<b>INDAGINI HVSR REPERITE NEGLI ARCHIVI COMUNALI (FASCICOLO A4.4.1 allegato 4)</b>					
Tr1	1642410	4845547	P. Cappiano	Via C. Doddoli	-
Tr2	1645536	4843309	Fucecchio	Viale Bruno Buozzi	-
Tr4	1645924	4840957	Ventignano	Via Ventignano	-
Tr5	1646356	4841868	San Pierino	Via Vecchia Saminatese	-
Tr6	1646362	4841869	San Pierino	Via Vecchia Saminatese	-

#### **4.5.1- Procedura di Realizzazione della Carta MOPS**

Seguendo le direttive degli ICMS, l'individuazione delle *microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* è stata effettuata a partire dalla banca dati stratigrafica e sismica realizzata nell'ambito del presente studio utilizzando come base la cartografia tecnica (CTR) di maggior dettaglio disponibile. Le varie *microzone*, più o meno suscettibili di amplificazione, sono state definite sia arealmente, tenendo conto anche delle caratteristiche geomorfologiche locali (frane, zone acclivi etc.), sia in profondità, identificando una serie di "stratigrafie tipo" rappresentative delle caratteristiche stratigrafiche di ogni zona.

A partire dalla carta MOPS è stata poi realizzata, seguendo i criteri del D.P.G.R. 53/R/2011, la *carta della pericolosità sismica locale*.

La cartografia MOPS realizzata è stata inoltre valutata mediante la procedura semiquantitativa codificata negli ICMS e nell'allegato A di cui all'O.D.P.C.M. 3907/2010.

La procedura permette di stimare l'attendibilità delle carte attraverso un Fattore di Qualità espresso in percentuale, funzione sia della concentrazione areale che delle caratteristiche qualitative dei dati geognostici e sismici di base.

In sintesi le varie fasi di realizzazione della cartografia di pericolosità sismica si sono articolate come segue:

- delimitazione delle aree all'interno delle quali definire la cartografia, di seguito chiamate "zone MOPS";
- perimetrazione delle microzone omogenee in prospettiva sismica sulla base dei fenomeni geomorfologici rilevati, delle velocità sismiche, delle frequenze di fondamentali di sito, e delle successioni stratigrafiche. Contestuale realizzazione delle rispettive "colonne stratigrafiche tipo" (vedasi paragrafi 4.5.3, 4.5.4, 4.5.5);
- classificazione della qualità delle carte MOPS (vedasi allegato 1 in calce alla presente) sulla base della concentrazione e tipologia dei dati di base;
- realizzazione della *carta di pericolosità sismica locale* a partire dalla carta MOPS (vedasi capitolo 5.2).

#### **4.5.2 - Individuazione dell'areale di studio**

Come dettagliato nel D.P.G.R. 53/R, lo studio MOPS, deve essere realizzato in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il comune di concerto con la struttura regionale competente, individua secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B1.2 delle istruzioni del programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS.

Sulla base di ciò sono stati definiti 12 areali rappresentati nelle carte MOPS (carte A4.5.1 e A4.5.2), i principali delle quali sono quelli di: Fucecchio-Ponte a Cappiano, Le Vedute, Galleno, Ferretto, Pinete, Massarella, Torre. Considerando la grande dispersione delle

aree urbane minori nel contesto collinare delle Cerbaie, alcune piccole località sono rimaste escluse dallo studio in questione. Per queste aree comunque, come osservabile in tavola A4.5.1, il contesto geologico e geomorfologico dell'altopiano delle Cerbaie appare sufficientemente omogeneo da poter assumere come valido il medesimo contesto sismico delle aree limitrofe studiate, fatta salva la presenza occasionale di elementi di fragilità locali come frane, coltri detritiche etc.

Nel complesso le aree da noi trattate sono le seguenti, da nord a sud:

- Area MOPS Querce, comprendente il solo abitato di Querce
- Area MOPS Ulivieri, comprendente il solo abitato di Ulivieri
- Area MOPS Galleno, comprendente il settore di Galleno ricadente nel comune di Fucecchio
- Area MOPS Pinete, comprendente il solo abitato di Pinete
- Area MOPS Niccoletti, comprendente le località di Niccoletti e Salto alle Vecchie
- Area MOPS Cinelli, comprendente il solo abitato di Cinelli
- Area MOPS Massarella, comprendente il solo abitato di Massarella
- Area MOPS Cavallaia, comprendente l'area sud orientale di Massarella (località Cavallaia)
- Area MOPS Le Vedute, comprendente gli abitati di Le Vedute e Taccino
- Area MOPS Balzello, comprendente solo l'abitato di Balzello
- Area MOPS Torre, comprendente solo l'abitato di Torre
- Area MOPS Fucecchio, comprendente tutto il territorio di fondovalle, tra cui gli abitati di Ponte a Cappiano, Fucecchio, San Pierino, Le Botteghe, Cioni e Osanna.

All'interno di ognuna di queste aree, ai sensi degli ICMS, abbiamo perimetrato le microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), le quali si dividono in due tipologie:

- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Zone suscettibili di instabilità

Alle microzone sono state aggiunte, mediante un sovrassegno trasparente, le forme di superficie che possono produrre fenomeni di amplificazione topografica nonché, sulla base degli esiti della campagna tromometrica, le aree suscettibili di amplificazione stratigrafica (per maggiori dettagli si rimanda ai capitoli seguenti). Per quanto concerne morfosculture quali creste, scarpate e orli di terrazzo non sono stati individuati situazioni di interesse dal punto di vista sismico. Non è stata inoltre indicata la presenza di zone stabili in quanto nel comune di Fucecchio non affiora mai il substrato sismico così come definito dal D.M. 14 gennaio 2008 N.T.C. e ripreso dal paragrafo 2.3.3.b degli ICMS (caratterizzato da  $V_s > 800$  m/s).

#### **4.5.3 – TAV A.4.6 - Stratigrafie caratteristiche delle microzone omogenee in prospettiva sismica**

Dopo aver analizzato le indagini geognostiche presenti in banca dati, integrando le stesse con i dati derivati dalle perforazioni profonde e dalle indagini simiche, è stato possibile definire alcune colonne stratigrafiche rappresentative dell'areale investigato, osservabili in tavola A4.6. Queste colonne stratigrafiche mostrano una successione di terreni semplificata, rappresentativa di una vasta area e quindi, per sua natura, non rappresentativa di un sito specifico. Per alcune microzone tuttavia si è ritenuto opportuno realizzare più stratigrafie tipo, le quali, pur riferendosi a località differenti, sono riconducibili ad una similare risposta sismica locale.

Le stratigrafie presentano 9 litotipi principali rappresentati con retini differenti. Il colore dei retini è stato utilizzato per rappresentare il grado di consistenza, che va da plastico/sciolto a molto consistente.

Per la realizzazione delle colonne, hanno rappresentato una importante risorsa le stratigrafie delle perforazioni a distruzione di nucleo (per lo più dati ISPRA) che, oltre ad essere ben diffuse sul territorio, raggiungono profondità significative dal punto di vista sismico e forniscono di per sé una informazione semplificata della stratigrafia del sito. I log dei pozzi hanno rappresentato quindi il punto di partenza per la stesura delle colonne stratigrafiche, che sono state poi riviste in funzione delle altre indagini geognostiche e sismiche a disposizione.

#### **4.5.4 – Descrizione delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e delle relative colonne stratigrafiche**

Nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale.

Le “stratigrafie tipo” rappresentative delle microzone, sono descrivibili come segue:

#### **ZONA 1 - ALTOPIANO DELLE CERBAIE ZONA GALLENO-PINETE-FERRETTO**

*Depositi alluvionali del Bacino Cerbaie-Altoscio “Terrazzo delle Cerbaie”; per questa zona, che rappresenta la stratigrafia tipo del terrazzo delle Cerbaie sono state individuate tre colonne stratigrafiche tipo:*

**Zona 1a – Galleno:** è stata estesa sino a -70m circa dal p.c. a partire dalla stratigrafia del pozzo Ispra 193345, e tiene conto di altre stratigrafie quali quelle dei pozzi 187200 e 187216. La colonna stratigrafica in oggetto è rappresentativa della zona orientale di Galleno.

Al di sotto di un livello di 10-20m di spessore prevalentemente granulare ed organizzato in trend fining upward, si intercetta un livello di 20-30m di spessore caratterizzato da terreni coesivi compatti, all'interno del quale si possono riscontrare lenti ghiaiose con spessore fino a 4m. Più in basso, a circa 40-50m dal p.c. si ritrova un livello di sabbie e ghiaie il cui

spessore può arrivare fino a 10m, al di sopra del quale è stata posta la disconformità che separa il Pleistocene medio dal sottostante Villafranchiano.

Al di sotto dei 50m circa si hanno depositi coesivi compatti e la velocità delle onde S sale sino a 640m/s. Una lente ghiaiosa di esiguo spessore è talvolta presente a circa -65m dal p.c..

**Zona 1b – Pinete:** è stata estesa sino a circa -130m dal p.c. a partire dalla stratigrafia 187238 e delle circostanti tra cui le n. 187029, 187186, 187026. Questa colonna stratigrafica è riferibile alle aree di Pinete e Niccoletti. A differenza della zona 1a in questo settore predominano in superficie, e sino a -35/-40 m dal p.c., depositi coesivi all'interno dei quali si ritrovano comunque lenti di ghiaie.

A -40m circa si ritrova un livello di ghiaie piuttosto continuo ma di esiguo spessore, seguito da 10-15m di argille compatte. In corrispondenza del suddetto livello di ghiaie è stata ipotizzata la base del pleistocene medio; nelle argille inferiori infatti sono presenti livelli di sabbia cementata con fossili (187029), facies attribuibile con maggior probabilità alla formazione villafranchiana delle Sabbie di Marginone-Mastromarco (o Sabbie di Massarella-Torre) piuttosto che ai depositi continentali delle Cerbaie.

Livelli di sabbie cementate sono stati rilevati a -55 e -75m dal p.c. separati da terreni misti argilloso-sabbiosi compatti. A circa -85m dal p.c. è stato rilevato un livello di ghiaia cementata di esiguo spessore. Al di sotto si hanno argille sabbiose con spessore tra 15 e 25m seguite da ghiaie con intercalazioni di argilla. Le velocità di propagazione delle onde S crescono progressivamente in profondità sino a superare i 400m/s oltre i -15m dal p.c. (S7 fascicolo A4.4.1 all.4).

**Zona 1c – Ferretto:** questa stratigrafia è stata rappresentata sino a circa -150m dal p.c. ed è rappresentativa dell'area di Ferretto. Dopo un primo orizzonte granulare organizzato in trend fining upward, simile al primo orizzonte della zona 1a, si hanno ben 80-90m di terreni argillosi compatti, caratterizzati da  $V_s > 500$ m/s all'interno dei quali, tra 30 e 40m di profondità, si hanno lenti ghiaiose di circa 3-5m di spessore.

All'interno di questi livelli è stato ipotizzato il passaggio della disconformità che separa i depositi pleistocenici medi delle Cerbaie dai più antichi depositi villafranchiani, che in questo settore si presentano prevalentemente coesivi con rare lenti sabbiose.

A circa 100-110m dal p.c. si trovano depositi granulari con importante componente coesiva. Al di sotto di essi, la stratigrafia passa ad argille consistenti seguite, tra circa -130 e -135m da ghiaie. Sotto i -130/-140m si passa infine ad argille omogenee.

