



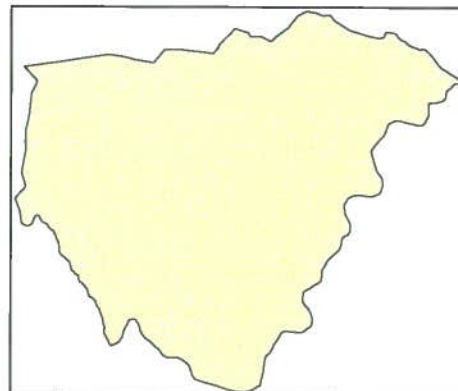
**COMUNE DI PONTASSIEVE**  
Provincia di Firenze

**VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO  
denominata "3° Regolamento Urbanistico"**

Relazione tecnica

Compendio cartografie tematiche

Fattibilità e schede di fattibilità



*Professionista incaricato:*  
*Prof. Geol. Eros Aiello*

*Con:*  
*Dott. Geol. Gabriele Grandini*

luglio 2014

**GEDECO**  
**PROGETTI**

Via Andrea del Castagno, 8 - 50132 FIRENZE  
Tel. e Fax 055.571393-575954  
C.F. e P.IVA 02287880484



## **Premessa**

Con il presente supporto geologico tecnico si verificano le pericolosità territoriali sotto il profilo geomorfologico, idraulico e sismico, ai sensi del D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R, di alcune porzioni di territorio, nel comune di Pontassieve (Provincia di Firenze) oggetto di “**Variante al vigente Regolamento Urbanistico** denominata 3° RUC”.

La presente Variante al Regolamento Urbanistico ha i seguenti obiettivi:

- riconfermare alcuni ambiti decaduti per decorrenza del quinquennio ai sensi dell’art. 55 della Legge Regionale n. 1/2005, che rivestono ancora interesse prioritario per l’Amministrazione;
- introdurre due nuovi ambiti a progettazione unitaria;
- apportare modifiche “di carattere gestionale” aventi modesta rilevanza in quanto non incidenti sulle scelte già contenute nel vigente SU.

Le aree oggetto della presente variante al Regolamento Urbanistico risultano riassunte nel seguente dettagliato elenco:

### Aree oggetto di decadimento e rinnovo della previsione urbanistica

- **Ambito M3** – rinnovo della previsione inerente l’ampliamento del cimitero di Molin del Piano,
- **Ambito SB3** - rinnovo della previsione inerente l’ampliamento del cimitero di Santa Brigida,
- **Ambito MB1** - rinnovo della previsione inerente l’ampliamento del cimitero di Montebonello,
- **Ambito P5** - rinnovo della previsione inerente l’ampliamento del cimitero della Misericordia in Capoluogo,
- **Ambito P4** – rinnovo della previsione relativa al “Parco della Libertà” (attrezzature) con modifica alla perimetrazione con riduzione dell’areale,
- **Ambito S2** - rinnovo della previsione inerente l’ampliamento del cimitero della Sieci con ripermetrazione dell’ambito,
- **Ambito S3** - rinnovo della previsione inerente l’ampliamento delle attrezzature dell’area destinata alla Polisportiva in località Sieci,
- **Ambito S7** - rinnovo dell’area destinata a comparto produttivo in località Castellare/Sieci con modifica della capacità edificatoria in diminuzione.

### Nuovi ambiti a progettazioni unitaria

- **Ambiti M6a, M6b e M6c** - **Comparto denominato “Poggiolino”** a Molin del Piano da destinarsi all’espansione del centro abitato ed all’insediamento della nuova scuola materna,
- **Ambito Sb10** - **Comparto denominato “S.Brigida centro”** a Santa Brigida da destinarsi all’espansione del centro abitato e alla riqualificazione degli spazi ad uso pubblico adiacenti alla chiesa.

L’Amministrazione Comunale di Pontassieve è dotata di vigente Piano Strutturale approvato con Del. C.C. n. 66 del 27.4.2004 corredato da studi geologico tecnici di supporto (Geo Eco Progetti, 2002 e successive integrazioni 2005) licenziati con parere favorevole dal competente Ufficio del Genio Civile di Firenze con proprio protocollo n. 49430/124/47/05 del 2.5.2005 in riferimento al deposito n. 1928 del 19.04.2005.

A seguire con Del. n. 154 del 29.12.2005 il Comune approvava il Regolamento Urbanistico corredato da studi geologico tecnici di supporto (Geo Eco Progetti, giugno 2005) licenziati con parere favorevole dal competente Ufficio del Genio Civile di Firenze con proprio protocollo n.

152185.124.047.005 del 22.12.2005 in riferimento al deposito n. 1995 del 25.07.2005.

Con deliberazione n. 6 del 21.01.2011 l'Amministrazione approvava una variante al RU denominata 2° Regolamento Urbanistico corredata da studi geologico tecnici di supporto (Geo Eco Progetti, febbraio-novembre 2009) licenziati con parere favorevole dal competente Ufficio del Genio Civile di Firenze con proprio protocollo n. 318300 del 10.12.2009 in riferimento al deposito n. 2592 del 15.04.2009.

Per semplicità e facilità di consultazione, per ciascuna delle zone in esame, si riportano estratti planimetrici delle sotto elencate cartografie facenti parte del "quadro conoscitivo" dei citati strumenti urbanistici vigenti (supporti geologici al P.S. e al R.U.):

- carta geologica
- carta geomorfologica
- carta della pericolosità geologica/geomorfologica
- carta della pericolosità idraulica.

Al fine di implementare le notazioni di "quadro conoscitivo", secondo i contenuti del Regolamento Regionale n. 53/R, in particolar modo per l'aspetto sismico, si è provveduto a elaborare gli aspetti relativi alla microzonazione sismica e definizione della relativa pericolosità sismica su areali congrui alla definizione delle relative problematiche per le zone di previsione secondo i criteri fissati dallo stesso Reg.Reg. n. 53/R e dagli ICMS, provvedendo per ciascuna zona a:

- collazionare i dati di base disponibili sulle aree in oggetto e sulle zone contermini ;
- esecuzione di indagini geofisiche (prove di rumore tipo HVSR ) sui dieci siti oggetto di previsione (vedi elaborati ditta Enki srl, marzo 2004 – Relazione tecnica e Tavv. 01 e 02);

a seguito di analisi critica dei dati raccolti e originalmente prodotti si è potuto provvedere alla implementazione del quadro conoscitivo derivante dal Piano Strutturale mediante allestimento di cartografie tematiche (approfondimenti in scala 1:5.000/2.000) per gli intorno delle aree di intervento relativamente a:

- carta delle indagini
- carta delle frequenze
- carta geologico tecnica per la microzonazione sismica
- carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)
- carta della pericolosità sismica (ex Regolamento Regionale 53/R)

Infine, per quanto attiene la **fattibilità** degli interventi, è stata allestita, su estratti degli elaborati cartografici di progetto urbanistico, la carta di fattibilità ai sensi del D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R, corredata dalle relative schede di fattibilità con le quali si specificano le indicazioni di attuazione degli interventi per i tre diversi aspetti geomorfologico, idraulico e sismico, assegnando per ogni tema una categoria di fattibilità.

Per la descrizione dei vari aspetti e contenuti delle cartografie tematiche, relativi ai vari siti di interesse, si rimanda ai contenuti sintetici di ciascuna scheda di fattibilità ed alle trattazioni svolte a supporto del Piano Strutturale (Geo Eco Progetti, 2002 con aggiornamenti del 2005 e 2009).

Si riportano, invece, e si dettagliano i criteri seguiti per l'attribuzione delle classi di pericolosità geologica ed idraulica e quelli per la redazione dei tematismi cartografici relativi agli aspetti sismici, alle cartografie MOPS e delle pericolosità sismica.

## 1. Pericolosità geologica/geomorfológica

La carta della pericolosità geologica rappresenta la sintesi degli elaborati a tematica geologica, geomorfologica, clivometria e litologico-geotecnica.

Il suo scopo fondamentale è di indicare:

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

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

Di conseguenza nella carta della pericolosità geologica è prevista non solo l'individuazione dei settori interessati da dissesti attivi, ma anche la delimitazione di aree potenzialmente vulnerabili al verificarsi di elementi critici.

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

**Classe 1 - Pericolosità geologica irrilevante.** Tale classe individua le aree geologicamente stabili nelle quali sono assenti limitazioni di carattere geologico-tecnico e geomorfologico.

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

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

**Classe 2 - Pericolosità geologica bassa.** Individua le aree apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi che potranno tuttavia essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia. Tali zone sono in genere quelle collinari meno acclivi, dove non si osservano evidenze di instabilità. Si collocano inoltre in questa classe le aree con roccia affiorante o a litologia compatta o con irrilevante copertura detritica e alteritica.

Sono state inserite in tale classe:

- aree interessate da frane non attive (frane naturalmente e artificialmente stabilizzate);
- rilevati stradali stabili esenti da indizi di instabilità;
- aree con erosione superficiale;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica: indicativamente con pendenze comprese fra il 15% (oppure 10°) ed il 5% (circa 3°);

- terreni sabbiosi, sabbioso - ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbioso indicativamente con pendenze comprese fra il 25% (oppure 15°) e il 10% (circa 6°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze compresi fra il 35-40% (oppure 20°) e il 10% (circa 6°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze comprese fra il 45-50% (oppure 25°-30°) e il 10% (circa 6°).

**Classe 3 – Pericolosità geologica media:** corrisponde alle aree in cui non sono presenti fenomeni attivi, ma le condizioni geologico-tecniche, morfologiche geotecniche e/o geomeccaniche sono tali da far ritenere che esse si trovino in condizioni limite d'equilibrio.

In questa classe sono raggruppate:

- frane quiescenti comprensive del corpo di frana e della corona di distacco;
- frane di piccole dimensioni, frane non dettagliatamente cartografabili e/o puntuali fenomeni di dissesto gravitativo in atto, soliflussi localizzati e fenomeni di reptazione;
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio;
- aree con affioramenti di formazioni litoidi con giacitura a reggipoggio o a franapoggio più inclinata del pendio, se intensamente fratturate;
- terreni argillosi, argillitici alterati, limosi, detritici a prevalente matrice argillosa, e terreni a struttura caotica indicativamente con pendenze superiori al 15% (oppure 10°);
- terreni sabbiosi, sabbioso - ghiaiosi, terreni detritici a prevalente matrice sabbiosa indicativamente con pendenze superiori al 25% (oppure 15°);
- terreni litoidi molto fratturati o di scarsa qualità, terreni ghiaiosi addensati: indicativamente con pendenze superiori al 35-40% (oppure 20°);
- terreni litoidi non/poco fratturati e di buona qualità: indicativamente con pendenze superiori al 45-50% (oppure 25°- 30°);
- aree interessate da fenomeni di erosione profonda;
- aree in cui affiorano i depositi alluvionali recenti se potenzialmente suscettibili di densificazione o soggette a sfruttamento intensivo della falda tale da poter determinare fenomeni di subsidenza;
- aree interessate da rilevanti manomissioni antropiche, quali rilevati con evidenti manifestazioni di dissesto e/o non uniforme compattazione, riempimenti, scavi e cave, rilevati arginali;
- corpi d'acqua e relativi paramenti di valle;
- scarpate di erosione non attive o quiescenti;
- alvei con moderata tendenza all'approfondimento;
- le aree ricadenti in classe di pericolosità da frana elevata di cui alla perimetrazione P.F.3 di P.A.I. (Decreto del Segretario della Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 76 del 14.10.2009) che non ricadano, per altri tipi di valutazione, nella sopra descritta classe G.4.

In sintesi, si collocano in tale classe tutte quelle aree per cui esistono indizi di passati o potenziali dissesti ed in cui si rende necessario un approfondimento di analisi mirato a livello di area complessiva.

In tali zone ogni intervento edilizio ed urbanistico dovrà essere supportato in fase di progettazione esecutiva da indagini che dovranno essere condotte a livello di "area nel suo complesso". Sono

inoltre da prevedersi interventi di bonifica e miglioramento dei terreni o della rete idraulica e di drenaggio sia superficiale che profondo e/o l'adozione di tecniche fondazionali e di opere speciali di consolidamento di un certo impegno.

**Classe 4 - Pericolosità geologica elevata.** Si tratta di aree interessate da fenomeni di dissesto attivi, quali frane, frane quiescenti e movimenti di massa generalizzati in litologie argillose e/o argilloscistose, scarpate di erosione attiva e aree soggette ad erosione di sponda.

Sono state inserite in Classe di pericolosità geologica 4 le aree che presentano le seguenti caratteristiche geologico- morfologiche:

- frane attive comprensive del corpo di frana, della corona di distacco e delle relative aree di possibile evoluzione del dissesto (F);
- aree a franosità diffusa, cioè ove non possono essere definiti i numerosi corpi di frana presenti, con relative aree di possibile evoluzione del dissesto (Fd);
- aree instabili per soliflusso generalizzato (i);
- scarpate attive con relative aree di possibile evoluzione e influenza;
- ripe fluviali in cui siano in atto fenomeni di erosione laterale di sponda da parte dei corsi d'acqua (con relativa area di possibile evoluzione);
- aree calanchive;
- alvei con accentuata tendenza all'approfondimento;
- le aree ricadenti in classe di pericolosità da frana molto elevata di cui alla perimetrazione P.F.4 di P.A.I. (Decreto del Segretario della Autorità di Bacino del Fiume Arno n. 76 del 14.10.2009).

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

In ogni caso qualsiasi progetto di opera che incida su tali terreni dovrà essere preceduto da una dettagliata campagna geognostica a livello di area nel suo complesso e da un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, miglioramento dei terreni e tecniche fondazionali, accompagnato da un programma di controlli e monitoraggio necessari per verificare l'esito favorevole di tali interventi.

## **2. Pericolosità idraulica**

Sulla base delle considerazioni generali contenuto nei vigenti strumenti urbanistici, per porzioni di territorio relative ai comparti P4 (in fregio alla confluenza del F. Sieve in Arno) e il comparto S7 in località Sieci – Castellare si farà riferimento alle cartografie di pericolosità idraulica la cui classificazione è articolata come segue:

### **Pericolosità idraulica molto elevata (I.4):**

- aree interessabili da allagamenti per eventi con Tr fino a 30 anni.

**Pericolosità idraulica elevata (I.3):**

- aree interessabili da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < T_r < 200$  anni.

**Pericolosità idraulica media (I.2):**

- aree interessabili da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < T_r < 500$  anni.

**3. Sismicità dell'area e valutazioni preliminari sul rischio sismico**

Il **rischio sismico** nella accezione corrente rappresenta il probabile danno che un determinato sito può subire in occasione di un sisma. In maniera analitica può essere espresso come il prodotto della pericolosità sismica, della vulnerabilità sismica e della quantificazione economica delle realtà danneggiate. La **pericolosità sismica** può essere direttamente riferita alla vibrazione che un sito può subire durante un sisma, mentre la **vulnerabilità** definisce lo stato di conservazione del patrimonio edilizio e delle strutture sociali potenzialmente rese inattive dal sisma. Il parametro relativo alla **quantificazione economica** delle realtà danneggiate è di difficilissima valutazione poiché comprende, oltre a edifici, strutture produttive ed infrastrutture, anche vite umane e beni artistici e culturali.

La *valutazione del rischio sismico*, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la **macrozonazione sismica**, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la **microzonazione sismica**. Infatti l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, etc.).

La microzonazione sismica mira ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare gli effetti sismici in una zona di dimensioni urbane, tramite opportuni criteri d'uso del territorio.





Le indagini per la *valutazione del rischio sismico* sono, pertanto, suddivise in due fasi.

### Macrozonazione sismica

Fornisce un quadro generale del potenziale sismico e quindi della pericolosità sismica di una regione, con l'individuazione delle aree sismiche e di quelle non soggette a sisma.

Nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 si sono individuate 4 zone, delle quali le prime tre coincidono con quelle (Categorie) individuate dalla L.n. 64/74 e successivi D.M. ad essa collegati, mentre la quarta è di nuova costituzione. In quest'ultima zona le regioni possono imporre l'obbligo della progettazione antisismica e stabilire norme e criteri specifici.

Sulla scorta di questa nuova classificazione il territorio del Comune di Pontassieve è inserito in Zona 2 con i seguenti parametri:

Zona	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g)
2	<b>0,25</b>

La OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 disciplina i criteri alla base degli studi per la definizione della pericolosità sismica utili alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, ma definisce anche con:

- la lett. g) la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche che dovranno prevedere:

- 1) la discretizzazione dell'elaborato di riferimento rispetto ai confini dei comuni. E' opportuno a tale proposito che il passaggio fra zone sismiche territorialmente contigue sia definito in termini graduali, sia all'interno di ciascuna regione che al confine di regioni diverse.
- 2) la definizione di eventuali sottozone nell'ambito di uno stesso comune e secondo quanto previsto alla lett. a) per descrivere meglio l'azione sismica, soprattutto in relazione alle esigenze di valutazione e di recupero degli edifici esistenti.

- la lett. c) - sulla base della valutazione di *ag* l'assegnazione di un territorio ad una delle zone sismiche potrà avvenire, secondo la tab. di cui alla lett. a), con la tolleranza di 0,025 ag.

La Regione Toscana con D.G.R. n. 431 del 19.06.2006 ha proposto la riclassificazione sismica

regionale, mantenendo in via preliminare un atteggiamento di cautela soprattutto nelle situazioni che potevano comportare una declassificazione dei comuni dalla zona a media sismicità alla zona a bassa sismica (da zona 2 a zona 3).

A tal proposito ha ritenuto opportuno, nel processo di declassificazione dei comuni, mantenere lo stesso livello di protezione assicurato dalle azioni sismiche della zona 2, provvedendo di conseguenza all'individuazione di una zona 3S. Il territorio comunale di Pontassieve è stato inserito in zona sismica 3S, mantenendo lo stesso livello di protezione della zona 2.

A distanza di sei anni dall'entrata in vigore della precedente classificazione sismica, la Regione Toscana ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio. La nuova mappa sismica è stata approvata con la delibera n. 878 dell'8 ottobre 2012. L'aggiornamento della classificazione sismica, redatto ai sensi dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, si è reso necessario al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) e di rendere la classificazione sismica (riferimento per la disciplina dei controlli sui progetti depositati presso gli Uffici tecnici regionali preposti), maggiormente aderente all'approccio *sito-dipendente* introdotto dalle vigenti Norme. Il territorio comunale di Pontassieve passa da zona 3S a zona 3 nella più recente classificazione.

### Microzonazione sismica

Individua le risposte sismiche locali nell'ambito di una zona dell'ordine di grandezza di un comune o di una città metropolitana, fornendo informazioni di dettaglio relative agli effetti locali, ottimizzando quindi i dati rilevati tramite la macrozonazione.

Compito precipuo della microzonazione è quello di individuare terreni dinamicamente instabili e stimare le accelerazioni che si possono verificare in terreni dinamicamente stabili, poiché condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche particolari possono determinare variazioni nella risposta sismica locale e di conseguenza sulla pericolosità del sito.

### NTC 2008

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente".

Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base  $a_g$ , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, derivava direttamente dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (tabella 1, allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2, allegato B del D.M. 14 gennaio 2008); tale considerazione riguarda anche le isole dell'arcipelago toscano. La Toscana è interessata da 936 nodi.

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri  $a_g$  (espresso in  $g/10$ ),  $F_0$  (adimensionale) e  $T^*c$  (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica.

Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, definite le coordinate del sito

interessato dal progetto, sarà possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame. Qualora il tempo di ritorno richiesto sia differente da uno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, sarà possibile ricavare il valore del parametro di interesse mediante interpolazione tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno (dei nove forniti per ognuno dei nodi del reticolo di riferimento) che comprendono il tempo di ritorno necessario.

A tale proposito sono state predisposte dal Servizio Sismico della Regione Toscana, le mappe di pericolosità relative alla distribuzione dei nodi della griglia per ciascuna delle dieci province.

Per ogni territorio comunale è riportata inoltre la classificazione sismica (Del. GRT n. 431 del 19 giugno 2006) sia in mappa che in forma tabellare. Infine, sempre in tabella, è illustrato a titolo indicativo anche il valore di accelerazione ( $a_{g475}$ ), calcolato in corrispondenza della sede comunale. Si ricorda che i valori di accelerazione vanno divisi per 10. Pertanto, il valore di accelerazione della sede comunale di Rignano sull'Arno è pari a 0,1331 g.

L'attività di valutazione su un territorio (alla scala comunale) delle modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche locali e dalle condizioni topografiche locali viene chiamata **microzonazione sismica (MS)**.

Tale attività rientra in un quadro più generale nei programmi di prevenzione e di mitigazione degli effetti di un terremoto, in cui è necessario individuare in via preliminare con criteri speditivi le zone a più elevato rischio sismico da sottoporre a studi particolareggiati.

Si definiscono “**condizioni locali di sito**”:

- la geologia e la geomorfologia locale;
- condizioni geotecniche e stratigrafiche locali;
- prossimità ad una faglia sismicamente attiva.

Le condizioni locali di sito sono responsabili degli effetti locali di sito che possono schematicamente essere così riassunti:

- modifica delle caratteristiche dello scuotimento rispetto a quanto definito in termini di pericolosità di base;
- fenomeni di instabilità del terreno.

Per ciò che attiene alla modifica del moto sismico, si tratta di definire la **pericolosità sismica locale**. Ciò comporta in generale un'amplificazione del moto sismico, la cui causa è riconducibile a motivi stratigrafici (presenza di depositi soffici poggianti su substrato roccioso), topografici (amplificazione del moto sismico lungo pendii o alla sommità di scarpate o pendii) oppure riferibile alla presenza di particolari geometrie sepolte, in grado di modificare le caratteristiche del moto sismico sia in termini di intensità sia per quanto concerne il contenuto spettrale.

Per quanto concerne i fenomeni di instabilità dei terreni e delle rocce gli aspetti rilevanti sono quelli che riguardano:

- liquefazione e/o densificazione dei depositi sabbiosi;
- eccessivi cedimenti e deformazioni permanenti del suolo;
- instabilità di pendio in terreni e roccia;
- attività di faglia.

Danni consistenti possono ricorrere quando la frequenza di risonanza di un terreno raggiunta durante un evento sismico corrisponde a quella propria dell'edificio (fenomeno della doppia risonanza).

La pericolosità di base è di norma definita mediante approccio di tipo probabilistico. In generale,

per la determinazione della pericolosità di base è necessario definire:

- la sismicità storica;
- le zone sismogenetiche;
- le relazioni di attenuazione;
- le leggi di ricorrenza.

A tal fine è necessario raccogliere e interpretare dati e informazioni riguardanti la sismicità regionale, la sismo-tettonica, dati e registrazioni ottenuti da reti sismiche nazionali e locali.

Per quanto riguarda la stima della pericolosità sismica locale, essa è da ricondurre ad una serie di caratteri geologico-tecnici di un'area più o meno ampia che viene presa in esame. Tali caratteri geologico tecnici come è noto riguardano: la morfologia di superficie, la morfologia sepolta, le litologie, le caratteristiche fisico meccaniche, le condizioni idrogeologiche s.l. Queste condizioni infatti oltre ad essere causa di possibile amplificazione degli effetti sismici possono provocare i cosiddetti fenomeni indotti, quali: attivazione e rimobilizzazione di fenomeni gravitativi, liquefazione in terreni granulari saturi, deformazioni permanenti in terreni di fondazione.

La **valutazione degli effetti locali** di amplificazione del moto sismico e quindi la pericolosità sismica locale sono di norma valutati attraverso analisi di risposta sismica locale dei depositi di terreno.

A riguardo la normativa di riferimento (D.M. 14.09.2008) consente di valutare gli effetti locali di amplificazione del moto sismico sia in modo semplificato, sia con modalità analitiche più rigorose. Uno degli aspetti più importanti di queste normative è quello di definire e di valutare l'amplificazione sismica dei terreni sulla base della definizione del parametro  $V_s$ , cioè della velocità delle onde di taglio.

### **Metodologia di lavoro e obiettivi**

Gli studi di Microzonazione Sismica Comunale (di seguito MS) svolti per il Comune di Pontassieve nell'ambito del supporto geologico alla presente variante al R.U sono stati condotti secondo le indicazioni formulate dal Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica nel rispetto degli "Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica Nazionale" (di seguito ICMS) e delle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica approvate con Deliberazione di G.R.T. n. 261/2011.

Nei citati ICMS vengono definite le procedure, le metodologie di analisi al fine di individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

- Le **Zone Stabili**, sono zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- Le **Zone Stabili Suscettibili di Amplificazione Sismica**, sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- Le **Zone di Attenzione per Instabilità**, sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali e sovrapposizione di differenti fenomeni di instabilità).

Per la definizione delle zone e della loro perimetrazione si rimanda a quanto definito al par. 1.1.3 degli standard ICMS (versione 3.0 dell'ottobre 2013).

Gli studi di MS assumono importanza nella pianificazione territoriale, fornendo una base conoscitiva della pericolosità sismica locale, per stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico a varie scale, orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti, definire gli interventi ammissibili in una determinata area, programmare le indagini e i livelli di approfondimento, stabilire modalità e priorità di intervento nelle aree urbanizzate.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, possono essere effettuati n. 3 livelli di approfondimento, con complessità e impegno economico crescente.

In particolare possono essere predisposti i seguenti livelli:

- il **livello 1** è un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle “Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”;
- il **livello 2** è un livello successivo in cui si introduce l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l’esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica”;
- il **livello 3** rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti”.

**Per il supporto alla presente variante al Regolamento Urbanistico sono stati eseguiti pertanto studi di livello 1** relativamente agli areali a contorno di ciascuna previsione.

Ciascuno dei livelli di approfondimento prevede una serie di adempimenti come sotto elencati e dettagliati nella tabella riassuntiva al fine della definizione del quadro conoscitivo minimo che debba essere raggiunto per ogni livello sulla scorta delle indicazioni contenute negli ICMS:

- la realizzazione di opportune indagini geologiche, geofisiche e geotecniche al fine di definire il quadro conoscitivo;
- l’effettuazione di opportune analisi ed elaborazioni;
- la predisposizione di risultati finali.

<b>INDAGINI MINIME</b>	Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell’area: rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi; Rilevamenti geologici di controllo sul terreno; Nuove indagini: Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1; Misura passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.
<b>ANALISI ED ELABORAZIONI</b>	Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili; Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.
<b>PRODOTTI FINALI</b>	Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione); Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica almeno alla scala 1:5.000-1.10.000; Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) almeno alla scala

1:5.000-1.10.000; Relazione tecnica illustrativa della carta MOPS; Carta delle frequenze fondamentali dei depositi.
---

*Sintesi del quadro conoscitivo del livello 1*

Questo livello può quindi trovare consistenza in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Le finalità degli studi di MS di livello 1 sono:

- individuare qualitativamente le aree che necessitano di approfondimenti;
- definire le tipologie di effetti attesi;
- individuare il modello geologico di sottosuolo preliminare.

Il principale elaborato previsto in questo livello è la **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**. Questa carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Di particolare importanza a questo scopo risulta la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) accompagnata da una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna (del tipo: "qualche metro", "una decina di metri", "alcune decine di metri", "oltre i 100 metri"), una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso (del tipo: "alto" o "basso"). Di particolare importanza sarà l'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi- e tri-dimensionali.

Pertanto, per acquisire tali informazioni di tipo semiquantitativo al fine di consentire la predisposizione della cartografia delle *Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* si è provveduto alla acquisizione, oltre alle informazioni già previste al par. 1.1.3 degli ICMS, dei risultati di indagini geofisiche utili alla ricostruzione geometrica dei corpi sepolti (sismica a rifrazione, ERT, gravimetria, ecc.) e alla individuazione di eventuali contrasti di impedenza sismica e possibili fenomeni di risonanza (campagne di misura delle frequenze naturali di sito da vibrazioni ambientali o da terremoti).

Per meglio rappresentare queste caratteristiche la carta dovrà essere corredata da sezioni geolitologiche rappresentative della situazione lito-stratigrafica e strutturale presente.

Attraverso questo livello, quindi, sarà possibile:

- la definizione delle caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo;
- l'individuazione delle aree a minore pericolosità locale (zone stabili);
- l'individuazione delle aree per le quali sono necessari ulteriori livelli di approfondimento;
- definire il livello di approfondimento richiesto nelle aree che necessitano di approfondimenti;
- la programmazione di indagini di approfondimento, sulla base delle diverse tipologie di effetti attesi.

Per la indicazioni tecniche cui attenersi per la predisposizione delle **cartografie delle indagini e delle cartografie delle Microzonazione Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)** si rimanda ai par. 1.1.1, 1.1.2 e 1.1.3 degli ICMS in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la

realizzazione delle suddette carte.

### **3.1 Individuazione delle aree assoggettate a indagini di MS**

Visto il carattere puntuale della pianificazione oggetto della presente variante gli studi di MS sono stati concentrati in corrispondenza delle aree di interesse individuate dall'Amministrazione Comunale. Tali settori, arealmente limitati, sono stati sottoposti a studi e indagini specifiche finalizzate alla redazione delle carte di dettaglio con rilievo in scala 1:2.000 e restituzione grafica ed "editing" in scala 1:2.000 o 1:5.000 (Carta delle indagini, Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica, Carta delle frequenze, Carta delle MOPS, Carta della pericolosità sismica) previste per gli studi di microzonazione sismica di 1° Livello.

Tali zone prescelte corrispondono ai settori territoriali di seguito elencati:

- 1 – UTOE 1 (Area Cimitero) – Molino del Piano – ambito M3
- 2 - UTOE 1 (Area "Poggiolino") – Molino del Piano – ambiti M6a, M6b e M6c
- 3 - UTOE 1 (Area Cimitero) – Santa Brigida – ambito SB3
- 4 - UTOE 1 (Area "Santa Brigida Centro - Montino") – Santa Brigida – Ambito Sb10
- 5 – UTOE 2 (Area Cimitero) – Montebonello – ambito MB1
- 6 – UTOE 3 (Area Cimitero Misericordia) – Pontassieve – ambito P5
- 7 - UTOE 3 (Area "Parco della Libertà") – Pontassieve – ambito P4
- 8 - UTOE 4 (Area Cimitero) – Sieci – ambito S2
- 9 - UTOE 4 (Area Campo Sportivo) – Sieci – ambito S3
- 10 - UTOE 4 (Area Tod's) – Sieci/Castellare – ambito S7

### **3.2 Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica**

Le carte geologico tecniche sono state redatte in scala 1:2.000 e/o 1:5.000 (i relativi tematismi cartografici sono inseriti nel compendio cartografico di ogni previsione urbanistica) e rappresentano, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 3.0 dell'ottobre 2013), l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).

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






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

Fig. 1 - Legenda della Carta Geologico Tecnica: terreni di copertura

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

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

Figura 2 - Legenda della Carta Geologico Tecnica: ambienti genetico-deposizionali dei terreni di copertura



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






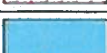
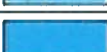


Substrato geologico		
	LP	Lapideo
	GR	Granulare cementato
	CO	Coesivo sovraconsolidato
	AL	Alternanza di litotipi
	SF	Molto fratturato / alterato
	LPS	Lapideo, stratificato
	GRS	Granulare cementato, stratificato
	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato

Figura 3 - Legenda della Carta Geologico Tecnica: substrato geologico

In tale cartografia sono stati riportati gli elementi tettonico strutturali (faglie e strutture tettoniche certe o presunte con relativo stato di attività, stratificazioni) e gli elementi geologico e idrogeologici puntuali derivanti dai dati di base (profondità del substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo, profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido, profondità della falda). Inoltre vengono fornite indicazioni relativamente alle fenomenologie di instabilità di versante (tipologia di instabilità e stato di attività), per le cui definizioni riguardanti lo stato di attività dei versanti il riferimento è il progetto IFFI. Infine vengono presentate le forme morfologiche di superficie e sepolte.

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie “unità geologico-tecniche” individuate con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

#### Terreni di copertura

- **Unità geologico-tecnica RI:** corrisponde ai terreni di riporto con resti di attività antropica (h).
- **Unità geologico-tecnica SMfd-ec:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante (falda detritica ed eluvi / colluvi). A questi corrispondono i corpi detritici appartenenti agli accumuli gravitativi di materiale eterogeneo attribuibili ai detriti di versante e alle coltri eluvio-colluviali (d).
- **Unità geologico-tecnica SMcd:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante (conoide detritica). A questi corrispondono i corpi detritici appartenenti agli depositi di conoide.
- **Unità geologico-tecnica GMes:** si tratta di terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (argine/barre/canali). A questi corrispondono i depositi alluvionali in evoluzione (a).

- **Unità geologico-tecnica SMes:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (argine/barre/canali). A questi corrispondono i depositi alluvionali terrazzati (ft).

#### Substrato geologico

- **Unità geologico-tecnica LPS:** corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni lapidee, stratificate. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alle Breccie di Monte Senario (SNE), alle Arenarie di Monte Senario (SEN), alle Arenarie del Cervarola (Cev) e alla Formazione di Monte Morello (MLL).

- **Unità geologico-tecnica ALS:** corrisponde al substrato geologico costituito da un'alternanza di litotipi stratificati. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alla della Formazione di Sillano (SIL) e alle Marne di San Polo (POO).

- **Unità geologico-tecnica SF:** corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni molto fratturate e/o alterate. A questa unità appartengono i depositi appartenenti al Complesso Caotico (c).

Di seguito viene riportata una tabella comparativa delle classi di attribuzione, per ciascun deposito lito-stratigrafico o formazione geologica, della cartografia litotecnica di supporto alla Revisione generale al Piano Strutturale, e della cartografia geologico-tecnica per la microzonazione sismica, secondo le norme ICMS 2013.

<b>SIGLA FORMAZIONE</b>	<b>NOME FORMAZIONE</b>	<b>UNITA' GEOLOGICO-TECNICA (ICMS)</b>
h	Depositi antropici di riporto	RI
d	Coltri detritiche e coperture eluvio-colluviali	SM fd-ec
conoide	Depositi di conoide	SM cd
a	Depositi alluvionali in evoluzione	GM es
ft	Depositi alluvionali terrazzati	SM es
MLL	Formazione di Monte Morello	LPS
SIL	Formazione di Sillano	ALS
SEN	Arenarie di Monte Senario	LPS
SNE	Breccie di Monte Senario	LPS
CEV	Arenarie del Falterona – Membro di Montalto	LPS
POO	Marne di San Polo	ALS
c	Complesso Caotico	SF

### 3.3 Indagini geofisiche appositamente eseguite, dati di base e carta delle frequenze

Per effettuare gli studi di MS si è provveduto alla raccolta e all'archiviazione organizzata di dati pregressi (vedi cartografie delle indagini raccolte nel compendio cartografico di ciascuna variante, allegato A con certificazioni delle indagini e gli elaborati della Ditta Enki srl per quanto concerne le certificazioni delle indagini sismiche appositamente svolte sui siti di interesse).

Le Carte delle indagini mostra, nel dettaglio per ciascuna delle aree indagate, l'ubicazione di tutte le indagini reperite in bibliografia e/o da banche dati, nonché l'ubicazione delle indagini geofisiche all'uopo realizzate come supporto al presente studio di Microzonazione Sismica di 1° Livello (vedi certificazioni ed allegati forniti dalla ditta Enki srl).

La raccolta dei dati esistenti si è basata sull'acquisizione di stratigrafie relative a pozzi e sondaggi, di certificati di prove penetrometriche dinamiche e statiche, di saggi geognostici significativamente profondi, di indagini geofisiche (prove di sismica a rifrazione, prove down-hole, MASW, HVSR e stendimenti geoelettrici già realizzati nelle zone di studio).

Si citano di seguito le fonti di reperimento dei dati raccolti e collazionati in allegato A (dati di base da bibliografia):

- Carta dei dati di base di supporto al Piano Strutturale del Comune di Pontassieve (2002);
- Studi geologici e geomorfologici di dettaglio, commissionati dalla Amministrazione Comunale, a supporto alla progettazione di opere di opere pubbliche e/o interventi infrastrutturali;
- Data base della Regione Toscana delle indagini di sottosuolo;
- Data base della Provincia di Firenze – Mappa dei Pozzi e delle Derivazioni relativamente a informazioni dei pozzi idrici;
- Data base ISPRA relativamente a stratigrafie di pozzi idrici profondi;
- Archivi comunali in merito alle pratiche urbanistiche, edilizie e lavori pubblici.

La nomenclatura delle diverse tipologie di indagine ubicate sulla CTR, è stata definita sulla base delle indicazioni riportate al par. 2.2.3. degli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica”.

Per la predisposizione del presente di *studio di Microzonazione Sismica dei centri urbani* è stato necessario realizzare una specifica campagna di indagini geofisiche consistente in:

- n. 12 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSR), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per determinare l'eventuale comportamento amplificativo del terreno.

Si fornisce il dettaglio delle indagini appositamente eseguite nel mese di marzo 2014 (ditta Enki srl di Firenze), con la loro suddivisione nelle varie frazioni, a corredo del presente studio. La distribuzione ed ubicazione di tali indagini all'interno delle frazioni in relazione alle problematiche da indagare è mostrata nelle sopra citate cartografie, mentre per le risultanze si rimanda agli elaborati ed allegati forniti dalla Enki srl.

<b>Id indagine</b>	<b>Località</b>	<b>HVSR</b>
1	PONTASSIEVE	X
2	PONTASSIEVE	X
3	PONTASSIEVE	X
4	SIECI	X
5	SIECI	X
6	SIECI	X
7	SIECI	X
8	MOLIN DEL PIANO	X
9	MOLIN DEL PIANO	X
10	SANTA BRIGIDA	X
11	SANTA BRIGIDA	X
12	MONTEBONELLO	X

Per ogni misura HVSR, è stata attribuita una delle seguenti 3 classi di appartenenza ai relativi tipi di

curva (vedi allegata relazione della ditta Enki srl):

Classe A: registrazione affidabile ed interpretabile che può essere utilizzata anche da sola;

Classe B: registrazione sospetta da utilizzare con cautela ed in presenza di altre misure ottenute nelle vicinanze;

Classe C: registrazione scadente e di difficile interpretazione.