## **ZONA 2 - ALTOPIANO DELLE CERBAIE, CONTESTO PLIO-PLEISTOCENICO**

**Zona 2a – Ponte a Cappiano ovest.** Questa colonna stratigrafica è stata estesa sino a circa -80m dal p.c. utilizzando i dati provenienti dalle indagini n. 187170 (A4.4.1 all.3) e 23 (A4.4.2 all. 6), e si riferisce alla parte collinare di Ponte a Cappiano.

La stratigrafia vede un orizzonte superficiale di limi argillosi seguiti da sabbie limose mediamente consistenti, per uno spessore totale di 15-20m dal p.c. Al di sotto si hanno

argille compatte seguite da sabbie e ghiaie per uno spessore di circa 5m. Tra 25-30m e circa -45m si hanno sabbie argillose ed a seguire argille con un livello di ghiaia a circa -70m dal p.c.

Il materiale geognostico a nostra disposizione non ha permesso di determinare la posizione del contatto con la formazione pliocenica sebbene, sulla base delle sezioni realizzate, sembrerebbe posto a circa -30/-50m dal p.c.

La stessa considerazione vale per le zone 2b e 2c. Le velocità di propagazione delle onde S crescono progressivamente in profondità sino a superare i 500m/s oltre i -13m dal p.c. (S9 A4.4.1 all.4).

**Zona 2b – Località Calzino** (tra Torre e Le vedute). La stratigrafia è stata estesa sino a circa 200m dal p.c. dai profili n. 187252 e 187175. In questo settore, nei primi 15m dal p.c., si ha un livello superficiale sabbioso di spessore esiguo seguito da argille limose. A seguire, dopo un livelletto di ghiaia piuttosto continuo, si hanno argille limose compatte sino a circa -40m dal p.c.. Oltre questa profondità diventa più abbondante la componente sabbiosa sino a circa -85m dal p.c.. Da circa -85 a -90 è stato rilevato un livello di ghiaietto seguito da argille limose compatte con un livello di circa 10m di sabbia ghiaiosa a circa -100m dal p.c.. La stratigrafia prosegue con argille limose compatte con un livello sabbioso organico a circa -140m ed un livello di ghiaietto di 5-10m di spessore a -150m dal p.c..

**Zona 2c – Località Massarella – Torre.** A partire dalle stratigrafie 187204, 187205 (A4.4.1 all.3) e 39 (A4.4.2 all.6) questa stratigrafia è stata rappresentata sino a circa -130m dal p.c. ed è da considerarsi rappresentativa a grandi linee dell'area orientale dell'altopiano delle Cerbaie, tra cui vi sono le località di Massarella e Torre. A differenza della zona 2a e 2b in questo settore predominano in affioramento sabbie limose per uno spessore anche superiore a 30m, seguite da Argille con orizzonti di sabbia cementata per ulteriori 50-60m. A circa -85m dal p.c. è stato rilevato un livello di ghiaie di circa 5m di potenza seguito da argille più o meno sabbiose alternate, ogni 10-20m a livelli di ghiaia con sabbia. Le velocità di propagazione delle onde S crescono progressivamente in profondità sino a superare i 500m/s oltre i -25m dal p.c. (S16 A4.4.1 all.4).

### **ZONA 3 - CONTESTO COLLINARE PLIOCENICO**

**Colline ad est di Fucecchio.** Principalmente grazie alla stratigrafia 187179 (A4.4.1 all.3) è stato possibile stendere questa stratigrafia, rappresentativa delle colline ad est di Fucecchio ed a sud di Le Botteghe e viene di seguito descritta a partire dalla sommità dei rilievi a sudest di Le Botteghe. I litotipi attraversati hanno consistenza leggermente inferiore a quelli riscontrati sull'altopiano delle Cerbaie. Dopo max 10m di sabbie e limi affioranti si passa a sedimenti coesivi che localmente possono presentarsi plastici. Tra -20m e -35/-45m si hanno sabbie e limi mediamente consistenti seguiti, sino a -50/-60m da argille limose ed argille sabbiose. Tra i -60 e -150m circa si hanno argille, che presentano una componente sabbiosa intorno ai -110m dal p.c.. Degno di nota un sottile livello di ghiaia a circa -95m.

## **ZONA 4 - CONTESTO ALLUVIONALE PREVALENTEMENTE COESIVO**

**Zona 4a – Le Botteghe ovest.** A partire dalle stratigrafie n. 187078 e 187032 (A4.4.1 all.3) è stata rappresentata la seguente stratigrafia di massima riferibile alla fascia alluvionale posta ad est dell'abitato di Le Botteghe. Sino a 15/25m dal p.c. si ritrovano prevalentemente limi argillosi di piana alluvionale poco consistenti i quali si interrompono al di sopra di un orizzonte di ghiaie piuttosto continuo con spessore compreso tra 1 e 6m. Questa interfaccia è stata ricondotta alla base dell'Olocene considerando questo contatto l'ultimo importante cambio di facies. Dopo un piccolo livello di argilla si passa, oltre i -30m dal p.c. a terreni consistenti, e, sino a circa -50m si hanno argille, seguite da argille dure e a tratti sabbiose sino a -75m dal p.c.. Infine, dopo un livello di ghiaia di esiguo spessore intorno ai -75m dal p.c. si passa nuovamente ad argille. In ragione di un aumento di consistenza dei terreni il limite superiore del pliocene è stato ipotizzato, non senza incertezza, a circa -25/-30m dal p.c.

**Zona 4b – Località “C. Taccino”, tra Fucecchio e Ponte a Cappiano.** A partire dalle stratigrafie n. 187130 (A4.4.1 all.3) e 187093 (per la parte profonda) è stata rappresentata la seguente stratigrafia di massima riferibile alla fascia alluvionale posta tra Fucecchio e Ponte a Cappiano, nella zona priva di depositi torbosi. In quest'area gli spessori di terreni alluvionali olocenici poco consistenti è superiore rispetto alla zona 3a; si hanno infatti 30/35m di argille limose e sabbiose sovrapposte ad un livello continuo di ghiaie di 1-4m di spessore sulla cui sommità è stata ipotizzata la base dell'Olocene. Uno spesso strato di argille limose e sabbiose mediamente consistenti segue in profondità sino a circa -80m dal p.c., seguito da un'orizzonte di sabbie argillose con ghiaie di 4-10m di potenza, al di sopra del quale è stato ipotizzato, in via del tutto indicativa, il passaggio ai sedimenti pliocenici. Altre argille si rilevano sino a circa -120m dal p.c.. A seguire, tra circa -125 e -135m si riscontra un livello piuttosto potente di ghiaia. L'ultimo livello indicato nella colonna stratigrafica è rappresentato da argille omogenee.

## **ZONA 5 - CONTESTO ALLUVIONALE PREVALENTEMENTE GRANULARE**

**Zona 5a – Fucecchio meridionale e San Pierino.** Questa stratigrafia si riferisce all'area meridionale dell'abitato di Fucecchio ed a San Pierino. In quest'area la presenza di sabbie si manifesta in lenti di spessore molto variabile e risulta difficile definire uno schema stratigrafico generale; si osservino a titolo di esempio le stratigrafie n. 187172 (A4.4.1 all.3), in cui si ha un contesto prettamente granulare, e la stratigrafia 187242 (A4.4.1 all.3), prossima alla precedente, in cui si hanno terreni coesivi. In questo contesto abbiamo indicato una stratigrafia rappresentativa del contesto nel suo insieme a partire dal log n. 187182 (A4.4.1 all.3), situato a Fucecchio. Dopo un livello superficiale di sabbie limose di 5-10m (localmente di spessore maggiore) si passa ad argille poco consistenti sino a circa -25/-30m dal p.c.. Al di sotto si rileva un orizzonte di ghiaie lateralmente continuo ma di esiguo spessore, seguito da argille debolmente sabbiose mediamente consistenti. A circa -45/-50m dal p.c. si rileva un livello di ghiaie di 2-5m di spessore seguito da argille

compatte. Verso sud lo spessore delle alluvioni attuali e recenti diventa via via maggiore in ragione dell'azione erosiva dell'Arno e della maggiore subsidenza. Sulla base degli esiti della sezione geolitologica C (Tav. A4.6) lo spessore della coltre alluvionale (incluso il pleistocene superiore) sembrerebbe raggiungere i 100m.

**Zona 5b – Fondovalle di Ponte a Cappiano.** Questa colonna è realizzata utilizzando come base quella della zona 4b, geograficamente adiacente. Si riferisce all'area alluvionale di Ponte a Cappiano ed ai principali impluvi che incidono il versante meridionale dell'altopiano delle Cerbaie. All'interno di questi ultimi la stratigrafia così rappresentata deve intendersi "espansa" nei valori di profondità in ragione del minor tasso di subsidenza e quindi del minor spessore degli strati negli impluvi minori (si veda la nota a fianco della colonna stratigrafica). A differenza della zona 4b questa colonna presenta un primo orizzonte di sabbia limosa e argillosa poco consistente, con spessore compreso tra 2 e 20m.

## **ZONA 6 – CONTESTO ALLUVIONALE TERRAZZATO**

**Fondovalle di Le Botteghe.** Questa colonna si riferisce all'area di Le Botteghe ove affiorano alluvioni terrazzate. Essa è stata realizzata utilizzando la parte inferiore della stratigrafia della zona 3 (la cui parte superiore è stata erosa) alla quale si appoggiano le alluvioni terrazzate riferibili al Pleistocene superiore. Queste ultime hanno uno spessore massimo di circa 25m e sono rappresentate da sabbie e ghiaie con lenti argillose mediamente compatte. La porzione inferiore della stratigrafia in oggetto è rappresentata dai membri argillosi compatti osservabili anche nella parte basale della zona 3.

### **4.5.5 – Criteri di definizione delle zone suscettibili di instabilità e descrizione delle corrispondenti colonne stratigrafiche**

In queste zone gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, non escludendo anche la possibilità di fenomeni di amplificazione del moto.

Nel Comune di Fucecchio abbiamo individuato cinque categorie di effetti:

#### **INSTABILITÀ DI VERSANTE (FR)**

questa categoria è stata ulteriormente suddivisa in attiva, quiescente ed inattiva in base allo stato di attività del fenomeno, identificando anche la tipologia di franosità suddivisa in frane per crollo o per ribaltamento. Non risulta necessaria la realizzazione di una specifica colonna stratigrafica.

#### **LIQUEFAZIONE (Li)**



Nel porzione del territorio comunale ricadente nel fondovalle del Fiume Arno e del Padule di Fucecchio, abbiamo individuato, analizzando i risultati delle indagini geognostiche, le osservazioni in affioramento ed i dati delle perforazioni, le zone in cui la prima porzione di sottosuolo è caratterizzata da prevalenza di terreni coesivi (zona 4), e quelle in cui prevalgono terreni granulari (zona 5). All'interno di queste ultime abbiamo perimetrato alcune aree in cui sono presenti, nei primi 15m di terreno, sedimenti sabbiosi sciolti o poco compatti, potenzialmente suscettibili di liquefazione. Questi areali, identificati nella carta MOPS attraverso un sovrassegno trasparente, sono essenzialmente localizzati nel fondovalle di Ponte a Cappiano e nell'area golenale del fiume Arno. Non è stato possibile rappresentare tutte queste aree in una unica stratigrafia pertanto ne sono state realizzate tre, una per l'area alluvionale di Ponte a Cappiano (Li1, Ponte a Cappiano sud-est), una per l'area di padule di Ponte a Cappiano (Li2, Ponte a Cappiano est) ed una per l'area golenare dell'Arno a sud di Fucecchio (Li3). In ogni caso la perimetrazione delle aree potenzialmente liquefacibili ha un significato indicativo in quanto, trattandosi di una microzonazione sismica di livello 1 ai sensi degli I.C.M.S., è stata effettuata in maniera qualitativa, utilizzando le scarse informazioni geognostiche già disponibili.

**Li1 – Ponte a Cappiano sud-orientale.** Questa stratigrafia è essenzialmente identica a quella riferita alla zona 5b fatta salva la minore concentrazione di matrice coesiva nel primo orizzonte. Questo emerge qualitativamente dal controllo delle indagini geognostiche a disposizione che mostrano verso questa microzona un trend “più granulare” rispetto alle circostanti. Si osservi ad esempio la stratigrafia del pozzo n.14 (A4.4.2 All. 6).

**Li2 - Ponte a Cappiano orientale (padule).** In questa microzona si sovrappongono due fattori di rischio: quello dei cedimenti e quello del potenziale di liquefazione. La colonna è riferibile alla stratigrafia n. 187034 (A4.4.1 all.3) e vede la presenza in superficie di sabbie soffici e organiche sino a 10-20m dal p.c. seguite da argille compatte. A circa 25m di profondità si rileva la presenza di ghiaie, al di sopra delle quali è stata ipotizzata la base dell'Olocene. Tra circa -35 e -45m dal p.c. si hanno argille mediamente compatte seguite da sabbia e ghiaia. Al di sotto si hanno infine argille. Vi sono sicuramente dubbi sulla collocazione del passaggio al pliocene il quale è stato posizionato indicativamente al tetto del secondo letto di ghiaie.

**Li3 – Fucecchio meridionale – San Pierino.** Questa stratigrafia è essenzialmente identica a quella riferita alla zona 5a in cui si hanno però, in superficie, tra 2 e 20m di sabbie debolmente limose con lenti organiche. Nella carta MOPS questa colonna si riferisce all'area golenare dell'Arno; è stata perimetrata essenzialmente con un approccio geomorfologico, tentando di ricostruire anche eventuali paleomeandri recenti. Una indicazione della presenza di questa microzona emerge qualitativamente dal controllo delle indagini geognostiche a disposizione che mostrano un trend “più granulare” avvicinandosi all'alveo del fiume. Si osservi ad esempio la stratigrafia del pozzo n.187223 (A4.4.1 all.3) il quale, sebbene sia stato escluso dalla microzona potenzialmente liquefacibile (in quanto isolato), riscontra sabbie fini a quote superficiali.

## **CEDIMENTI DIFFERENZIALI (CD)**

Negli ICMS, relativamente ai cedimenti differenziali, si chiede di individuare “*le aree di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse*”. Secondo tale indicazione sembrerebbe di dover inserire in questa categoria esclusivamente le fasce di contatto tra litologie molto differenti come ad esempio tra rocce e depositi alluvionali. Nel D.P.G.R. 53/R viene invece richiesto di individuare i “*terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali*” che vengono richiamati anche nella legenda della classificazione della pericolosità sismica come “*...zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi...*”. Nella stessa legenda vengono anche richiamate le “*zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti*”.

In definitiva riteniamo di dover inserire in questa categoria la zona del Padule di Fucecchio caratterizzata da presenza di argille molli con intercalazioni anche importanti di livelli torbosi. Anche per questa zona abbiamo individuato una colonna stratigrafica tipo che raggiunge i 55m dal p.c.

Questa colonna è identica alla colonna per la microzona Li2 fatto salvo il primo orizzonte ove si segnalano terreni torbosi a granulometria coesiva o mista.

## **AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA**

Abbiamo compreso in questa categoria alcune piccole aree sull'altopiano delle Cerbaie nelle zone di Le Vedute, Balzello e Massarella (est). Questa porzione di territorio presenta pendenze mediamente elevate e complessivamente superiori a 25°, con dislivelli rilevanti. Non risulta necessaria la realizzazione di una specifica colonna stratigrafica.

## **AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA**

Al fine di studiare la risposta sismica dei terreni alle varie frequenze è stata predisposta ed eseguita una campagna tromometrica su tutto il territorio comunale i cui esiti sono riportati nel fascicolo A4.4.3. Per rappresentare su carta gli esiti della campagna ed individuare i territori i cui terreni inducono amplificazione sismica è stata realizzata, nella stessa carta MOPS, una carta delle frequenze di sito. Tale classificazione è stata effettuata contrassegnando ogni tromografia con uno o più punti di vario colore (in funzione della frequenza) e dimensione (in funzione dell'ampiezza del picco nel rapporto H/V). Qualora la stessa tromometria presentasse più picchi significativi a frequenze differenti è stato riportato in carta un punto per ogni picco in frequenza. Nella carta sono stati ovviamente inseriti anche gli esiti delle tromografie reperite presso gli archivi comunali (A4.4.1 allegato 4).

Come osservabile in tavola l'altopiano delle Cerbaie risulta privo di picchi di amplificazione in ragione dell'assenza di una copertura soffice e quindi di bruschi aumenti di velocità di propagazione delle onde S nelle prime decine di metri. Negli stendimenti sismici a disposizione infatti la  $V_s$  cresce piuttosto uniformemente con la profondità in tutto l'altopiano. Gran parte del contesto alluvionale del padule e della val d'Arno invece risulta interessato da uno o più picchi nel rapporto H/V in ragione della presenza di una coltre alluvionale soffice appoggiata, a profondità differenti, ai terreni sovraconsolidati di

pertinenza collinare. Sulla base degli esiti della campagna tromometrica è stata perimetrata sulla carta MOPS un'area semitrasparente di colore azzurro che racchiude tutte le aree di fondovalle che hanno restituito un picco con ampiezza superiore a 3 nel grafico H/V. L'area così individuata copre gran parte dell'abitato di San Pierino, la porzione occidentale di Fucecchio, il fondovalle di Ponte a Cappiano e tutto il padule. Di fatto si osserva che la maggiore e più diffusa amplificazione sismica si ha nel range di frequenze che va da 1,0 a 1,5Hz e, subordinatamente, da 1,5 a 2,0Hz. Tali frequenze possono generare fenomeni di doppia risonanza su edifici molto alti (Masi et al., 2007). Frequenze maggiori ci si possono aspettare ad est di Ponte a Cappiano, immediatamente a sud del bordo delle Cerbaie, laddove il padule è situato poco al di sopra del basamento collinare. Tutta l'area di padule è stata pertanto classificata come potenzialmente suscettibile di amplificazione stratigrafica.

## **5 – TAVOLE DI PROGETTO**

### **5.1 – TAVOLA C.2 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R/2011 E DEL P.A.I. BACINO ARNO**

Componendo tra loro, in modo ragionato, gli aspetti geologici, litotecnici, morfologici e geomorfologici, si è proceduto alla stesura delle carte di Pericolosità Geologica sulla base dei criteri dettati dal D.P.G.R. n°53/R e dalle Norme del PAI Bacino Arno. Per facilitare la visione d'insieme delle problematiche, abbiamo rappresentato su un'unica carta le pericolosità geologiche secondo il DPGR 53/R e le perimetrazioni indicanti le situazioni di fragilità geomorfologica individuate ai sensi del P.A.I. Bacino Arno.

**G4DPGR 53/R** - Pericolosità molto elevata: in questa classe sono state inserite le aree coinvolte in frane attive con la relativa area di influenza, i corsi d'acqua ed i laghi, nonché le aree centrali di padule in cui si attendono fenomeni di subsidenza estremamente elevati in caso di applicazione di carichi antropici permanenti (si tratta essenzialmente dei territori palustri a margine del Canale Usciana, del Torrente Vincio e dell'area compresa tra il Canale del Capannone ed il Canale del Terzo).

In riferimento ai fenomeni di versante attivi e relative aree di influenza, da ricondurre a fenomeni di frane, le perimetrazioni redatte ai sensi del DPGR 53/R e quelle redatte ai sensi del PAI ARNO, coincidono perfettamente per cui si ha:  $PF4PAI\ ARNO = G4DPGR\ 53/R$ .

La classe G4 per fenomeni di versante, come osservabile nella carta C.2.2, risulta statisticamente più ricorrente nel contesto collinare pliocenico ad est di Fucecchio rispetto alle colline dell'altopiano delle Cerbaie, e mette in risalto le modeste caratteristiche geotecniche complessive dei litotipi pliocenici.

Alcune piccole scarpate attive, di estensione limitata (molto minore di 1500 mq), sono state cartografate in G4, ma non sono state inserite, per la loro dimensione negli areali classificati ai sensi del PAI

**G3DPGR 53/R** - Pericolosità elevata: in questa classe sono stati inserite le aree soggette ad erosione per ruscellamento superficiale, le zone coperte da terreni colluviali, i soliflussi localizzati, le coltri detritiche di versante, i versanti con inclinazione superiore al 25% (la cui perimetrazione è stata effettuata manualmente ed in maniera ragionata, includendo talvolta anche settori ad inclinazione minore ma con evidenze di fragilità geomorfologica), le scarpate quiescenti e le frane quiescenti con relativa area di influenza, le aree golenali e le aree di padule non ricadenti in classe di pericolosità superiore.

Gli areali individuati ai sensi delle due normative (PAI e 53/R) si differenziano in quanto l'Autorità di Bacino Arno inserisce nella classe PF3 solo le "aree in frana quiescente e il loro intorno" mentre il DPGR 53/R classifica all'interno della classe G3 le "aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti (non comprendendo le aree di influenza); aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree

interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%”.

Inoltre, in accordo rispetto a quanto indicato dalla normativa del PAI, abbiamo ritenuto opportuno inserire nella classe PF3 anche alcuni versanti particolarmente acclivi con altezze complessive maggiori di 20-25 metri, che presentano a tratti indizi di fragilità geomorfologica. Queste aree sono state indicate in carta con bordo verde e con la seguente dicitura in legenda: “versanti acclivi di entità rilevante con segni di dissesto quiescente”.

Nella pratica, analizzando le normative sulla base dei fenomeni riscontrati sul territorio si ha che la classe G3DPGR 53/R appare molto più estesa rispetto alla classe PF3PAI ARNO.

**G2DPGR 53/R – Pericolosità media:** il DPGR 53/R classifica all'interno della classe G2 le “aree in cui sono presenti fenomeni inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

In quest'area sono state quindi inserite le porzioni di versante non ricadenti in classi di pericolosità superiori, le aree alluvionali di fondovalle esterne al padule, i fondovalle dei Rii minori che attraversano le colline delle Cerbaie ed i rilevati, ove risulta una bassa propensione al dissesto.

**G1DPGR 53/R - Pericolosità bassa:** in questa classe sono state inserite solo porzioni del territorio collinare, in cui si hanno terreni di buona consistenza ad inclinazione bassa o nulla (pendenze inferiori al 15%) e distanti da corsi d'acqua e da fenomeni di dissesto.

Le perimetrazioni inserite nelle classi di pericolosità del PAI Arno, sono state oggetto di verifica da parte dei tecnici dell'Autorità di Bacino, e costituiscono aggiornamento al quadro conoscitivo del PAI.

## **5.2 – TAVOLA C.3 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di microzonazione sismica ha consentito di valutare le condizioni di pericolosità sismica degli areali indagati secondo i criteri dettati dal D.P.G.R. 53/R.

**La Pericolosità sismica molto elevata (S4)** è stata attribuita alle zone suscettibili di instabilità di versante attiva che potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici. In particolare tale classe è stata attribuita alle frane attive (microzona “FRa”).