E' inoltre stata indicata la tipologia in funzione o meno di un picco di frequenza:

- tipo 1: curva H/V che presenta almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME (possibile risonanza),
- tipo 2: curva H/V che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse (assenza di risonanza).

Nelle Carte delle frequenze allegate al compendio cartografico di ciascuna variante vengono fornite le informazioni ottenute (frequenza e ampiezza del picco di risonanza, classe di appartenenza) dall'interpretazione delle misure di rumore sismico eseguite nei diversi siti oggetto di previsione urbanistica assoggettati alla presente indagine.

Per ogni misura è stata ottenuta la curva del rapporto H/V del segnale sismico acquisito, sulla quale sono stati eventualmente individuati picchi di risonanza per un certo valore di frequenza.

Tale cartografia riassume e fornisce indicazioni qualitative sulla classe di frequenza fondamentale allo scopo di distinguere:

- aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (ad esempio nessun massimo relativo significativo di  $f_0$  nell'intervallo 0,1-20Hz);
- aree caratterizzate da presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo fra:
  - spessori attesi > di 100 m (indicativamente con  $f_0 < 1$ ),
  - spessori compresi fra 100 e 50 m (indicativamente con  $1\text{Hz} < f_0 < 2\text{Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 50 e 30 m (indicativamente con  $2\text{Hz} < f_0 < 3\text{Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 30 e 20 m (indicativamente con  $3\text{Hz} < f_0 < 5\text{Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 20 e 10 m (indicativamente con  $5\text{ Hz} < f_0 < 8\text{Hz}$ ),
  - spessori compresi fra 10 e 5 m (indicativamente con  $8\text{ Hz} < f_0 < 20\text{Hz}$ ),
  - spessori minori di 5 m (indicativamente con  $f_0 > 20\text{Hz}$ ).

Il range significativo a cui fare riferimento per la valutazione della suscettibilità all'amplificazione sismica di un sito è circa 1-10 Hz. Picchi con frequenze di circa 1-2 Hz sono rappresentativi mediamente di contrasti di impedenza sismica collocati a profondità dell'ordine di qualche decina di metri. Frequenze di risonanza, invece, comprese nell'intervallo 8-12 Hz sono rappresentative di limiti stratigrafici, esistenti tra coperture detritiche e substrato roccioso, la cui profondità è dell'ordine di qualche metro (mediamente compresa tra 0 e 10 m).

Per la rappresentazione dei risultati, sono stati considerati i seguenti intervalli di frequenza (Hz):

- nessuna risonanza
- 0,1 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 2,5
- 2,5 - 5,0
- 5,0 - 7,5
- 7,5 - 10,0
- 10,0 - 15,0
- 15,0 - 20,0

Al fine di riportare in carta il dato relativo all'ampiezza del picco fondamentale, sono stati considerati i seguenti intervalli di ampiezza:

- nessuna risonanza
- 1,1 – 2,0
- 2,0 – 3,0
- 3,0 – 5,0
- > 5,0

Ogni coppia di valori (frequenza/ampiezza) individuati, è stato riportato in apposita tabella sulla relativa cartografia di ubicazione indagini.

Per la valutazione dell'entità del contrasto d'impedenza sismica, individuato con l'interpretazione delle misure di rumore, si è fatto riferimento al seguente criterio di classificazione:

- per ampiezze < 3, il contrasto d'impedenza sismico è basso
- per ampiezze > 3, il contrasto d'impedenza sismico è elevato (alto).

Tale discriminazione è stata applicata solo a valori di ampiezza riferite al picco principale.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione allegata al presente documento redatta dall'impresa realizzatrice delle indagini sismiche (vedi allegati ditta Enki srl, 2014).

L'entità del contrasto di impedenza sismica non è stato riportato direttamente sulla carta delle frequenze, ma sulle colonne stratigrafiche del modello geologico di sottosuolo, mostrate sulla carta delle MOPS e sulle sezioni geologiche.

Tale elaborato ha il duplice scopo di fornire un adeguato strumento per la predisposizione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica di livello 1, ma anche offrire una indicazione delle profondità di investigazione per i successivi livelli superiori di MS. L'utilizzo della tabella di confronto tra lo spessore di copertura stimato e la frequenza fondamentale del terreno, riportata nel lavoro di *Albarellò ed alii, 2010.*, costituisce un valido ausilio. Utilizzando questa tabella, infatti, è quindi possibile ottimizzare i costi ed evitare eventuali indagini geognostiche spinte a profondità eccessive o al contrario a profondità insufficienti a raggiungere il contrasto di impedenza sismico principale.

Una sintetica descrizione delle risultanze delle misure di rumore sismico effettuate con tecnica HVSR presso i principali centri urbani del territorio comunale di Pontassieve è riportata nel seguito del presente rapporto in cui si descrivono le caratteristiche rilevate per ogni frazione studiata.

### **3.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS**

La "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" rappresenta l'elaborato cartografico fondamentale degli studi di microzonazione sismica di livello 1. Scopo della realizzazione di tale elaborato è la definizione di zone ad eguale comportamento sismico. La produzione della carta MOPS è basata sulla sintesi delle informazioni di carattere geologico, geomorfologico, litotecnico-tecnico e sismico desunti dalle cartografie tematiche realizzate per lo studio di microzonazione e i "dati di base raccolti" quali stratigrafie e certificazioni di prove penetrometriche, analisi di laboratorio e indagini sismiche per la definizione della velocità delle onde P e SH e misure di frequenza caratteristica dei terreni. Inoltre, al fine di valutare l'influenza degli aspetti topografici di versate, si sono tenute in considerazione le caratteristiche cliviometriche dei luoghi deducibili dalla cartografia ufficiale C.T.R. della Regione Toscana.

Per classificare le aree in esame si è stato fatto riferimento (come da paragrafo 1.1.3 degli ICMS) alle seguenti categorie di microzone:

- **zone stabili**
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**
- **zone di attenzione per le instabilità.**

Le **zone stabili** sono quelle nelle quali si ipotizza che non si verifichino significativi fenomeni di amplificazione sismica (presenza di substrato geologico/sismico in affioramento) e per le quali, perciò, in caso di evento sismico, sono attesi scuotimenti equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base dell'INGV. Considerando che la pericolosità sismica di base di un sito è definita sull'ipotesi di substrato litoide affiorante su superficie pianeggiante o con inclinazione inferiore a  $15^\circ$ , rientrano nella classe delle zone stabili tutte quelle aree che presentano substrato roccioso in affioramento (con eventuale copertura costituita dalla coltre di alterazione con spessore massimo di 3 m) e per le quali si abbiano condizioni di bassa fratturazione dell'ammasso ( $J_v \leq 10-15$ ), nonché inclinazione del pendio  $< 15^\circ$ . Inoltre, qualora studi pregressi evidenzino una velocità di propagazione delle onde S nei primi 30 m di sottosuolo inferiore a 800 m/s, il substrato affiorante può non essere considerato substrato sismico, ma solamente geologico. La numerazione delle zone stabili è progressiva a partire dalla n.1 fino alla n. K.

Le **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** sono le aree nelle quali si presume che, in presenza di sisma, si possano verificare fenomeni di amplificazione sismica. Sono caratterizzate o dalla presenza solamente di substrato roccioso affiorante con caratteristiche strutturali e/o topografiche e/o sismiche tali da non permettere la delimitazione di una zona stabile, oppure dall'esistenza di coperture riconducibili a depositi di origine alluvionale, a coltri detritiche di versante (detriti di versante, depositi eluvio-colluviali, frane), a depositi di origine antropica. La numerazione è progressiva a partire da k+1 fino a n.

Le **zone di attenzione per le instabilità** sono le zone per le quali, in caso di terremoto, si ipotizza si possano manifestare deformazioni permanenti del sottosuolo. I fenomeni deformativi individuati dagli ICMS come causa dell'evento sismico sono:

- **instabilità di versante (frane attive, quiescenti, inattive)**
- **liquefazione**
- **cedimenti differenziali**
- **faglie attive e capaci**

Le **instabilità di versante** sono legate all'attivazione di nuove frane o alla riattivazione di frane quiescenti o antiche stabilizzate. Le tipologie di movimenti sulla base delle quali possono essere discriminate le frane sono: crollo o ribaltamento, scorrimento, colata, frana complessa.

La **liquefazione** è legata alla presenza di materiali granulari sciolti riconducibili a sabbie, sabbie e limi, sabbie e ghiaie. Inoltre si considerano terreni potenzialmente liquefacibili, quelli nei quali la superficie piezometrica della falda freatica superficiale o di falde confinate più profonde si trovi ad una profondità da p.c.  $\leq 15$  m. Comunque per gli aspetti legati alla liquefacibilità dei terreni, gli aspetti di cui tenere conto sono quelli indicati al par. 7.11.3.4 delle NTC 2008 (per le quali sicuramente la natura granulometrica, la profondità della falda e la magnitudo attesa costituiscono i principali fattori predisponenti) e gli ulteriori approfondimenti riportati al par. 3.1.3 degli ICMS.

I **cedimenti differenziali** sono attesi lungo le zone di contatto tra unità geologiche aventi caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (es. depositi alluvionali su substrato roccioso). Tale differenza si traduce in una diversa risposta sismica, la quale può indurre, in caso di terremoto, cedimenti significativi, soprattutto nei terreni presenti a ridosso del contatto stratigrafico. Le zone di instabilità per cedimenti differenziali possono perciò essere rappresentate tramite buffer.

Le **faglie attive e capaci** sono faglie per le quali si ipotizza che:

- si siano mosse almeno una volta negli ultimi 40.000 anni

- che potenzialmente manifestano deformazioni che si possono propagare fino in superficie.

Come descritto negli ICMS, le potenziali faglie attive da inserire nella cartografia geologica-geomorfologica devono essere confermate da studi di geologia strutturale di comprovata validità. Inoltre l'identificazione di eventuali faglie capaci, deve essere eseguita facendo riferimento allo studio ITACA dell'INGV, con il quale è stato realizzato un archivio delle faglie capaci presenti sul territorio italiano. Anche nel caso di instabilità per faglie attive e capaci, come per i cedimenti differenziali, si tende a definire un buffer in corrispondenza della lineazione tettonica.

Al fine di integrare le informazioni acquisite con la definizione delle microzone, la carta delle MOPS riporta le morfologie che hanno rilevanza ai fini dell'amplificazione sismica (**forme di superficie e forme/elementi sepolti**). Tali morfologie sono riconducibili a forme deposizionali come conoidi alluvionali e falde detritiche, ma anche a forme di versante quali orli di scarpata morfologica con  $10 < h < 20$  m e  $h > 20$  m, creste e picchi isolati (cocuzzoli), forme fluviali come orli di terrazzi fluviali con  $10 < h < 20$  m e  $h > 20$  m, forme erosive (scarpate e valli) e carsiche (cavità) sepolte.

Nel proseguo sono descritte le risultanze relative alla elaborazione dei vari tematismi cartografici e della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica per l'area relativo a ciascuna previsione. Le relative cartografie sono collazione nel compendio cartografico relativo a ciascuna previsione.

Per l'area relativo a ciascuna zona sono state identificate e definite, secondo lo schema riassuntivo di seguito riportato, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone di attenzione per instabilità presenti nelle aree investigate dal presente studio nel territorio comunale, mentre lo studio di microzonazione sismica di livello 1 dei settori di interesse del presente studio ha evidenziato che non sono individuabili zone stabili.

### **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

#### **ID Descrizione Zona**

- Z0a** Substrato molto fratturato / alterato (SF), copertura alteritica compresa tra 0 e 10 m, acclività del versante (di seguito "i")  $< 15^\circ$ , contrasto di impedenza (di seguito "c.i.") alto.
- Z0b** Substrato molto fratturato / alterato (SF), copertura alteritica compresa tra 0 e 10 m,  $i > 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z1** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), su depositi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-20 m, poggiante su substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z2** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z3** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), fratturato;  $i > 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z4** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z5** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z6** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente

- fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato;  $i > 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z7** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z8** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato;  $i > 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z9** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato molto fratturato / alterato (SF);  $i < 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z10** Copertura di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (fd, ec, cd) e di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-10 m, poggiante su substrato molto fratturato / alterato (SF);  $i > 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z11** Copertura di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-20 m, poggiante su substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z12** Copertura di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-20 m, poggiante su substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z13** Copertura di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-20 m, poggiante su substrato lapideo stratificato (LPS), fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z14** Copertura di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente fluvio lacustre (es), spessore 5-20 m, poggiante su substrato molto fratturato / alterato (SF);  $i < 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z15** Substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), copertura alteritica compresa tra 0 e 10 m, fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z16** Substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), copertura alteritica compresa tra 0 e 10 m, fratturato;  $i > 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z17** Substrato costituito dall'alternanza di litotipi stratificati (ALS), copertura alteritica compresa tra 0 e 10 m, fratturato;  $i < 15^\circ$ , c.i. alto.
- Z18** Substrato lapideo stratificato (LPS), copertura alteritica compresa tra 0 e 10 m, fratturato,  $i < 15^\circ$ , c.i. basso.
- Z19** Substrato lapideo stratificato (LPS), copertura alteritica compresa tra 0 e 10 m, fratturato,  $i > 15^\circ$ , c.i. basso.

### **Zone di attenzione per instabilità**

#### **ID      Descrizione Zona**

- ZA1FR\_A**    Instabilità di versante per frana con stato di attività attivo,  $i > 15^\circ$
- ZA2FR\_A**    Instabilità di versante per frana con stato di attività attivo,  $i < 15^\circ$
- ZA3FR\_Q**    Instabilità di versante per frana con stato di attività quiescente,  $i > 15^\circ$
- ZA4FR\_Q**    Instabilità di versante per frana con stato di attività quiescente,  $i < 15^\circ$
- ZA5FR\_I**    Instabilità di versante per frana con stato di attività inattivo,  $i > 15^\circ$
- ZA6FR\_I**    Instabilità di versante per frana con stato di attività inattivo,  $i < 15^\circ$

Terreni suscettibili di cedimenti differenziali

Sovrapposizione di zone di attenzione per instabilità differenti

Le considerazioni riassuntive in merito agli aspetti relativi alle indagini eseguite e alla definizione delle MOPS per ciascuna area oggetto di approfondimento, unitamente a considerazioni in merito alla possibilità di esclusione del fenomeno di liquefazione, sono svolte a compendio di ciascuna



scheda di fattibilità.

### 3.5 Carta della pericolosità sismica

Dall'analisi e dalla valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi esistenti di tipo geologico, geomorfologico e delle indagini geofisiche, con riferimento al regolamento regionale n. 53/R del 25 ottobre 2011, si deve tener conto, sulla base del quadro conoscitivo acquisito delle aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito.

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

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

Tale valutazione è stata rappresentata nel presente supporto geologico alla variante al RU, come in precedenza argomentato, attraverso la realizzazione di uno studio di MS di livello 1 secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010, relativamente ad un'areale consono per ciascuna previsione in variante.

Lo studio di MS di livello 1 ha la finalità di determinare nella pianificazione attuativa scelte mirate e idonee che tendano ad assicurare la riduzione del rischio sismico.

In generale, la sintesi di tutte le informazioni derivanti dallo studio di MS di livello 1, deve consentire di valutare le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo le seguenti graduazioni di pericolosità sotto elencate in ordine decrescente con i criteri di attribuzione alle stesse così come rappresentate nelle tavole di pericolosità sismica realizzate per l'intorno di ciascuna variante (scala 1:2.000/5.000) e alleate nel compendio cartografico di ciascuna scheda carta di fattibilità.

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

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

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie);

zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Per ogni singola aree oggetto di studio di microzonazione sono state identificate le classi di pericolosità sismica secondo lo schema riassuntivo di seguito riportato, in funzione delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone di instabilità presenti nel territorio comunale (MOPS), così come precedentemente definite.

<i>ID ZONA MOPS</i>	<i>CLASSE PERICOLOSITA' SISMICA</i>
<b><u>Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali</u></b>	
Z0a	S.3
Z0b	S.3
Z1	S.3
Z2	S.2
Z3	S.2
Z4	S.3
Z5	S.2
Z6	S.2
Z7	S.3
Z8	S.3
Z9	S.3
Z10	S.3
Z11	S.2
Z12	S.3
Z13	S.2
Z14	S.2
Z15	S.2
Z16	S.2
Z17	S.3
Z18	S.2
Z19	S.2
<b><u>Zone di attenzione per le instabilità</u></b>	
ZAI <sub>FR,A</sub>	S.4

ZA2 <sub>FR,A</sub>	S.4
ZA3 <sub>FR,Q</sub>	S.3
ZA4 <sub>FR,Q</sub>	S.3
ZA5 <sub>FR,I</sub>	S.2
ZA6 <sub>FR,I</sub>	S.2
Cedimenti differenziali	S.3
Sovrapposizione instabilità	S.3

### 3.6 Modellazione sismica e verifica alla liquefazione

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- 1 - in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- 2 - una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- 3 - a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

#### 3.6.1 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R$  = periodo di riferimento

$V_N$  = vita nominale

$C_U$  = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$  anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto  $\geq 2$  anni.

- $V_N \geq 50$  anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$  anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico  $V_N = 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.  $C_U = 0.7$ ;

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.  $C_U = 1.0$ ;

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.  $C_U = 1.5$ ;

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.  $C_U = 2.0$ ;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso  $C_U = 1$ .

Una volta ottenuti  $V_N$  e  $C_U$ , è possibile calcolare il periodo di riferimento  $V_R$ , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

### 3.6.2 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento*  $P_{VR}$ , ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>P_{VR} = 81\%</math></b>
Stato limite di esercizio: danno	SLD	<b><math>P_{VR} = 63\%</math></b>
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	<b><math>P_{VR} = 10\%</math></b>
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	<b><math>P_{VR} = 5\%</math></b>

*Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento  $V_R$*

Fissati  $V_R$  e  $P_{VR}$  associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra  $P_{VR}$  (probabilità) e  $T_R$  (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è  $V_R = 50$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>T_R = 30</math></b>
--	-----	------------------------------

Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento  $V_R$

### 3.6.3 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti nella seguente tabella, contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

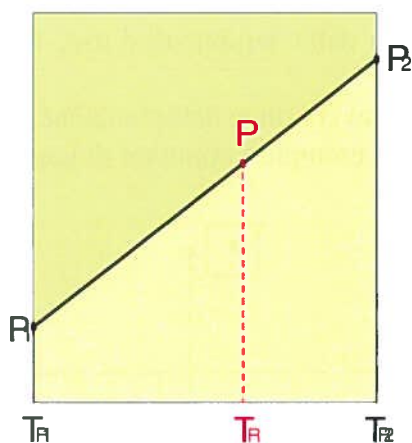
Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e  $PV_R$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (tabella sovrastante), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \quad (4.1)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g, F_o, TC^*$ ) corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  desiderato, mentre  $p_{1, 2}$  è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno  $T_{R1, 2}$ . Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

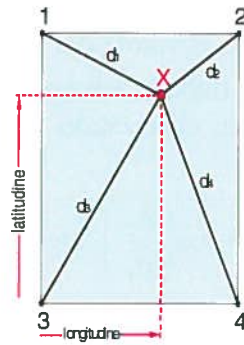
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g, F_o, TC^*$ ) corrispondente al punto considerato,  $p_i$  è il valore di tale parametro nell' $i$ -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e  $d_i$  è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo vertice della suddetta maglia.



*Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.*

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella seguente figura



Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

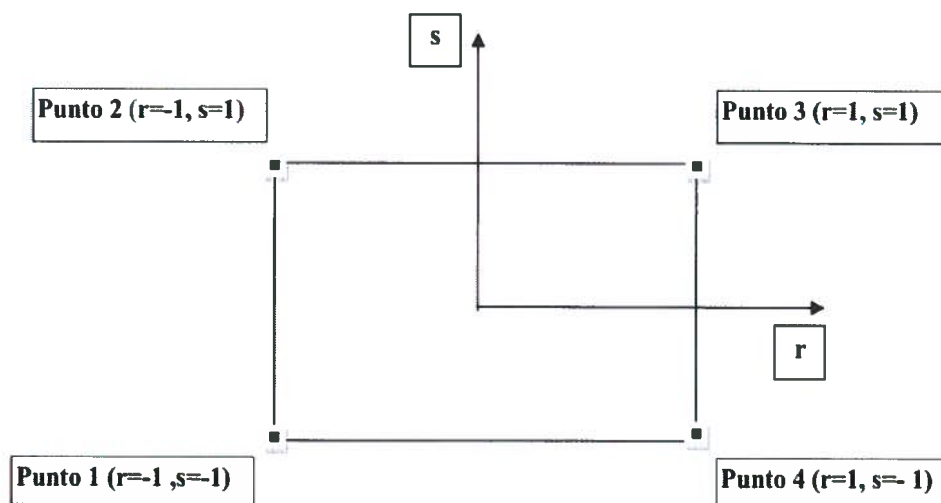
Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza  $d$  tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $\text{lat}\alpha$ ,  $\text{lon}\alpha$ ,  $\text{lat}\beta$  e  $\text{lon}\beta$  sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di  $\pm 0,01g$  ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.



Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:



$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate  $x, y$  di un punto generico e le coordinate  $r, s$  dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di  $r$  ed  $s$ , si determinano i parametri  $a_g, F_0, T_C^*$  dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove  $p$  rappresenta il parametro cercato.

### 3.6.4 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

#### *Coefficienti sismici*

I coefficienti sismici orizzontale  $K_H$  e verticale  $K_V$  dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno ( $T_R$ ) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $P_{VR}$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  non può essere inferiore a 35 anni.

### Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  accelerazione di gravità.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella seguente tabella.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

*Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.*

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica) ( $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.2; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

### Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.6)$$

Con:

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella seguente tabella.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$B_m$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;  
 $g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

$S$  è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .  
 $a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

### Paratie

In mancanza di studi specifici,  $a_h$  (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco  $a_{max}$  attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = K_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

$g$  è l'accelerazione di gravità;

$K_h$  è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva  $H$  della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma nella seguente figura:

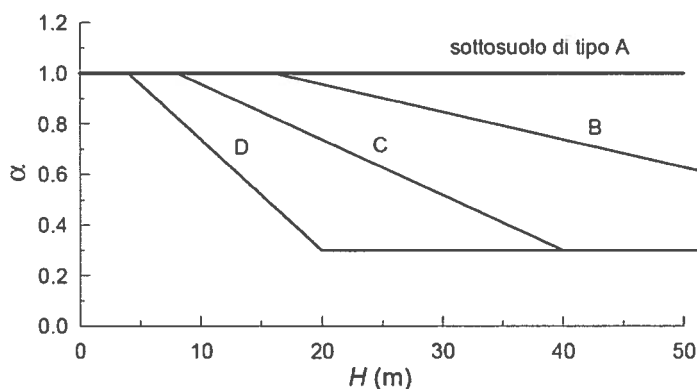


Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$ .

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi  $\alpha = 1$ .

$\beta \leq 1$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente  $\beta$  può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per  $u_s = 0$  si ha  $\beta = 1$ ;  $u_s \leq 0.005 \cdot H$

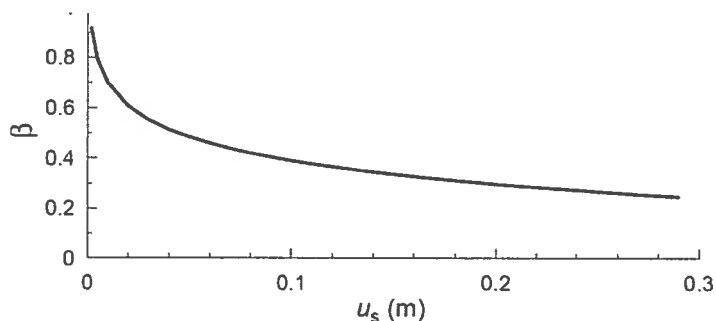


Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .

L'accelerazione di picco  $a_{\max}$  è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

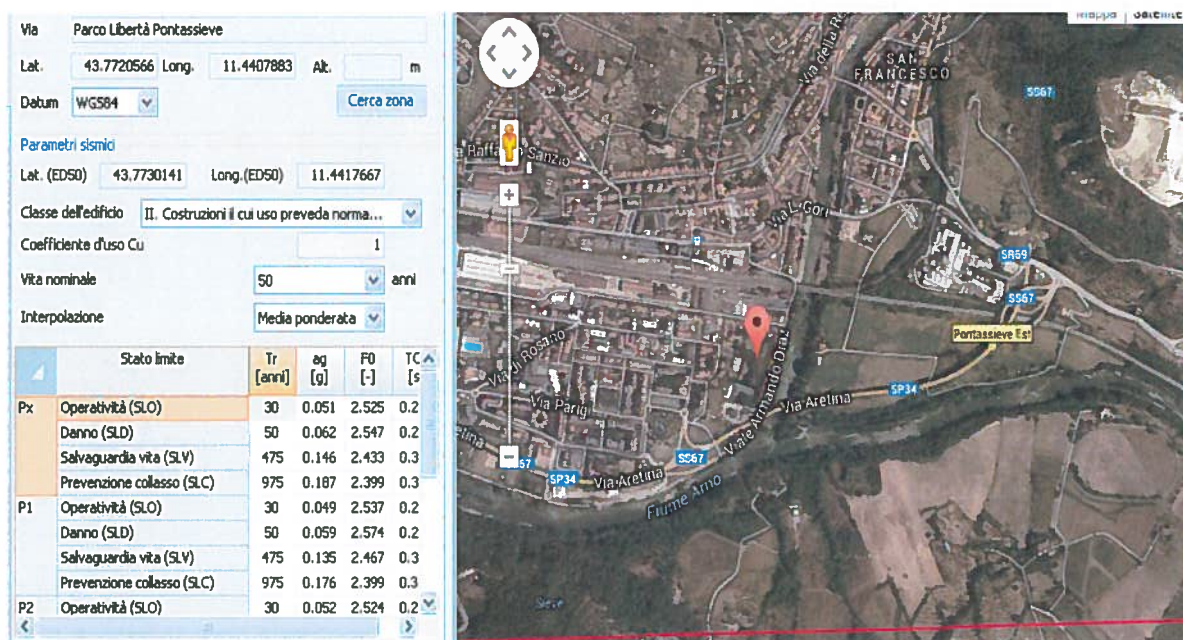
dove:

$S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Se  $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$  deve assumersi  $K_h = 0.2 \cdot a_{\max}/g$

## Pontassieve (Parco della Libertà)



### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]  
 Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43.7720500 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11.4407900 [°]  
 Latitudine (ED50): 43.7730100 [°]  
 Longitudine (ED50): 11.4417700 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20061	43.766480	11.413300	2398.48
2	20062	43.767680	11.482500	3324.06
3	19840	43.817680	11.480840	5873.89
4	19839	43.816460	11.411620	5403.06

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.049	2.537	0.255
SLD	50	0.059	2.574	0.272
SLV	475	0.135	2.467	0.306
SLC	975	0.176	2.399	0.313

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.052	2.524	0.256
SLD	50	0.062	2.547	0.272
SLV	475	0.146	2.431	0.306
SLC	975	0.186	2.407	0.315

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.055	2.504	0.258
SLD	50	0.068	2.496	0.271
SLV	475	0.165	2.387	0.296
SLC	975	0.209	2.380	0.299

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.052	2.517	0.255
SLD	50	0.064	2.531	0.271
SLV	475	0.152	2.404	0.300
SLC	975	0.191	2.404	0.313

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.051	2.525	0.255
SLD	50	0.062	2.547	0.272
SLV	475	0.146	2.433	0.303
SLC	975	0.187	2.399	0.312

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $cu_{30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

#### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.013	0.042	0.054
kv	0.006	0.007	0.021	0.027
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.605	0.734	1.715	2.195
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

#### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.062	0.075	0.175	0.224
kv	0.031	0.037	0.087	0.112
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.605	0.734	1.715	2.195
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

#### Coefficienti sismici per paratie

Altezza paratia (H): 3.0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

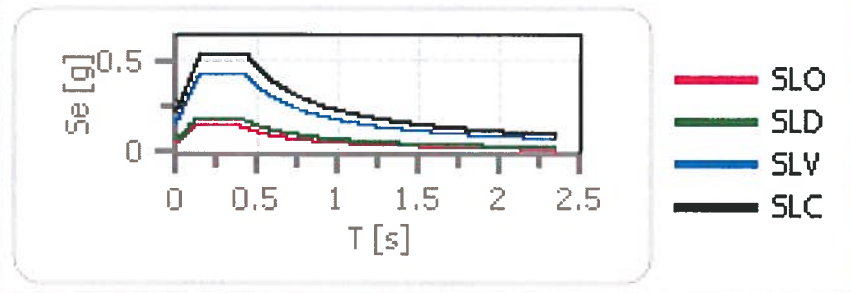
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.040	0.049	0.114	0.145
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.605	0.734	1.715	2.195
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

#### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.042	0.054
kv	0.006	0.007	0.021	0.027
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.605	0.734	1.715	2.195
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



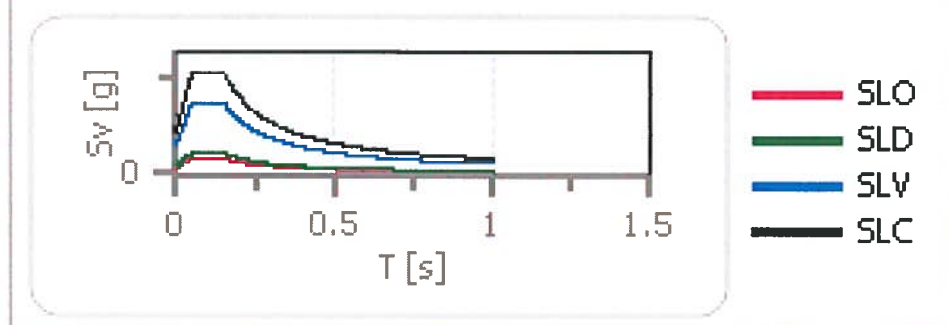
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.051	2.525	0.255	1.200	1.450	1.000	1.200	1.000	0.123	0.370	1.806	0.062	0.156
SLD	1.0	0.062	2.547	0.272	1.200	1.430	1.000	1.200	1.000	0.129	0.388	1.849	0.075	0.190
SLV	1.0	0.146	2.433	0.303	1.200	1.400	1.000	1.200	1.000	0.141	0.424	2.183	0.175	0.425
SLC	1.0	0.187	2.399	0.312	1.200	1.390	1.000	1.200	1.000	0.144	0.433	2.346	0.224	0.537

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

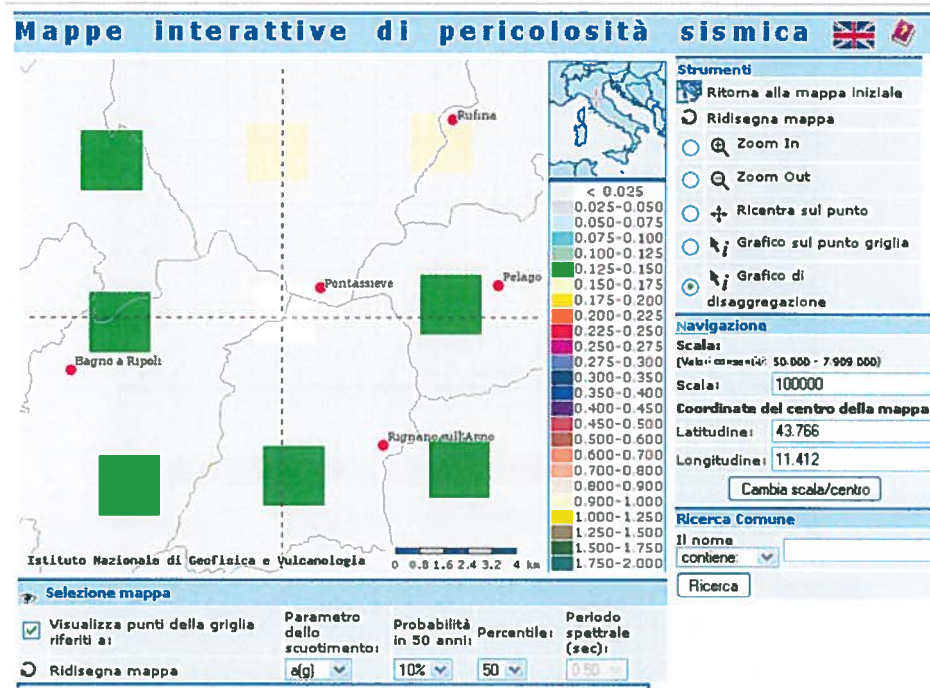


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.051	2.525	0.255	1	1.450	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.016	0.040
SLD	1.0	0.062	2.547	0.272	1	1.430	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.021	0.054
SLV	1.0	0.146	2.433	0.303	1	1.400	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.075	0.183

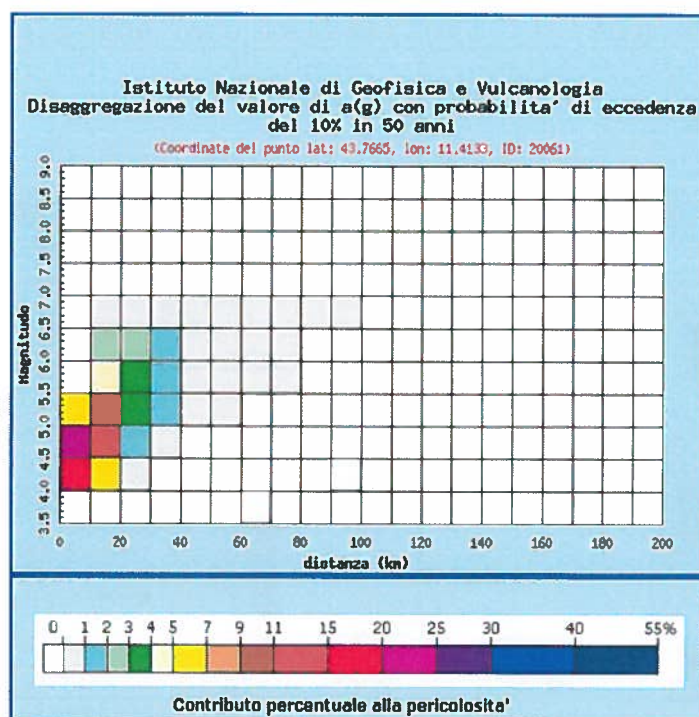


SLC	1.0	0.187	2.399	0.312	1	1.390	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.109	0.261
-----	-----	-------	-------	-------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## Verifica a Liquefazione



Si può utilizzare la magnitudo media da disaggregazione, dato ufficiale, per escludere a priori l'analisi di liquefazione.



Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.7665, lon: 11.4133, ID: 20061)											
Distanza in km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	17.500	21.900	6.840	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	5.350	12.800	9.740	4.920	2.850	0.368	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.141	1.950	3.600	3.230	2.580	0.401	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.052	1.040	1.570	1.150	0.208	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.167	0.645	0.381	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.003	0.159	0.176	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.095	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.037	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.990	12.600	1.180

La Magnitudo media risulta inferiore a 5. Non si dovrebbe, quindi, a norma effettuare la verifica alla liquefazione. Tuttavia, si adotta, a favore di sicurezza, il valore di 5.5 nel caso di specie che comprende oltre l'80% dei contributi (v. sopra tabella Magnitudo-Distanza).

D = 0 – 40 km	
M = 4.0 – 4.5	22.91 %
M = 4.5 – 5.0	36.70 %
M = 5.0 – 5.5	<u>21.22 %</u>
	80.83 %

Si procede, pertanto, a verifica utilizzando i metodi semplificati.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione:

$$F_s = CRR/CSR$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio  $V_s$ . Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

Il metodo di Seed e Idriss (1982) è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume. Per determinare il valore del coefficiente riduttivo  $r_d$  viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$r_d = 1 - 0.015 z$$

mentre per il fattore correttivo MSF si veda la seguente tabella dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui Seed H. B. e Idriss I. M (1982).

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)
5.5	1.43
6.0	1.32
6.5	1.19
7.0	1.08
7.5	1.00
8.0	0.94
8.5	0.89

La resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolata in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(N_{1.60}) = C_N \cdot N_m$$

dove:

$N_m$  è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT;

$C_N$  è un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$C_N = \left( \frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^{0.5}$$

dove:

$\sigma'_{vo}$  è la pressione verticale effettiva;

$P_a$  la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di  $\sigma'_{vo}$ ;

$n$  un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno.

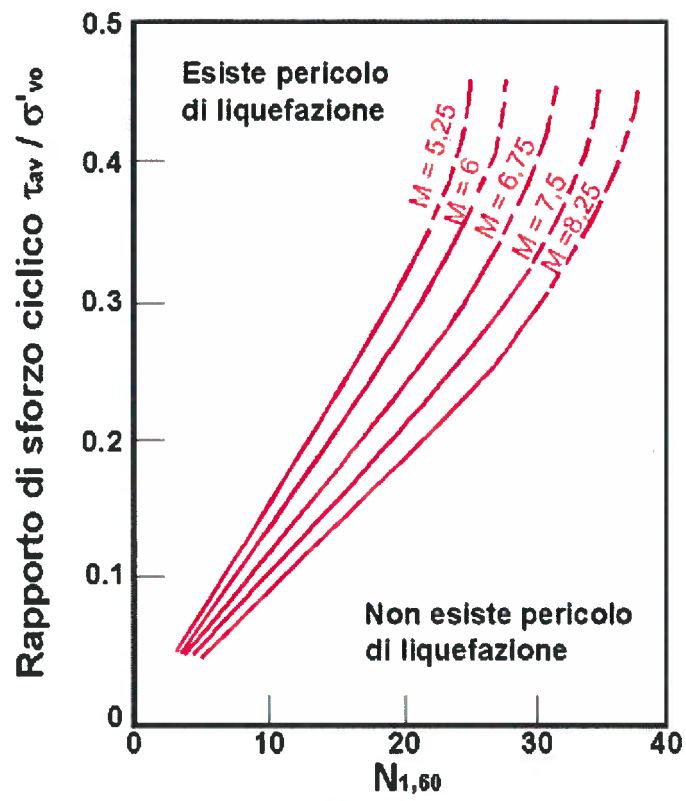


Figura 1 - Correlazione fra CSR e  $N_{1,60}$ .

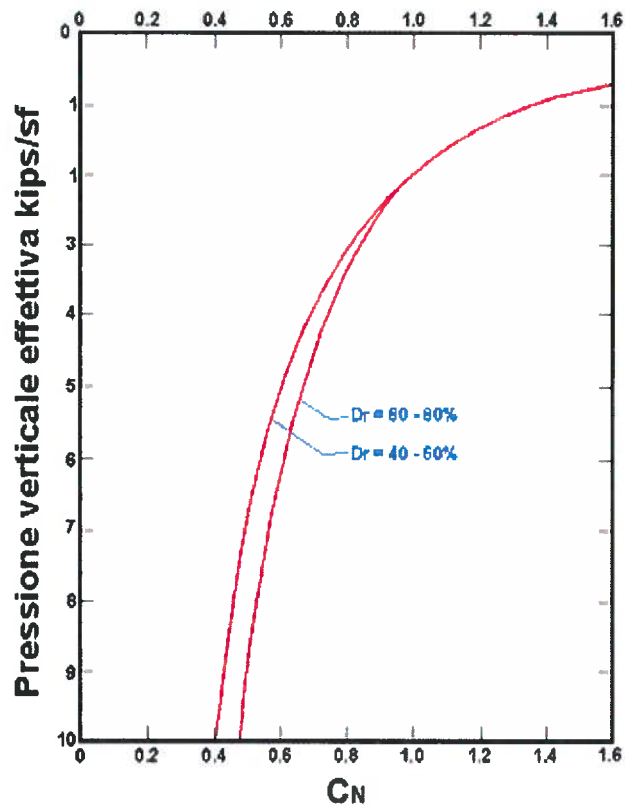


Figura 2 - Coefficiente correttivo  $C_N$

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$CRR \approx \frac{N_{1,60}}{90}$$

Si applica quindi la:

$$F_S = \frac{CRR}{CSR}$$

se  $F_S > 1,3$  il deposito non è liquefacibile.

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con  $D_{50} > 0,25$  mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di  $N_{1,60}$ :

$$(N_{1,60})_{CS} = N_{1,60} + 7.5$$

Metodo di calcolo	<input checked="" type="radio"/> Seed e Idriss <input type="radio"/> Tokimatsu e Yoshimi
-------------------	---

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	4.5
Profondità della falda dal p. c. (m)	3.0
Peso di volume del terreno (t/mc)	1.85
Numero di colpi SPT o SCPT	29
Frazione argillosa (%)	25
Accelerazione sismica massima (g)	0.172

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,8325
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,6825
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	6,50
Numero di colpi standard corretto Na	42,16
Resistenza alla liquefazione (R)	20,2388
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1272
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = R / T$ )	159,1524
Il deposito non è liquefacibile	

**Sieci (Zona Campo Sportivo)**



Via

Lat.  Long.  Alt.  m

Datum

**Parametri sismici**

Lat. (ED50)  Long.(ED50)

Classe dell'edificio

Coefficiente d'uso Cu

Vita nominale  anni

Interpolazione

Stato limite		Tr	ag	P0	TC*
		[anni]	[g]	[-]	[s]
Px	Operatività (SLO)	30	0.050	2.532	0.254
	Danno (SLD)	50	0.061	2.560	0.271
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.141	2.435	0.303
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.180	2.400	0.313
P1	Operatività (SLO)	30	0.048	2.548	0.254
	Danno (SLD)	50	0.057	2.583	0.270
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.133	2.414	0.304
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.169	2.386	0.312
P2	Operatività (SLO)	30	0.049	2.537	0.255

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43.7895900 [°]

Longitudine (WGS84): 11.3986600 [°]

Latitudine (ED50): 43.7905500 [°]

Longitudine (ED50): 11.3996400 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20060	43.765240	11.344130	5270.89
2	20061	43.766480	11.413300	2891.98
3	19839	43.816460	11.411620	3037.54
4	19838	43.815220	11.342350	5354.23

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.048	2.548	0.254
SLD	50	0.057	2.583	0.270
SLV	475	0.133	2.414	0.304
SLC	975	0.169	2.386	0.312

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.049	2.537	0.255
SLD	50	0.059	2.574	0.272
SLV	475	0.135	2.467	0.306
SLC	975	0.176	2.399	0.313

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.052	2.517	0.255
SLD	50	0.064	2.531	0.271
SLV	475	0.152	2.404	0.300
SLC	975	0.191	2.404	0.313

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.050	2.530	0.253
SLD	50	0.061	2.565	0.271
SLV	475	0.140	2.449	0.305
SLC	975	0.180	2.406	0.314

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.050	2.532	0.254
SLD	50	0.061	2.560	0.271
SLV	475	0.141	2.435	0.303
SLC	975	0.180	2.400	0.313

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $cu_{30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.013	0.041	0.052
kv	0.005	0.007	0.020	0.026
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.590	0.713	1.657	2.120
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.060	0.073	0.169	0.216
kv	0.030	0.036	0.084	0.108
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.590	0.713	1.657	2.120
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

### Coefficienti sismici per paratie

Altezza paratia (H): 3.0 [m]

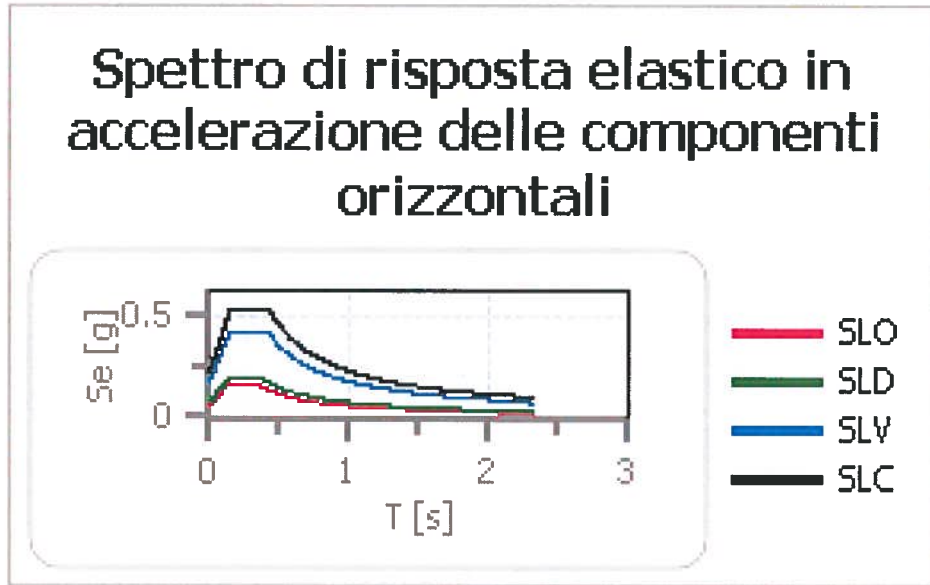
Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.039	0.047	0.110	0.141
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.590	0.713	1.657	2.120
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.041	0.052
kv	0.006	0.007	0.020	0.026
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.590	0.713	1.657	2.120
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



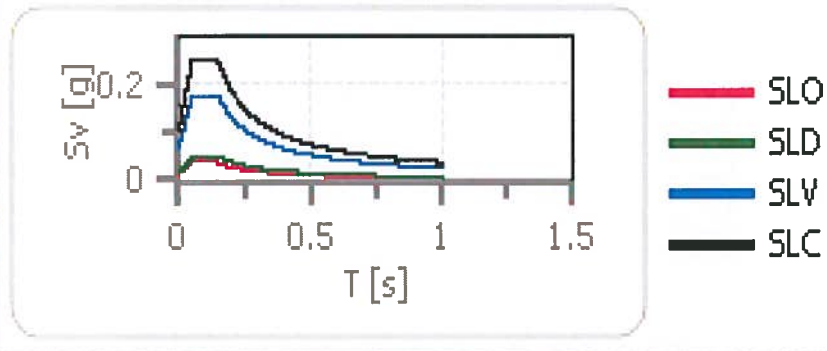
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.050	2.532	0.254	1.200	1.450	1.000	1.200	1.000	0.123	0.369	1.801	0.060	0.152
SLD	1.0	0.061	2.560	0.271	1.200	1.430	1.000	1.200	1.000	0.129	0.388	1.842	0.073	0.186
SLV	1.0	0.141	2.435	0.303	1.200	1.400	1.000	1.200	1.000	0.142	0.425	2.163	0.169	0.411
SLC	1.0	0.180	2.400	0.313	1.200	1.390	1.000	1.200	1.000	0.145	0.435	2.321	0.216	0.519

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$ : 1.000

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.050	2.532	0.254	1	1.450	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.015	0.038
SLD	1.0	0.061	2.560	0.271	1	1.430	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.020	0.052
SLV	1.0	0.141	2.435	0.303	1	1.400	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.071	0.174
SLC	1.0	0.180	2.400	0.313	1	1.390	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.103	0.248

### Verifica a Liquefazione

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	3.7
Profondità della falda dal p. c. (m)	3.5
Peso di volume del terreno ( $\gamma_{mc}$ )	1.85
Numero di colpi SPT o SCPT	21
Frazione argillosa (%)	25
Accelerazione sismica massima (g)	0.164

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	0,6845
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	0,6645
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	6,50
Numero di colpi standard corretto Na	32,6634
Resistenza alla liquefazione (R)	3,5834
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1037
Coefficiente di sicurezza ( $F_s = R / T$ )	34,5504
Il deposito non è liquefacibile	

**Sieci (Via Aretina)**

Via Sied Pontassieve

Lat. 43.7827644 Long. 11.4036264 Alt. m

Datum WGS84 Cerca zona

**Parametri sismici**

Lat. (ED50) 43.7837219 Long. (ED50) 11.4046059

Classe dell'edificio II. Costruzioni il cui uso preveda norma...

Coefficiente d'uso Cu 1

Vita nominale 50 anni

Interpolazione Media ponderata

	Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	TC* [s]
Px	Operatività (SLO)	30	0.050	2.533	0.255
	Danno (SLD)	50	0.060	2.563	0.271
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.140	2.440	0.304
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.179	2.399	0.313
P1	Operatività (SLO)	30	0.048	2.548	0.254
	Danno (SLD)	50	0.057	2.583	0.270
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.133	2.414	0.304
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.169	2.386	0.312
P2	Operatività (SLO)	30	0.049	2.537	0.255

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43.7827600 [°]

Longitudine (WGS84): 11.4036300 [°]

Latitudine (ED50): 43.7837200 [°]

Longitudine (ED50): 11.4046100 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20060	43.765240	11.344130	5272.62
2	20061	43.766480	11.413300	2040.34
3	19839	43.816460	11.411620	3683.58
4	19838	43.815220	11.342350	6101.77

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.048	2.548	0.254
SLD	50	0.057	2.583	0.270
SLV	475	0.133	2.414	0.304
SLC	975	0.169	2.386	0.312

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.049	2.537	0.255
SLD	50	0.059	2.574	0.272
SLV	475	0.135	2.467	0.306
SLC	975	0.176	2.399	0.313

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.052	2.517	0.255
SLD	50	0.064	2.531	0.271
SLV	475	0.152	2.404	0.300
SLC	975	0.191	2.404	0.313

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.050	2.530	0.253
SLD	50	0.061	2.565	0.271
SLV	475	0.140	2.449	0.305
SLC	975	0.180	2.406	0.314

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.050	2.533	0.255
SLD	50	0.060	2.563	0.271
SLV	475	0.140	2.440	0.304
SLC	975	0.179	2.399	0.313

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e  $cu_{30}$  maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°



### Coefficienti sismici per muri di sostegno

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.013	0.040	0.052
kv	0.005	0.007	0.020	0.026
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.588	0.709	1.642	2.106
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

### Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.060	0.072	0.167	0.215
kv	0.030	0.036	0.084	0.107
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.588	0.709	1.642	2.106
Beta	1.000	1.000	1.000	1.000

### Coefficienti sismici per paratie

Altezza paratia (H): 3.0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

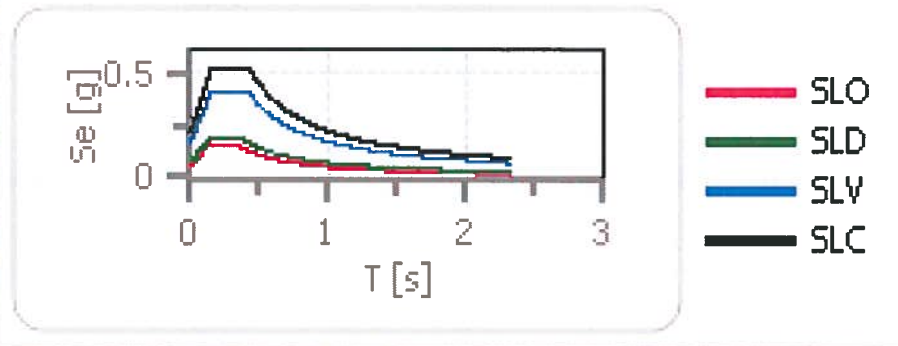
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.039	0.047	0.109	0.140
kv	--	--	--	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.588	0.709	1.642	2.106
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.014	0.040	0.052
kv	0.006	0.007	0.020	0.026
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.588	0.709	1.642	2.106
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



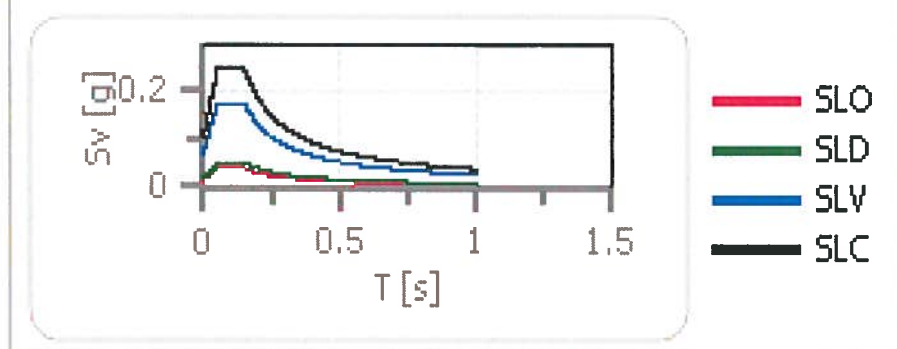
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.050	2.533	0.255	1.200	1.450	1.000	1.200	1.000	0.123	0.369	1.800	0.060	0.152
SLD	1.0	0.060	2.563	0.271	1.200	1.430	1.000	1.200	1.000	0.129	0.388	1.841	0.072	0.185
SLV	1.0	0.140	2.440	0.304	1.200	1.400	1.000	1.200	1.000	0.142	0.425	2.158	0.167	0.409
SLC	1.0	0.179	2.399	0.313	1.200	1.390	1.000	1.200	1.000	0.145	0.435	2.316	0.215	0.515

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

## Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.050	2.533	0.255	1	1.450	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.015	0.038

SLD	1.0	0.060	2.563	0.271	1	1.430	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.020	0.051
SLV	1.0	0.140	2.440	0.304	1	1.400	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.070	0.172
SLC	1.0	0.179	2.399	0.313	1	1.390	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.102	0.245

### Verifica a liquefazione

Metodo di calcolo  Seed e Idriss  
 Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	6.5
Profondità della falda dal p. c. (m)	5.5
Peso di volume del terreno (t/mc)	1.85
Numero di colpi SPT o SCPT	35
Frazione argillosa (%)	20
Accelerazione sismica massima (g)	0.166

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	1,2025
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	1,1025
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	6,00
Numero di colpi standard corretto Na	39,0097
Resistenza alla liquefazione (R)	11,8543
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,1062
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	111,6097
Il deposito non è liquefacibile	

### 4. Fattibilità

Tale elaborato grafico si ottiene sovrapponendo alla carta della pericolosità quella della corrispettiva tipologia stimata dalla previsione urbanistica. Si potrebbe definire tale elaborato, con una certa approssimazione, anche carta del rischio, cioè della interazione tra ambiente naturale e sistemi di utilizzazione del territorio.

In pratica la fattibilità dà indicazioni sulla probabilità che in un certo intervallo di tempo le conseguenze degli eventi attesi superino determinate soglie di accettabilità.

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

**Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**Fattibilità con normali vincoli (F2):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**Fattibilità condizionata (F3):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

**Fattibilità limitata (F4):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico e/o altro atto di pianificazione urbanistica, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

E' opportuno distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per fattori geomorfologici da quella per fattori idraulici (non verificata nel caso in esame poiché la zona collinare è esente da rischio idraulico) e da quella per fattori sismici, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo ed edilizio, delle opere necessarie per la mitigazione del rischio, nel rispetto delle disposizioni dei piani di bacino.

In funzione di tale differenziazione nella carta della fattibilità, allestita su elaborato di progetto urbanistico, si è provveduto a differenziare, con opportuna diversa colorazione, **le classi di fattibilità geomorfologica Fn., sismica Fn. ed idraulica Fn. .**

#### 4.1 Criteri per l'attribuzione delle classi di fattibilità

Si dettagliano i “criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti geologici” indicati dal Regolamento Regionale n. 53/R:

##### Situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata (G.4)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto elevata è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;
- b) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono essere comunque tali da:
  - non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
  - non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
  - consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
- c) in presenza di interventi di messa in sicurezza devono essere predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
- d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza sono da certificare;
- e) relativamente agli interventi per i quali sia dimostrato il non aggravio delle condizioni di instabilità dell'area, nel titolo abilitativo all'attività edilizia è dato atto della sussistenza dei seguenti criteri:
  - 1) 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;
  - 2) installazione di sistemi di monitoraggio per tenere sotto controllo l'evoluzione del fenomeno.

##### Situazioni caratterizzate da pericolosità geologica elevata (G.3)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geologica elevata è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

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

##### Situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto media (G.2)

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.

Situazioni caratterizzate da pericolosità geologica molto bassa (G.1)

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

Per quanto concerne il rischio idraulico i “criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici” sono i seguenti:

Situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata (I.4)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata è necessario rispettare i seguenti criteri:

- 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.

#### Situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata (I.3)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), d), e) f), g), h), i) ed m) del paragrafo 3.2.2.1. 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, 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.

#### Situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica media (I.2) e bassa (I.1)

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 aggravamenti 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.

Infine, per quanto concerne il rischio sismico vengono riportati i “criteri generali di fattibilità in relazione agli aspetti sismici” si riporta quanto segue:

#### Situazioni caratterizzate da pericolosità sismica molto elevata (S.4)

In sede di predisposizione del regolamento urbanistico sono da valutare i seguenti aspetti:

- a) 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. Viene consigliato l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono tuttavia da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;
- b) per i comuni in zona 2, nel caso di terreni suscettibili di liquefazione dinamica, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni. Gli approfondimenti previsti, qualora si intenda utilizzare procedure di verifica semplificate, comprendono in genere indagini convenzionali in sito (sondaggi, SPT, CPT) e analisi di laboratorio (curve granulometriche, limiti di Atterberg, ecc.). Nel caso di opere di particolare importanza, si consiglia fortemente l'utilizzo di prove di laboratorio per la caratterizzazione dinamica in prossimità della rottura (prove triassiali cicliche di liquefazione e altre eventuali prove non standard) finalizzate all'effettuazione di analisi dinamiche.

#### Situazioni caratterizzate da pericolosità sismica elevata (S.3)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata, in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, sono valutati seguenti aspetti:

- a) nel caso di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, sono realizzate indagini geofisiche e geotecniche per le opportune verifiche di sicurezza e per la corretta definizione dell'azione sismica. Si consiglia l'utilizzo di metodologie geofisiche di superficie capaci di restituire un modello 2D del sottosuolo al fine di ricostruire l'assetto sepolto del fenomeno gravitativo. E' opportuno che tali indagini siano tarate mediante prove geognostiche dirette con prelievo di campioni su cui effettuare la determinazione dei parametri di rottura anche in condizioni dinamiche e cicliche. Tali indagini sono in ogni caso da rapportare al tipo di verifica (analisi pseudostatica o analisi dinamica), all'importanza dell'opera e al meccanismo del movimento del corpo franoso;
- b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono realizzate adeguate indagini geognostiche geotecniche finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
- c) per i terreni soggetti a liquefazione dinamica, per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2, sono realizzate adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;
- d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse e in presenza di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, è realizzata una campagna di indagini geofisiche di superficie che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica; è opportuno che tale ricostruzione sia tarata mediante indagini geognostiche dirette;
- e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione 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.

Situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media (S.2) e bassa (S.1)

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

Si provvede di seguito, per ciascun ambito oggetto di pianificazione urbanistica e/o riproposizione a seguito di sopravvenuta decadenza di precedente previsione, alla redazione delle singole schede di fattibilità e unitamente al compendio cartografico dei vari tematismi per ciascuna delle previsioni urbanistiche oggetto della presente variante al Regolamento Urbanistico.



# **Ambito MB1**

## **Riproposizione della previsione relativa all'ampliamento del cimitero di Montebonello**

Contenuti:

Scheda di fattibilità ambito MB1  
Carta di fattibilità ambito MB1

Carta geologica (scala 1:2.000)  
Carta geomorfologica (scala 1:2.000)  
Carta della pericolosità geologica (scala 1:2.000)

Carta delle indagini (scala 1:2.000)  
Carta delle frequenze (scala 1:2.000)  
Carta geologico tecnica in prospettiva sismica (scala 1:2000)  
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS (scala 1:2.000)  
Carta della pericolosità sismica (scala 1:2.000)

**Note:**

Nel precedente S.U. all'area era assegnata classe di pericolosità geologica 2 e classe di fattibilità 3 trattandosi di opera pubblica.

<b>INTERVENTO – Ambito MB1</b>	<b>LOCALITA': Montebonello</b>
<b>SCHEDE DI FATTIBILITA' n°: MB1</b> Cartografia tematica in scala 1:2.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Ampliamento esistente attrezzatura cimiteriale
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Da attuare mediante progettazione di opera pubblica	
<p><b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato nei primi metri (profondità variabili tra 2,0 e 10,0 m dal p.c.) dalla presenza di litologie prevalentemente argillose contenenti pezzame litoide con subordinati livelli a granulometria più grossolana da sabbiosi a ghiaiosi appartenenti alle coltri detritiche ed eluvio-colluviali della fascia pedecollinare. Questi poggiano sulle litologie prevalentemente marnoso siltitiche con subordinati livelli argillitici e talora arenacei appartenenti alla formazione delle Marne di San Polo (POO) che presentano, in porzioni di versante limitrofe al comparto, con assetto giaciturale a traverpoggio- reggipoggio.</p> <p>A valle dell'area cimiteriale i depositi prevalentemente marnosi e argillitici sono sormontati dapprima da depositi prevalentemente sabbioso limosi appartenenti ai depositi fluviali terrazzati (ft) e, scendendo verso sud, dai depositi alluvionali attuali e recenti (a) a prevalente composizione ghiaioso sabbiosa e ghiaioso limosa.</p>	
<p><b>GEOMORFOLOGIA:</b> l'area, posta nella porzione mediana di un versante esposto a sud, non presenta indizi di fenomeni gravitativi. Le uniche notazioni riguardano fenomeni di erosione superficiale arealmente diffusi che interessano la coltre di terreno superficiale.</p> <p>I settori a monte sono interessati dalla presenza di rotture di pendio generalmente di natura antropica.</p>	
<b>PENDENZE:</b> comprese fra il 10% ed il 15% (classe 3).	
<p><b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b> Osservazioni piezometriche effettuate nel secondo semestre 1988 e ulteriori verifiche svolte nell'ottobre 1997 (nell'ambito del supporto a lavori di ampliamento) non hanno registrato presenza di falda nei primi 10 ml a partire dal piano campagna. In settori limitrofi, in condizioni di simile presenza litologica e formazionale ed in posizione più bassa sul versante, è stata rilevata presenza di falda a profondità di - 4,0 m dal piano campagna</p>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<p><b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> al settore viene attribuita una <b>classe di pericolosità geologica media (G.2)</b>, mentre viene attribuita una classe di pericolosità geologica elevata (G.3) alle aree subito a monte dell'area cimiteriale laddove si hanno versanti con pendenze superiori al 15%.</p>	
<p><b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> <i>Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse</i></p> <p>Nell'area di Montebonello sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.</p> <p>In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo strumentati con tubo piezometrico con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio;</li> <li>- n. 1 prova penetrometrica dinamica;</li> <li>- n. 2 stratigrafie di terebrazioni per pozzi profondi;</li> </ul> <p>In corrispondenza dell'area di studio è stata inoltre effettuata una specifica indagine sismica finalizzata alla</p>	

definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare è stata eseguita n. 1 prova di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica); i terreni riferibili ai depositi fluviali terrazzati (ft) sono stati attribuiti all'unità SMes (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali), mentre i terreni riferibili ai depositi alluvionali in evoluzione (a) sono stati attribuiti all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica ALS (substrato geologico costituito da alternanza di litotipi stratificati) le litologie appartenenti alle Marne di San Polo (POO).

### ***Risultanze indagini geofisiche e misure di frequenza naturale***

Nell'area in esame è stata eseguita una indagine di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (12\_HVSR). La misura ha evidenziato un picco di ampiezza media di 1,89 alla frequenza di 12,49 Hz, che denota un contrasto a profondità comprese tra 5,0 e 10,0 m di profondità, corrispondenti al passaggio tra copertura detritica ed eluvio-colluviale e substrato litoide.

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A2 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse: **assenza di risonanza**.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

Per il settore prossimo all'area cimiteriale di Montebonello sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*:

**Zona 2:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di di terreni detritici (d) e/o depositi fluviali terrazzati (ft) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla formazione delle Marne di San Polo (POO).

Sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (12\_HVSR) e della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 3:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di di terreni detritici (d) e/o depositi fluviali terrazzati (ft) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla formazione delle Marne di San Polo (POO).

Sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (12\_HVSR) e della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i > 15^\circ$ ) si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 11:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla formazione delle Marne di San Polo (POO).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 15:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla formazione delle Marne di San Polo (POO). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 16:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla formazione delle Marne di San Polo (POO). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i > 15^\circ$ ) si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto alle suddette Zone una **classe di pericolosità sismica locale media (S.2)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da basso contrasto di impedenza.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA (ex reg. reg n. 53/R):** pericolosità idraulica bassa I.1 trattandosi di area posta sul versante collinare non adiacente a corsi d'acqua.

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Non risultano salvaguardie per quanto concerne la "perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario dei fenomeni franosi" né per l'aspetto relativo alla "perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica" del PAI.

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F1, sismica F2 e geologica F3 in quanto trattasi di opera pubblica (vedi prescrizioni).

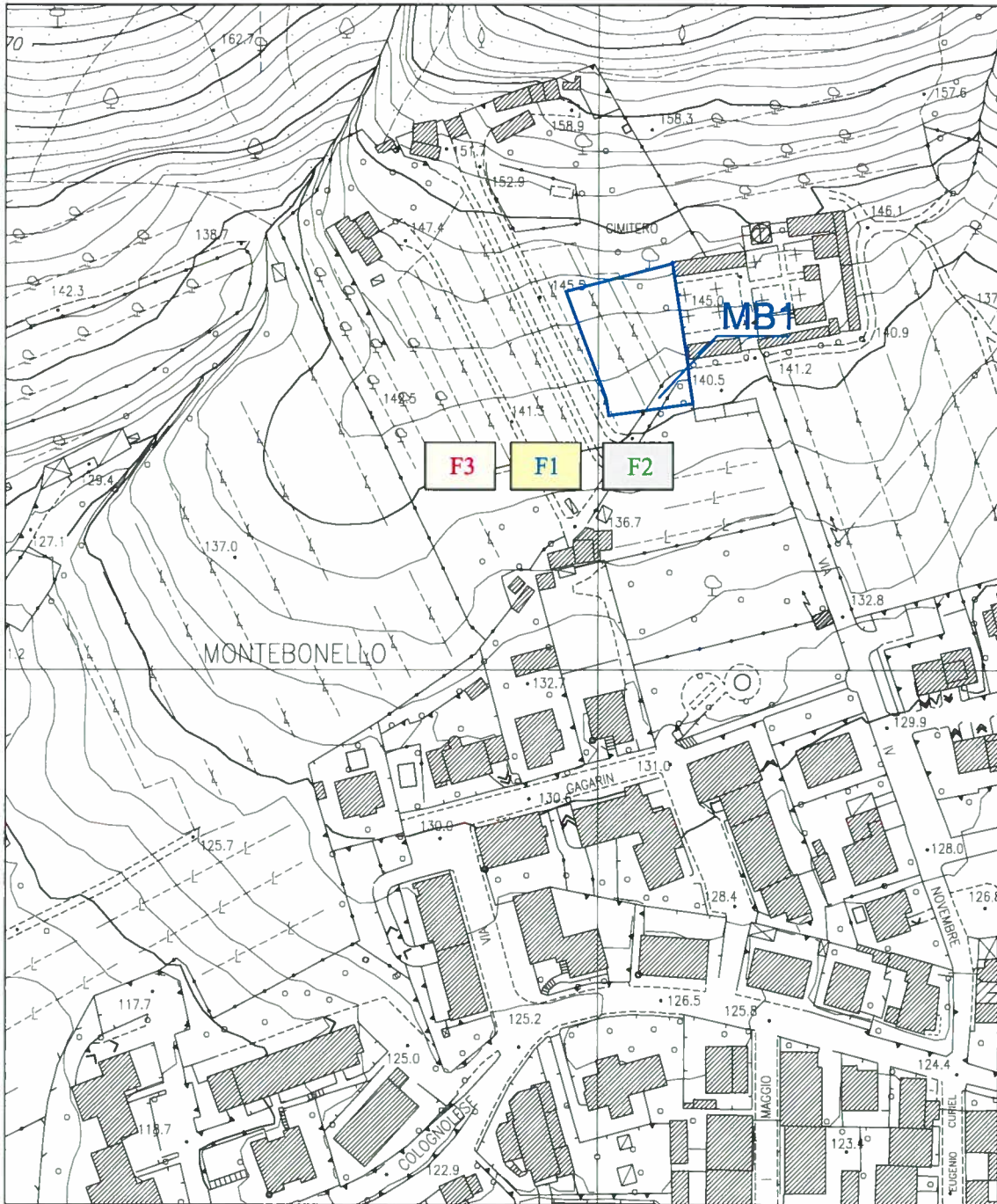
**PRESCRIZIONI:** La progettazione dell'intervento, improntata alla conservazione dell'attuale andamento morfologico del terreno, dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le necessarie considerazioni e verifiche geotecniche del caso trattandosi di opera pubblica (verifiche di stabilità su sezioni allo stato attuale e di progetto sviluppate a livello di versante, valutazioni sui cedimenti e cedimenti differenziali e scelte sulle adeguate tipologie fondazionali). Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

A livello progettuale si dovrà inoltre provvedere alle valutazioni sulle migliori forme di regimazione delle acque superficiali.

# CARTA DELLE FATTIBILITA'

Montebonello



## LEGENDA

scala 1:2.000

Aspetti geologici

Aspetti idraulici

Aspetti sismici

F1	F1	F1
F2	F2	F2
F3	F3	F3
F4	F4	F4

Fattibilità senza particolari limitazioni.

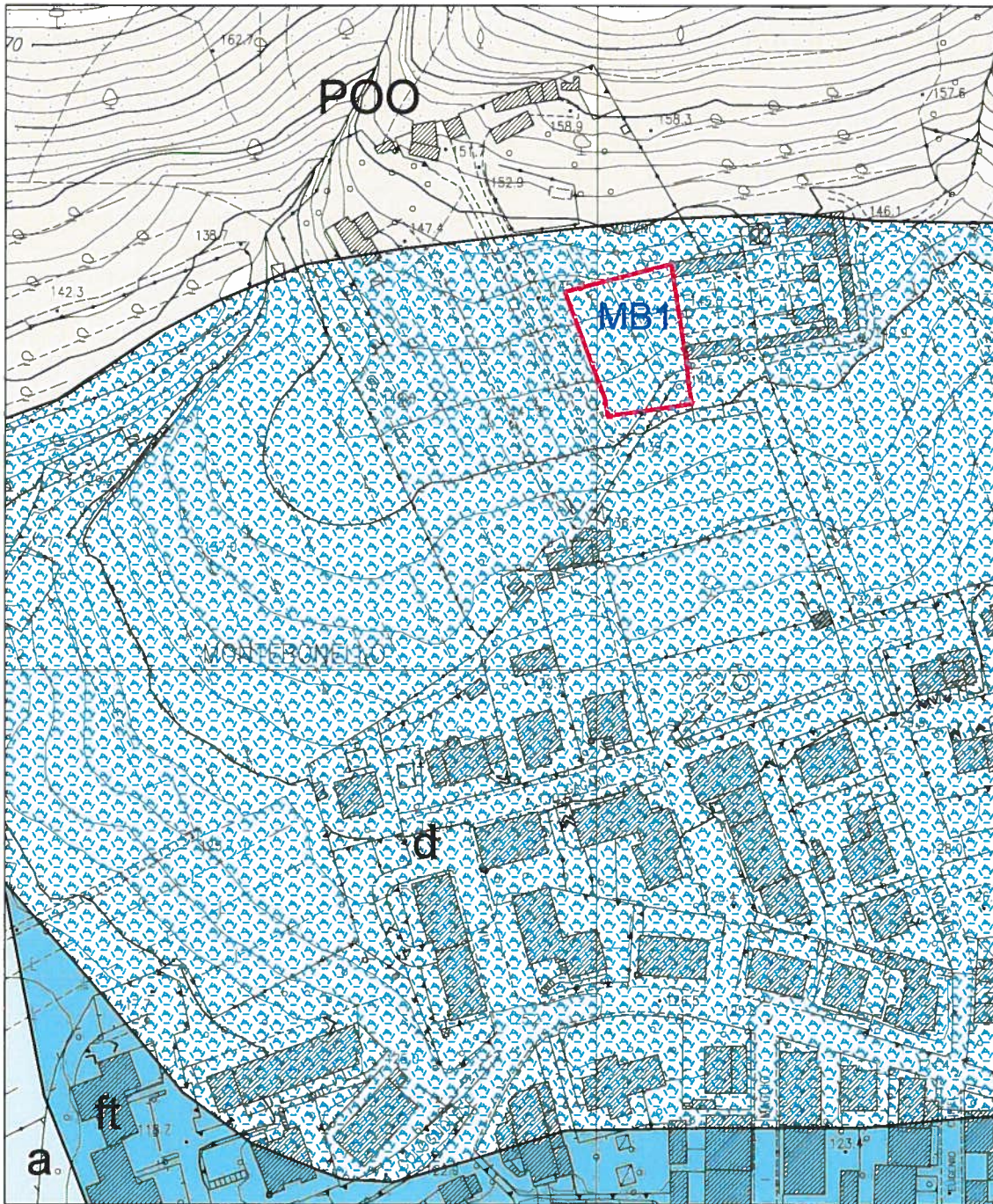
Fattibilità con normali vincoli.

Fattibilità condizionata.

Fattibilità limitata.

S3a

Limiti comparti

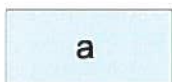


LEGENDA

scala 1:2.000



COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI. Trattasi di depositi a litologia e granulometria variabili.



DEPOSITI ALLUVIONALI . Materiale di origine fluviale a tessitura variabile dai limi ai ciottolami.

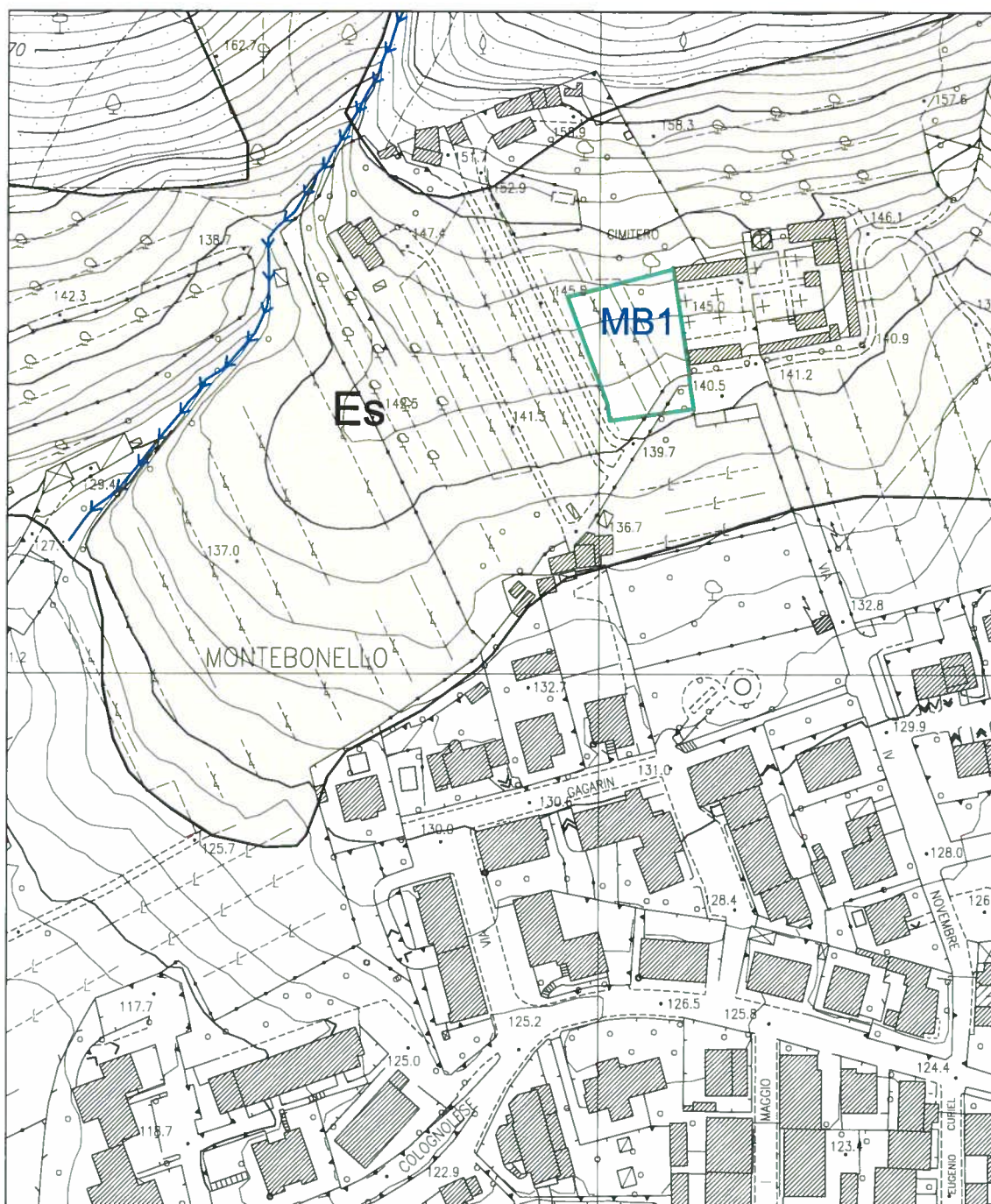


DEPOSITI ALLUVIONALI . Materiale di origine fluviale a tessitura variabile dai limi ai ciottolami.