**La Pericolosità sismica elevata (S3)** è stata attribuita alle 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; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone alluvionali che, nell'ambito della campagna tromometrica, hanno restituito picchi di ampiezza superiore a 3 nel rapporto H/V.

Ricadono all'interno di questa classe alcune aree collinari interessate da fenomeni gravitativi quiescenti (microzona “FRb”) e potenzialmente soggetti ad amplificazione topografica, i terreni colluviali, il padule di Fucecchio (microzona “CD”) e la fascia di terreni alluvionali che va da San Pierino a Ponte a Cappiano (microzona “L” e microzona “amplificazione stratigrafica”).

**La Pericolosità sismica media (S2)** è stata attribuita alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (Microzone da 1 a 6) non ricadenti in classe di pericolosità superiore. Si tratta delle aree subpianeggianti e poco inclinate con terreni dalle buone caratteristiche geotecniche, prive di indizi di instabilità.

**La Pericolosità sismica bassa(S1)** è riconducibile alle “zone stabili”, caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido ( $V_s > 800\text{m/s}$ ). Non è rappresentata nel comune di Fucecchio.

### **5.3 – TAVOLA C.5 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R/2011 (Ing. Gesualdo Bavecchi)**

Il D.P.G.R. 53/r stabilisce, per la valutazione della fragilità idraulica del territorio, due diversi approcci:

- *su base morfologica e storica* per le porzioni di territorio al di fuori delle unità territoriali organiche elementari (U.T.O.E.) potenzialmente interessate da previsioni insediative ed infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino ed in assenza di studi idrologici e idraulici;
- *a partire da verifiche idrologico-idrauliche* per le porzioni di territorio ricadenti all'interno delle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative ed infrastrutturali, e per quelle riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino.

Nell'ambito della redazione del presente Regolamento Urbanistico lo studio della fragilità idraulica del territorio è stato affidato all'ingegnere idraulico Gesualdo Bavecchi il quale ha eseguito le opportune verifiche idrologico-idrauliche e realizzato la cartografia di pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R. Per l'analisi di tali cartografie si rimanda ai suoi elaborati che sono così organizzati:

- A4.7 - Sezioni idrauliche (quadro conoscitivo)
- C4 - Relazione idraulica
- C5 - *Carta di pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011*
- C6 - Proposta di nuova perimetrazione del P.A.I.

#### **5.4 – TAVOLA C.8 - ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO IN BASE AGLI ARTICOLI DEL PROGETTO DI PIANO DI BACINO STRALCIO “BILANCIO IDRICO”**

La carta C8 affronta ed evidenzia le criticità degli acquiferi dovute essenzialmente ad azioni antropiche quali i prelievi da pozzi.

L'aspetto, relativo alle situazioni di criticità degli acquiferi, è espresso dall'equazione di continuità dei volumi entranti, uscenti ed invasati per un dato bacino superficiale e idrogeologico, al netto delle risorse necessarie per la conservazione degli ecosistemi acquatici e dei fabbisogni per i diversi usi.

Il bilancio idrico, derivando dal bilancio idrologico, è strutturato su una base di dati naturali a cui sono stati aggiunti i dati derivanti dagli usi antropici. All'interno del bilancio è contenuta inoltre una componente di natura vincolistica, destinata alla tutela ambientale delle acque superficiali, il deflusso minimo vitale (dmv), ossia quella portata che deve essere mantenuta in tratti omogenei del corso d'acqua al fine di garantire il mantenimento delle biocenosi tipiche locali e la salvaguardia dell'equilibrio morfologico e delle caratteristiche fisico chimiche delle acque.

Il bilancio fa riferimento alle norme del Piano di bilancio idrico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Con tali norme, l'autorità di Bacino ha voluto fornire gli strumenti per la regolazione amministrativa dei prelievi, sia superficiali che sotterranei.

La carta riportata in Tavola C.8 riporta la zonizzazione del territorio comunale sulla base degli Articoli delle misure del Piano di Bilancio idrico consultabili alla pagina <http://www.adbarno.it/cont/testo.php?id=98>.

Ai fini del presente studio, relativamente agli aspetti della vulnerabilità idrogeologica, si ritiene valida la carta redatta a supporto del Piano Strutturale vigente (Tav.C.6.1.6 - Quadro Conoscitivo). Questa carta rappresenta il riferimento per l'individuazione di situazioni in cui la risorsa idrica appare vulnerabile. Per i dettagli si rimanda a quanto scritto nella relazione geologica redatta a supporto del Piano Strutturale (paragrafo 8 – Relazione D.3.1 – Progetto).



## **6 – FATTIBILITA' DEL PROGETTO URBANISTICO**

Il giudizio di fattibilità è stato elaborato tenendo conto delle situazioni di pericolosità riscontrate per i diversi fattori geologici, idraulici e sismici, nel rispetto dei criteri indicati dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R e delle disposizioni dettate da normative sovraordinate quali il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e la L.R. 21/05/2012 n°21.

### **6.1 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ INDICATI DAL D.P.G.R. 25/11/2011 N.53/R**

#### **6.1.1 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici**

Il progetto di pianificazione deve essere improntato nel rispetto delle diverse condizioni di fragilità geologica riconosciute all'interno del territorio comunale.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata debbono essere rispettati 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.

Nelle aree 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.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica media le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica bassa possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

### **6.1.2 – Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici**

Nelle situazioni caratterizzate da un livello di pericolosità idraulica molto elevata, è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;
- b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d) relativamente agli interventi di nuova edificazione, di sostituzione edilizia, di ristrutturazione urbanistica e/o di addizione volumetrica che siano previsti all'interno delle aree edificate, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza

(porte o finestre a tenuta stagna, parti a comune, locali accessori e/o vani tecnici isolati idraulicamente, ecc), nel rispetto delle seguenti condizioni:

- sia dimostrata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, fatto salvo quanto specificato alla lettera l);
- sia dimostrato che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;

- e) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;
- f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
- g) fuori dalle aree edificate sono da consentire gli aumenti di superficie coperta inferiori a 50 metri quadri per edificio, previa messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni conseguita tramite sistemi di auto sicurezza;
- h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;
- i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;
- l) sono da consentire i parcheggi a raso, ivi compresi quelli collocati nelle aree di pertinenza degli edifici privati, purché sia assicurata la contestuale messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 30 anni, assicurando comunque che non si determini aumento della pericolosità in altre aree. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi a raso in fregio ai corsi d'acqua, per i quali è necessaria la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
- m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli indicati nelle lettere dalla a) alla l) di cui al presente paragrafo, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.

Nelle aree caratterizzate da un livello di pericolosità idraulica elevata, sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) relativi alla pericolosità idraulica molto elevata. Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:

- a) all'interno del perimetro dei centri abitati (come individuato ai sensi dell'articolo 55 della l.r. 1/2005) non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di

- messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. Ai fini dell'incremento del livello di rischio, laddove non siano attuabili interventi strutturali di messa in sicurezza, possono non essere considerati gli interventi urbanistico-edilizi comportanti volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 200 metri cubi in caso di bacino sotteso dalla previsione di dimensioni fino ad 1 chilometro quadrato, volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 500 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni comprese tra 1 e 10 kmq, o volumetrie totali sottratte all'esondazione o al ristagno inferiori a 1000 metri cubi in caso di bacino sotteso di dimensioni superiori a 10 kmq;
- d) in caso di nuove previsioni che, singolarmente o complessivamente comportino la sottrazione di estese aree alla dinamica delle acque di esondazione o ristagno non possono essere realizzati interventi di semplice compensazione volumetrica ma, in relazione anche a quanto contenuto nella lettera g) del paragrafo 3.2.2.1 del D.P.G.R. 53/R, sono realizzati interventi strutturali sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;
- e) per gli ampliamenti di superficie coperta per volumi tecnici di estensione inferiore a 50 mq per edificio non sono necessari interventi di messa in sicurezza.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica media per gli interventi di nuova edificazione e per le nuove infrastrutture possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravii di pericolosità in altre aree.

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica bassa non è necessario indicare specifiche condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico.

### **6.1.3 – Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici**

Per le situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale molto elevata (S4), sono da valutare i seguenti aspetti: nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante attive, 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 tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso.

Nelle situazioni caratterizzate da un livello di pericolosità sismica elevata (S3), in sede di predisposizione dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati i seguenti aspetti:

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

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S2) non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

#### **6.1.4 - Criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idrogeologici**

Le carte della Vulnerabilità Idrogeologica (C.6.1.6 del Piano Strutturale vigente: Quadro Conoscitivo) rappresenta il riferimento per l'individuazione di situazioni in cui la risorsa idrica appare vulnerabile.

Nelle zone ricadenti nelle classi di Vulnerabilità V1 (golena Fiume Arno) e V5 (zona palustre) non è consentita la realizzazione di smaltimenti di liquami per subirrigazione, di fertirrigazioni e di spandimenti di acque vegetative, nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrato di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili.

Nelle zone con vulnerabilità media (V2), per le quali è riconosciuta un'elevata esposizione al rischio della risorsa idrica, la realizzazione di smaltimenti di liquami per subirrigazione, di fertirrigazioni e di spandimenti di acque vegetative, nonché la realizzazione di lagoni di accumulo di liquami, di strutture interrato di deposito o magazzinaggio di prodotti chimici e simili, dovrà essere opportunamente motivata e sostenuta da uno studio idrogeologico di dettaglio.

Le zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti di acquedotto pubblico destinate al consumo umano sono normate dal D.Lgs. n.152 del 03/04/2006) il quale stabilisce:

Zona di tutela assoluta: è la zona di raggio pari a 10 metri dal punto di captazione o derivazione; deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

Zona di rispetto: il PS stabilisce tale zona come quella di raggio m 200 intorno al punto di captazione o derivazione. In tale zona sono vietati:

- dispersione di acque reflue e fanghi,
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi,
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi in assenza di uno specifico piano di coltivazione che tenga conto della vulnerabilità delle risorse idriche definita da specifici studi idrogeologici,
- dispersione nel sottosuolo di acque provenienti da piazzali, strade e parcheggi,
- aree cimiteriali,
- apertura di cave,
- apertura di pozzi privati,
- gestione di rifiuti,
- stoccaggio di prodotti e sostanze chimiche pericolose,
- centri di raccolta e di rottamazione di autoveicoli,
- pascolo e stabulazione di bestiame e fertirrigazione.

La carta C8 affronta ed evidenzia le criticità degli acquiferi dovute essenzialmente ad azioni antropiche quali i prelievi da pozzi.

Essa riporta la zonizzazione del territorio comunale sulla base degli Articoli delle misure del Piano di Bilancio idrico riscontrabili alla pagina <http://www.adbarno.it/cont/testo.php?id=98>.

Nei casi in cui il Progetto Urbanistico prevede la trasformazione di aree già urbanizzate nelle quali hanno avuto sede attività di tipo industriale o artigianale, già inserite nel Piano Regionale delle Bonifiche o nelle quali il pregresso utilizzo (non necessariamente dismesso in epoca recente) fa ragionevolmente presupporre la presenza di contaminazione, l'indagine geologica dovrà far emergere e rendere esplicita la presenza

di situazioni con necessità di bonifica attivando, se necessario, la procedura di verifica dello stato di contaminazione secondo le disposizioni normative vigenti.

## **6.2 – LIMITAZIONI IMPOSTE DAL PAI DEL BACINO DEL FIUME ARNO**

### **Aree a Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata (PF4)**

All'interno delle aree PF4 valgono le limitazioni alla trasformazione dettate dall'art. 10 del PAI del Bacino del Fiume Arno.