MARNE DI SAN POLO.  
Marna scheggiose grigio - giallastre intercalate in Cev





**LEGENDA**

scala 1:2.000



Area soggetta ad erosione superficiale



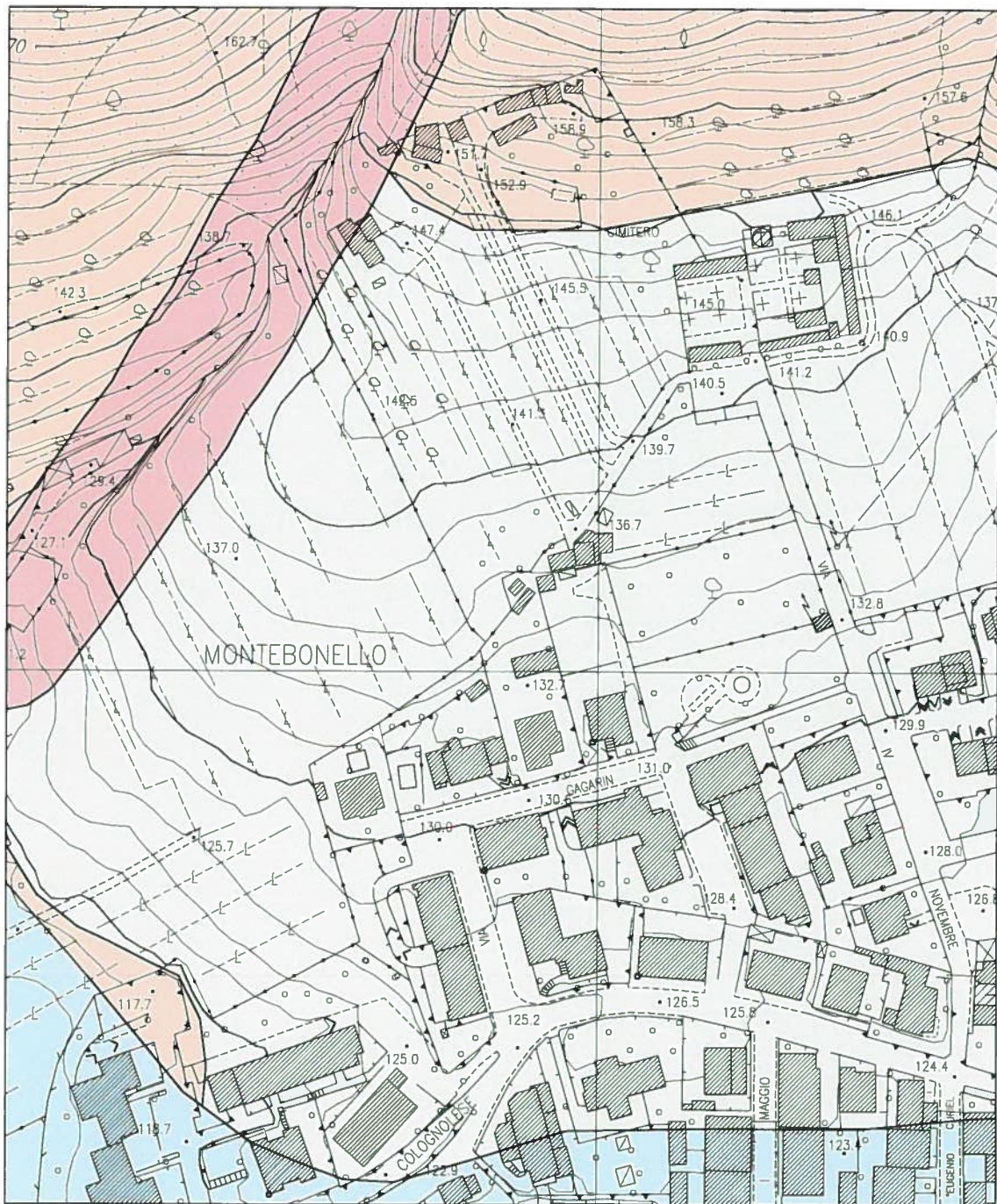
Erosione incanalata



Limiti comparti

# CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA





Montebonello





## LEGENDA

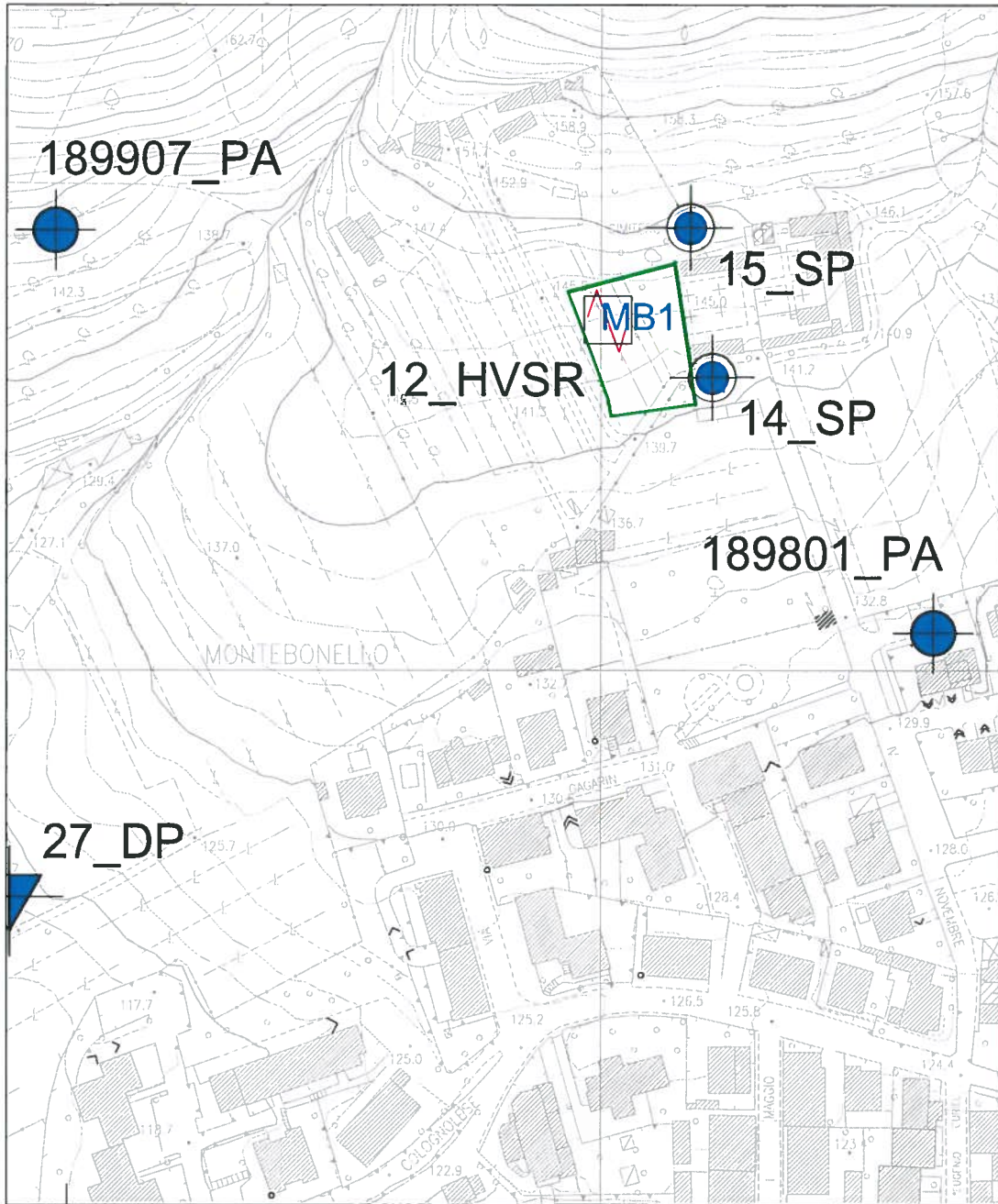
scala 1:2.000

Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)

- 
**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.
- 
**Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla glacitura, all'attività, 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 caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.
- 
**Pericolosità geologica media (G.2)** : aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.
- 
**Pericolosità geologica bassa (G.1)** : aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Perimetrazioni delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico  
(Autorità di Bacino Fiume Arno)









- 
**P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata
- 
**P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata







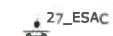

## LEGENDA

scala 1:2.000

### Indagini geognostiche

-  39\_S Sondaggio a carotaggio continuo
-  25\_SP Sondaggio a carotaggio continuo con piezometro
-  36\_S1 Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
-  179\_SDH Sondaggio a carotaggio continuo con tubo per prova down-hole
-  75\_T Trincea o pozzetto esplorativo
-  83\_PA Pozzo per acqua
-  46\_DP Prova penetrometrica dinamica pesante
-  76\_CPT Prova penetrometrica statica

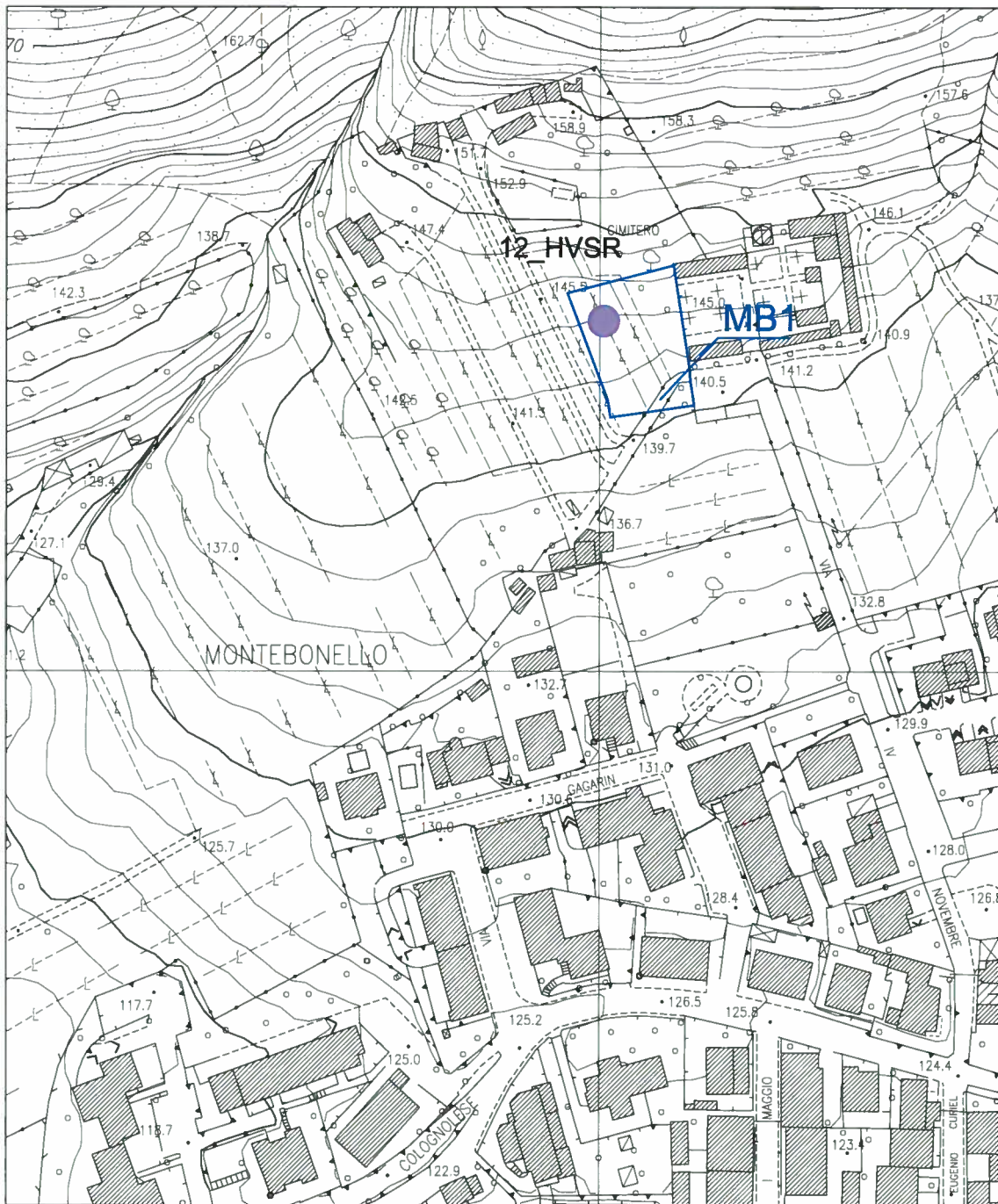
### Indagini geofisiche

-  63\_ERT Tomografia elettrica
-  35\_SR Profilo sismico a rifrazione
-  32\_MASW MASW
-  67\_REMI REMI
-  27\_ESAC Array Sismico ESAC
-  38\_HVSR Prova sismica passiva a stazione singola

S3a Limiti comparti

# CARTA DELLE FREQUENZE

Montebonello



## LEGENDA

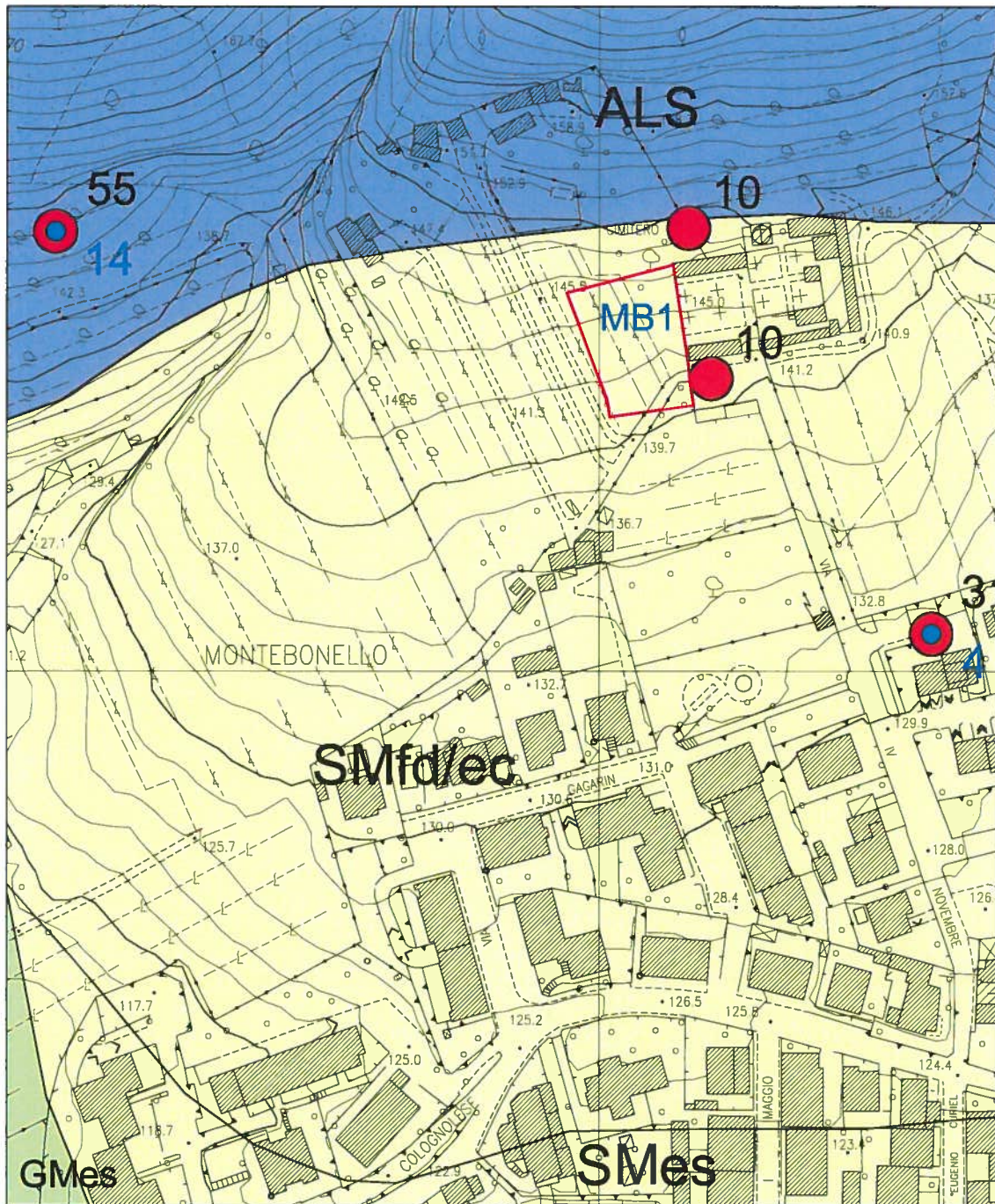
scala 1:2.000

fo (Hz) - (scala di colori)	A0 - (dimensioni crescenti)
● nessuna risonanza - (nero)	○ nessuna risonanza
● 0.1 ≤ fo ≤ 0.5 - (verde scuro)	○ 1.1 ≤ A0 ≤ 2.0
● 0.5 < fo ≤ 1.0 - (verde)	○ 2.0 < A0 ≤ 3.0
● 1.0 < fo ≤ 2.5 - (marrone)	○ 3.0 < A0 ≤ 5.0
● 2.5 < fo ≤ 5.0 - (giallo)	○ 5.0 < A0
● 5.0 < fo ≤ 7.5 - (arancio)	
● 7.5 < fo ≤ 10.0 - (rosso)	
● 10.0 < fo ≤ 15.0 - (viola)	
● 15.0 < fo - (blu)	

Tabella Riassuntiva Misure HV				
Località	Sigla indagine	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Classe
MONTEBONELLO	12_HVSR	20.27	1.89	A2

S3a

Limiti condivisi



## LEGENDA

scala 1:2.000

### Notazioni geologiche: terreni di copertura

**GMes**

Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente di fluvio lacustre (argine/barre/canali)

**SMcd**

Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di conoide detritica

**SMfd/ec**

Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante (falda detritica) e/o di ambiente di versante (eluvi/colluvi)

**S3a**

Limiti comparti

### Notazioni geologiche: substrato geologico rigido o non rigido

**ALS**

Alternanza di litotipi, stratificato

### Notazioni geologiche: elementi geologici e idrogeologici

5 ●

Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo

10 ●

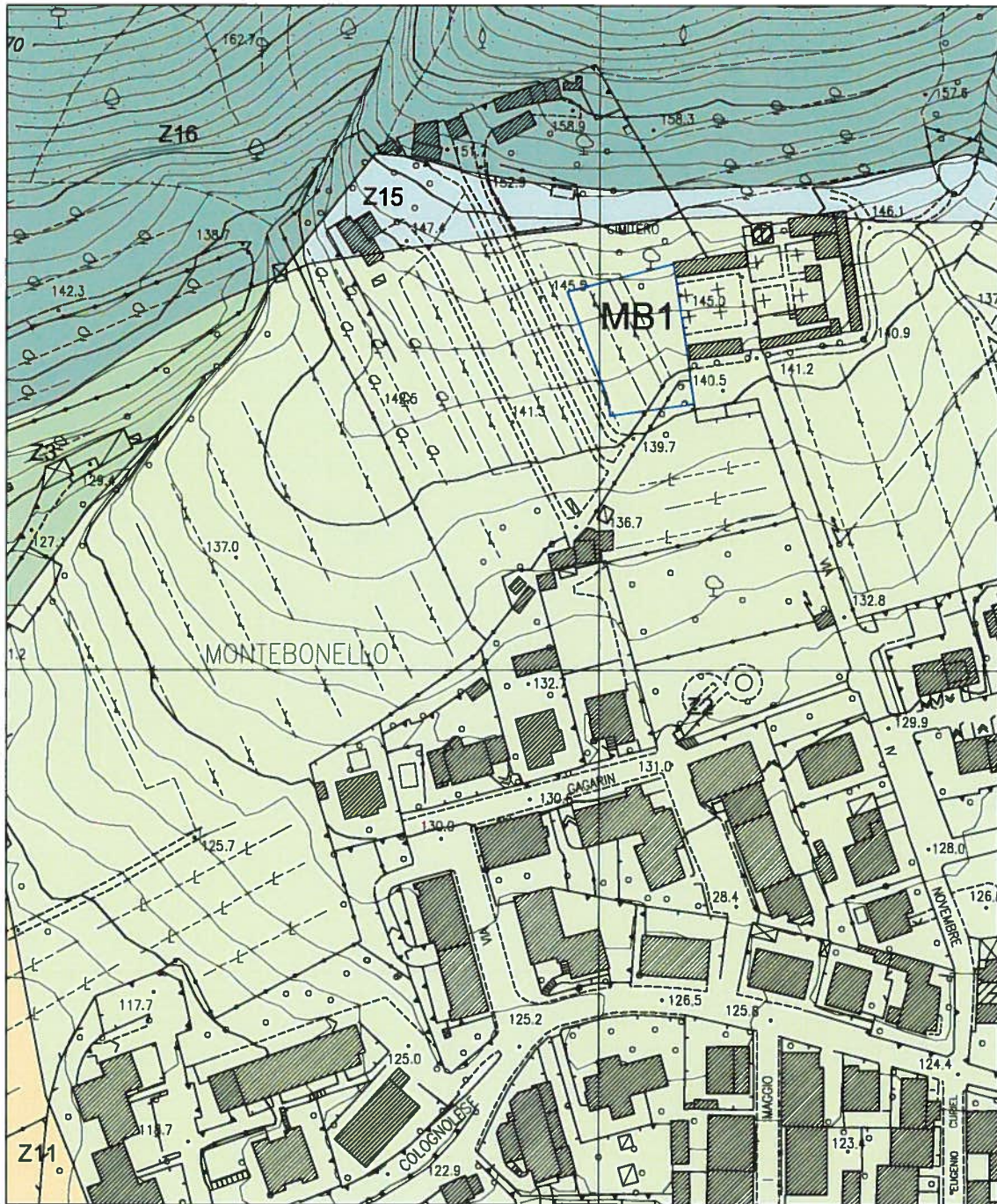
Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido

5 ●

Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie

# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

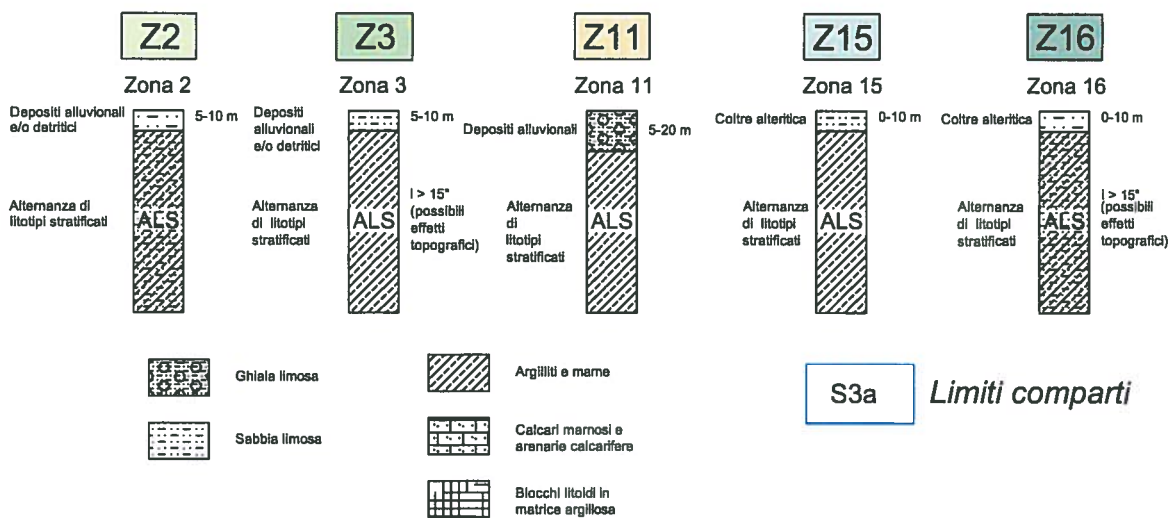
Montebonello



## LEGENDA

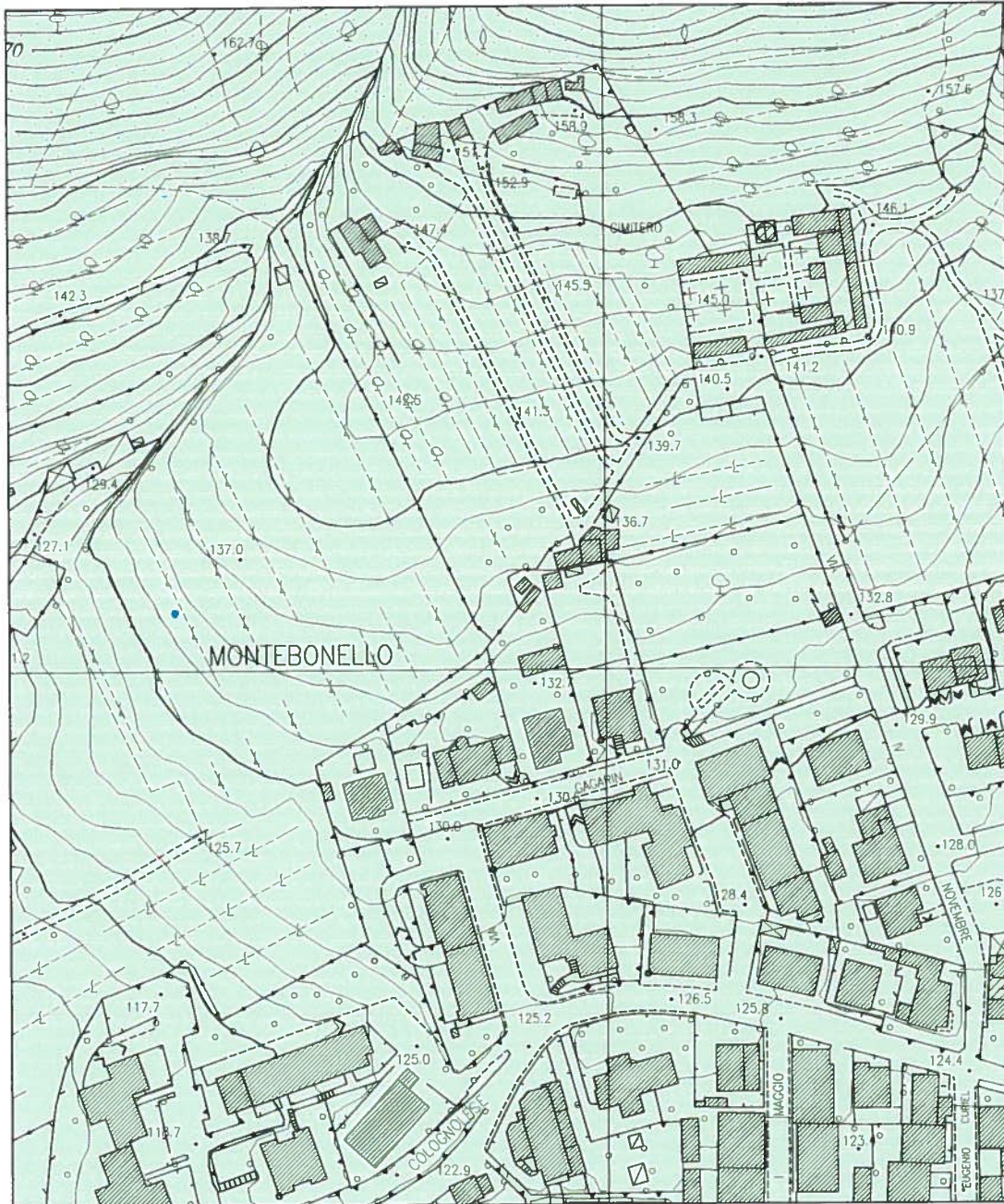
scala 1:2.000

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



# CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

Montebonello



## LEGENDA

scala 1:2.000

### Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)



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



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



**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti ai verificarsi di processi morfoevolutivi.

**Ambito M3**  
**Riproposizione**  
**della previsione relativa all'ampliamento del cimitero di Molin del Piano**

**Ambiti M6a, M6b e M6c**

**Proposizione di nuova previsione con destinazione d'uso residenza e attrezzature  
per realizzazione di scuola materna in località Poggiolino a Molin del Piano**

**Contenuti:**

Scheda di fattibilità ambito M3  
Scheda di fattibilità ambiti M6a, M6b e M6c  
Carta di fattibilità ambiti M3, M6a, M6b e M6c

Carta geologica (scala 1:5.000)  
Carta geomorfologica (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità geologica (scala 1:5.000)

Carta delle indagini (scala 1:5.000)  
Carta delle frequenze (scala 1:5.000)  
Carta geologico tecnica in prospettiva sismica (scala 1:5000)  
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità sismica (scala 1:5.000)

**Note:**

Nel precedente S.U. alle aree in questione erano assegnate le seguenti classi di pericolosità e fattibilità:

Ambito M3 - classe di pericolosità geologica 3 e pericolosità idraulica 1; classe di fattibilità 3;  
Ambiti M6a, M6b e M6c – pericolosità geologica G.2/G.3 per la maggior parte dei comparti con due limitati settori in classe G.4. Mancanza di attribuzione di classe di fattibilità in quanto trattasi di attuale nuova previsione.



<b>INTERVENTO – Ambito M3</b>	<b>LOCALITA': Molin del Piano</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: M3</b> <b>Cartografia tematica in scala 1:5.000</b>	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Riproposizione ampliamento del cimitero
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Realizzazione mediante progettazione di opera pubblica.	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di litologie prevalentemente argillitiche appartenenti al Complesso Caotico (c). Queste sono formate da masse interamente scompaginate costituite da blocchi o pacchi di strati inglobati in una matrice argillosa. In profondità questi terreni disomogenei poggiano presumibilmente sui litotipi prevalentemente calcareo marnosi appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL), costituita da calcari marnosi bianchi e grigio giallastri granulosi associati a subordinati livelli argillitici, marnoso siltitici e di arenarie calcarifere, che affiorano lungo i rilievi a nord-ovest dell'area di studio, ed in altre porzioni dei rilievi collinari presenti nei dintorni di Molin del Piano.	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> il settore di studio in prossimità dell'area cimiteriale è posto a quote collinari prossime ai 150,0 m s.l.m. Da un punto di vista geomorfologico il settore di interesse è caratterizzato dalla presenza di un areale soggetto a deformazioni superficiali lente che interessa la coltre dei terreni superficiali, in corrispondenza della coltre alteritica superficiale dei terreni riconducibili al "complesso caotico". Il settore a valle dell'area di interesse è inoltre caratterizzata dalla presenza di una scarpata morfologica attiva.	
<b>PENDENZE:</b> pendenza compresa tra il 5% ed il 10%.	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico al settore, relativamente all'area su cui sorge l'esistente complesso cimiteriale, viene attribuita una classe di pericolosità geologica media (G2) con il settore oggetto del previsto ampliamento, interessato dalle fenomenologie geomorfologiche di deformazioni superficiali lente a cui è stata attribuita una classe di pericolosità geologica elevata (G3).	
<b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> <i>Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse</i> Per l'intero territorio di Molino del Piano sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA. In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze delle seguenti indagini: - n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 4 strumentati con tubo piezometrico, n. 1 strumentato con tubo per prova sismica down-hole con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio; - n. 4 prove penetrometriche dinamiche; - n. 4 stratigrafie di terebrazioni per pozzi profondi; - n. 1 indagine di sismica a rifrazione con metodo Re.Mi. In corrispondenza dell'abitato di Molin del Piano sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni. In particolare sono state svolte n. 2 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR) di cui una in prossimità dell'area oggetto di ampliamento del cimitero.	

### ***Modello di sottosuolo***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMeC (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica), mentre i depositi di copertura di origine alluvionale recente (a) sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica LPS (substrato lapideo stratificato) i litotipi riconducibili alla Formazione di Monte Morello (MLL), all'unità geologico-tecnica SF (substrato geologico molto fratturato/alterato) i litotipi appartenenti al Complesso Caotico (c), mentre all'unità geologico-tecnica ALS (alternanza di litotipi stratificato) i litotipi appartenenti alla Formazione di Sillano.

### ***Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale***

Nell'area in esame è stata eseguita una indagine di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (8\_HVSR). La misura ha evidenziato un picco di ampiezza media di 3,43 alla frequenza di 20,27 Hz, che denota un contrasto a basse profondità e comunque individuabili attorno ai 5,0 m, indicativo della presenza di uno spessore superficiale di coltre di alterazione o di copertura detritica su un substrato litoide.

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A1 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME: possibile risonanza.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

Nell'intorno dell'area cimiteriale di Molin del Piano sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

**Zona 0a:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di terreni detritici su un substrato geologico molto fratturato e/o alterato a sua volta poggiante in profondità su un substrato lapideo stratificato, fratturato. Il substrato molto fratturato e/o alterato compreso all'interno della zona è riconducibile alla presenza dei litotipi appartenenti al Complesso Caotico (c) a sua volta poggianti sulla Formazione di Monte Morello (MLL).

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (8\_HVSR) e della successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo a pochi metri di profondità (attorno ai 5,0 m), presumibilmente al passaggio tra la copertura detritica e il sottostante substrato o tra la porzione superficiale maggiormente alterata e fratturata del complesso litoide caoticizzato e i sottostanti spessori con minor grado di fratturazione e/o di alterazione. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 0b:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di un substrato geologico molto fratturato e/o alterato poggiante in profondità su un substrato lapideo stratificato, fratturato. Il substrato molto fratturato e/o alterato compreso all'interno della zona è riconducibile alla presenza dei litotipi appartenenti al Complesso Caotico (c) poggianti sui calcari marnosi della Formazione di Monte Morello (MLL).

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (8\_HVSR) e della successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo a pochi metri di profondità (attorno ai 5,0 m), presumibilmente al passaggio tra la porzione superficiale maggiormente alterata e fratturata del complesso litoide caoticizzato e i sottostanti spessori con minor grado di fratturazione e/o di alterazione. Data l'inclinazione ( $i < 15^\circ$ ) dei versanti non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 9:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di terreni detritici (d) su un substrato geologico molto fratturato e/o alterato riconducibile alla presenza dei litotipi appartenenti al Complesso Caotico (c).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo presumibilmente al passaggio tra coltre detritica e porzione superficiale maggiormente alterata e fratturata del complesso litoide caoticizzato e i sottostanti spessori con minor grado di fratturazione e/o di alterazione. Data l'inclinazione ( $i < 15^\circ$ ) dei versanti non si presuppone che si possono manifestare

fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto **classe di pericolosità sismica S.3** alla zona stabile suscettibile di amplificazione locale caratterizzate da alto contrasto di impedenza (zona Z0a).

**PERICOLOSITA' IDRAULICA (ex reg. reg n. 53/R):** Il comparto risulta ricadere per posizione morfologica nelle aree campite con **classe di pericolosità idraulica bassa (I.1)** in quanto area collinare per cui non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni e in situazione favorevole di alto morfologico.

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Il settore di previsto ampliamento interessato dai processi di deformazione superficiale lenta della coltre superficiale risulta collocato in classe P.F.3 del P.A.I. del Bacino del F. Arno.

In virtù di tali classificazioni e delle salvaguardie correlate (vedi NTA del P.A.I.) risultano ammissibili i seguenti interventi:

**ai sensi dell'art. 10 delle NTA di P.A.I. per le aree classificate P.F.4**

..... omissis .....

h. nuovi interventi relativi ad 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 della Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

**ai sensi dell'art. 11 delle NTA di P.A.I. per le aree classificate P.F.3**

Nelle aree P.F.3 sono consentiti, oltre agli interventi di cui all'art.10 delle NTA di PAI e con le modalità ivi previste ..... omissis ..... I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui all'art.10 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.

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F1, geomorfologica e sismica F3 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI: Nei limiti inerenti gli interventi ammissibili, dettagliati al precedente paragrafo "salvaguardie disposte dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno", in funzione della perimetrazione del comparto in classe P.F.3 si formulano le prescrizioni sotto dettagliate.**

La progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni, ai cedimenti indotti e sulla stabilità della porzione di versante collinare su cui si intende realizzare il nuovo manufatto. In particolare andranno condotte verifiche di stabilità allo stato attuale e di progetto. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali, puntuali valutazioni sui cedimenti e considerazioni sulla stabilità del versante allo stato di progetto, in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per la zona stabile suscettibile di amplificazione locali caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, dovrà essere realizzata una campagna di indagini geofisica ad implementazione delle prove eseguite per il presente supporto (es. profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (es. sondaggi a carotaggio continuo) 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. In tale zona di bordovalle, 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.

<b>INTERVENTO – Ambiti M6a, M6b e M6c</b>	<b>LOCALITA': Molin del Piano - Poggiolino</b>
<b>SCHEDE DI FATTIBILITA' n°: M6a, M6b e M6c</b> Cartografia tematica in scala 1:5.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Espansione residenziale (M6A e M6b) e verde pubblico (M6c).
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Realizzazione mediante Piano Attuativo.	
<p><b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di interesse è prevalentemente caratterizzata dalla presenza di litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Questa è formata da argilliti grigio scure con subordinati livelli marnoso argillitici, marnoso calcarei, calcareo marnosi e di arenarie calcarifere tipo "Pietraforte".</p> <p>Nel settore occidentale del comparto, in corrispondenza dell'abitato di Molino del Piano il substrato dell'area è costituito dai litotipi prevalentemente calcareo marnosi appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL), costituita da calcari marnosi bianchi e grigio giallastri granulosi associati a subordinati livelli argillitici, marnoso siltitici e di arenarie calcarifere. Questi si trovano stratigraficamente sovrastante alle litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).</p> <p>Inoltre, nella limitata porzione di valle del comparto, nelle vicinanze del corso del Fosso di Rimaggio, sui suddetti litotipi, si ha la presenza di depositi di copertura costituiti da sedimenti alluvionali recenti (a), presenti in corrispondenza dell'intero settore vallivo del Fosso di Rimaggio.</p>	
<p><b>GEOMORFOLOGIA:</b> Da un punto di vista geomorfologico il settore di interesse è caratterizzato dalla presenza di vasti areali interessati da fenomeni di erosione superficiale e localmente da due settori ove si rileva la presenza di soliflussi generalizzati (porzione nord orientale del comparto M6c e porzioni meridionali dei comparti M6b e M6c). Gran parte delle aree risultano soggette ad erosione localizzata con presenza di un localizzato soliflusso nella porzione centrale del comparto M6c.</p>	
<p><b>PENDENZE:</b> Si tratta di un settore collinare con pendenze generalmente comprese tra 5% e 25%.</p>	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<p><b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico è stata attribuita classe di pericolosità geologica molto elevata (G.4) ai settori interessati dalla presenza di soliflussi generalizzati.</p> <p><b>Per tali limitati settori si preclude possibilità edificatoria (vedi carta della fattibilità).</b></p> <p>I restanti settori ricadono prevalentemente in classe di pericolosità geologica media (G.2) ad eccezione di alcuni settori limitati in classe di pericolosità geologica elevata (G.3), come ad esempio laddove si hanno fenomenologie di soliflussi localizzati o in corrispondenza di scarpate morfologiche inattive.</p>	
<p><b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> <i>Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse</i></p> <p>Per l'intero territorio di Molino del Piano sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare</p>	

stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze delle seguenti indagini:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 4 strumentati con tubo piezometrico, n. 1 strumentato con tubo per prova sismica down-hole con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio;
- n. 4 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 4 stratigrafie di terebrazioni per pozzi profondi;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione con metodo Re.Mi.

In corrispondenza dell'abitato di Molin del Piano sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare sono state svolte n. 2 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr) di cui una in prossimità dell'area oggetto della presente previsione.

#### **Modello di sottosuolo**

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica), mentre i depositi di copertura di origine alluvionale recente (a) sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica LPS (substrato lapideo stratificato) i litotipi riconducibili alla Formazione di Monte Morello (MLL), all'unità geologico-tecnica SF (substrato geologico molto fratturato/alterato) i litotipi appartenenti al Complesso Caotico (c), mentre all'unità geologico-tecnica ALS (alternanza di litotipi stratificato) i litotipi appartenenti alla Formazione di Sillano.

#### **Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale**

Nell'area in esame è stata eseguita una indagine di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (9\_HVSr). La misura ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2,72 alla frequenza di 2,82 Hz, che denota un basso contrasto a profondità prossima ai 30,0 m dal p.c., probabilmente da correlarsi con un passaggio litologico all'interno della Formazione di Sillano (SIL).

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A1 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME: possibile risonanza.

#### **Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**

Nell'intorno dell'area in esame in loc. Poggiolino sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

**Zona 2:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di terreni detritici (d) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione ( $i < 15^\circ$ ) dei versanti non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 11:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali in evoluzione (a) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 13:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali in evoluzione (a) su un substrato geologico lapideo stratificato, fratturato, appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 15:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (9\_HVSR) si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 18:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è presente talora una coltre di alterazione con spessore inferiore ai 10 m.

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche attive e non con dislivello generalmente compreso tra 10 e 20 m. Tuttavia, data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 19:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è presente talora una coltre di alterazione con spessore inferiore ai 10 m.

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche attive e non con dislivello generalmente compreso tra 10 e 20 m. Tuttavia, data l'inclinazione dei versanti ( $i > 15^\circ$ ) si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto alle Zone 2, 11, 13, 15 e 18 una classe di pericolosità sismica locale media (S.2) in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da basso contrasto di impedenza.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra substrato litoide stratificato appartenente alla Formazione di Monte Morello (MLL) e i depositi prevalentemente argillitici appartenenti al substrato non rigido della Formazione di Sillano (SIL) e dei contatti tra la suddetta Formazione di Monte Morello (MLL) e le coperture detritiche (d) ed alluvionali (a) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da *cedimenti differenziali*. In corrispondenza di detto contatto la zona interessata è stata definita mediante la definizione di un areale "buffer" di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Pertanto, il "buffer" rappresenta una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso non viene utilizzata alcuna nomenclatura.

Si attribuisce pertanto ai settori interessati da possibili cedimenti differenziali una classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3).

**PERICOLOSITA' IDRAULICA (ex reg. reg n. 53/R):** Il comparto risulta ricadere per posizione morfologica nelle aree campite con classe di pericolosità idraulica bassa (I.1) in quanto area collinare per cui non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni e in situazione favorevole di alto morfologico.

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

I due settori interessati da soliflusso generalizzato risultano collocati in classe P.F.3 del P.A.I. del Bacino del F. Arno.

In virtù di tali classificazioni e delle salvaguardie correlate (vedi NTA del P.A.I.) risultano ammissibili i

seguenti interventi:

**ai sensi dell'art. 11 delle NTA di P.A.I. per le aree classificate P.F.3**

..... omissis ..... I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui all'art.10 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.

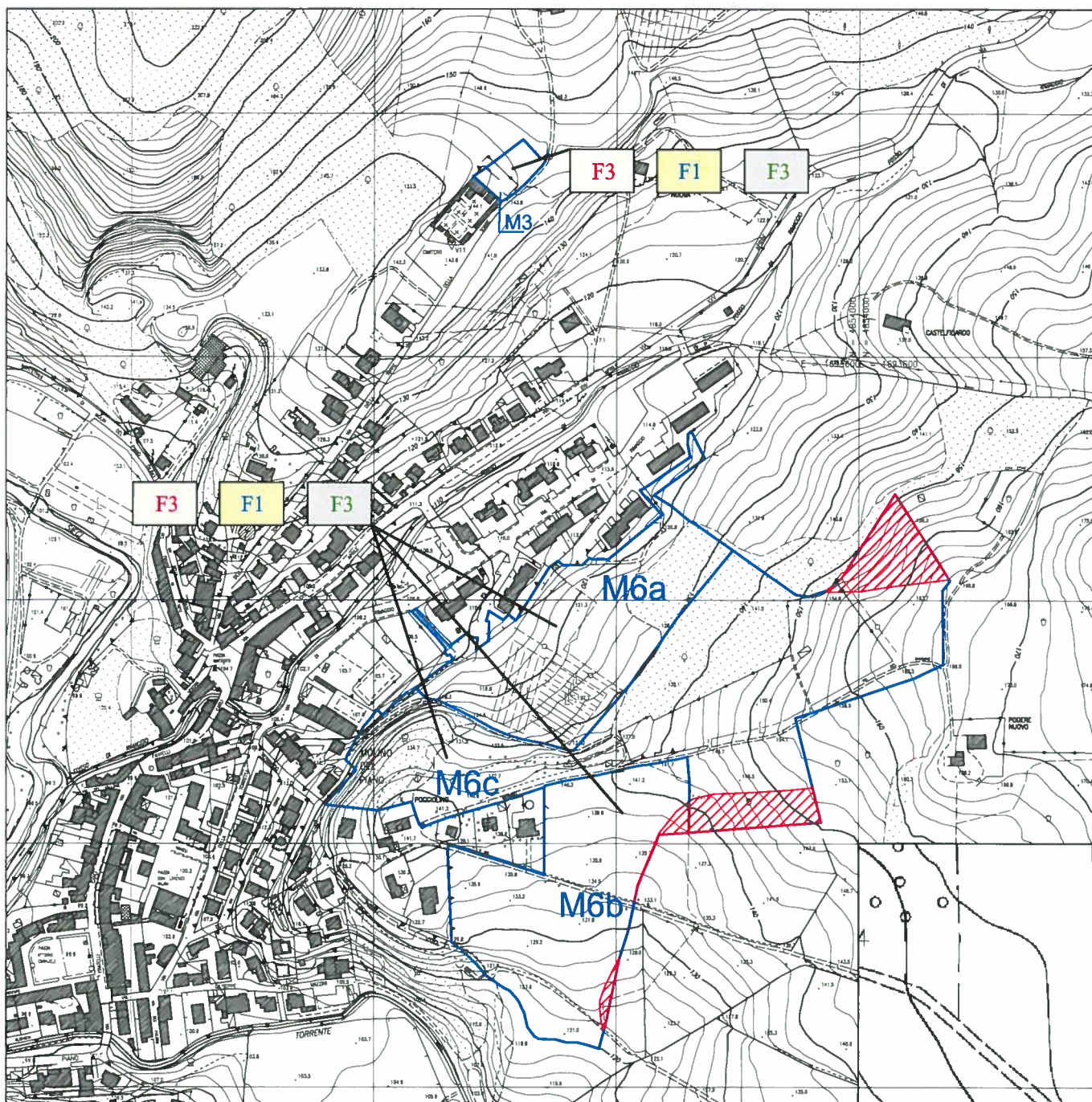
**FATTIBILITA'**: per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F1, geomorfologica e sismica F3 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI: Nei limiti inerenti gli interventi ammissibili, dettagliati al precedente paragrafo "salvaguardie disposte dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno", in funzione della perimetrazione del comparto in classe P.F.3 e con le preclusioni all'edificazione fissate per le limitate porzioni di aree ricadenti in classe di pericolosità molto elevata G.4 (Reg. Regionale n. 53/R) si formulano le prescrizioni sotto dettagliate.**

La progettazione degli interventi dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni, ai cedimenti indotti e sulla stabilità della porzione di versante collinare su cui si intende realizzare i nuovi manufatti. In particolare andranno condotte verifiche di stabilità allo stato attuale e di progetto da cui far discendere valutazioni in merito alla predisposizione di eventuali opere di presidio. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali, puntuali valutazioni sui cedimenti e considerazioni sulla stabilità del versante allo stato di progetto, in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per la presenza di zone di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (zone in cui potrebbero verificarsi cedimenti differenziali) dovrà essere realizzata un 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; tale ricostruzione andrà tarata mediante opportune indagini geognostiche dirette.



### LEGENDA

scala 1:5.000

Aspetti geologici

Aspetti idraulici

Aspetti sismici

F1	F1	F1
F2	F2	F2
F3	F3	F3
F4	F4	F4

Fattibilità senza particolari limitazioni.

Fattibilità con normali vincoli.

Fattibilità condizionata.

Fattibilità limitata.

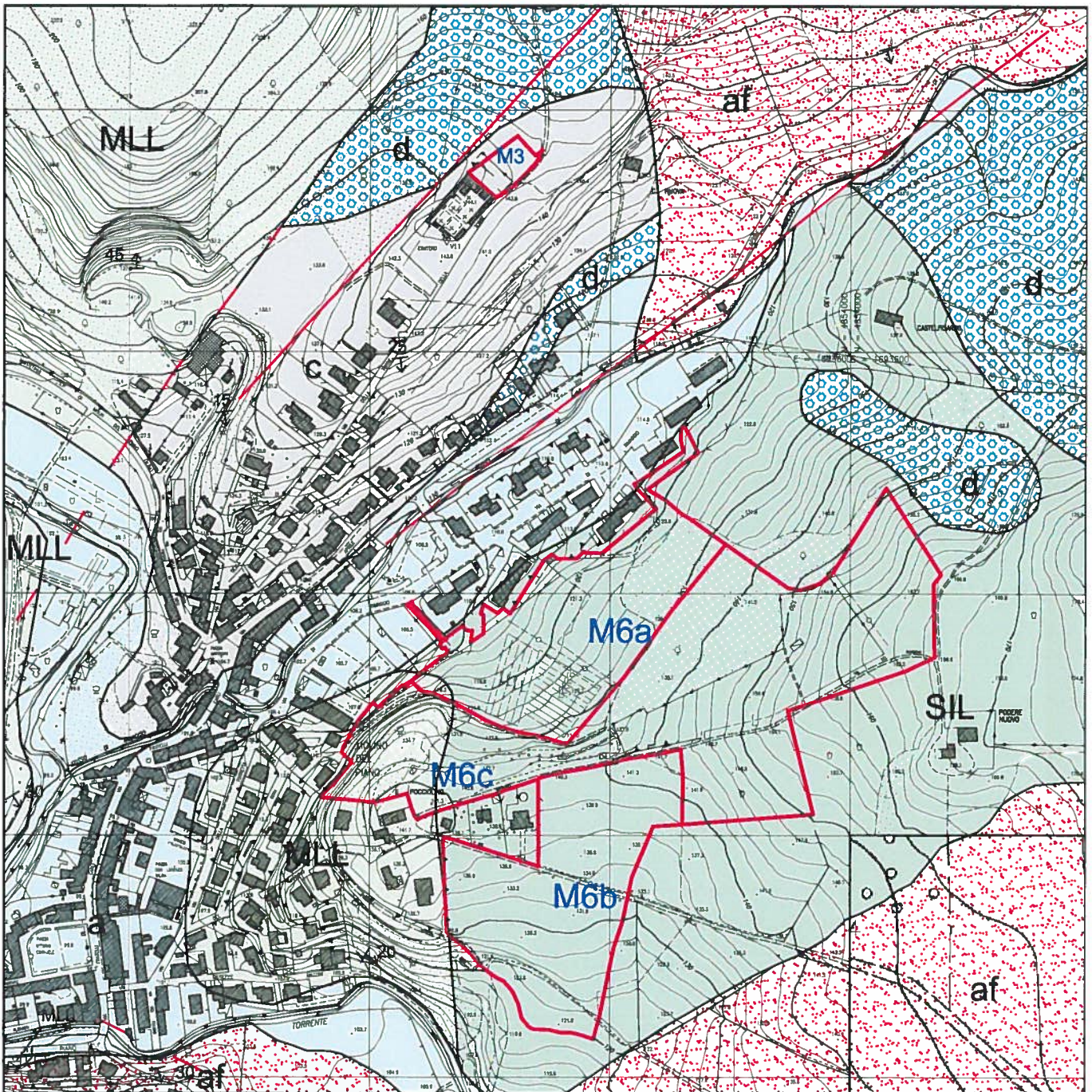


Preclusione di edificabilità



S3a Limiti compartì





LEGENDA

scala 1:5.000



af Accumulo di frana



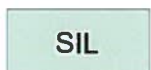
d COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI, Trattasi di depositi a litologia e granulometria variabili.



MLL FORMAZIONE DI MONTE MORELLO. Calcari marnosi bianchi a frattura concoide e grigio giallastri granulosi teneri, prevalenti; argillocisti e mamoscisti, arenarie calcarifere; talora brecciole nummulitiche.



c COMPLESSO CAOTICO. Masse interamente scompagnate costituite da blocchi o pacchi di strati inglobati in una matrice argillosa.



SIL FORMAZIONE DI SILLANO. Calcari marnosi grigi e verde oliva; marne marroni chiare o grigie; calcareniti; arenarie calcarifere tipo "Pietraforte"; argillocisti grigio scuri intercalati.



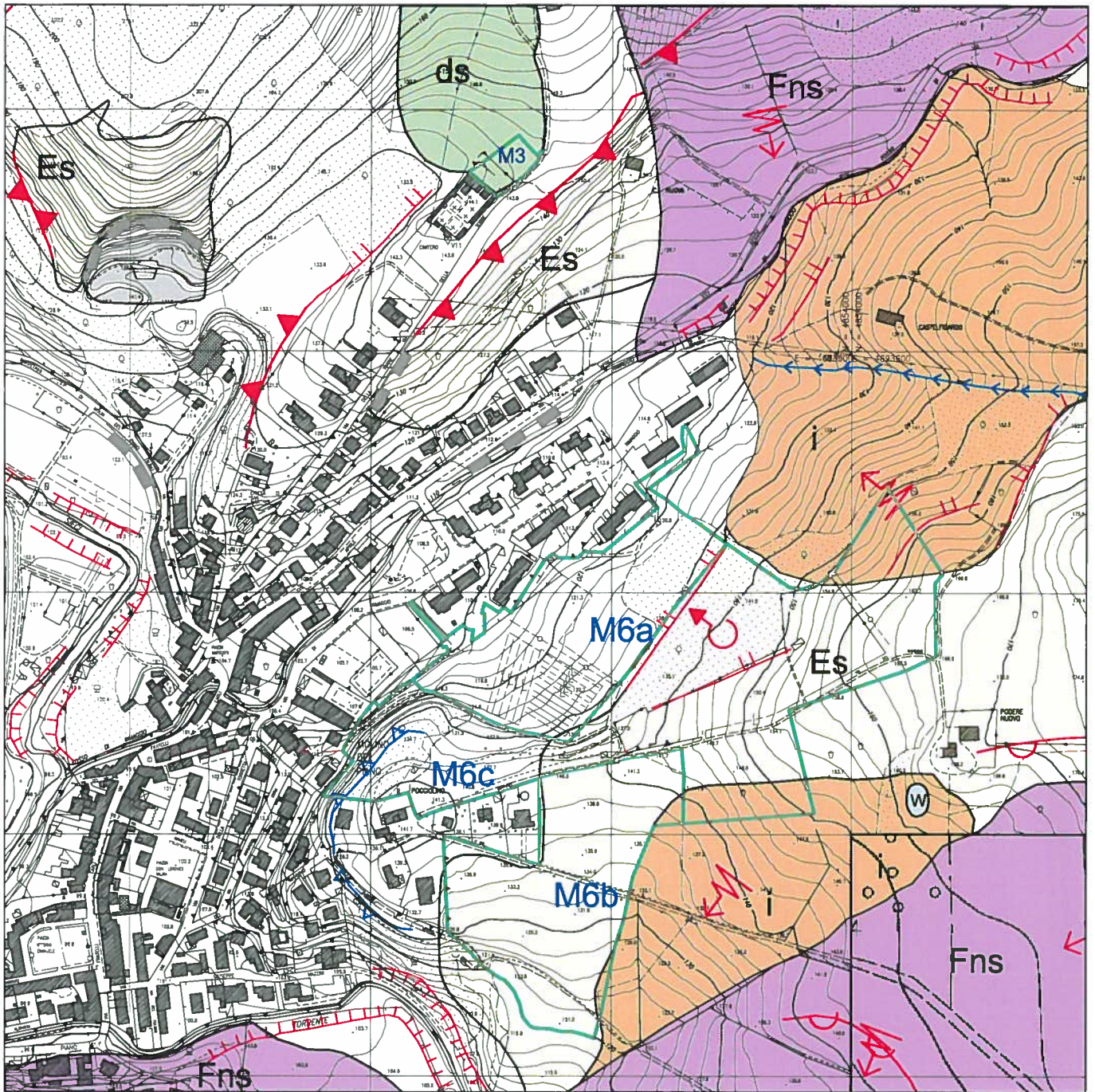
15 Giacitura strati



Faglia, faglia incerta



S3a Limiti comparti



LEGENDA

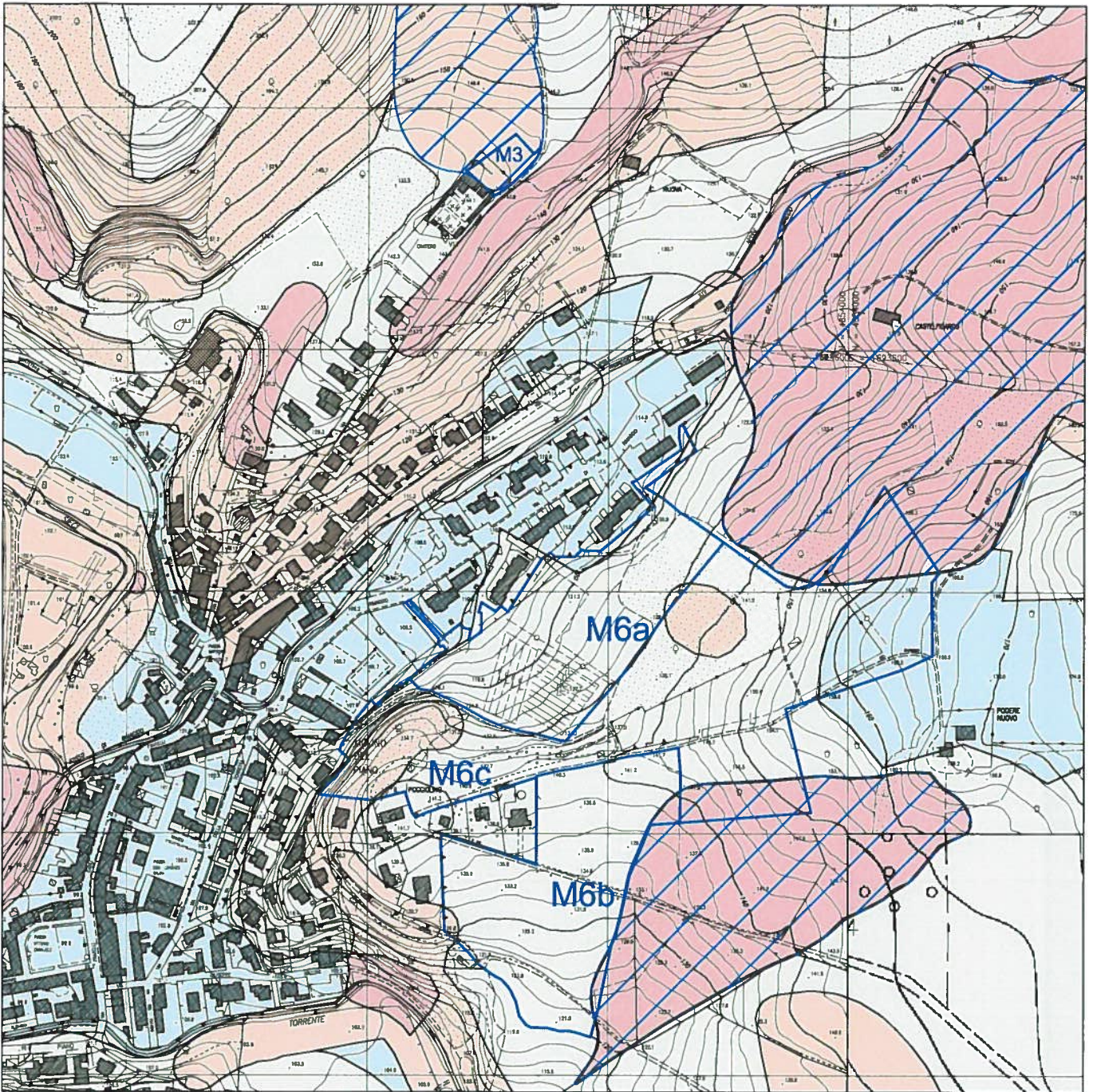
scala 1:5.000

- ds Area soggetta a deformazioni superficiali lente
- Es Area soggetta ad erosione superficiale
- Fns Corpo di frana naturalmente stabilizzata
- i Area instabile per soliflusso generalizzato
- ☐ cava inattiva
- W Corpo d'acqua

- Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo
- Rottura di pendio
- Scarpata attiva
- Scarpata inattiva
- Scarpata antropica
- Soliflusso localizzato
- Erosione localizzata

- Erosione incanalata
- Corona di frana non attiva

S3a Limiti compartì



### LEGENDA

scala 1:5.000

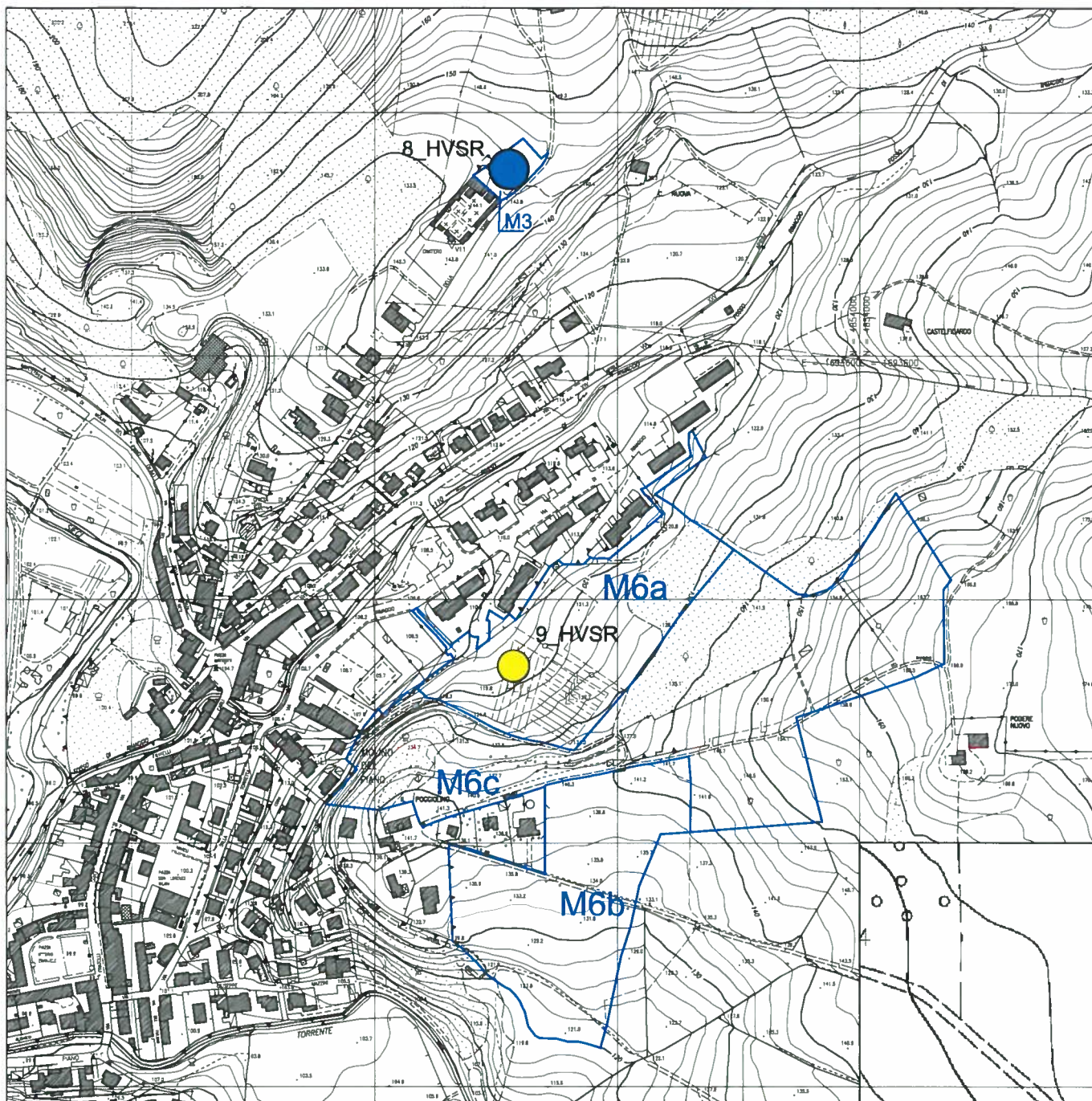
**Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)**

- Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da scilfussi.
- Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, 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 caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.
- Pericolosità geologica media (G.2)** : aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.
- Pericolosità geologica bassa (G.1)** : aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giacitureali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

**Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino Fiume Arno)**

- P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata
- P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata

S3a **Limiti comparti**



## LEGENDA

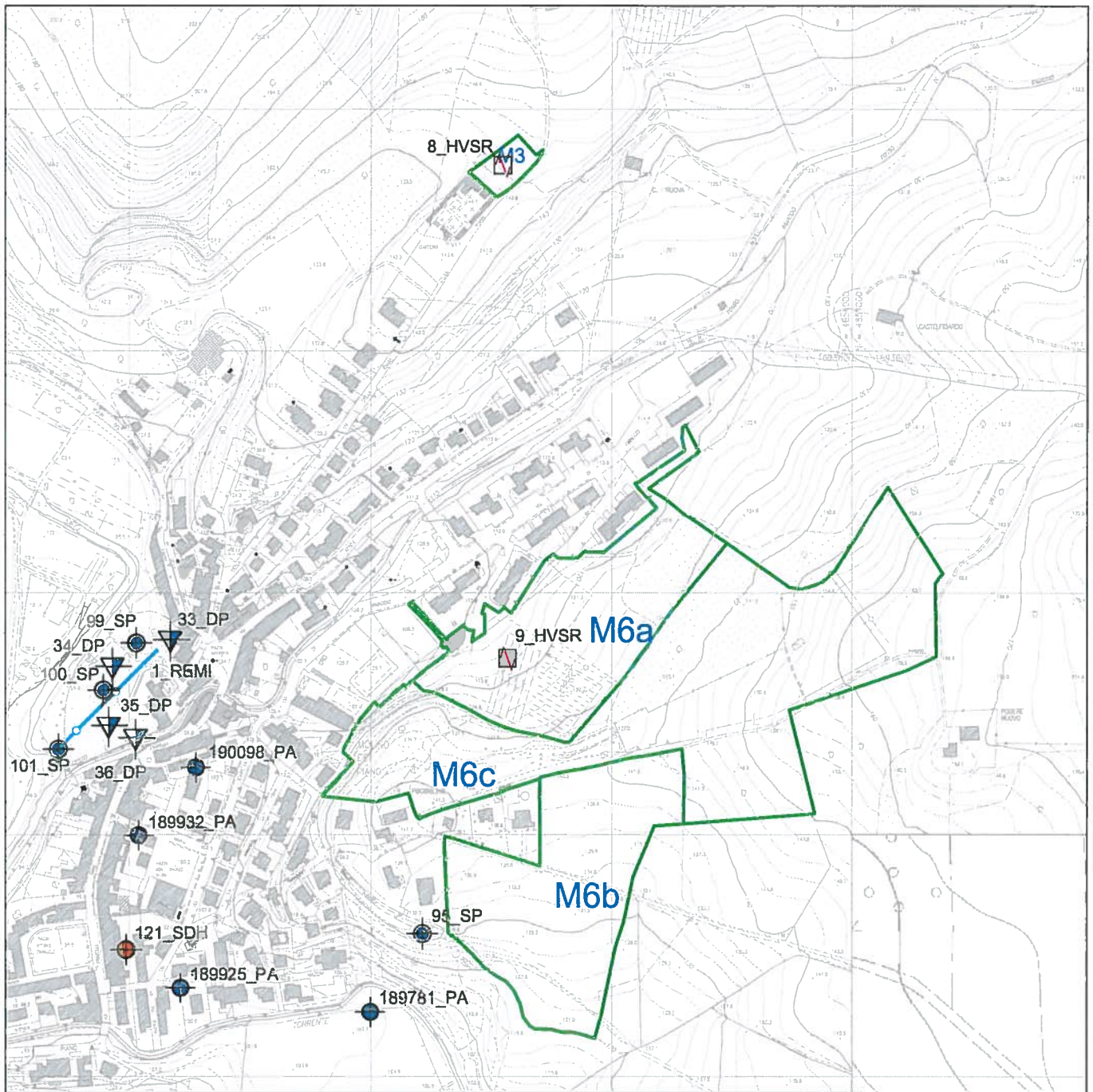
scala 1:5.000

fo (Hz) - (scala di colori)	A0 - (dimensioni crescenti)
● nessuna risonanza - (nero)	○ nessuna risonanza
● 0.1 ≤ fo ≤ 0.5 - (verde scuro)	○ 1.1 ≤ A0 ≤ 2.0
● 0.5 < fo ≤ 1.0 - (verde)	
● 1.0 < fo ≤ 2.5 - (marrone)	○ 2.0 < A0 ≤ 3.0
● 2.5 < fo ≤ 5.0 - (giallo)	
● 5.0 < fo ≤ 7.5 - (arancio)	○ 3.0 < A0 ≤ 5.0
● 7.5 < fo ≤ 10.0 - (rosso)	
● 10.0 < fo ≤ 15.0 - (viola)	○ 5.0 < A0
● 15.0 < fo - (blu)	

Tabella Riassuntiva Misure H/V				
Località	Sigla indagine	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Classe
MOLIN DEL PIANO	8_HVSR	20.27	3.43	A1
	9_HVSR	2.86	2.72	A1

S3a









Limiti condivisi









## LEGENDA

scala 1:5.000

### Indagini geonostiche

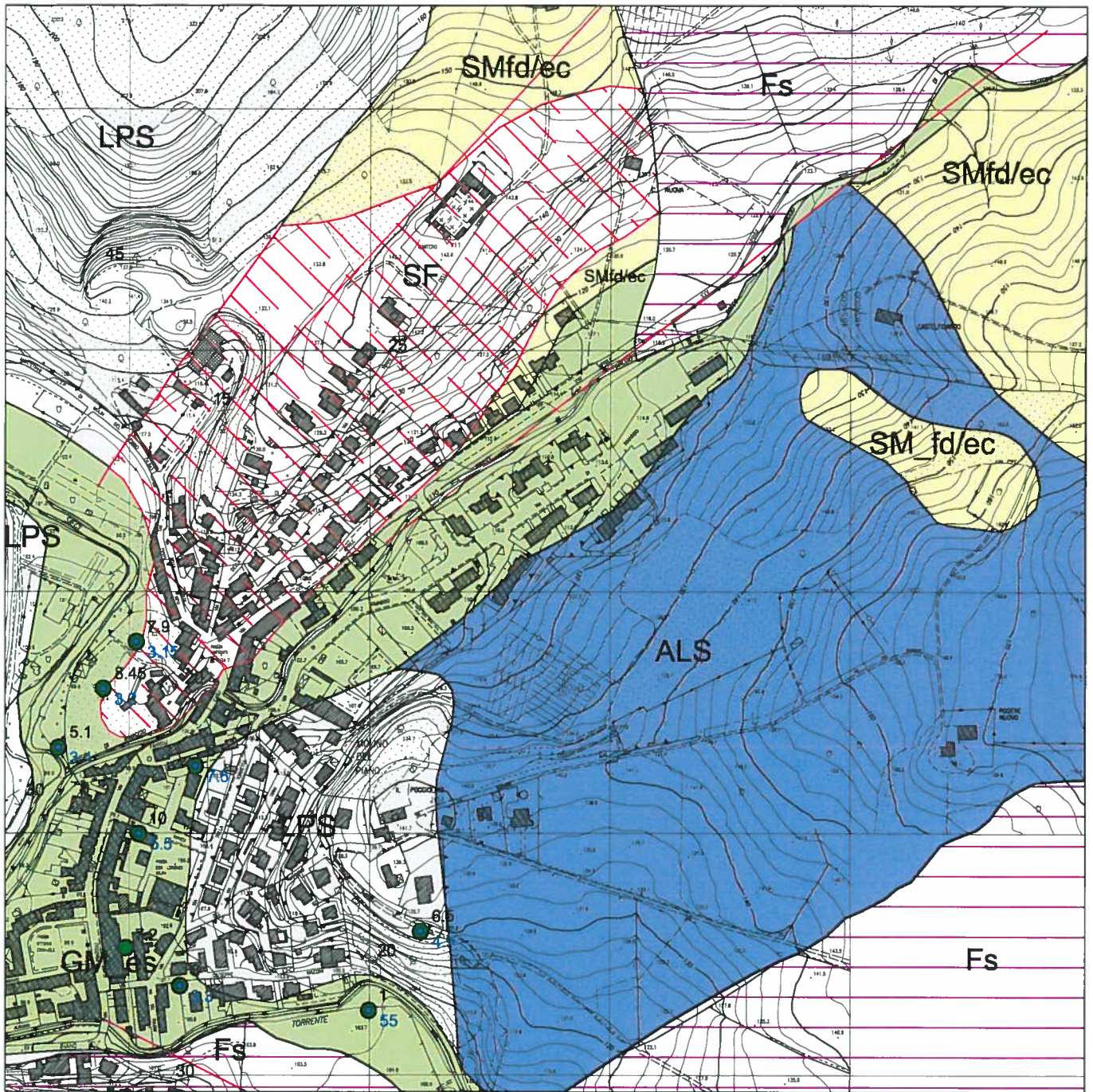
-  39\_S Sondaggio a carotaggio continuo
-  25\_SP Sondaggio a carotaggio continuo con piezometro
-  36\_SI Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
-  179\_SDH Sondaggio a carotaggio continuo con tubo per prova down-hole
-  75\_T Trincea o pozzetto esplorativo
-  83\_PA Pozzo per acqua
-  46\_DP Prova penetrometrica dinamica pesante
-  76\_CPT Prova penetrometrica statica

### Indagini geofisiche

-  63\_ERT Tomografia elettrica
-  35\_SR Profilo sismico a rifrazione
-  32\_MASW MASW
-  67\_REMI REMI
-  27\_ESAC Array Sismico ESAC
-  38\_HVSR Prova sismica passiva a stazione singola