Sono consentiti, purché nel rispetto del buon regime delle acque:

- a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;
- b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;
- f) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento di superficie o di volume né aumento del carico urbanistico, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- g) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico;
- h) nuovi interventi relativi a opere pubbliche o di interesse pubblico, non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente realizzate le opere funzionali al consolidamento e alla bonifica del movimento franoso previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

### **Aree a Pericolosità Geomorfologica Elevata (PF3)**

Nelle aree P.F.3, sono consentiti, purché nel rispetto del buon regime delle acque:

- a) interventi di consolidamento, sistemazione e mitigazione dei fenomeni franosi, nonché quelli atti a indagare e monitorare i processi geomorfologici che determinano le condizioni di pericolosità molto elevata, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati;
- b) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;



- c) interventi di ristrutturazione delle opere e infrastrutture pubbliche nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento dell'area e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- d) interventi di demolizione senza ricostruzione, di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- e) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto dalle norme in materia igienico-sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche;
- f) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento di superficie o di volume né aumento del carico urbanistico, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare il consolidamento del movimento franoso e la manutenzione delle opere di consolidamento;
- g) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità, a migliorare la tutela della pubblica incolumità, che non comportino aumenti di superficie, di volume e di carico urbanistico.
- h) nuovi interventi relativi a opere pubbliche o di interesse pubblico, non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente realizzate le opere funzionali al consolidamento e alla bonifica del movimento franoso previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

Nelle aree P.F.3 sono inoltre consentiti, gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui indicati per la Classe PF4 sono consentiti a condizione che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato dal nuovo intervento, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità di tali opere rispetto alle previsioni generali di sistemazione dell'area. Nel caso di frane quiescenti, qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità.

#### *Aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (PI4)*

Nelle aree P.I.4 sono consentiti:

- a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
- c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali e non delocalizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;
- e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- i) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, che non comportino aumento della superficie coperta. Qualora gli interventi comportino aumento di carico urbanistico, gli stessi sono ammessi, purché realizzati in condizioni di sicurezza idraulica. La verifica dell'esistenza di tali condizioni dovrà essere accertata dall'autorità preposta al rilascio del provvedimento autorizzativo;
- l) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;
- m) nuovi interventi e interventi di ristrutturazione urbanistica, a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di

Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) per la realizzazione degli interventi nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

### Aree a Pericolosità Idraulica Elevata (PI3)

Nelle aree P.I.3 sono consentiti i seguenti interventi:

- a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
- c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;
- e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h) realizzazione di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;
- i) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o

funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

- j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- k) interventi di ristrutturazione urbanistica, così come definite alla lettera f) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia che non comportino aumento di superficie o di volume complessivo, fatta eccezione per i volumi ricostruiti a seguito di eventi bellici e sismici, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica senza aumento di pericolosità per le aree adiacenti;
- l) interventi nelle zone territoriali classificate negli strumenti urbanistici, ai sensi del Decreto interministeriale n. 1444 del 1968, come zone A, B, D, limitatamente a quelli che non necessitano di piano attuativo, e F, destinate a parco, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica, risultante da idonei studi idrologici e idraulici e a condizione che non aumentino il livello di pericolosità;
- m) le ulteriori tipologie di intervento comprese quelle che necessitano di piano attuativo, a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti.

### **6.3 – LIMITAZIONI IMPOSTE DALLA L.R. 21/05/2012 N°21**

1. Nelle aree classificate dal Regolamento Urbanistico e dai PAI Bacino Arno e Toscana Costa, come aree a pericolosità idraulica molto elevata, è consentita la realizzazione dei seguenti interventi:
  - a) opere di difesa e regimazione idraulica;
  - b) infrastrutture di tipo lineare non diversamente localizzabili, a condizione che siano preventivamente o contestualmente realizzate le opere per la loro messa in sicurezza idraulica per tempo di ritorno duecentennale, senza aggravare la pericolosità idraulica al contorno.
2. Nelle aree di cui al comma 1, è consentita, altresì, la realizzazione degli interventi di seguito indicati, a condizione che siano preventivamente realizzate, ove necessarie, le opere per la loro messa in sicurezza per tempo di ritorno duecentennale, comprensive degli interventi necessari per non aggravare la pericolosità idraulica al contorno:
  - a) ampliamento e adeguamento di opere pubbliche;
  - b) nuovi impianti e relative opere per la raccolta e la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento e la depurazione degli scarichi idrici, lo stoccaggio, il trattamento, lo smaltimento ed il recupero dei rifiuti, la produzione ed il trasporto di energia da fonti rinnovabili o, comunque, al servizio di aziende e insediamenti produttivi previsti dagli strumenti e atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali vigenti al momento di entrata in vigore della presente legge, non diversamente localizzabili, oppure ampliamento o adeguamento di quelli esistenti;
  - c) nuovi edifici rurali ubicati nelle zone con esclusiva o prevalente funzione agricola, oppure ampliamento o modificazione di quelli esistenti, salvo quanto previsto al comma 9, lettera g);
  - d) interventi di cui all'articolo 78, comma 1, lettere g) ed h) e all'articolo 79 della l.r. 1/2005, se previsti dal PRG o dal regolamento urbanistico, salvo quanto previsto al comma 3 e al comma 9, lettera a).
3. Nel rispetto delle prescrizioni e delle limitazioni di cui ai commi 4 e 5, sugli immobili esistenti ricadenti nelle aree di cui al comma 1, sono consentiti:
  - a) gli interventi necessari al superamento delle barriere architettoniche di cui all'articolo 79, comma 2, lettera a), della l.r. 1/2005;
  - b) gli interventi di restauro e risanamento conservativo di cui all'articolo 79, comma 2, lettera c), della l.r. 1/2005;
  - c) i mutamenti di destinazione d'uso degli immobili, edifici ed aree anche in assenza di opere edilizie, nei casi individuati dalla disciplina della distribuzione e localizzazione delle funzioni di cui all'articolo 58 della l.r. 1/2005;
  - d) gli interventi di ristrutturazione edilizia di cui all'articolo 79, comma 2, lettera d) della l.r. 1/2005, se previsti dal PRG o dal regolamento urbanistico.
4. Gli interventi di cui al comma 3, sono realizzati a condizione che:
  - a) sia assicurata l'assenza o l'eliminazione di pericolo per le persone e i beni, anche tramite sistemi di riduzione della vulnerabilità;
  - b) non si determini l'aumento dei rischi e della pericolosità idraulica al contorno.
5. Gli interventi di cui al comma 3, lettere b), c), e d) sono realizzati a condizione che non determinino:
  - a) creazione di nuove unità immobiliari con destinazione d'uso residenziale o che comunque consenta il pernottamento;

- b) aumento della superficie coperta dell'edificio oggetto di intervento.
6. Nelle aree di cui al comma 1, gli interventi comportanti rimodellazioni del terreno non rientranti nell'articolo 80, comma 1, lettera d), della l.r. 1/2005, oppure la realizzazione di recinzioni o muri di cinta, sono consentiti solo nel caso in cui non determinano aumento del livello di pericolosità in altre aree.
7. Le opere di messa in sicurezza di cui al comma 1, lettera b) e al comma 2, comprensive di quelle necessarie per non aggravare la pericolosità idraulica al contorno, sono definite in uno specifico progetto allegato alla segnalazione certificata di inizio attività (SCIA), oppure presentato e valutato nel procedimento di rilascio del titolo abilitativo; la realizzazione di tali opere costituisce presupposto per la regolarità degli interventi assentiti dai titoli abilitativi.
8. Il progettista produce l'asseverazione attestante il rispetto delle condizioni di cui ai commi 2, 4, 5, 6 e comma 9, lettera g).
9. Il presente articolo non si applica:
- a) agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, alla demolizione senza ricostruzione di edifici e manufatti esistenti, nonché alla sostituzione delle coperture in cemento amianto;
  - b) agli interventi previsti dai piani attuativi di iniziativa pubblica, privata, o pubblico-privata, con le relative opere di messa in sicurezza idraulica, approvati prima della data di entrata in vigore della presente legge;
  - c) agli interventi previsti dai piani attuativi di iniziativa pubblica, privata o pubblico-privata, per i quali è già stata stipulata convenzione o accordo preliminare, ai sensi del regolamento urbanistico, prima della data di entrata in vigore della presente legge, a condizione che siano realizzati preventivamente, o contestualmente alle opere di urbanizzazione primaria, gli interventi di messa in sicurezza idraulica per tempo di ritorno duecentennale, senza aggravare le condizioni di pericolosità idraulica al contorno;
  - d) ai progetti di opere pubbliche, previsti negli strumenti urbanistici vigenti, con le relative opere di messa in sicurezza idraulica, approvati prima della data di entrata in vigore della presente legge;
  - e) agli interventi per i quali sia stato rilasciato il permesso di costruire, o sia stata presentata la SCIA, completa della documentazione necessaria, prima della data di entrata in vigore della presente legge;
  - f) agli interventi in aree che, al momento di entrata in vigore della presente legge, sono classificate in pericolosità idraulica molto elevata nel caso in cui, a seguito di ulteriori indagini o di opere di messa in sicurezza, risultino classificate dai piani di assetto idrogeologico in pericolosità idraulica inferiore al momento della presentazione della pratica edilizia per il permesso di costruire o per la SCIA;
  - g) alla realizzazione di annessi agricoli, che non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque e non sottraggono volume di laminazione in relazione a inondazioni aventi tempo di ritorno duecentennale, funzionali alla gestione dell'azienda agricola e situati nelle zone con esclusiva o prevalente funzione agricola, purché, tramite convenzione o atto d'obbligo unilaterale di cui all'articolo 42, comma 7, della l.r.1/2005, sia stabilito di non modificare la destinazione d'uso degli stessi annessi agricoli.

## **7 – CLASSI DI FATTIBILITA'**

La fattibilità del progetto di pianificazione, impostato nel rispetto delle limitazioni alla trasformazione imposte dalle normative sovraordinate, è stata verificata e normata facendo riferimento alle 4 “classi di fattibilità” individuate dal D.P.G.R. 25/11/2011 n.53/R.

### **Classe F1 - Fattibilità senza particolari limitazioni**

- Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- Per gli interventi edilizi di modesto impatto che ricadono in questa classe, la caratterizzazione geotecnica del terreno a livello di progetto, può essere ottenuta per mezzo di raccolta di notizie; i calcoli geotecnici, di stabilità e la valutazione dei cedimenti possono essere omessi ma la validità delle soluzioni progettuali adottate deve essere motivata con un'apposita relazione.
- Gli interventi di nuova edificazione, di Ristrutturazione Urbanistica, di Sostituzione Edilizia o di Ristrutturazione Edilizia (con variazione dell'entità e/o della distribuzione dei carichi sul terreno di fondazione) dovranno comunque essere supportati da specifiche ed adeguate indagini geognostiche, che amplino le conoscenze sulle caratteristiche litologiche e le problematiche evidenziate nelle cartografie tematiche inserite nel Quadro Conoscitivo dello Strumento Urbanistico.
- Gli interventi previsti dallo Strumento Urbanistico sono attuabili senza particolari condizioni.