S3a

Limiti comparti



## LEGENDA

scala 1:5.000

Notazioni geomorfologiche: instabilità di versante

**Fs** Corpo di frana stabilizzata

Notazioni geologiche: terreni di copertura

**GMes** Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente di fluvio lacustre (argine/barre/canali)

**SMfd/ec** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante (falda detritica) e/o di ambiente di versante (eluvi/colluvi)

Notazioni geologiche: substrato geologico rigido o non rigido

**ALS** Alternanza di litotipi, stratificato

**LPS** Lapideo stratificato

**SF** Molto fratturato/alterato

Notazioni geologiche: elementi geologici e idrogeologici

5 ● Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo

10 ● Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido

5 ● Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie

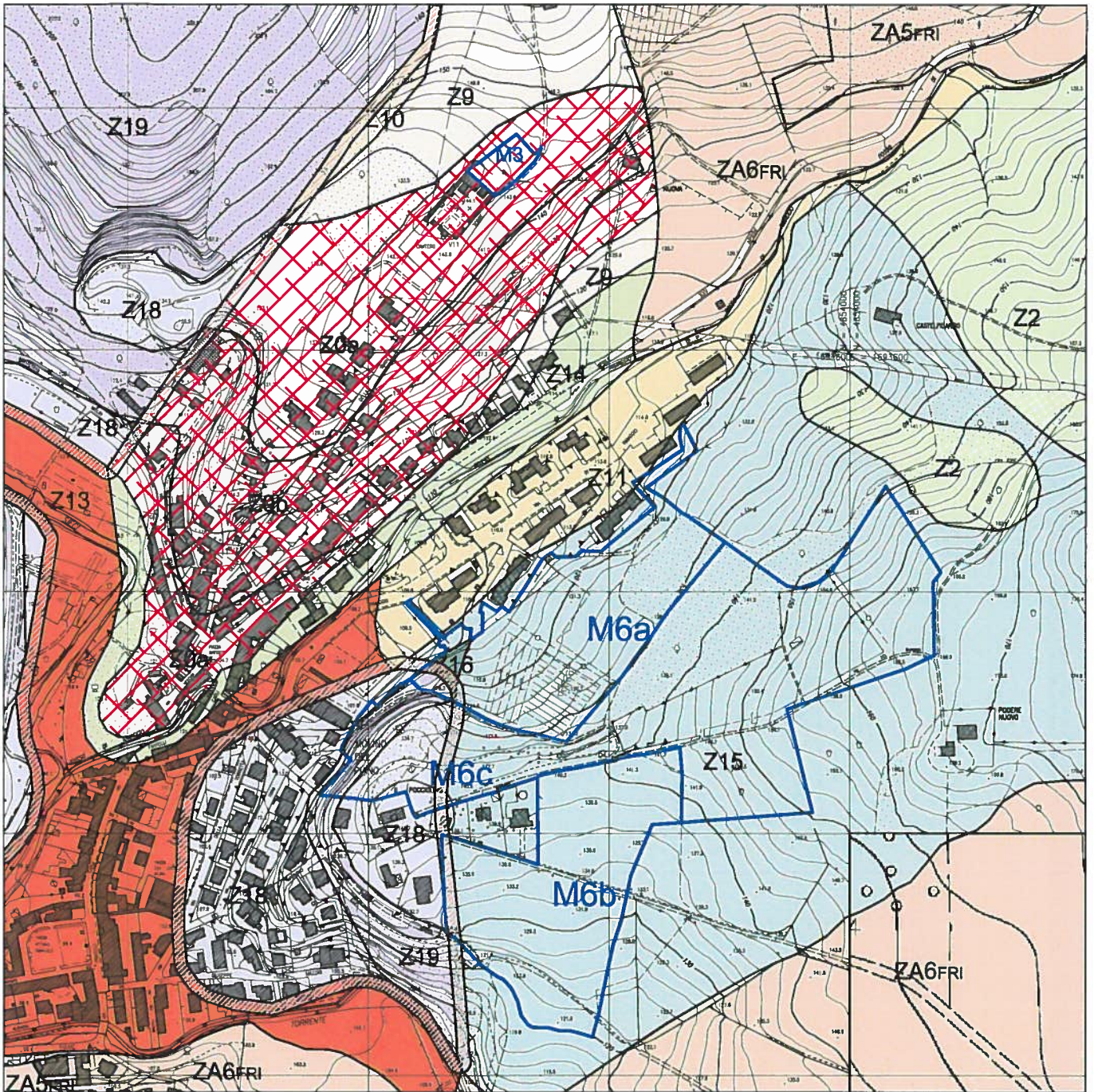
Notazioni geologiche: elementi tettonico strutturali

15 ↗ Giacitura strati

— Faglie

# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

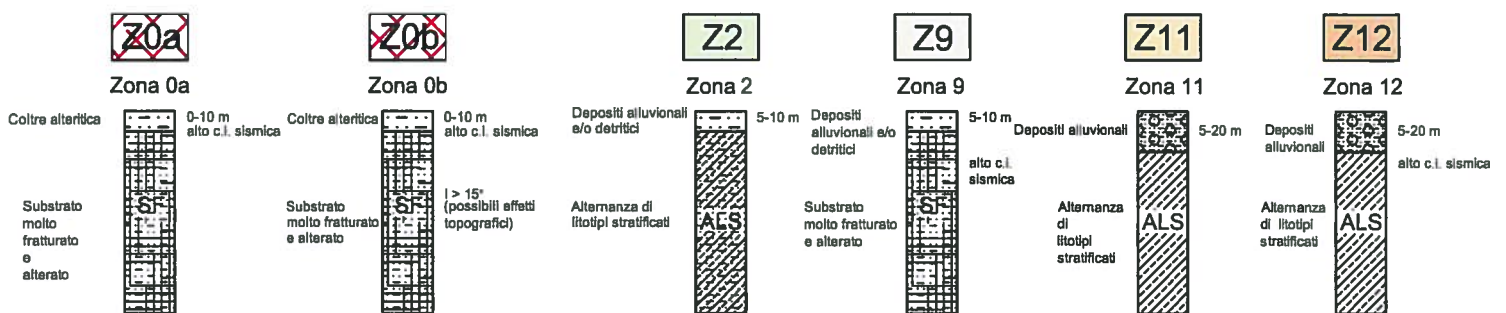
Molino del Piano

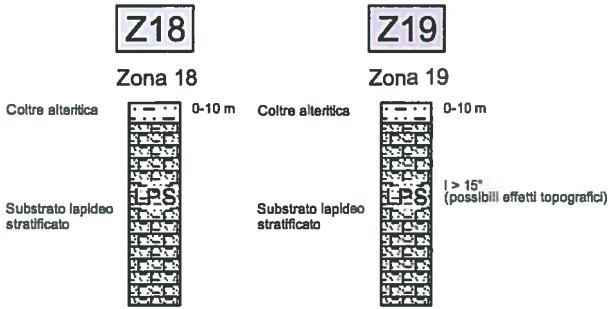
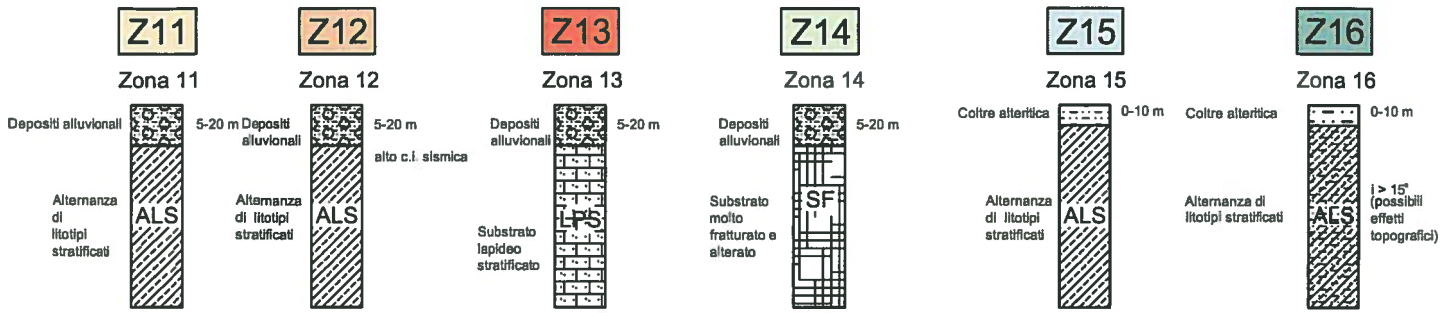







## LEGENDA




scala 1:5.000

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

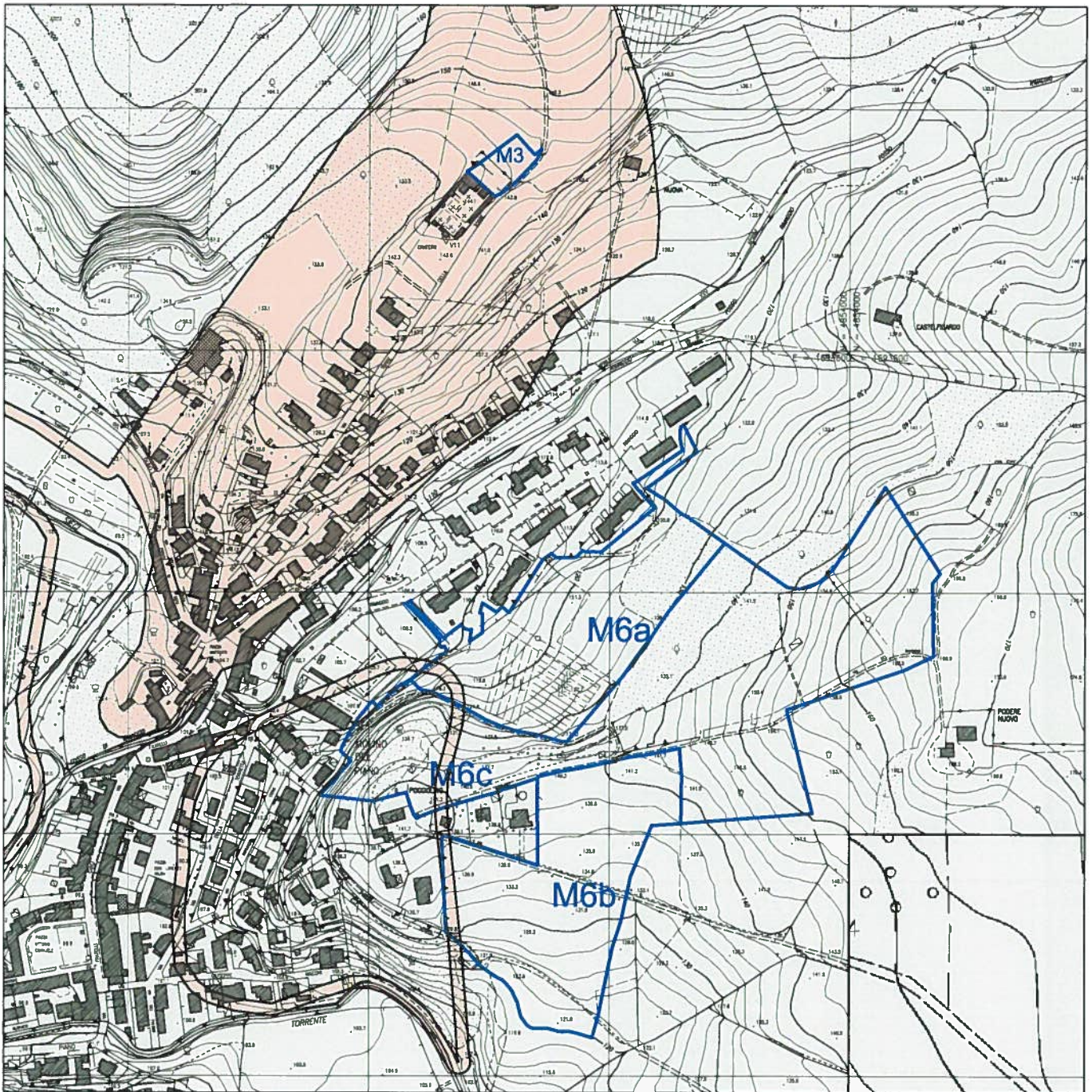




-  Ghiaia limosa
-  Sabbia limosa
-  Argilliti e mame
-  Calcarci marnosi e arenarie calcifere
-  Blocchi litoidi in matrice argillosa

Zone di attenzione instabilità di versante ZA <sub>FR</sub>		
Stato di attività		
Inattiva	Quiescente	Attiva
 $i \geq 15^\circ$		
 $i < 15^\circ$		
Zone di attenzione per altri tipi di instabilità		
 <b>Cedimenti differenziali</b> Area di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse		





### LEGENDA

scala 1:5.000

**Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)**



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



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



**Pericolosità sismica locale media (S.2)**: zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1)**: aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfevolativi.



**S3a** Limiti comparti

## **Ambito SB3**

**Riproposizione  
della previsione relativa all'ampliamento del cimitero di Santa Brigida**

## **Ambiti SB10**

**Proposizione di nuovo comparto edificatorio in località Montino a Santa Brigida**

**Contenuti:**

Scheda di fattibilità ambito SB3  
Scheda di fattibilità ambiti SB10  
Carta di fattibilità ambiti SB3 e SB10

Carta geologica (scala 1:5.000)  
Carta geomorfologica (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità geologica (scala 1:5.000)

Carta delle indagini (scala 1:5.000)  
Carta delle frequenze (scala 1:5.000)  
Carta geologico tecnica in prospettiva sismica (scala 1:5000)  
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità sismica (scala 1:5.000)

**Note:**

Nel precedente S.U. alle aree in questione erano assegnate le seguenti classi di pericolosità e fattibilità:

Ambito SB3 - prevalente classe di pericolosità geologica 3 e classe di fattibilità III;

Ambiti SB10 – l'area relativa alla nuova proposta di previsione ricadeva in classe di pericolosità geomorfologica G3/G4 3 (Carta della pericolosità geomorfologica – Geo Eco Progetti, Febbraio-Novembre 2009).

<b>INTERVENTO – Ambito SB3</b>	<b>LOCALITA': Santa Brigida</b>
<b>SCHEMA DI FATTIBILITA' n°: SB3</b> Cartografia tematica in scala 1:5.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Riproposizione ampliamento del cimitero
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Realizzazione mediante progettazione di opera pubblica.	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di litologie prevalentemente arenacee appartenenti alla formazione delle Arenarie di Monte Senario (Sen). Si tratta di un flysch con alternanze arenacee e pelitiche in strati da medi a molto spessi, talvolta anche in banchi. Le arenite sono intercalate a sottili peliti sabbiose o a livelli argillitici e si presentano con colore giallo-verdastro, grigio-azzurrognolo al taglio fresco, e hanno composizione quarzoso-feldspatica con elementi di quarzo, micascisti, filladi, calcari e uno scarsissimo contenuto di detrito vulcanico. Il legante è costituito da una matrice prevalentemente argillosa ricristallizzata, ma è presente anche una percentuale non trascurabile di cemento calcitico. La granulometria è da medio-fine a grossolana. Le arenarie hanno un assetto generale nella zona di interesse a franapoggio e traverpoggio con inclinazioni degli strati comprese tra 10° e 30° circa ed affiorano estesamente a monte del centro storico del paese di Santa Brigida.	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> Da un punto di vista geomorfologico lo stretto areale d'interesse non presenta particolari evidenze geomorfologiche, tuttavia si segnala la prossimità di un'area attiva di cava dove vengono estratte le Arenarie di Monte Senario.	
<b>PENDENZE:</b> Il settore di studio in prossimità dell'area cimiteriale è posto a quote collinari prossime ai 450,0 m s.l.m.. L'area di interesse si sviluppa in un settore con pendenze generalmente comprese tra 15% e 25%.	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico al settore viene attribuita una classe di pericolosità geologica media (G.2).	
<b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> <i>Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse</i> Per l'intero territorio di Santa Brigida sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA. In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini: - n. 21 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 9 strumentati con tubo piezometrico, n. 8 strumentati con canna inclinometrica e n. 1 strumentato con tubo per prova sismica down-hole con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio; - n. 1 trincea esplorativa eseguita con mezzo meccanici con relativa stratigrafia; - n. 3 stratigrafie di terebrazioni per pozzi profondi; - n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro tipo down-hole; - n. 1 indagine di sismica a rifrazione con metodo MASW; - n. 1 indagine di sismica passiva con tecnica HVSR. In corrispondenza dell'abitato di Santa Brigida sono inoltre stata effettuata ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni. In particolare sono state svolte n. 2 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR) di cui una nell'area di proposto ampliamento cimiteriale.	

### **Modello di sottosuolo**

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente detritica ed eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica LPS (substrato lapideo stratificato) i litotipi riconducibili alla formazione delle Arenarie di Monte Senario (Sen).

### **Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale**

Nell'area in esame è stata eseguita una indagine di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (10\_HVSR). La misura ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2.83 alla frequenza di 3.44 Hz, che denota un contrasto a profondità comunque tra 20,0 e 30,0 m dal p.c., probabilmente da correlarsi con un passaggio litologico all'interno delle Arenarie di Monte Senario (Sen).

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità B1 - curva H/V sospetta (da interpretare) da usare con cautela e solo se coerente con altre misure ottenute nelle vicinanze: possibile risonanza.

### **Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**

Per il settore di Santa Brigida sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

**Zona 18:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza delle Arenarie di Monte Senario (Sen). Al tetto del substrato è presente talora una coltre di alterazione con spessore inferiore ai 10 m.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva realizzata (10\_HVSR) e della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche attive e non con dislivello generalmente compreso tra 10 e 20 m. Tuttavia, data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto **classe di pericolosità sismica S.2** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da basso contrasto di impedenza (zona 18).

**PERICOLOSITA' IDRAULICA (ex reg. reg n. 53/R):** Il comparto risulta ricadere per posizione morfologica nelle aree campite con **classe di pericolosità idraulica bassa (I.1)** in quanto area collinare per cui non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni e in situazione favorevole di alto morfologico.

### **SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F1, geomorfologica F3 e sismica F2 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI:** La progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni, ai cedimenti indotti e verifiche di stabilità, allo stato attuale e di progetto, per la porzione di versante collinare su cui si intende realizzare il nuovo manufatto. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali, puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

<b>INTERVENTO – Ambito SB10</b>	<b>LOCALITA' : Santa Brigida</b>
<b>SCHEDE DI FATTIBILITA' n°: SB10</b> Cartografia tematica in scala 1:5.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Nuova area di espansione residenziale
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Realizzazione mediante Piano Attuativo.	
<p><b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di litologie prevalentemente arenacee appartenenti alla formazione delle Arenarie di Monte Senario (Sen). Si tratta di un flysch con alternanze arenacee e pelitiche in strati da medi a molto spessi, talvolta anche in banchi. Le arenite sono intercalate a sottili peliti sabbiose o a livelli argillitici e si presentano con colore giallo-verdastro, grigio-azzurrognolo al taglio fresco, e hanno composizione quarzoso-feldspatica con elementi di quarzo, micascisti, filladi, calcari e uno scarsissimo contenuto di detrito vulcanico. Il legante è costituito da una matrice prevalentemente argillosa ricristallizzata, ma è presente anche una percentuale non trascurabile di cemento calcitico. La granulometria è da medio-fine a grossolana. Le arenarie hanno un assetto generale nella zona di interesse a franapoggio e traverpoggio con inclinazioni degli strati comprese tra 10° e 30° circa ed affiorano estesamente a monte del centro storico del paese di Santa Brigida. Alla suddetta formazione in ampie zone dell'abitato di Santa Brigida si sovrappongono spessori di coltri detritiche, coltri di frana e coperture eluvio-colluviali.</p>	
<p><b>GEOMORFOLOGIA:</b> Come precedentemente evidenziato gran parte del paese e del settore di interesse si colloca su di un ampio corpo di frana antico che risulta riattivato nella sua porzione occidentale dando luogo a movimenti gravitativi ancora in atto. E' proprio nel settore di interesse della previsione urbanistica che si rileva la presenza della frana attiva il cui coronamento è posto in corrispondenza del salto morfologico rappresentato dalla scarpata rocciosa a monte di Via Piana e si estende verso est dalla Chiesa parrocchiale sino ad oltrepassare il Fosso del Montino. Nella massima estensione il fronte della frana si sviluppa per circa 110,0 m mentre la lunghezza del corpo raggiunge i 220,0 m con un dislivello di 53,0 m compreso tra le quote di 405,0 m s.l.m. e 352,0 m s.l.m..</p> <p>Il versante afflitto dal dissesto ha una pendenza media di 13°.</p> <p>Il dissesto è costituito da una frana attiva a carattere essenzialmente traslativo con scorrimento lungo una superficie di discontinuità prevalentemente planare collocata all'interno dello spessore della coltre detritica che giace sul substrato roccioso costituito dalle Arenarie di Monte Senario (Sen). Locali manifestazioni di instabilità si rilevano anche per l'attivazione di rotture più circoscritte, con geometrie essenzialmente rotazionali, lungo superfici di scorrimento di neoformazione all'interno della coltre o dei terreni di riporto.</p> <p>Le informazioni inclinometriche consentono di posizionare la superficie di scorrimento attiva a profondità variabili da 5,5 m a 9,0 m dal p. c..</p> <p>Una probabile cronologia degli eventi gravitativi che hanno riattivato la coltre di frana antica vede inizialmente un primo distacco, limitato al settore centrale di Via Piana in prossimità della Chiesa, a cui è seguito un più ampio movimento con coronamento posizionato tra Via Piana ed il Campo Sportivo. Successivamente il fenomeno franoso si è ampliato verso oriente coinvolgendo la restante porzione del centro storico sino ad estendersi oltre l'impluvio del Fosso del Montino.</p> <p>Questa nuova configurazione della corona della frana in atto determina un'evidente azione decompressiva dei terreni detritici, che si estendono sia a monte che ad oriente, ormai privi di adeguato confinamento laterale. La stessa problematica risulta presente anche nel fianco occidentale del dissesto, ove sorge la Chiesa parrocchiale. Qui i fenomeni risultano comunque più attenuati per la presenza in affioramento della formazione litoide delle Arenarie di M. Senario. Comunque l'evidente apertura nell'ammasso roccioso di ampie e diffuse fratture di trazione testimonia l'azione di fenomeni di rilascio potenzialmente evolutivi verso forme di vero e proprio dissesto.</p> <p>Infine, scarpate attive sono localizzate lungo lo stacco morfologico che borda a sud l'affioramento delle Arenarie di Monte Senario.</p>	
<p><b>PENDENZE:</b> In particolare il settore di studio è posto a sud dell'abitato di Santa Brigida a quote altimetriche comprese tra circa 370,0 e 400,0 m s.l.m.. L'area di interesse si sviluppa in un settore con pendenze generalmente comprese tra 15% e 25%.</p>	

## CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:

### CONTESTO IDRAULICO:

**PERICOLOSITA' GEOLOGICA:** Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico alle porzioni centrale e occidentale del comparto viene attribuita una **classe di pericolosità geologica molto elevata (G.4)** in corrispondenza dei settori interessati dalla presenza di frane attive, mentre la limitata porzione orientale ricade in **classe di pericolosità geologica elevata (G.3)**.

### PERICOLOSITA' SISMICA:

#### *Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse*

Per l'intero territorio di Santa Brigida sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 21 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 9 strumentati con tubo piezometrico, n. 8 strumentati con canna inclinometrica e n. 1 strumentato con tubo per prova sismica down-hole con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio;
- n. 1 trincea esplorativa eseguita con mezzo meccanici con relativa stratigrafia;
- n. 3 stratigrafie di terebrazioni per pozzi profondi;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro tipo down-hole;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione con metodo MASW;
- n. 1 indagine di sismica passiva con tecnica HVSR.

In corrispondenza dell'abitato di Santa Brigida sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare sono state svolte n. 2 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR) di cui una nel supposto areale di intervento.

#### *Modello di sottosuolo*

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente detritica ed eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica LPS (substrato lapideo stratificato) i litotipi riconducibili alla formazione delle Arenarie di Monte Senario (Sen).

#### *Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale*

Nell'area in esame sono state eseguite n. 2 indagini di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (11\_HVSR e 13\_HVSR).

La misura 11\_HVSR ha evidenziato un picco di ampiezza media di 4,74 alla frequenza di 8,75 Hz, che denota un contrasto a profondità di circa 10,0 m dal p.c., probabilmente da correlarsi al passaggio tra i depositi di coltre di frana e il substrato roccioso costituito dalle Arenarie di Monte Senario (Sen).

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremiti, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A1 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; con almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME: possibile risonanza.

La misura 13\_HVSR ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2,8 alla frequenza di 11,7 Hz, che denota un contrasto a profondità comunque tra 5,0 e 10,0 m dal p.c., probabilmente da correlarsi al passaggio tra copertura detritica e di frana e le sottostanti Arenarie di Monte Senario (Sen).

Inoltre nel settore a sud di Via Piana sono state eseguite n. 1 prova sismica in foro di tipo down-hole

(111\_SDH) e n. 1 indagine di sismica a rifrazione di tipo Masw (1\_MASW).

La prova 111\_SDH mostra la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 4,0 m con Vs comprese tra 286 e 341 m/s, un secondo sismostrato dello spessore di 12,0 m con Vs comprese tra 366 e 667 m/s e un terzo sismostrato, presente dalla profondità di 16,0 m dal p.c. e sino a fondo foro (30,0 m), con Vs comprese tra 756 e 1038 m/s. Tale indagine ha permesso di ricavare un valore di Vs30 = 554 m/s.

L'indagine Masw (1\_MASW) mostra un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m con Vs di circa 180 m/s, un secondo sismostrato dello spessore di circa 2,0 m con Vs di circa 350 m/s, un terzo sismostrato dello spessore di circa 3,0 m con Vs circa pari a 600 m/s, a cui segue un quarto sismostrato con Vs comprese tra 750 e 850 m/s. Tale indagine ha permesso di ricavare un valore di Vs30 = 774 m/s.

#### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

Per il settore di Santa Brigida sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*:

**Zona 7:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di terreni detritici con spessori maggiori di 5,0 m su un substrato geologico lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza delle Arenarie di Monte Senario (Sen).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo al passaggio tra coperture detritiche e substrato lapideo. Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche attive e non con dislivello generalmente compreso tra 10 e 20 m. Tuttavia, data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 8:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di terreni detritici con spessori maggiori di 5,0 m su un substrato geologico lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza delle Arenarie di Monte Senario (Sen).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo al passaggio tra coperture detritiche e substrato lapideo. Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche attive e non con dislivello generalmente compreso tra 10 e 20 m. Data l'inclinazione dei versanti ( $i > 15^\circ$ ) si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 18:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza delle Arenarie di Monte Senario (Sen). Al tetto del substrato è presente talora una coltre di alterazione con spessore inferiore ai 10 m.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva realizzata (10\_HVSR) e della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche attive e non con dislivello generalmente compreso tra 10 e 20 m. Tuttavia, data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 19:** questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza delle Arenarie di Monte Senario (Sen). Al tetto del substrato è presente talora una coltre di alterazione con spessore inferiore ai 10 m.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva realizzata (10\_HVSR) e della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche attive e non con dislivello anche maggiore di 20,0 m. Data l'inclinazione dei versanti ( $i > 15^\circ$ ) si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto alle suddette Zone 7 e 8 una **classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da alto contrasto di impedenza, mentre alle Zone 18 e 19 una **classe di pericolosità sismica locale media (S.2)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da basso contrasto di impedenza.

Inoltre si ha la presenza di *zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante* legate alla presenza di fenomenologie attive (ZA1FR\_A e ZA2FR\_A) e quiescenti (ZA3FR\_Q e ZA4FR\_Q).

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra le coltri di copertura detritica (d) e il substrato litoide stratificato appartenente alle Arenarie di Monte Senario (Sen) sono state delineate le zone

potenzialmente interessate da *cedimenti differenziali*. In corrispondenza di detto contatto la zona interessata è stata definita mediante la definizione di un areale "buffer" di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Pertanto, il "buffer" rappresenta una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso non viene utilizzata alcuna nomenclatura. Inoltre in corrispondenza di zone potenzialmente interessate da cedimenti differenziali su terreni interessati da fenomenologie franose sono state riconosciute le aree riferibili alla *sovrapposizione di zone di attenzione per instabilità differenti*.

Si attribuisce pertanto alla Zona interessata da fenomenologia franosa con stato di attività attivo una **classe di pericolosità sismica locale molto elevata (S.4)**, mentre ai settori interessati da possibili cedimenti differenziali, da sovrapposizione di zone di attenzione per instabilità differenti e dalla presenza di fenomenologie franose con stato di attività quiescente una **classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3)**.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA (ex reg. reg n. 53/R):** Il comparto risulta ricadere per posizione morfologica nelle aree campite con **classe di pericolosità idraulica bassa (I.1)** in quanto area collinare per cui non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni e in situazione favorevole di alto morfologico.

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Il settore di previsto ampliamento interessato dai processi di deformazione superficiale lenta della coltre superficiale risulta collocato per la quasi totalità in classe P.F.4, con una limitata porzione orientale in classe P.F.3 del P.A.I. del Bacino del F. Arno.

In virtù di tali classificazioni (vedi NTA del P.A.I.) l'area risulta soggetta alle seguenti salvaguardie e/o limitazioni di possibilità di interventi:

**ai sensi dell'art. 10 delle NTA di P.A.I. per le aree classificate P.F.4**

..... omissis .....

**Non risulta ammessa la possibilità di realizzare, stante la classificazione P.F.4, nuovi interventi di carattere residenziale.**

**ai sensi dell'art. 11 delle NTA di P.A.I. per le aree classificate P.F.3**

Nelle aree P.F.3 sono consentiti, oltre agli interventi di cui all'art.10 delle NTA di PAI e con le modalità ivi previste ..... omissis ..... I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui all'art.10 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.

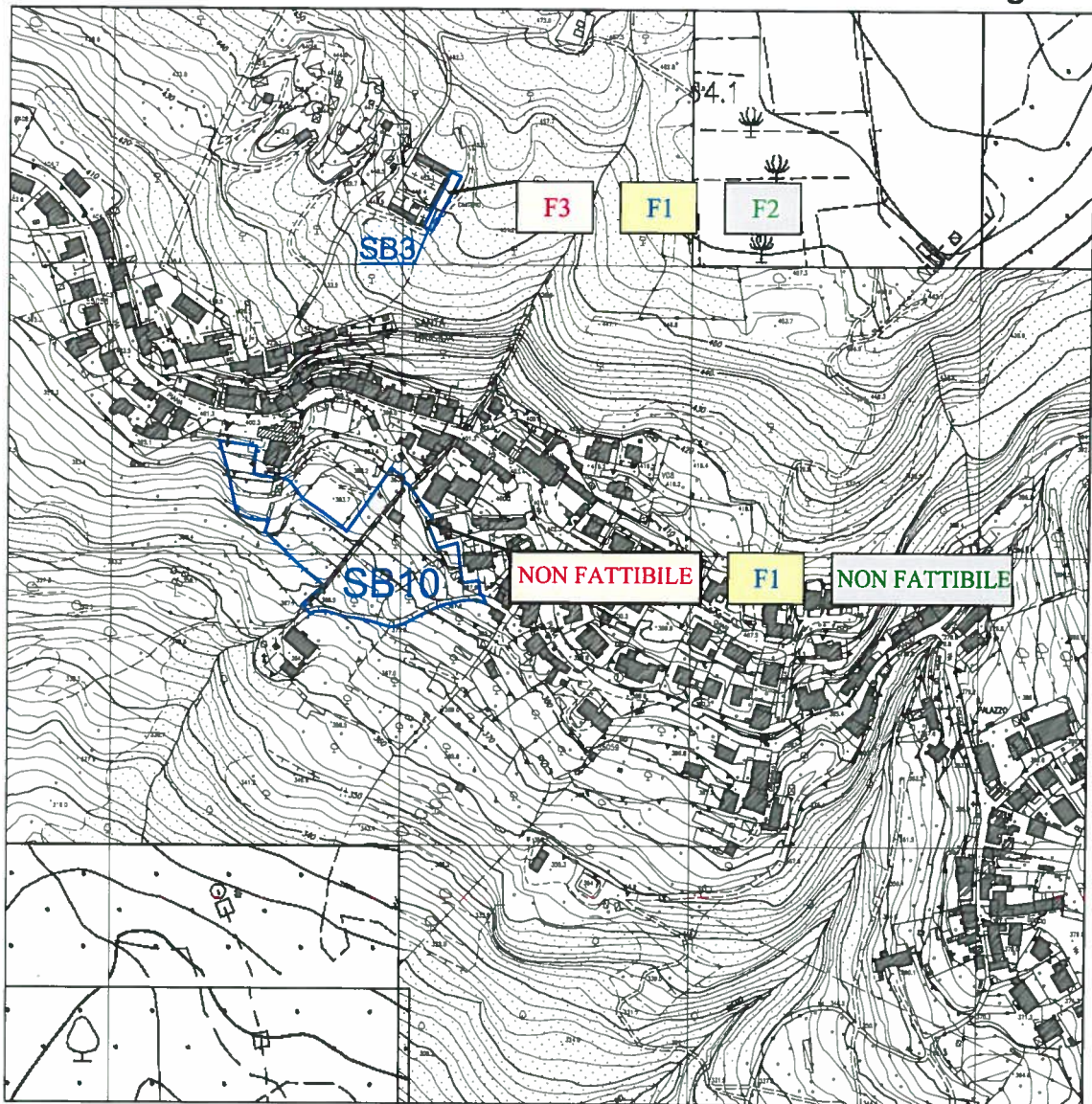
**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F1. In relazione agli **aspetti geologici e sismici l'intervento risulta allo stato attuale NON FATTIBILE** (vedi seguente appendice).

**PRESCRIZIONI:**



# CARTA DELLE FATTIBILITA'

Santa Brigida



## LEGENDA

scala 1:5.000

Aspetti geologici

Aspetti idraulici

Aspetti sismici

F1	F1	F1
F2	F2	F2
F3	F3	F3
F4	F4	F4

Fattibilità senza particolari limitazioni.

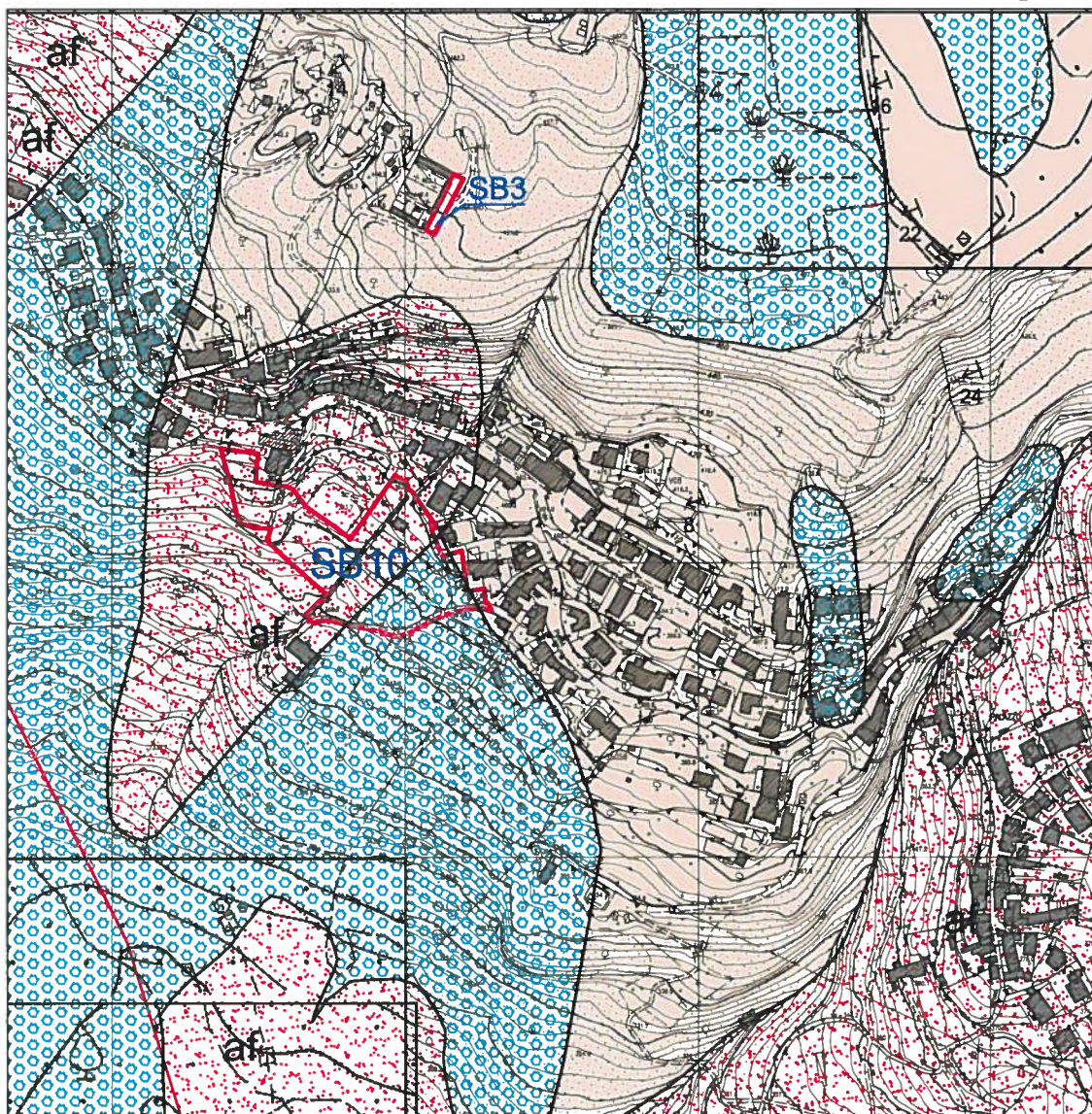
Fattibilità con normali vincoli.

Fattibilità condizionata.

Fattibilità limitata.