### **Classe F2 - Fattibilità con normali vincoli**

- Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- Il progetto deve basarsi su un'apposita indagine geognostica e/o idrologico-idraulica mirata a verificare a livello locale quanto indicato negli studi condotti a supporto dello strumento urbanistico vigente al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area nonché il funzionamento del sistema di scolo locale.
- Nelle aree della pianura classificate a pericolosità I2 (Tr compreso tra 200 e 500 anni), per perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica sarà necessario sopraelevare il piano di calpestio dei fabbricati fino ad ottenere un franco di sicurezza di di 30 cm rispetto al battente atteso nelle aree attigue, per episodi con TR=200 anni. Le soluzioni adottate per la compensazione dei volumi d'acqua spostati dovranno invece attenersi al solo battente TR=200 anni. Se la quota altimetrica dell'area di intervento è già superiore al battente così definito (battente Tr200 + 30 cm), non sarà necessario alcun intervento di messa in sicurezza.

- Nelle aree della pianura classificate a pericolosità I3 (Tr compreso tra 30 e 200 anni) gli interventi dovranno rispettare la quota di sicurezza data dal battente Tr200+50cm. per il piano di calpestio dei nuovi fabbricati e Tr200+30 cm per le infrastrutture viarie. Le soluzioni adottate per la compensazione dei volumi spostati dovranno invece attenersi al solo battente TR=200 anni.

### Classe F3 - Fattibilità condizionata

- Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- Sono richieste indagini di dettaglio condotte a livello di “area complessiva” sia come supporto alla redazione di strumenti urbanistici attuativi che nel caso sia ipotizzato un intervento diretto.
- L’esecuzione di quanto previsto dai risultati di tali indagini in termini di interventi di attenuazione del rischio idraulico, bonifica, miglioramento dei terreni e/o tecniche fondazionali particolari devono costituire condizioni da recepire all’interno della richiesta del titolo abilitativo occorrente.
- Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità geologica, il progetto di intervento deve essere supportato da un’esaustiva documentazione geologica esplicativa degli approfondimenti condotti ed al minimo composta da:
  - carta geologica e geomorfologica di dettaglio;
  - risultati di indagini geognostiche condotte per aumentare il grado di conoscenza delle caratteristiche litologiche e litotecniche del sottosuolo;
  - sezioni quotate, possibilmente dedotte da un rilievo planoaltimetrico di dettaglio, che mostrino con precisione il rapporto tra morfologia attuale e morfologia di progetto;
  - risultati di specifiche verifiche di stabilità del versante nelle condizioni attuali e di progetto qualora, nelle aree collinari, siano previsti consistenti operazioni di sbancamento e riporto;
  - studio di dettaglio delle condizioni di stabilità del versante e del contesto idrogeologico, qualora siano previste immissioni di acque reflue nel suolo e nel sottosuolo mediante subirrigazione, fertirrigazione e spandimento di acque di vegetazione;
  - analisi accurata delle problematiche rilevate e indicazione degli eventuali interventi per la mitigazione del rischio i quali in ogni caso non dovranno pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti, nè limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni.

In presenza di interventi di messa in sicurezza ed in relazione alla tipologia del dissesto dovranno essere eventualmente predisposti ed attivati opportuni sistemi di monitoraggio; l’avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo



delle opere di consolidamento, dovrà essere documentata dagli esiti del sistema di monitoraggio attivato.

- Se le condizioni alla fattibilità trovano motivazione nel livello di pericolosità idraulica, il progetto dell'intervento deve essere supportato da un'esaustiva documentazione geologica ed idrologico-idraulica esplicativa degli approfondimenti condotti ed al minimo composta da:
  - sezioni quotate, dedotte da un rilievo planoaltimetrico di dettaglio, che mettano in evidenza la posizione e la quota dell'intervento in oggetto rispetto al battente idraulico indicato nella Relazione idrologica – idraulica (elaborato C.4) e nella Tav. A.4.7 del R.U.C. o, in mancanza, dedotto da uno specifico studio idrologico-idraulico
  - progetto degli interventi di messa in sicurezza idraulica, anche con sistemi di difesa passiva: la dimostrazione del non aggravio della situazione al contorno deve necessariamente comprendere:
    - l'allocazione dei volumi statici sottratti all'esondazione;
    - la dimostrazione dell'efficienza delle zone di compensazione in funzione della direzione di flusso delle acque, così come modificata dai rilevati in progetto (piazzali, strade, parcheggi etc).

Nei casi in cui, per porsi in condizioni di sicurezza idraulica, siano previsti rialzamenti dei piani di calpestio, essi dovranno essere limitati ai fabbricati ed ai raccordi con i piazzali, salvo esigenze particolari indotte dalla necessità di collegamento con le adiacenti zone già urbanizzate.

Qualunque intervento, anche di ristrutturazione, che non comporti aumento della superficie coperta, deve essere finalizzato alla mitigazione del livello di rischio accertato.

Nelle aree della pianura classificate a pericolosità I2 (Tr compreso tra 200 e 500 anni), per perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica sarà necessario sopraelevare il piano di calpestio dei fabbricati fino ad ottenere un franco di sicurezza di di 30 cm rispetto al battente atteso nelle aree attigue, per episodi con TR=200 anni. Le soluzioni adottate per la compensazione dei volumi d'acqua spostati dovranno invece attenersi al solo battente TR=200 anni. Se la quota altimetrica dell'area di intervento è già superiore al battente così definito (battente Tr200 + 30 cm), non sarà necessario alcun intervento di messa in sicurezza.

Nelle aree della pianura classificate a pericolosità I3 (Tr compreso tra 30 e 200 anni) gli interventi dovranno rispettare la quota di sicurezza data dal battente Tr200+50cm. per il piano di calpestio dei nuovi fabbricati e Tr200+30 cm per le infrastrutture viarie. Le soluzioni adottate per la compensazione dei volumi spostati dovranno invece attenersi al solo battente TR=200 anni.

La realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate deve essere subordinata agli esiti di uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricettore, da mitigarsi attraverso cisterne o invasi di prima pioggia. Nella progettazione delle superfici coperte, dovranno essere preferite le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell'acqua. Le reti fognarie per le acque bianche,

devono essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità e bassa pendenza.

I nuovi spazi pubblici o privati, destinati a viabilità pedonale o meccanizzata devono essere realizzati con modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità costruttive non possano essere utilizzate per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica o di tutela dei beni culturali e paesaggistici.

La realizzazione di nuova viabilità non deve costituire ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali. Eventuali rilevati stradali debbono essere supportati da specifici studi che prevedano la ricucitura del reticolo idrografico minore ed analizzino l'interazione del nuovo manufatto con la distribuzione delle acque in caso di esondazione dai corsi d'acqua limitrofi;

Le acque raccolte dai pluviali delle coperture devono, quando tecnicamente possibile, essere convogliate in aree permeabili. Qualora ciò non fosse possibile potranno essere immesse nella pubblica fognatura o nel reticolo idraulico minore, prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena, valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria (1h);

Qualora sia previsto il convogliamento di fosse campestri nella fognatura pubblica, devono essere previsti manufatti per l'abbattimento del trasporto solido per preservare nel tempo la funzionalità delle condotte sotterranee;

Qualunque intervento che modifichi l'assetto originario del reticolo idrografico minore deve essere supportato da uno studio che dimostri la funzionalità del sistema drenante e le eventuali modifiche da apportare. L'indagine deve essere estesa all'area scolante attraverso un rilievo di dettaglio, in modo da definire i rapporti gerarchici tra le varie linee di drenaggio delle acque superficiali;

Anche i tombamenti, di ogni dimensione e lunghezza, in aree urbane o agricole, debbono essere opportunamente dimensionati e supportati da apposito progetto che dimostri la funzionalità dell'opera;

Per evitare l'infiltrazione di acque eventualmente esondate o di ristagno locale è vietata la realizzazione di locali interrati o seminterrati con aperture dirette sull'esterno (porte, finestre, rampe o scale) se non protette da soglie poste a quote di sicurezza;

Gli interventi previsti dallo strumento urbanistico sono attuabili alle condizioni precedentemente descritte.

#### Classe F4 - Fattibilità limitata

1. Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza individuati e definiti in sede di redazione del Regolamento Urbanistico, sulla base di studi e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.
2. In queste aree sono da prevedersi, a supporto dell'intervento, specifiche indagini geognostiche e idrologico-idrauliche o quanto altro necessario per precisare i termini del problema; i risultati di tali studi dovranno essere considerati all'interno di un esauriente progetto degli interventi di consolidamento e bonifica, di miglioramento dei terreni e di un programma di controlli per valutare l'esito degli interventi.

## **8 - FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI**

Sulla base dei criteri precedentemente esposti, ad ogni intervento previsto dal Progetto di Regolamento Urbanistico è stato attribuito un giudizio di fattibilità e sono state definite, quando necessarie le condizioni alla trasformazione.

Laddove il Progetto Urbanistico è stato rappresentato attraverso schede monografiche nelle quali sono riportate le principali caratteristiche urbanistiche, il giudizio di fattibilità è stato compiutamente descritto nelle schede e sinteticamente rappresentato nella carta di fattibilità (C9).

Per rendere più agevole e precisa la definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo ed edilizio, e delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, nelle carte di fattibilità sono state indicate per ogni fattibilità (geologica, idraulica e sismica locale) la rispettiva classe di pericolosità.

Per la valutazione della fattibilità degli interventi disciplinati dal Regolamento Urbanistico al di fuori dei contesti rappresentati dalle schede monografiche di cui sopra, è stata predisposta una matrice, riportata a seguire, nella quale la classe di fattibilità è definita in modo univoco intersecando la classe di pericolosità competente al sito con la tipologia dell'intervento previsto all'interno di tale sito.

Nei casi in cui il Progetto Urbanistico prevede la trasformazione di aree già urbanizzate nelle quali hanno avuto sede attività di tipo industriale o artigianale, già inserite nel Piano Regionale delle Bonifiche o nelle quali il pregresso utilizzo (non necessariamente dismesso in epoca recente) fa ragionevolmente presupporre la presenza di contaminazione, l'indagine geologica dovrà far emergere e rendere esplicita la presenza di situazioni con necessità di bonifica attivando, se necessario, la procedura di verifica dello stato di contaminazione secondo le disposizioni normative vigenti.

Geol. Francesca Franchi

Geol. Emilio Pistilli

Pontedera, Aprile 2014

**Tabella guida per l'assegnazione delle classi di Fattibilità al di fuori delle schede norma**

Trasformazioni ed attività	Pericolosità Idraulica				Pericolosità Geologica*				Pericolosità Sismica**			
	I1	I2	I3	I4	G1	G2valle	G2collina	G3	G4	S2	S3	S4
Scavi e rinterrati di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h<= 2,5mt	1	2	3	4	1	2	1	2	4	1	2	4
Scavi e rinterrati di qualsiasi genere connessi alle opere di cui al presente abaco con h>2,5mt	1	2	3	4	1	3	2	3	4	2	3	4
Nuove abitazioni interne all'edificato	1	2	3	N.F.	1	3	2	4	N.F.	2	4	N.F.
Nuove abitazioni rurali	1	2	3	3	1	2	2	3	N.F.	2	3	N.F.
Nuove strutture pertinenziali (garage, volumi tecnici)	1	2	2	3	1	2	2	3	4	2	3	4
Nuove strutture pertinenziali (porticati, box da giardino, pergolati, gazebo, voliere)	1	2	3	3	1	2	2	3	3	2	3	3
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Manutenzione Straordinaria)	1	2	3	3	1	2	2	3	2	2	2	2
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Restauro e Risanamento Conservativo)	1	2	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Ristrutturazione urbanistica ed edilizia)	1	2	3	4	1	2	2	4	4	2	4	4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Addizione Volumetrica)	1	2	3	3	1	2	2	3	4	2	3	4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Demolizione con ricostruzione)	1	2	3	N.F.	1	3	2	4	N.F.	2	4	N.F.
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Addizione funzionale)	1	2	3	3	1	2	2	3	4	2	3	4
Interventi sul patrimonio edilizio esistente (Sostituzione Edilizia)	1	2	3	4	1	2	2	4	N.F.	2	4	N.F.
Manufatti precari superficie inferiore o pari a 10 mq	1	2	2	4	1	2	2	3	4	2	3	4
Manufatti precari superficie superiore a 10 mq	1	2	3	4	1	2	2	3	4	2	3	4
Nuovi annessi rurali, box per cavalli, capannoni, stalle e magazzini (superficie inferiore o pari a 25 mq)	1	2	2	N.F.	1	2	2	4	N.F.	2	3	4
Nuovi annessi rurali, box per cavalli, capannoni, stalle e magazzini (superficie superiore a 25 mq)	1	2	3	N.F.	1	2	2	4	N.F.	2	3	4
Serre con copertura permanente	1	2	3	4	1	2	2	3	4	2	2	4
Serre temporanee e stagionali	1	2	2	4	1	2	2	2	4	2	2	4
Volumi interrati e seminterrati	1	2	3	N.F.	1	3	2	4	N.F.	2	3	4
Viabilità e parcheggi (nuova realizzazione)	1	2	3	3	1	2	2	4	4	2	3	3
Viabilità (Manutenzione straordinaria)	1	2	3	3	1	2	2	3	4	2	3	3
Percorsi pedonali, ciclabili e ippovie	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2
Impianti tecnici e reti tecnologiche (acquedotti, fognature, sistemi per il trasporto dell'energia e delle telecomunicazioni, gasdotti e simili)	1	2	2	3	1	2	2	3	3	2	3	3
Impianti tecnici di modesta entità (cabine elettriche, cabine di decompressione per il gas, per gli acquedotti e simili)	1	2	3	3	1	2	2	3	3	2	3	3
Piscine	1	2	2	3	1	2	2	4	N.F.	2	2	4
Laghetti per l'accumulo di acqua	1	2	2	3	1	2	2	4	N.F.	2	2	4
Scarichi di acque reflue nel terreno, lagoni di accumulo liquami	1	2	3	4	1	2	2	4	N.F.	1	2	2
Movimenti terra e modifiche dell'assetto originario dei luoghi (riporti, sbancamenti, rilevati e simili)	1	2	3	4	1	2	2	4	N.F.	2	3	4
Impianti sportivi	1	2	3	4	1	2	2	4	N.F.	2	3	4
Parchi urbani territoriali e fluviali	1	2	3	4	1	2	2	4	N.F.	2	3	N.F.
Recinti per bestiame senza volumi accessori	1	1	2	2	1	1	1	2	3	1	2	3
Interventi di difesa del suolo o di regimazione idraulica	1	1	2	2	1	1	1	2	4	1	2	4
	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2

**N.F.** Non Fattibile

Le Classi di Pericolosità sono definite nel rispetto del D.P.G.R. 53/r del 25 Ottobre 2011

\* **G2valle** corrisponde alla classe di pericolosità geologica G2 nelle aree di fondovalle; **G2collina** corrisponde alla classe di pericolosità geologica nelle aree collinari.

\*\* La pericolosità sismica è definita solo nelle aree di cui alle tavole C.3.1 e C.3.2.

Il grado di fattibilità di un intervento viene stabilito nel modo seguente:

- si individua nelle carte di pericolosità (geologica, idraulica e sismica) la classe di appartenenza dell'intervento;
- si definisce la tipologia dell'intervento;
- dall'incrocio delle informazioni suddette si individua nella tabella della fattibilità la classe corrispondente all'intervento distintamente per i diversi aspetti delle pericolosità;

Classi di Fattibilità relative alla Pericolosità Idraulica

Classi di Fattibilità relative alla Pericolosità Geologica

Classi di Fattibilità relative alla Pericolosità Sismica

## ALLEGATO 1

### 1 - PROCEDURA SEMIQUANTITATIVA PER STABILIRE LA QUALITÀ DELLA CARTA DI MS DI LIVELLO 1

#### 1.1 – DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA UTILIZZATA

Il presente studio applica al quadro conoscitivo sin qui descritto una procedura semplificata che, attraverso alcune trasformazioni semiquantitative, fornisce una valutazione di attendibilità della carta di Microzonazione Sismica (MS). Tale procedura è stata pubblicata sia in Albarello et alii. (nel Supplemento alla rivista Ingegneria Sismica, Anno XXVIII – n.2 – 2011), sia dal Genio Civile di Firenze in Allegato 1 al G.R.T. 431/2011, con riferimento ai precedenti *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (Dipartimento di Protezione Civile, 2008).

La procedura ha consentito di definire, per le tre Aree MOPS, un “*fattore di qualità (FQ)*” espresso in percentuale, al quale si associa una determinata *classe di qualità*.

Nello specifico la procedura ha visto le seguenti fasi operative (per lo più in ambiente GIS):

Ogni area MOPS è stata coperta con un reticolo di celle quadrate (*shapefile* poligonale “Celle”) aventi lato di 250m, orientate secondo il nord e disposte nella prospettiva di rappresentare al meglio l'effettiva densità di indagini.

Tenendo di conto del limite delle celle, per ogni area MOPS sono state calcolate, attraverso metodologie semiautomatiche in ambiente GIS, le seguenti **caratteristiche**:

1. Anno rilevamento della carta geologica,
2. Progetto di appartenenza della carta geologica,
3. Scala di rilevamento della carta geologica,
4. Numero di sondaggi a distruzione,
5. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da sondaggi a distruzione,
6. Numero sondaggi a distruzione che arrivano al substrato rigido,
7. Numero di sondaggi a carotaggio continuo,
8. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da sondaggi a carotaggio continuo,
9. Numero di sondaggi a carotaggio continuo che arrivano al substrato rigido,
10. Numero di indagini geofisiche,
11. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da indagini geofisiche,
12. Percentuale di indagini effettuate nell'Area MOPS che arrivano al substrato rigido,
13. Numero prove geotecniche in situ e di laboratorio,
14. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da prove,
15. Percentuale di prove effettuate nell'Area MOPS che arrivano al substrato rigido,
16. Numero di misure delle frequenze di sito,
17. Percentuale di celle dell'Area MOPS occupate da misure di frequenze di sito,
18. Classe di affidabilità delle misure di frequenza secondo *Albarello et alii*.

- 3) Per mezzo di un foglio elettronico è stata attribuita una valutazione numerica ad ognuno dei 18 parametri descrittivi dell'Area MOPS e, attraverso una serie di "pesi" (detti "Peso indicatore" e "Peso parametro"), è stato calcolato il valore percentuale del *Fattore di Qualità FQ* derivante dalla seguente formula:

$$FQ = \left[ \frac{100}{\sum_{i=1}^I P_i} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right) = \left[ \frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left( \sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right)$$

I=Numero di Parametri  
 J<sub>i</sub>=Numero di Indicatori relativi al parametro i-mo  
 P<sub>i</sub> = peso del Parametro i-mo  
 S<sub>ij</sub>=Punteggio relativo all'Indicatore j-mo del Parametro i-mo  
 FQ = Fattore di qualità (%)

utilizzando i parametri numerici ed i "pesi" definiti nella seguente tabella:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore (peso=0.33)	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico - tecnica	1	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
		Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
		Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione	0.50	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche	0.50	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio	0.25	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito	0.75	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Classe di affidabilità misure (Albarelo et alii)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

- una volta ottenuto il Fattore di Qualità (FQ) è stata assegnata alla cartografia di microzonazione sismica (MS) di ogni Area MOPS una classe di qualità secondo il seguente schema:

FQ ≥ 75%	→	Classe A	(carta di livello 1 di ottima qualità)
50 ≤ FQ < 75	→	Classe B	(migliorare almeno uno dei parametri)
25 ≤ FQ < 50	→	Classe C	(programmare nuove indagini)
FQ < 25	→	Classe D	(carta di livello 1 di scarsa qualità, non risponde ai requisiti minimi richiesti dagli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica)

### **1.2 – DESCRIZIONE DELLE ANALISI DI QUALITÀ EFFETTUATE**

La procedura descritta nel precedente paragrafo è stata applicata a sette aree MOPS del Comune di Fucecchio, definite nella seguente tabella:

<i>Nome Area MOPS</i>	<i>Aree geografiche incluse</i>	<i>Numero di Celle</i>	<i>Paragrafo</i>
<i>Fucecchio</i>	Ponte a Cappiano, Fucecchio, San Pierino, Le Botteghe, Osanna Cioni	392	<i>1.2.1</i>
<i>Le Vedute</i>	Le Vedute Taccino Balzello	20	<i>1.2.2</i>
<i>Galleno</i>	Galleno	11	<i>1.2.3</i>
<i>Ferretto</i>	Ferretto Ulivieri	16	<i>1.2.4</i>
<i>Pinete</i>	Pinete	11	<i>1.2.5</i>
<i>Massarella</i>	Massarella Nicoletti	11	<i>1.2.6</i>
<i>Torre</i>	Torre	7	<i>1.2.7</i>

Per chiarezza si è scelto di distinguere nei seguenti sottoparagrafi gli esiti degli studi di qualità effettuati.



### 1.2.1 – Area MOPS Fucecchio

L'area comprende tutto il fondovalle a sud dell'altopiano delle Cerbaie, con gli abitati di Fucecchio, Ponte a Cappiano, San Pierino, Le Botteghe, Osanna.

Questa zona è la più estesa sulla quale è stata realizzata la MOPS ed è stata studiata con 392 celle di 250x250m.

Le numerose indagini geognostiche che ricadono in quest'area si concentrano soprattutto nella zona che collega San Pierino a Ponte a Cappiano, sebbene siano ben coperte anche le aree di Osanna e Le Botteghe.

Nel complesso sono state reperite le seguenti indagini:

- 77 sondaggi a distruzione di nucleo;
- 30 sondaggi geognostici (perforazioni a carotaggio continuo);
- 17 indagini sismiche, prevalentemente MASW;
- 257 penetrometrie;
- 24 indagini tromometriche HVSR;

A partire da questa banca dati abbiamo derivato il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso
CARTA GEOLOGICA TECNICA	1	Anno rilevamento	>2000	1	0,33
		Progetto	Ad hoc	1	0,33
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	Numero sondaggi nell'UTOE	>10	1	0,33
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE	>10	1	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	1-33%	0,33	0,33
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	Numero di indagini geofisiche nell'UTOE	>10	1	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE	>10	1	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	Numero di misure di frequenza nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33
		Classe di affidabilità misure (Albarello et alii.)	0	0	0,33

**FQ = 53,5%**

Sulla base di questo valore l'UTOE "Fucecchio" ricade nella **classe B** di qualità.

### 1.2.2 – Area MOPS Le Vedute

L'area MOPS Le Vedute ha forma irregolare ed è allungata in direzione est-ovest. Essa copre 3 UTOE poste al di sopra dell'altopiano delle Cerbaie, nei pressi del limite occidentale del Comune. Per coprire tutta la sua estensione si sono rese necessarie 20 celle di 250x250m.

Le indagini geognostiche che ricadono in questa area si concentrano prevalentemente all'interno delle UTOE di Le Vedute. Nel complesso sono così descrivibili:

- 4 sondaggi a distruzione di nucleo;
- 1 indagine sismica MASW;
- 3 penetrometrie statiche;
- 1 indagine tromometrica HVSR.