S3a

Limiti comparti



### LEGENDA

scala 1:5.000



af Accumulo di frana



COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI. Trattasi di depositi a litologia e granulometria variabili.



SEN ARENARIE DI MONTE SENARIO. Arenarie quarzoso - feldspatiche tipo "Macigno", ma in genere più grossolane e contenenti ciottoli di quarzo, micascisti, filladi, calcari.



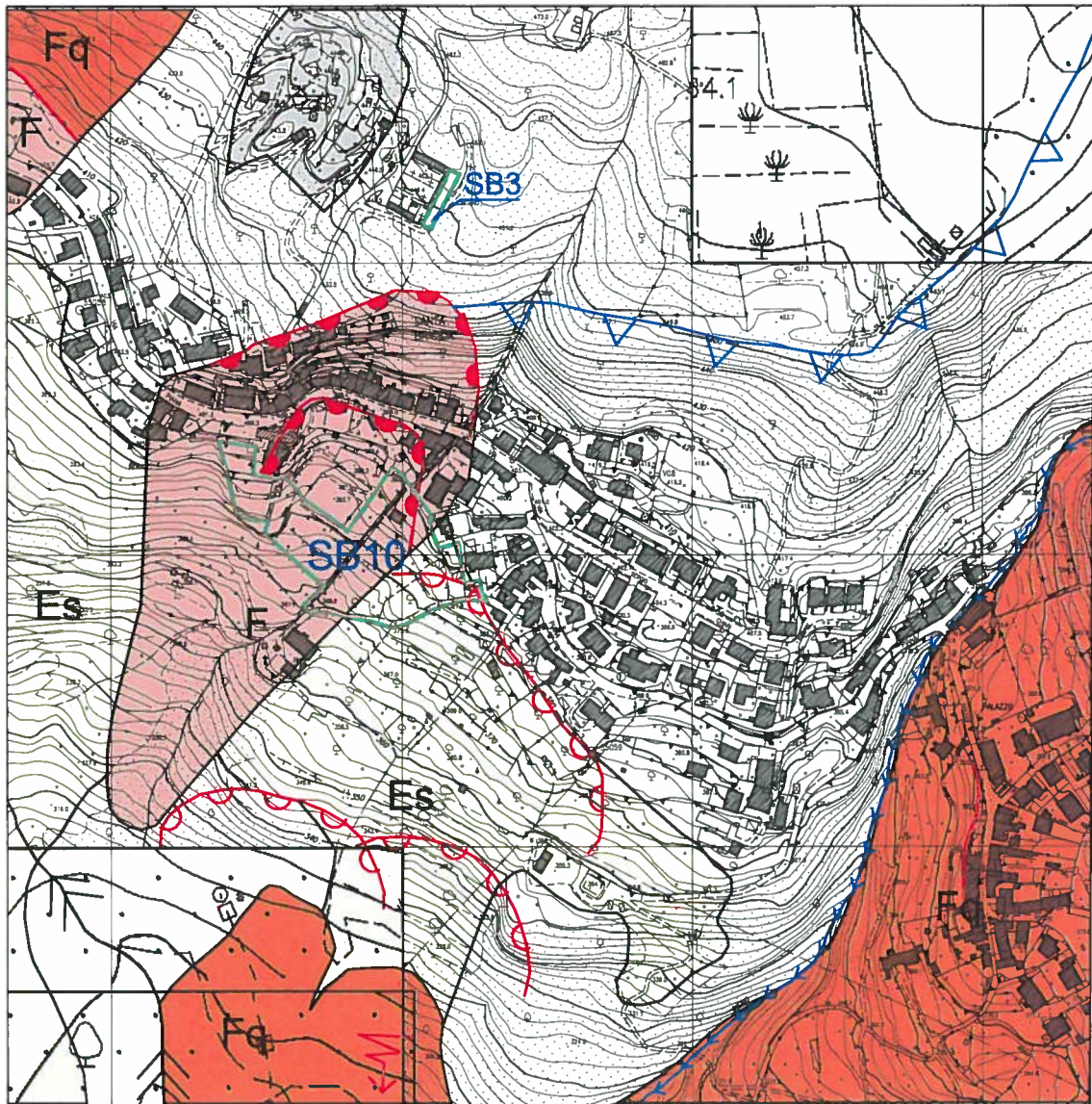
Giacitura strati



Faglia, faglia incerta









S3a

Limiti compartì



### LEGENDA

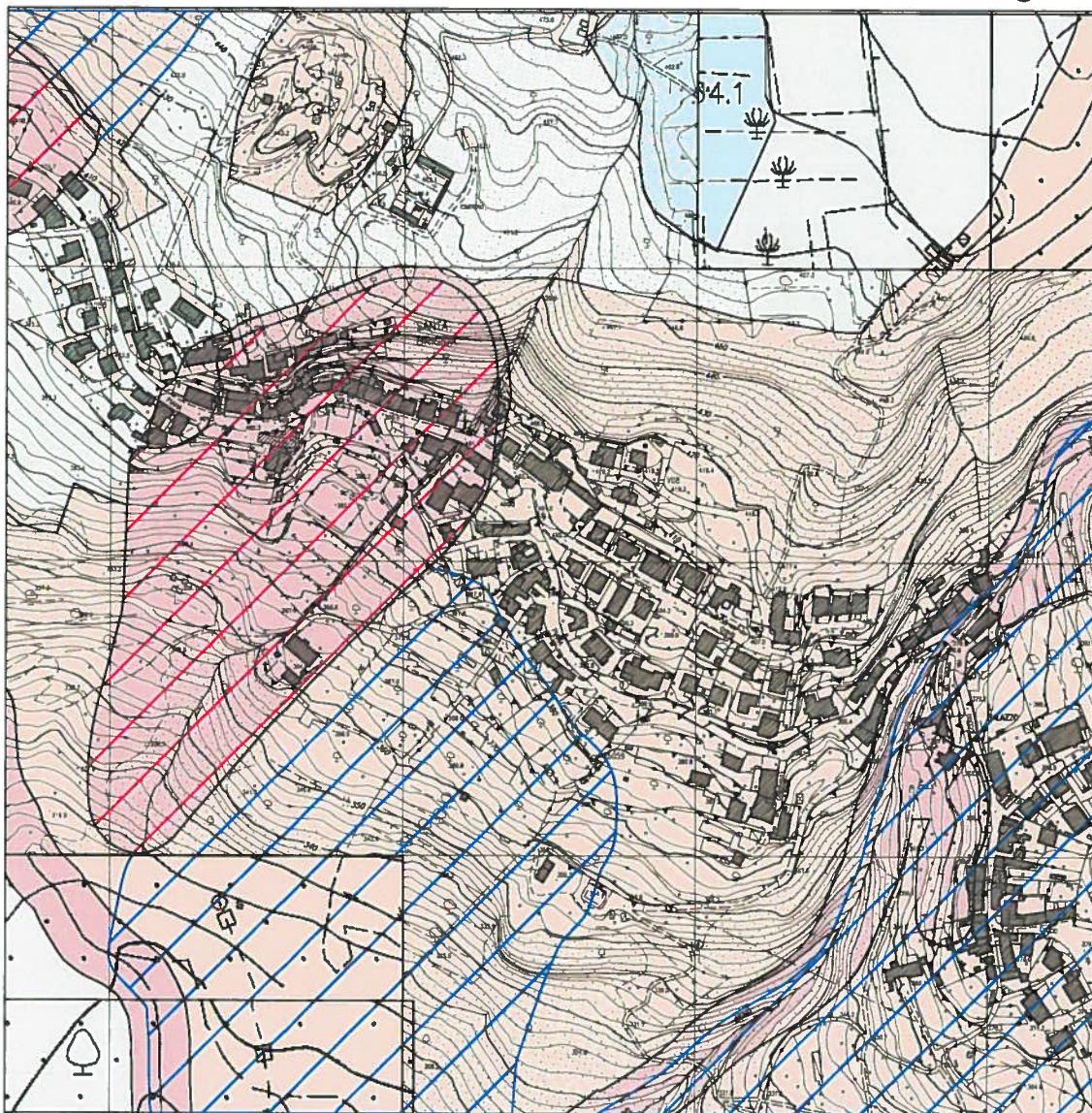
scala 1:5.000

-  Corona di frana attiva
-  Corona di frana non attiva
-  Area soggetta ad erosione superficiale
-  Corpo di frana attiva
-  Corpo di frana quiescente
-  Cava inattiva
-  Erosione incanalata
-  Scarpata inattiva

S3a Limiti comparti

# CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Santa Brigida



## LEGENDA

scala 1:5.000

*Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)*



**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.



**Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, 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 caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.



**Pericolosità geologica media (G.2)** : aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.



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

**Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico**  
(Autorità di Bacino Fiume Arno)



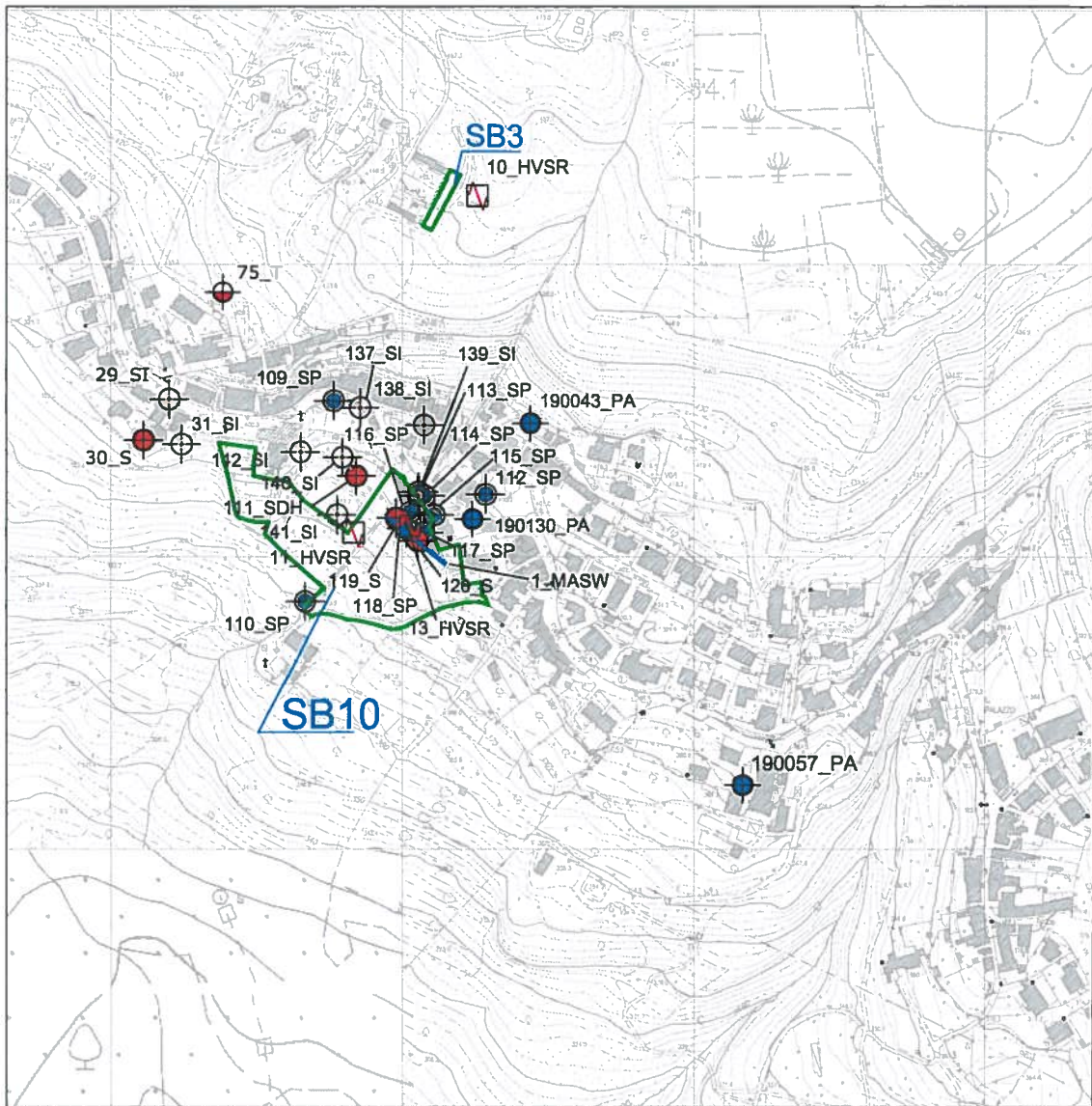
**P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata



**P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata









# Carta delle indagini

Santa Brigida



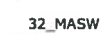





## LEGENDA

scala 1:5.000

-  39\_S Sondaggio a carotaggio continuo
-  25\_SP Sondaggio a carotaggio continuo con piezometro
-  36\_SI Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
-  179\_SDH Sondaggio a carotaggio continuo con tubo per prova down-hole
-  75\_T Trincea o pozzetto esplorativo
-  83\_PA Pozzo per acqua
-  46\_DP Prova penetrometrica dinamica pesante
-  76\_CPT Prova penetrometrica statica

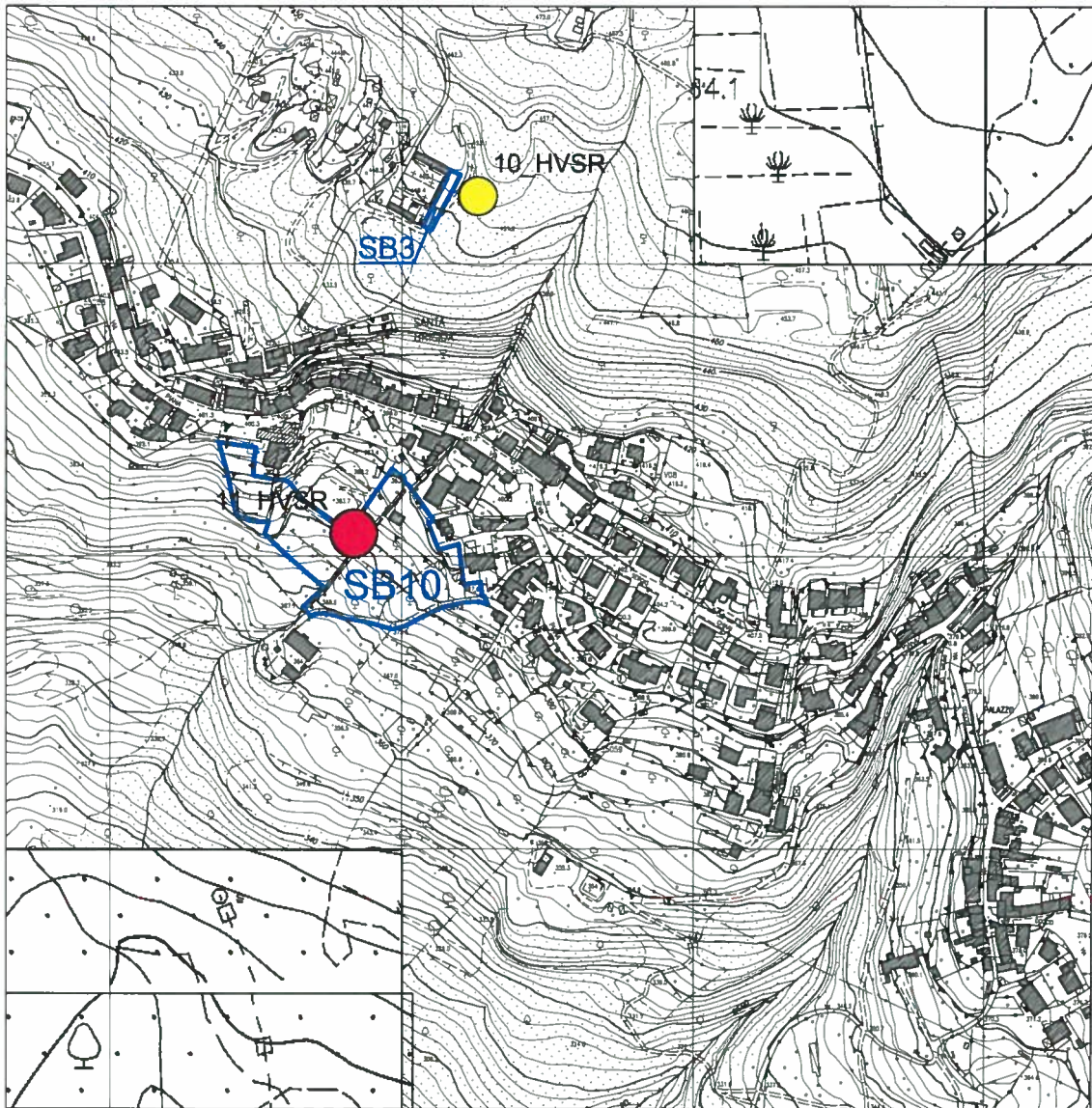
### Indagini geofisiche

-  63\_ERT Tomografia elettrica
-  35\_SR Profilo sismico a rifrazione
-  32\_MASW MASW
-  67\_REMI REMI
-  27\_ESAC Array Sismico ESAC
-  38\_HVSR Prova sismica passiva a stazione singola

**S3a** Limiti comparti

# CARTA DELLE FREQUENZE

Santa Brigida



## LEGENDA

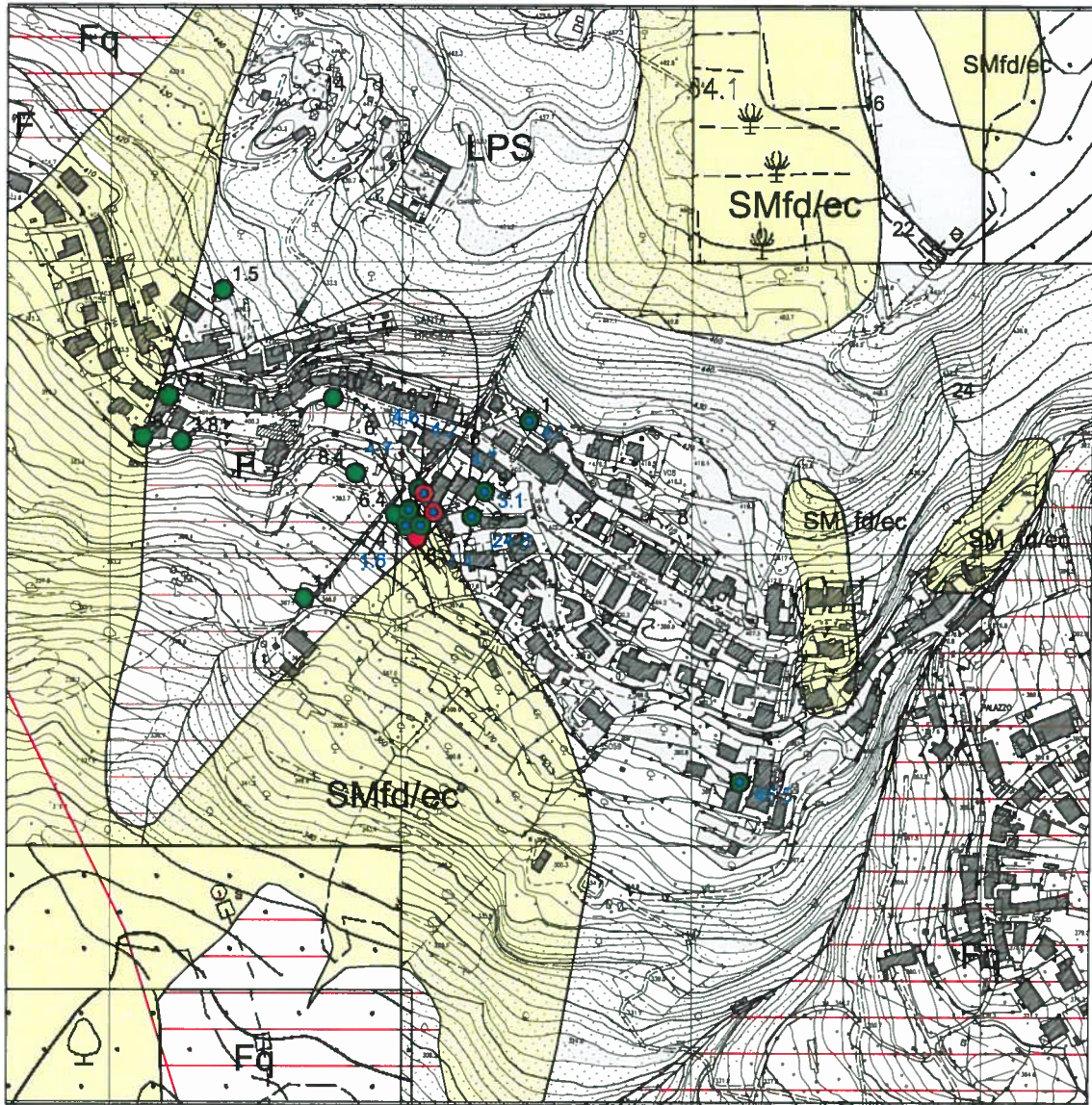
scala 1:5.000

$f_0$ (Hz) - (scala di colori)	$A_0$ - (dimensioni crescenti)
● nessuna risonanza - (nero)	○ nessuna risonanza
● $0.1 \leq f_0 \leq 0.5$ - (verde scuro)	○ $1.1 \leq A_0 \leq 2.0$
● $0.5 < f_0 \leq 1.0$ - (verde)	
● $1.0 < f_0 \leq 2.5$ - (marrone)	○ $2.0 < A_0 \leq 3.0$
● $2.5 < f_0 \leq 5.0$ - (giallo)	
● $5.0 < f_0 \leq 7.5$ - (arancio)	○ $3.0 < A_0 \leq 5.0$
● $7.5 < f_0 \leq 10.0$ - (rosso)	
● $10.0 < f_0 \leq 15.0$ - (viola)	○ $5.0 < A_0$
● $15.0 < f_0$ - (blu)	

Tabella Riassuntiva Misure HV				
Località	Sigla indagine	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Classe
SANTA BRIGIDA	10_HVSR	3.44	2.83	B1
	11_HVSR	8.75	4.74	A1

S3a

Limiti compartì



## LEGENDA

Notazioni geomorfologiche: instabilità di versante

- F Corpo di frana attiva
- Fq Corpo di frana quiescente

Notazioni geologiche: terreni di copertura

- SMfd/ec Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante (falda detritica) e/o di ambiente di versante (eluvii/colluvi)

Notazioni geologiche: substrato geologico rigido o non rigido

- LPS Lapideo stratificato

scala 1:5.000

Notazioni geologiche: elementi geologici e idrogeologici

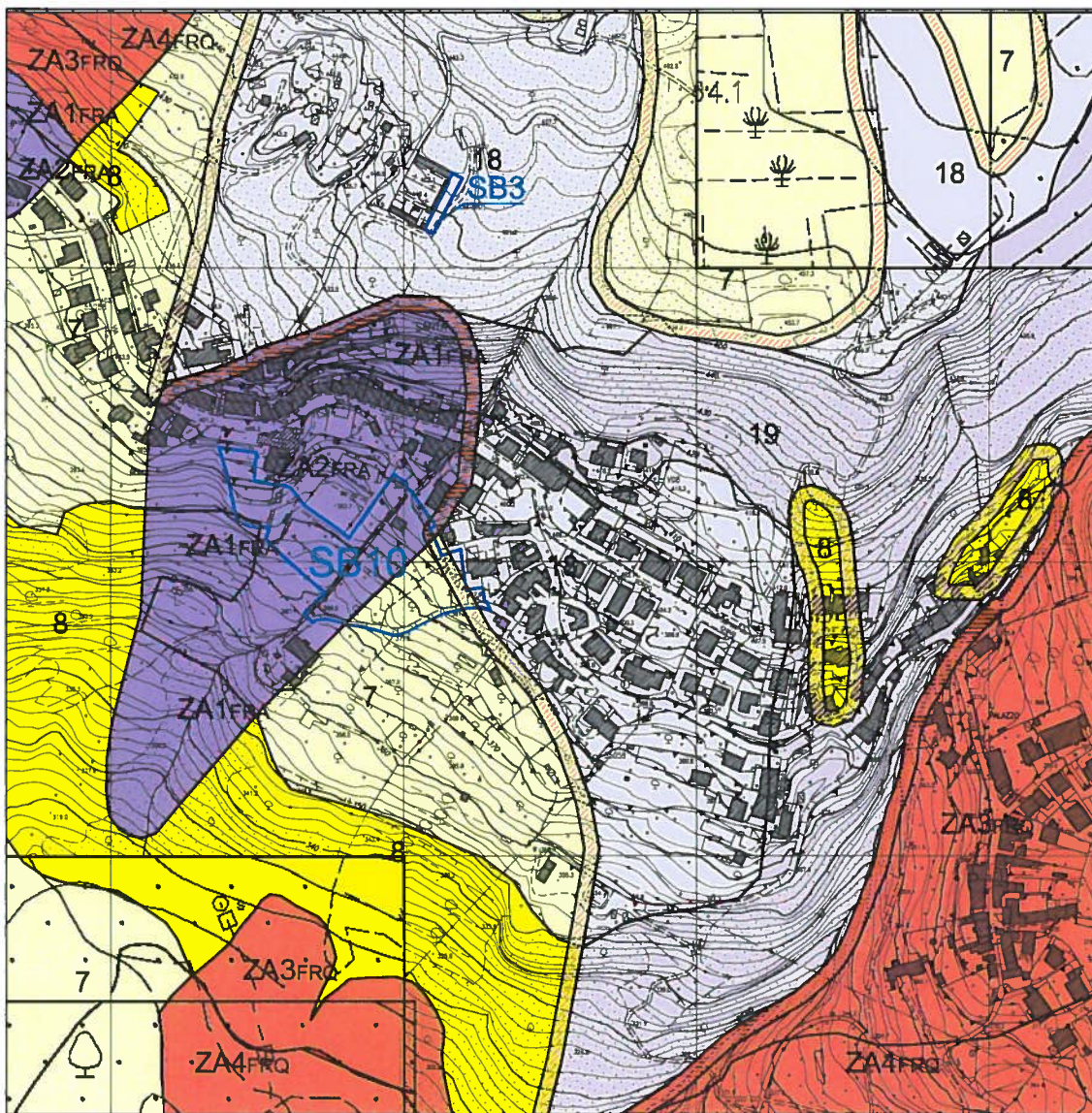
- 5 ● Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo
- 10 ● Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido
- 5 ● Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie

Notazioni geologiche: elementi tettonico strutturali

- 15 Giacitura strati
- Faglia, faglia incerta

# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

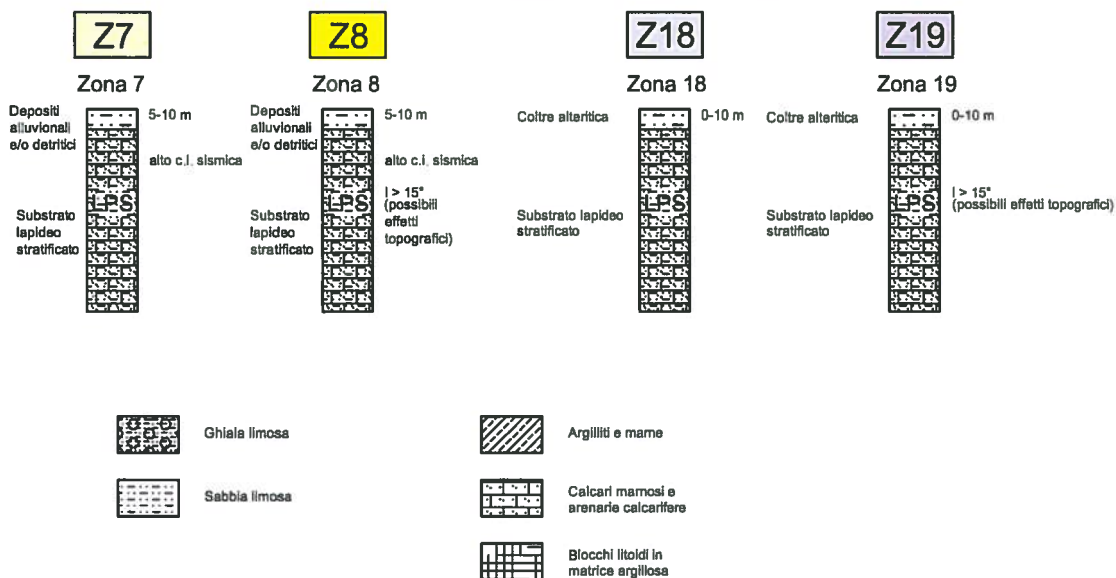
Santa Brigida









scala 1:5.000

## LEGENDA

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali





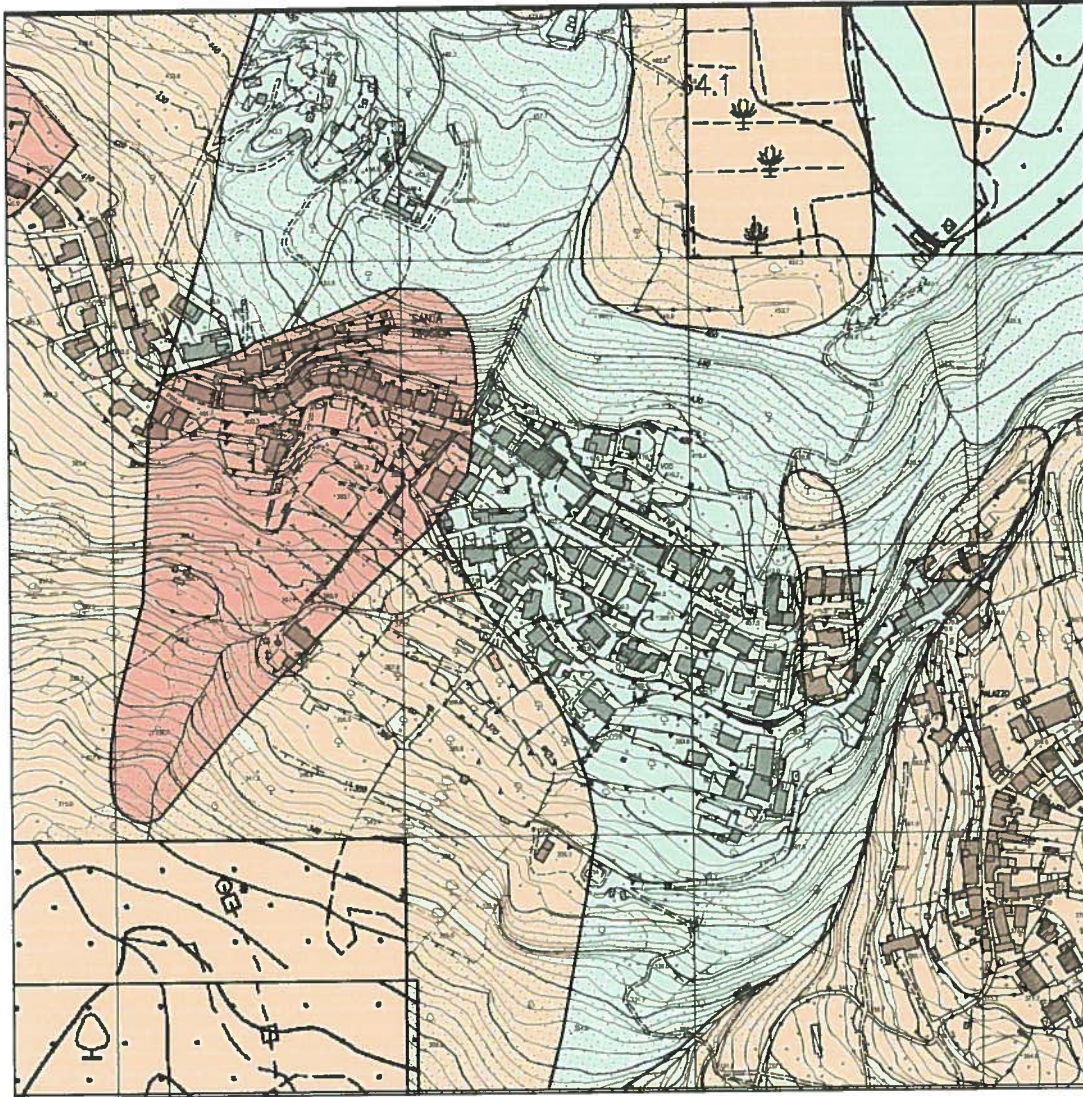
Zone di attenzione instabilità di versante ZAFR		
Stato di attività		
Inattiva	Quiescente	Attiva
	 $i \geq 15^\circ$	 $i \geq 15^\circ$
	 $i < 15^\circ$	 $i < 15^\circ$
Zone di attenzione per altri tipi di instabilità		
	<b>Cedimenti differenziali</b> Area di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse	
	<b>Sovrapposizione di zone di attenzione per instabilità differenti</b> Aree di sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti	

S3a

Limiti compartì

# CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

Santa Brigida



## LEGENDA

scala 1:5.000

### Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)



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



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



**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

## Appendice alla scheda di fattibilità per l'ambito SB10

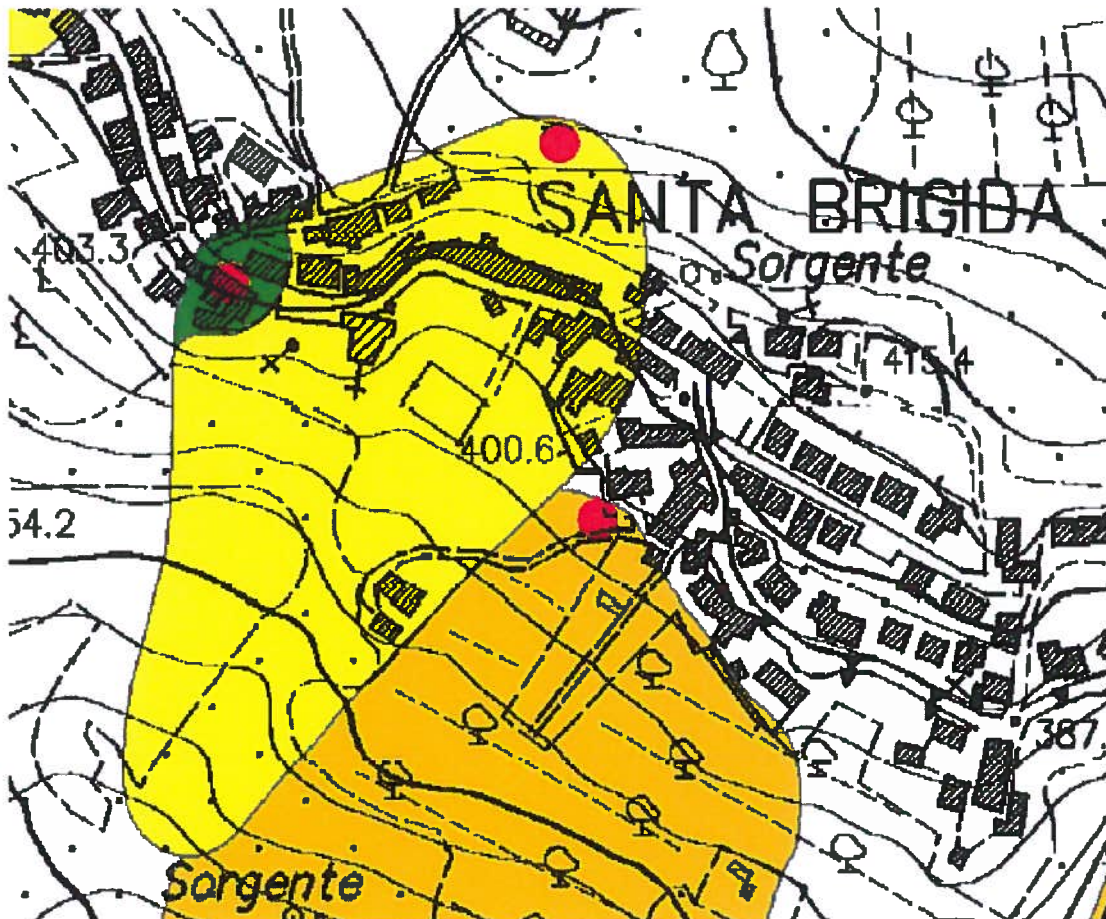
Ormai, da decenni, il centro storico di Santa Brigida è interessato da fenomeni di dissesto gravitativo i cui effetti si manifestano pesantemente su numerosi manufatti, che risultano variamente deformati e lesionati. L'evoluzione di tali fenomeni ha determinato evidenti condizioni di insicurezza per la pubblica incolumità e tali da rendere necessaria la materializzazione di specifici interventi di consolidamento del terreno già a partire dai primi anni del duemila. Il dissesto si sviluppa su una ampia estensione con chiara tendenza del fenomeno gravitativo ad un suo progressivo ampliamento.



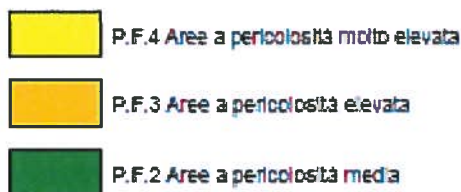
*Schema del perimetro del dissesto gravitativo attivo*

## VINCOLISTICA E SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI

Gran parte del settore oggetto di ipotesi di nuova previsione risulta compreso nel perimetro "P.F. 4 - Aree a Pericolosità Molto Elevata" della Carta "Perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario fenomeni franosi livello di dettaglio" in scala 1:10.000 (stralcio n. 178) del "PIANO STRALCIO - Assetto Idrogeologico" dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Piano adottato nella seduta di Comitato Istituzionale dell'11 novembre 2004 (Del. del Comitato Istituzionale n. 185 e Del. del Comitato Istituzionale n. 187), ed entrato in vigore con il d.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del Piano di Bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3/10/2005).