In quest'area non sono stati reperiti sondaggi a carotaggio continuo. A partire da questa banca dati abbiamo derivato il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso
CARTA GEOLOGICA TECNICA	1	Anno rilevamento	>2000	1	0,33
		Progetto	Ad hoc	1	0,33
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	Numero sondaggi nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE	0	0	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	Numero di indagini geofisiche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	Numero di misure di frequenza nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33
		Classe di affidabilità misure (Albarello et alii.)	Classe A >66%	1	0,33

**FQ = 41,8%**

Sulla base di questo valore l'UTOE "Le Vedute" ricade nella **classe C** di qualità.

### 1.2.3 – Area MOPS Galleno

L'area in oggetto comprende la sola UTOE di Galleno che è posta a cavallo del limite comunale che separa Fucecchio da Castelfranco di Sotto. Per coprire quest'area si sono rese necessarie 11 celle, senza tenere di conto dell'area di Castelfranco. Le poche indagini geognostiche reperite hanno una buona dispersione generale sulla superficie dell'UTOE. Nello specifico la banca dati di quest'area MOPS è descrivibile come segue:

- 6 stratigrafie di perforazioni a distruzione di nucleo (9 tenendo di conto delle prove nel comune di Castelfranco);
- 1 indagine sismica, nel settore meridionale dell'UTOE (sebbene ne sia presente un'altra appena fuori dell'abitato ed un'altra nel settore di Castelfranco);
- 5 penetrometrie statiche, 9 tenendo presente anche il database del Comune di Castelfranco di Sotto;
- 1 indagine tromometrica effettuata contestualmente alla suddetta indagine sismica (un'altra è presente nel settore di Castelfranco).

Non sono state reperite stratigrafie di sondaggi a carotaggio continuo.

Limitatamente alla porzione di informazioni reperita nel comune di Fucecchio è stato possibile derivare il fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso	
CARTA GEOLOGICO TECNICA	1	Anno rilevamento	>=2000	1	0,33	0,99
		Progetto	Ad hoc	1	0,33	
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33	
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	Numero sondaggi nell'UTOE	6-10	0,66	0,33	0,22
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	34-66%	0,66	0,33	
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE	0	0	0,33	0
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33	
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	Numero di indagini geofisiche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,11
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33	
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,08
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	34-66%	0,66	0,33	
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	Numero di misure di frequenza nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,41
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33	
		Classe di affidabilità misure (Albarello et alii.)	Classe A >=66%	1	0,33	

<b>FQ = 45,2%</b>
-------------------

corrispondente alla classe di qualità **C**. La medesima classe si ottiene considerando anche le indagini presenti nel comune di Castelfranco.

### 1.2.4 – Area MOPS Ferretto

L'area MOPS Ferretto è prossima al limite nord-orientale del comune ed ha forma allungata in direzione nord-sud, incorporando anche loc.Ulivieri. Per coprire tutta la sua estensione si sono rese necessarie 16 celle di 250x250m.

Le indagini geognostiche che ricadono in questa area sono costituite da:

- 7 sondaggi a distruzione di nucleo;
- 1 indagine sismica MASW;
- 6 penetrometrie statico/dinamiche;
- 1 indagine tromometrica HVSR.

In quest'area non sono stati reperiti sondaggi a carotaggio continuo. A partire dai suddetti dati abbiamo derivato il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso	
CARTA GEOLOGICO TECNICA	1	Anno rilevamento	>2000	1	0,33	0,99
		Progetto	Ad hoc	1	0,33	
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33	
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	Numero sondaggi nell'UTOE	6-10	0,66	0,33	0,16
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33	
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE	0	0	0,33	0
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33	
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	Numero di indagini geofisiche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,11
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33	
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE	6-10	0,66	0,33	0,08
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	1-33%	0,33	0,33	
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	Numero di misure di frequenza nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,41
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33	
		Classe di affidabilità misure (Albareto et alii.)	Classe A >66%	1	0,33	

**FQ = 43,9%**

Sulla base di questo valore anche l'UTOE "Ferretto" ricade nella **classe C** di qualità.

### 1.2.5 – Area MOPS Pinete

L'area MOPS Pinete ha forma regolare ed è posta nell'area centro settentrionale del comune, sull'altopiano delle Cerbaie. Per coprirli si sono rese necessarie 11 celle di 250x250m.

Le poche indagini geognostiche che ricadono in questa area sono ubicate esternamente al limite dell'UTOE. Nel complesso sono state reperite le seguenti indagini:

- 2 sondaggi a distruzione di nucleo;
- 1 indagine sismica MASW;
- 7 penetrometrie statiche;

In quest'area non sono stati reperiti sondaggi a carotaggio continuo né indagini HVSR. A partire da questa banca dati abbiamo calcolato il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso	
CARTA GEOLOGICO TECNICA	1	Anno rilevamento	>2000	1	0,33	0,99
		Progetto	Ad hoc	1	0,33	
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33	
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	Numero sondaggi nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,11
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33	
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE	0	0	0,33	0
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33	
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	Numero di indagini geofisiche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,11
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33	
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE	6-10	0,66	0,33	0,11
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	34-66%	0,66	0,33	
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	Numero di misure di frequenza nell'UTOE	0	0	0,33	0
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	0	0	0,33	
		Classe di affidabilità misure (Albareto et alii.)	0	0	0,33	

**FQ = 32,9%**

Sulla base di questo valore l'UTOE "Pinete" ricade nella **classe C** di qualità.

### 1.2.6 – Area MOPS Massarella

L'area MOPS Massarella è posta sull'altopiano delle Cerbaie nei pressi del limite orientale del comune, ed è stata coperta da 11 celle di 250x250m.

Le indagini geognostiche che ricadono in quest'area sono piuttosto ben diffuse nel territorio; nel complesso sono state reperite le seguenti indagini:

- 3 sondaggi a distruzione di nucleo;
- 2 indagini sismiche MASW;
- 9 penetrometrie;
- 1 indagine tromometrica HVSR;

Non sono stati reperiti sondaggi a carotaggio continuo. A partire da questa banca dati abbiamo derivato il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso
CARTA GEOLOGICA TECNICA	1	Anno rilevamento	>2000	1	0,33
		Progetto	Ad hoc	1	0,33
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	Numero sondaggi nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	1-33%	0,33	0,33
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE	0	0	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	Numero di indagini geofisiche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE	6-10	0,66	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	34-66%	0,66	0,33
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	Numero di misure di frequenza nell'UTOE	1-5	0,33	0,33
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33
		Classe di affidabilità misure (Albarellò et alii.)	0	0	0,33

<b>FQ = 37,0%</b>
-------------------

Sulla base di questo valore l'UTOE "Massarella" ricade nella **classe C** di qualità.

### 1.2.7 – Area MOPS Torre

L'area MOPS Torre è posta sull'altopiano delle Cerbaie nei pressi del limite orientale del comune, ed è stata coperta da 7 celle di 250x250m.

Le poche indagini geognostiche che ricadono in quest'area sono le seguenti:

- 3 sondaggi a distruzione di nucleo;
- 1 indagine MASW;
- 4 penetrometrie;
- 1 indagine tromometrica HVSR;

In quest'area non sono stati reperiti sondaggi a carotaggio continuo. A partire da questa banca dati abbiamo derivato il valore percentuale del fattore di qualità FQ:

Parametro	Peso Parametro	Indicatore	Valutazione indicatore	Punteggio indicatore	Peso	
CARTA GEOLOGICA TECNICA	1	Anno rilevamento	>2000	1	0,33	0,99
		Progetto	Ad hoc	1	0,33	
		Scala rilevamento	10.000-2.000	1	0,33	
SONDAGGI A DISTRUZIONE (Pozzi)	0,5	Numero sondaggi nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,16
		Percentuale delle celle dell'UTOE occupate da almeno un pozzo	34-66%	0,66	0,33	
		Numero pozzi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	1	Numero di sondaggi a carotaggio continuo nell'UTOE	0	0	0,33	0
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno un sondaggio	0	0	0,33	
		Numero sondaggi profondi sino al substrato rigido nell'UTOE	0	0	0,33	
INDAGINI GEOFISICHE (sismiche, geoelettriche, gravimetriche, etc.)	0,5	Numero di indagini geofisiche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,11
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una indagine geofisica	1-33%	0,33	0,33	
		Percentuale di indagini profonde sino al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
PROVE GEOTECNICHE IN SITU E DI LABORATORIO (Penetrometrie, analisi geotecniche, etc.)	0,25	Numero di penetrometrie ed altre analisi geotecniche nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,08
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una prova	34-66%	0,66	0,33	
		Percentuale di prove che giungono al substrato nell'UTOE	0	0	0,33	
MISURA DELLE FREQUENZE DI SITO (es. Tromini)	0,75	Numero di misure di frequenza nell'UTOE	1-5	0,33	0,33	0,16
		Percentuale di celle dell'UTOE con almeno una misura di frequenza	1-33%	0,33	0,33	
		Classe di affidabilità misure (Albarelo et alii.)	0	0	0,33	

<b>FQ = 37,7%</b>
-------------------

Sulla base di questo valore l'UTOE "Torre" ricade nella **classe C** di qualità.

### **1.3 – CONSIDERAZIONI SUGLI ESITI DEL CONTROLLO**

I risultati del calcolo del fattore di qualità sono riassunti nella seguente tabella:

<i>Area MOPS</i>	<i>FQ (%)</i>	<i>Classe di qualità</i>
Fucecchio	<b>53,5</b>	<b>Classe B</b>
Le Vedute	<b>41,8</b>	<b>Classe C</b>
Galleno	<b>45,2</b>	<b>Classe C</b>
Ferretto	<b>43,9</b>	<b>Classe C</b>
Pinete	<b>32,9</b>	<b>Classe C</b>
Massarella	<b>37</b>	<b>Classe C</b>
Torre	<b>37,7</b>	<b>Classe C</b>

In generale si osserva che la classe C è quella prevalente per l'area collinare mentre la classe B è attribuibile alla zona di fondovalle in ragione della presenza di numerose perforazioni legate all'attività industriale.

Da un'analisi più approfondita dei risultati si osserva che il fattore di qualità di tutte le UTOE è stato sistematicamente abbattuto dall'assenza, all'interno del limite comunale, di perforazioni e/o indagini geofisiche che raggiungano il substrato roccioso. Tale lacuna non dipende tanto dalla presenza di indagini di scarsa profondità, quanto dalla profondità molto elevata della disconformità che delimita il tetto del substrato roccioso pre-tortoniano superiore ("bedrock"). In questo contesto sul database del Ministero dello Sviluppo Economico è stato reperito, appena fuori dal comune di Fucecchio, ad est di Massarella, il log di un pozzo Agip detto "Le Cerbaie001". Questo pozzo si spinge sino a circa -580m dal p.c. e sembra trovare il substrato litoide a -518m dal p.c.. Circa 7 km a SE da esso, in località Gavena, è presente un'altro pozzo ("Tolomei 001 DIR") che pone la base del Messiniano a -1493m dal p.c.. Da questi dati si osserva che il substrato roccioso è situato a profondità crescente da nordovest a sudest, compatibilmente con la morfologia a *graben* ed *half graben* già nota dai dati di letteratura. Dal punto di vista della risposta sismica, secondo alcuni autori, profondità così elevate del substrato, sarebbero ininfluenti rispetto al manifestarsi di fenomeni di amplificazione sismica sulle strutture antropiche (Masi et al. 2007).

Geol. Francesca Franchi

Geol. Emilio Pistilli

Pontedera, Aprile 2014