Stralcio n. 178



51004-V003 Codice identificativo area a pericolosità al livello di dettaglio

### Inventario dei fenomeni franosi

● Punto sommitale del coronamento della frana

51004F0003 Codice identificativo frana

L'area di prevista previsione rientra nelle classi P.F.3 (arancio) e P.F.4 (giallo) di PAI e pertanto soggetta alle salvaguardie (divieti) di cui agli artt. 10 e 11 delle stesse NTA del PAI. Tali salvaguardie non prevedono possibilità di nuova edificazione in classe P.F.4 e la ipotizzano in classe P.F.3 a condizione di preventiva realizzazione di opere di bonifica e consolidamento previa parere favorevole della AdB del Fiume Arno..

La stessa area risulta presente anche nell'Inventario IFFI "Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia" con classificazione "Fenomeni Attivi", ID Frana 48033F0027 con Permanent Scatteres attivi caratterizzati da velocità media > 2.0 mm/anno.



## IFFI

### Inventario dei fenomeni franosi

 Fenomeni attivi

 Fenomeni stabilizzati

 Fenomeni quiescenti

 Stato non determinato

### Dati Interferometrici

#### ESAT asc (2003-2008)

▲ PS stabili

▲ 5 mm/y  $\leq v < 10$  mm/y

▲ 2 mm/y  $\leq v < 5$  mm/y

▲ 10 mm/y  $\leq v < 20$  mm/y

#### ESAT desc (2003-2008)

▼ PS stabili

▼ 5 mm/y  $\leq v < 10$  mm/y

▼ 2 mm/y  $\leq v < 5$  mm/y

▼ 10 mm/y  $\leq v < 20$  mm/y

#### RSAT asc (2003-2006)

▲ PS stabili

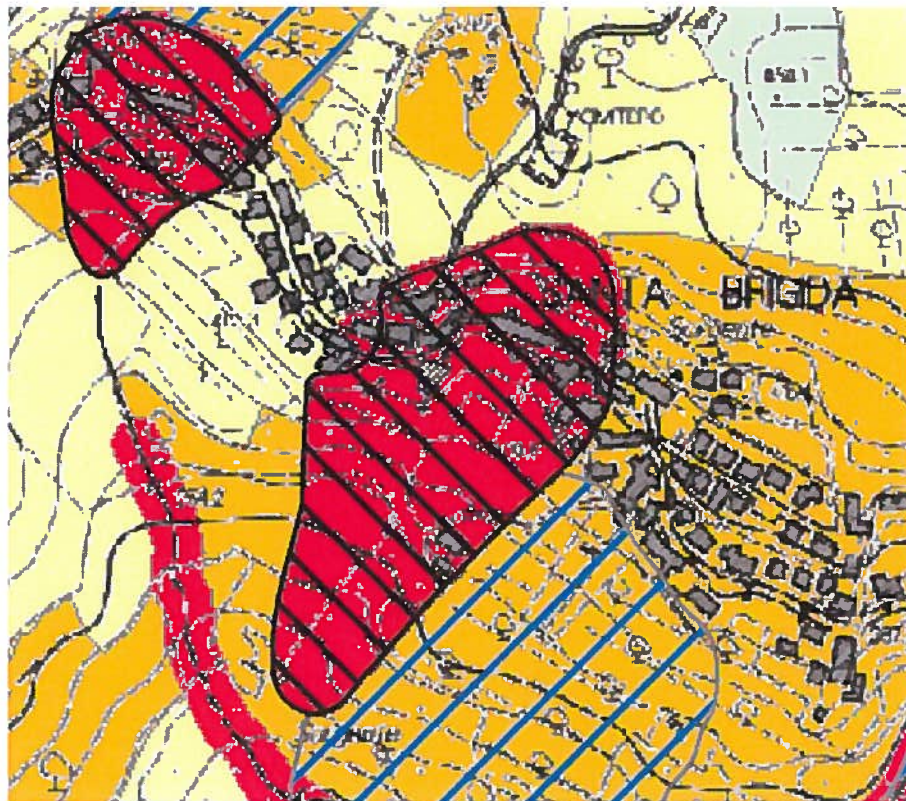
▲ 5 mm/y  $\leq v < 10$  mm/y





▲ 2 mm/y  $\leq v < 5$  mm/y

▲ 10 mm/y  $\leq v < 20$  mm/y



Nell'atlante A.FRA.RIS. "Atlante delle Frane con Elevato Rischio" della Provincia di Firenze questo dissesto, identificato con il codice ID\_FRANA:PONTASSIEVE\_01, risulta classificato con Codice "Rosso".

Nel Piano Strutturale del Comune di Pontassieve, adottato con deliberazione C.C. n.123 del 22/10/2003 (BURT del 12/11/2003) ed approvato con deliberazione C.C. n.66 del 27/04/2004 (BURT del 1.6.2004) (BURT del 1.6.2004), l'area in esame è classificata "G4 - Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata".



-  Pericolosità geomorfologica bassa G.1: aree in cui non ci sono fattori predisponenti per il verificarsi di movimenti di massa
-  Pericolosità geomorfologica media G.2: aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati; aree con bassa propensione al dissesto
-  Pericolosità geomorfologica elevata G.3: aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti; aree con indizi di instabilità; aree interessate da intensi fenomeni erosivi o di subsidenza
-  Pericolosità geomorfologica molto elevata G.4: aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di influenza

Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino dell'Arno)

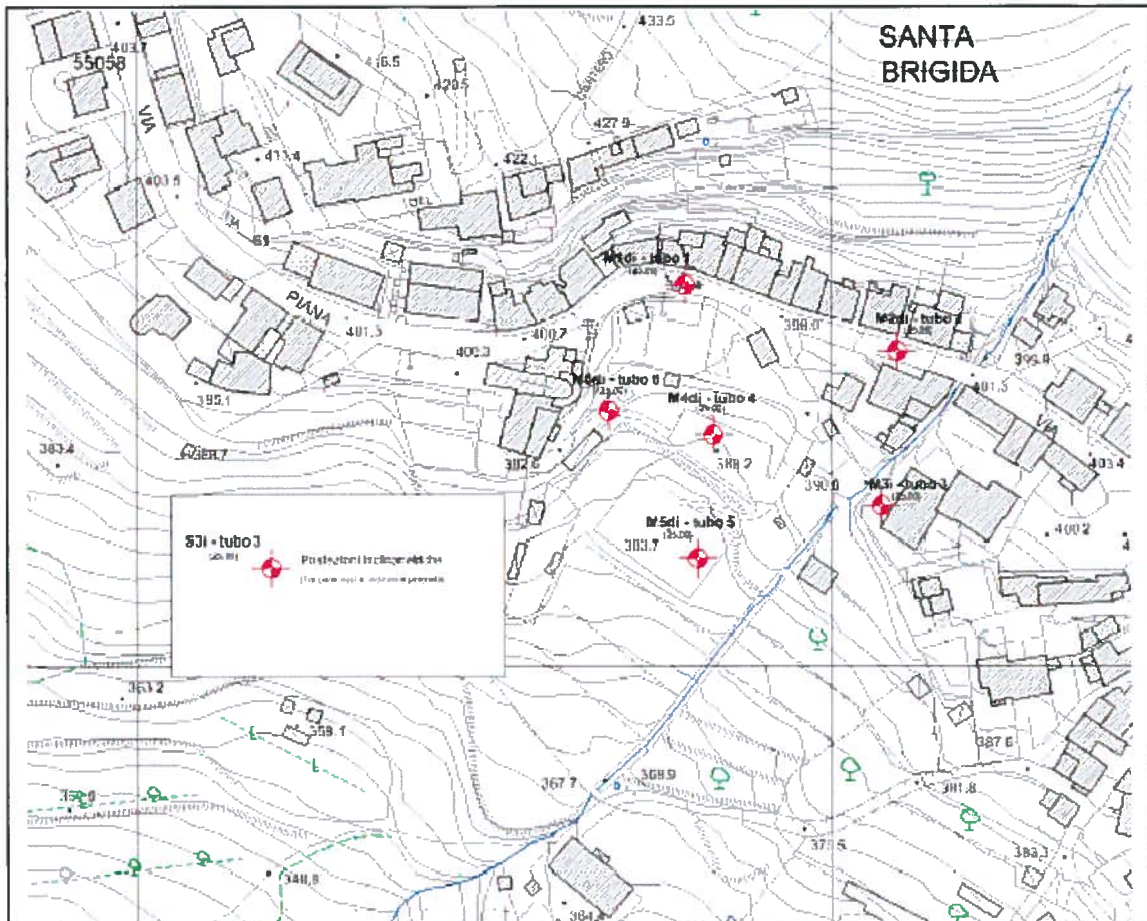
-  PFS - Area a pericolosità elevata
-  PF4 - Area a pericolosità molto elevata

La normativa correlata recita:

*In queste zone (G.4) dovranno privilegiarsi interventi tesi alla bonifica e al recupero ambientale dei luoghi stessi. In ogni caso qualsiasi progetto di opera che incida su tali terreni dovrà essere preceduto già a livello di strumento pianificatorio da una dettagliata campagna geognostica e di monitoraggio strumentale a livello di area nel suo complesso e se del caso da un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, miglioramento dei terreni e tecniche fondazionali, accompagnato da un programma di controlli e monitoraggio necessari per verificare l'esito favorevole di tali interventi."*

### Monitoraggio inclinometrico

Nell'area di Santa Brigida coinvolta nel movimento franoso sono state intraprese azioni di monitoraggio per il controllo sia del regime delle pressioni neutre agente nel sottosuolo che degli spostamenti del corpo di frana. Pertanto sono state materializzate sia postazioni di misura piezometrica che postazioni di misura inclinometrica.



La pendice interessata dal movimento gravitativo è stata sottoposta a controllo inclinometrico a partire dal 28.02.2008 e prolungata per circa quattro anni. Si tratta di n. 6 postazioni di misura inclinometrica indicate con le seguenti sigle:

- M1di - tubo 1 - dal 28.02.2008 al 17.01.2012 - postazione in uso*
- M2di - tubo 2 - dal 28.02.2008 al 17.01.2012 - postazione in uso*
- M3di - tubo 3 - dal 28.02.2008 al 17.01.2012 - postazione in uso*
- M4di - tubo 4 - dal 28.02.2008 al 17.01.2012 - postazione in uso*
- M5di - tubo 5 - dal 28.02.2008 al 17.01.2012 - postazione in uso*
- M6di - tubo 6 - dal 04.08.2008 al 17.01.2012 - postazione in uso*

L'analisi delle deformate materializzate in questo lungo intervallo d'osservazione consente la ricostruzione di un dettagliato quadro della geometria e della dinamica di questo fenomeno franoso.

A partire dalla data di inizio delle misure tutte le postazioni inclinometriche hanno registrato un movimento del corpo di frana con direzioni di scorrimento coerenti con la morfologia del versante.

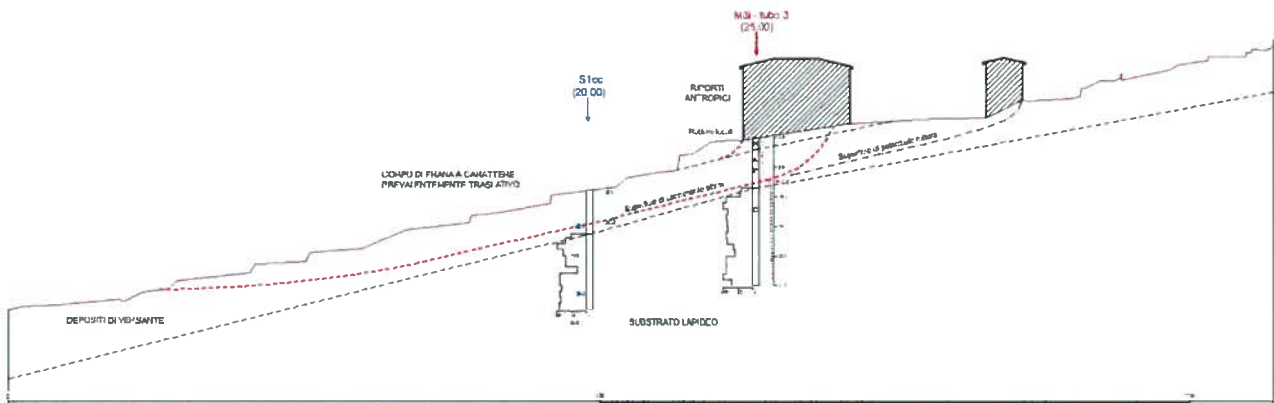
Successivamente alla realizzazione delle opere di consolidamento del 2° Stralcio Esecutivo, concluse nel 2010, i tubi n. 1 e n. 2, posti a monte delle opere strutturali, non hanno più manifestato movimenti di scorrimento del terreno.

Al contrario, le canne posizionate a valle di tali opere hanno invece segnato importanti e significativi incrementi degli scorrimenti. In particolare i tubi n. 4, n. 5 e n. 6, posti a valle di Via Piana e ad ovest del

Fosso del Montino, cioè direttamente nel corpo di frana, hanno subito deformazioni evidenti a profondità comprese tra 5.50 m e 9.00 m dal p.c. con velocità di scorrimento sino a 4.5 mm/anno nei tubi n. 4 e n. 5.

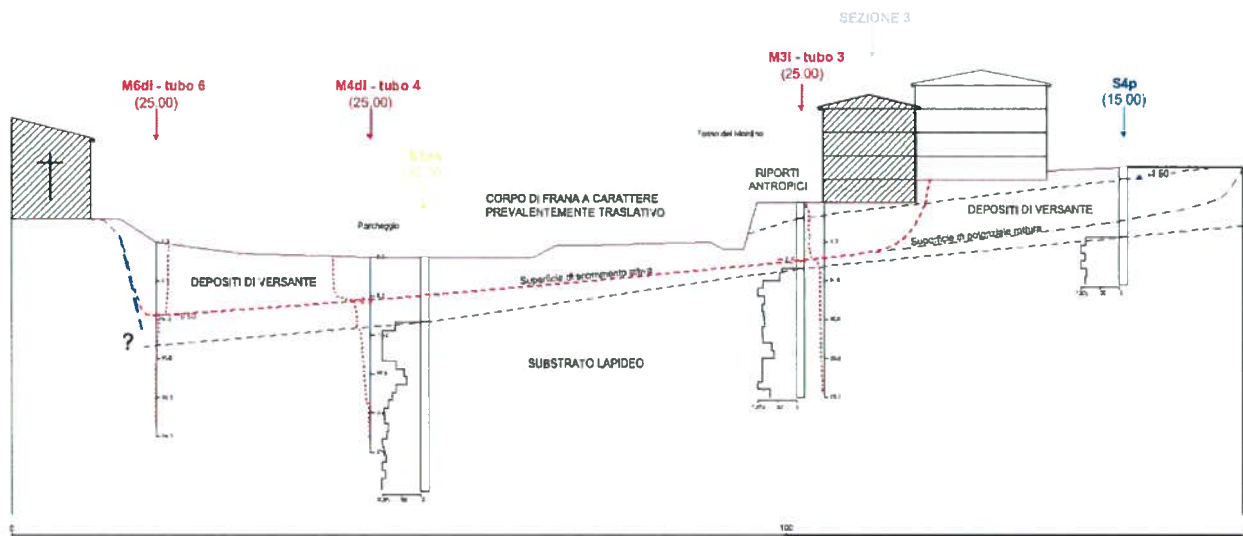
Il tubo inclinometrico n. 3, posizionato in prossimità del fabbricato posto ad est del Fosso del Montino, ha manifestato una dinamica sicuramente più lenta delle altre postazioni, ma nell'ultimi due anni di osservazione si è chiaramente materializzata una deformata che individua un piano di taglio a circa 7.50 m di profondità dal p.c..

Pertanto appare evidente che l'intero corpo di frana non oggetto di interventi di consolidamento manifesta una generalizzata dinamica evolutiva lungo una superficie di scorrimento posizionata all'interno della coltre detritica e all'incirca parallela alla superficie topografica nella direzione di massima pendenza.



*Sezione schematica longitudinale dell'area di intervento*

In direzione trasversale il piano di taglio mostra un progressivo abbassamento andando da est verso ovest.

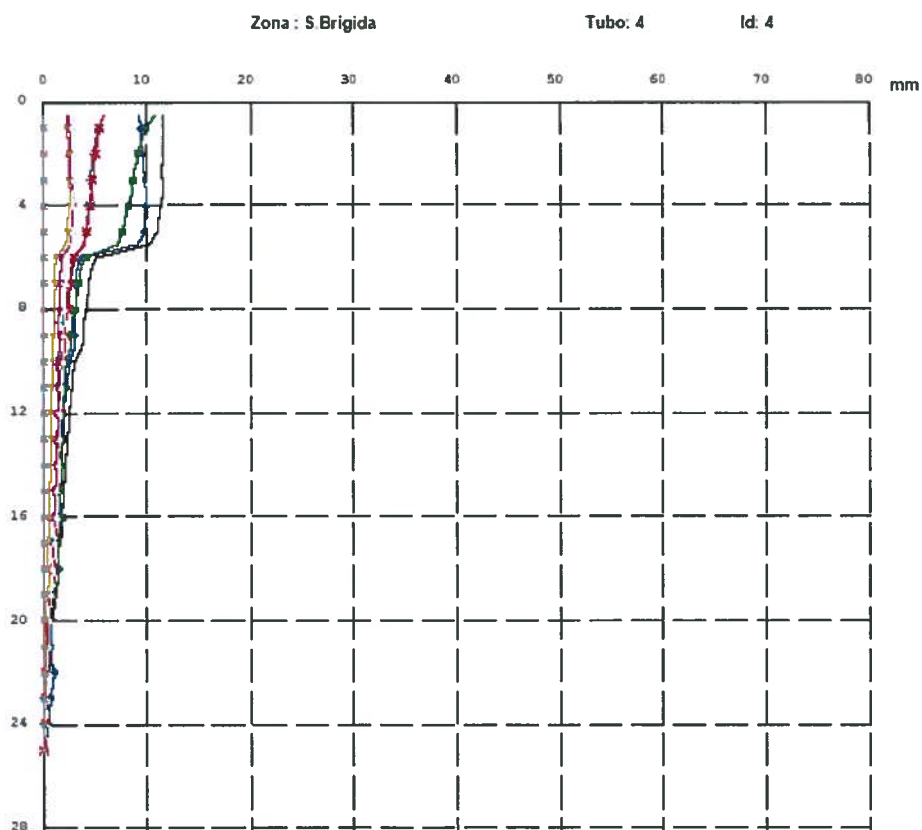
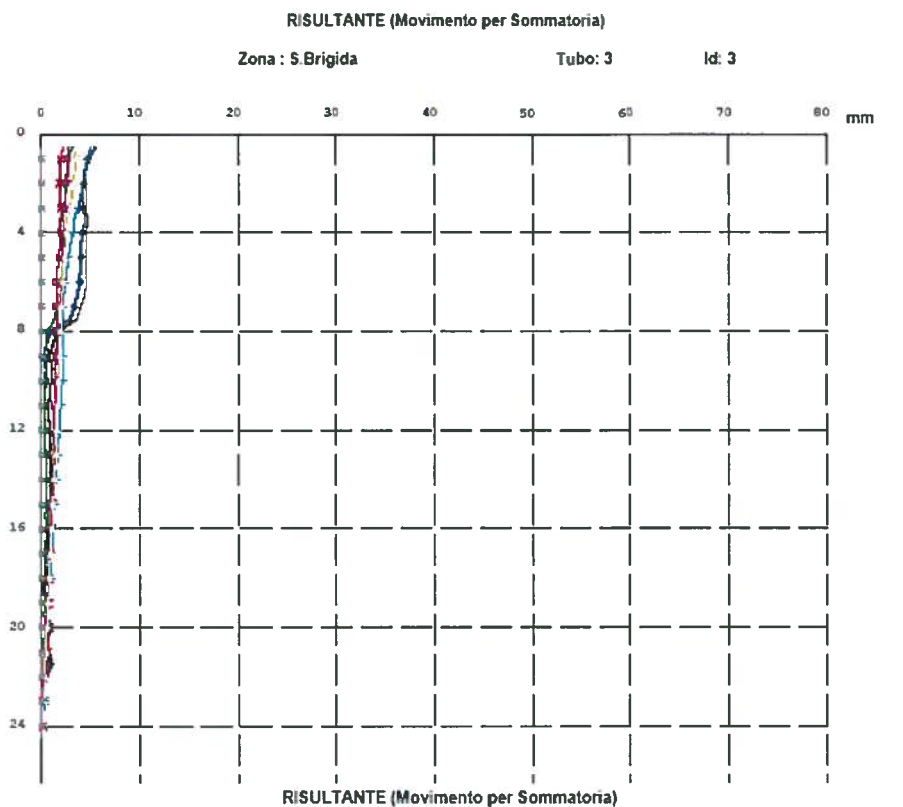


*Sezione schematica trasversale dell'area di intervento*



Infine, si segnala la presenza nella deformata del tubo n. 5 di un movimento puntuale posizionato alla profondità di 18.00 m dal p.c., pertanto all'interno del substrato lapideo. Tale aspetto, di carattere unico, dovrà essere tenuto sotto osservazione nelle successive misure di controllo.

Si allegano le certificazioni delle deformate relative ai tubi n. 3, 4, 5 e 6.

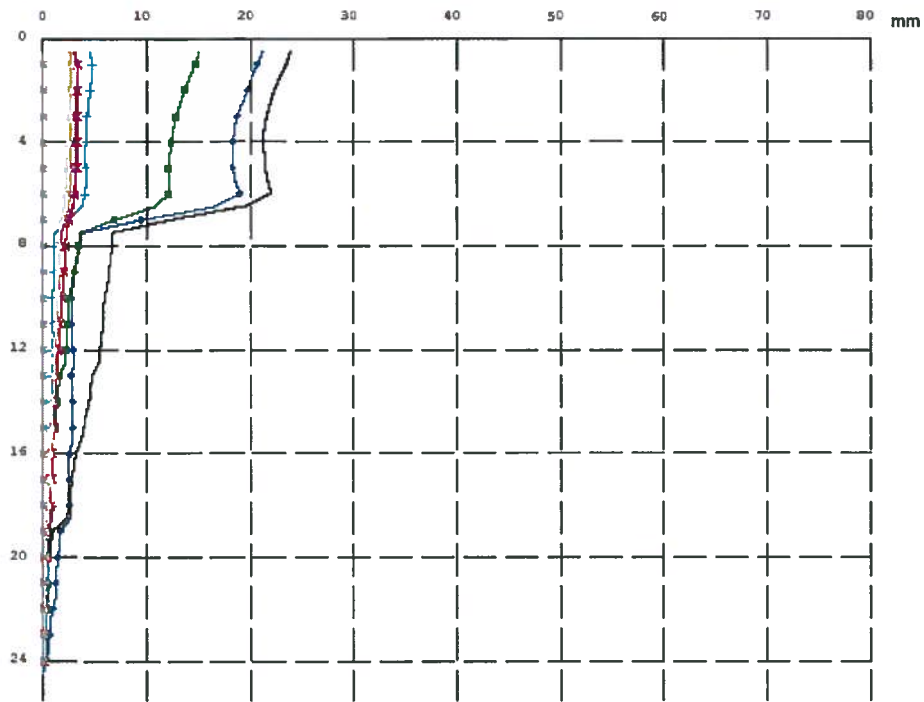


RISULTANTE (Movimento per Sommatoria)

Zona : S.Brigida

Tubo: 5

Id: 5

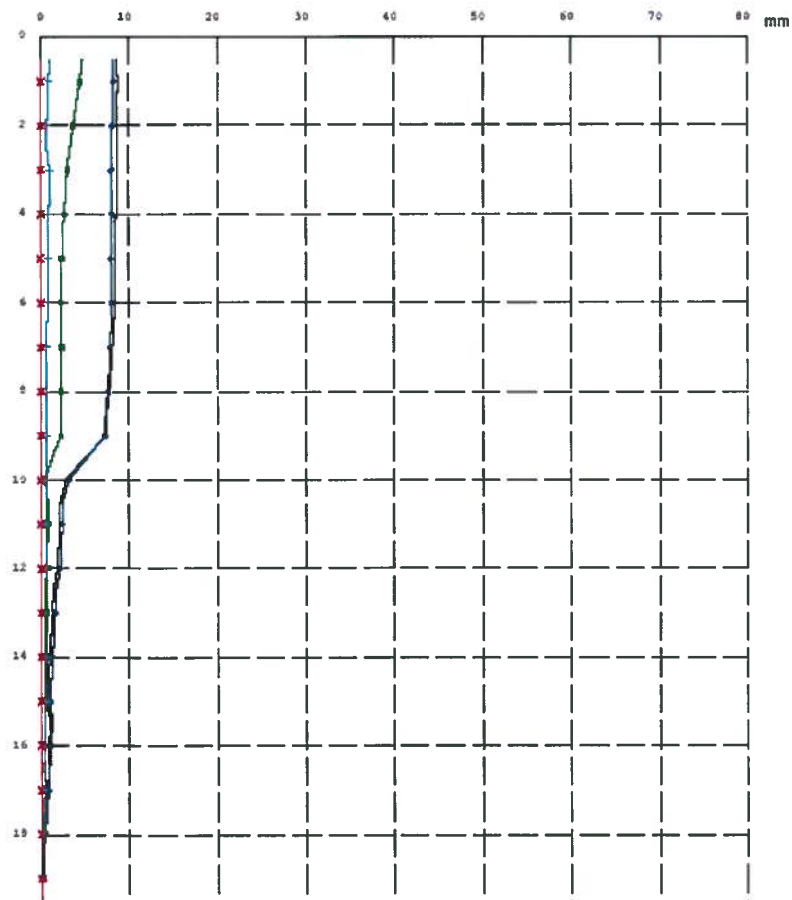


RISULTANTE (Movimento per Sommatoria)

Zona : S.Brigida

Tubo: 6

Id: 6



Dalle lettura dei “CRITERI E PRESCRIZIONI GENERALI PER L’ATTUAZIONE DI INTERVENTI IN AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITA’ E RISCHIO GEOMORFOLOGICO” relative alle aree ricadenti nelle perimetrazioni di cui alle classi G.3, G.4 gli interventi di trasformazione urbanistica e/o edilizia saranno subordinati al rispetto ed all’osservanza delle seguenti disposizioni a carattere prescrittivo:

*“1. Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4) individuate e perimetrare dalle tavole della “carta della pericolosità geomorfologica” (febbraio 2009 in scala 1:10.000 e 1:2.000) è necessario rispettare i seguenti criteri generali:*

*a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture che non siano subordinati alla preventiva esecuzione di interventi di consolidamento, bonifica, protezione e sistemazione;*

*b) ..... omissis .....*;

*c) ..... omissis .....*;

*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 devono essere certificati.*

*e..... omissis .....*

## INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO NELL’AREA di SANTA BRIGIDA

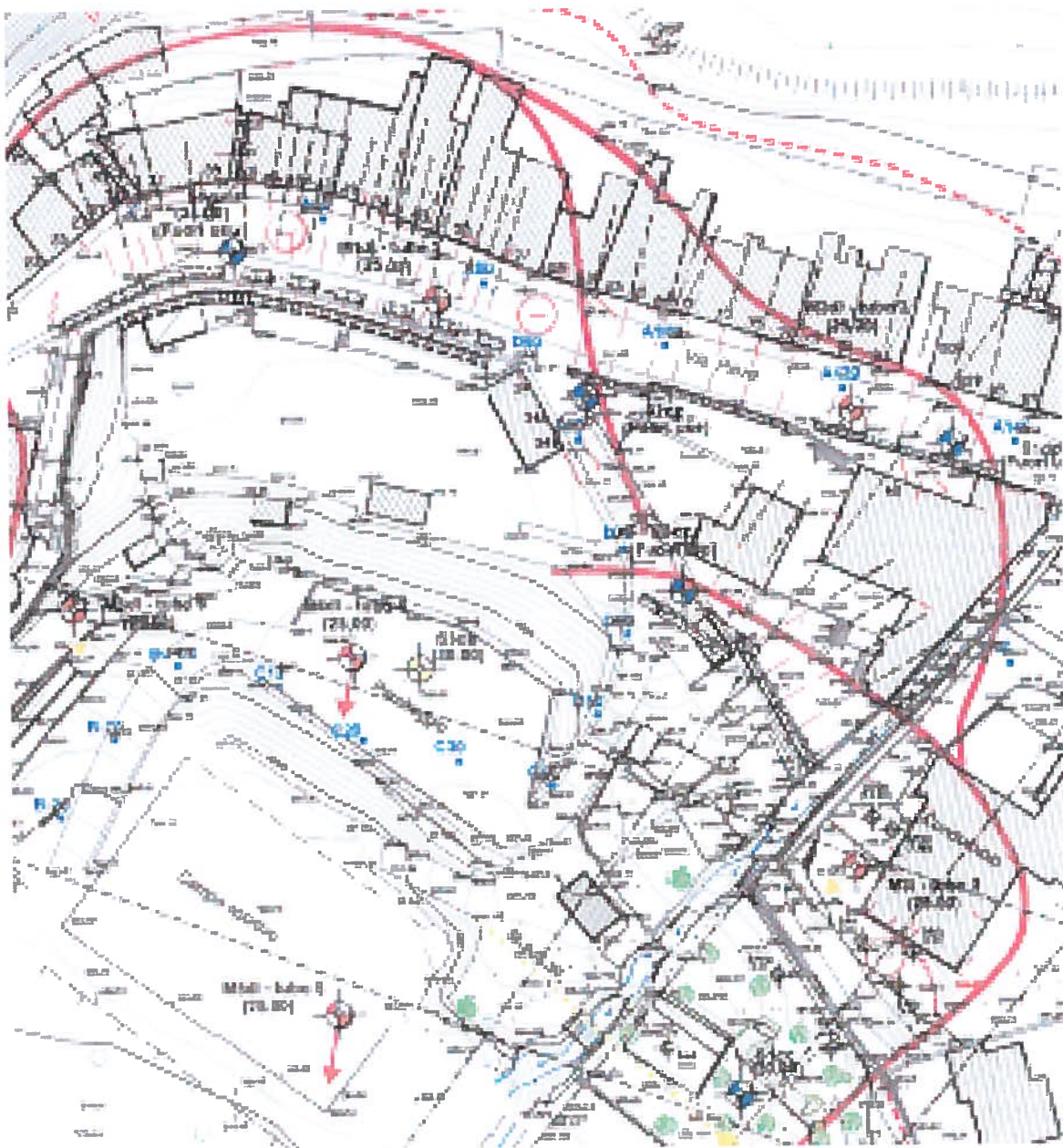
I descritti fenomeni di dissesto gravitativo causano effetti che da anni si manifestano pesantemente su numerosi manufatti, che risultano variamente deformati e lesionati. L’evoluzione di tali fenomeni ha determinato evidenti condizioni di insicurezza per la pubblica incolumità, tali da rendere necessaria la materializzazione di specifici interventi di consolidamento del terreno già a partire dai primi anni del duemila. Data l’ampia estensione dell’area in dissesto e la chiara tendenza del fenomeno gravitativo ad un suo progressivo ampliamento, le opere di messa in sicurezza sono avanzate per successivi stralci funzionali in relazione alle specifiche condizioni di pericolosità locali.

Con Del. G.R. Toscana n. 377 del 09.04.2001 e n. 897 del 02.08.2001, in attuazione alle Ordinanze della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile n. 3090/200 e n. 3110/2001 inerenti al “Piano Straordinario generale degli interventi di ripristino e messa in sicurezza nei territori colpiti da eventi calamitosi del Novembre 2000”, fu conferito al Comune di Pontassieve un finanziamento di L. 1.200.000.000 per la realizzazione degli interventi di bonifica e consolidamento di una porzione dell’abitato. In data Dicembre 2001 è stato redatto sia uno studio dei dissesti gravitativi interessanti l’abitato che un progetto preliminare generale di consolidamento con il quale furono individuati due settori da consolidare prioritariamente mediante due stralci funzionali consecutivi.

Il **Progetto Esecutivo 1° Stralcio**, finanziato con le Delibere di G.R. predette, ha interessato l’area della Farmacia Comunale ove l’evoluzione del dissesto era progredita sino a determinare condizioni di pericolo tali da rendere necessaria l’emissione di un’ordinanza sindacale di inabitabilità. I lavori conseguenti sono stati completati nel Gennaio 2003.

Con protocollo DD5/2005/518 il Ministero dell’Ambiente e Tutela del Territorio – Direzione Generale per la Difesa del Suolo ha comunicato al Comune di Pontassieve lo stanziamento di Euro 1.808.000,00 per la messa in sicurezza dell’area del centro abitato di Santa Brigida interessata da dissesto idrogeologico, a seguito di inserimento nel 10° Programma Stralcio di Interventi Urgenti per la Riduzione del Rischio Idrogeologico, attuato ai sensi dell’Art. n. 16 della L. 179/2002.

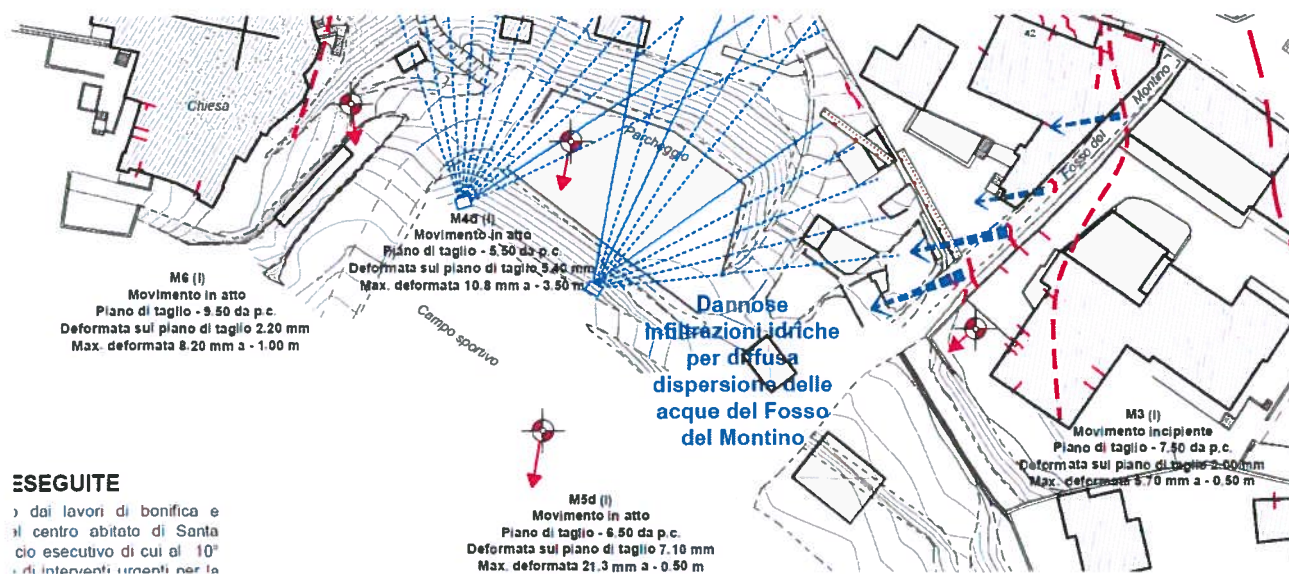
Nel Marzo 2007 è stato redatto il progetto esecutivo, supportato dal finanziamento di cui sopra, ove sono state definite le opere di bonifica e consolidamento previste nel **2° Stralcio Funzionale** ed interessanti il centro storico di Santa Brigida lungo Via Piana come indicato nello studio del Dicembre 2001.



Interventi strutturali previsti nel 2° stralcio esecutivo

Alla data di redazione della progettazione esecutiva (2° stralcio) è stato segnalato che negli ultimi anni l'estensione del dissesto era progredita sino ad interessare settori esterni alla precedente perimetrazione. Questa nuova configurazione ha determinato uno scenario di spesa nuovo la cui entità non è risultata del tutto sostenibile con le somme messe a disposizione dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Pertanto alla luce di questo nuovo quadro areale del dissesto che colpisce il paese di Santa Brigida, la predetta progettazione esecutiva, nei limiti delle risorse disponibili, ha cercato di prevedere interventi volti a contrastare i fenomeni franosi in atto estendendo la sua azione anche a zone esterne alla perimetrazione del Dicembre 2001. Chiaramente, dato il sensibile incremento dell'area vulnerata, sono stati prioritariamente previsti interventi volti alla risoluzione delle condizioni di instabilità che presentano caratteri di maggiore pericolosità ed urgenza in relazione sia al grado evolutivo dei fenomeni deformativi che alla potenziale velocità di manifestazione del dissesto.



### Opere di drenaggio profondo previste nel 2° stralcio esecutivo

Nella progettazione esecutiva del Marzo 2007 sono stati individuati sia gli interventi previsti nel 2° Stralcio Funzionale del Dicembre 2001 che, nell'ambito delle disponibilità di spesa, altre opere aggiuntive finalizzate essenzialmente alla prima messa in sicurezza di settori esterni al perimetro competente al 2° Stralcio Funzionale, quali il settore di parete rocciosa a monte di Via Piana ove si manifestavano rischi di crollo nell'ammasso roccioso che si eleva sopra il paese.

I lavori previsti nel progetto esecutivo del Marzo 2007 si sono conclusi nel mese di Luglio del 2009.

Al termine dei lavori di 2° stralcio rimane vulnerabile una porzione laterale del corpo di frana ove sorgono edifici più recenti di quelli che costituiscono il nucleo storico di questo paese.

La Regione Toscana, con Decreto n.2116 del 10/5/2012 del Dirigente del Settore Prevenzione del rischio idraulico e idrogeologico ha assegnato al Comune di Pontassieve la somma di € 460.000 su fondi POR inerente la quota dell'80% dell'importo necessario per la realizzazione del **III stralcio - 1° lotto** dei lavori di consolidamento e bonifica dell'abitato di Santa Brigida.

Con deliberazione G.M. del Comune di Pontassieve n.60 del 19/07/2012 è stato approvato il progetto preliminare dell'intervento, sia nella parte generale di III stralcio, che nella parte di 1° lotto (3° stralcio) ammessa al finanziamento regionale.

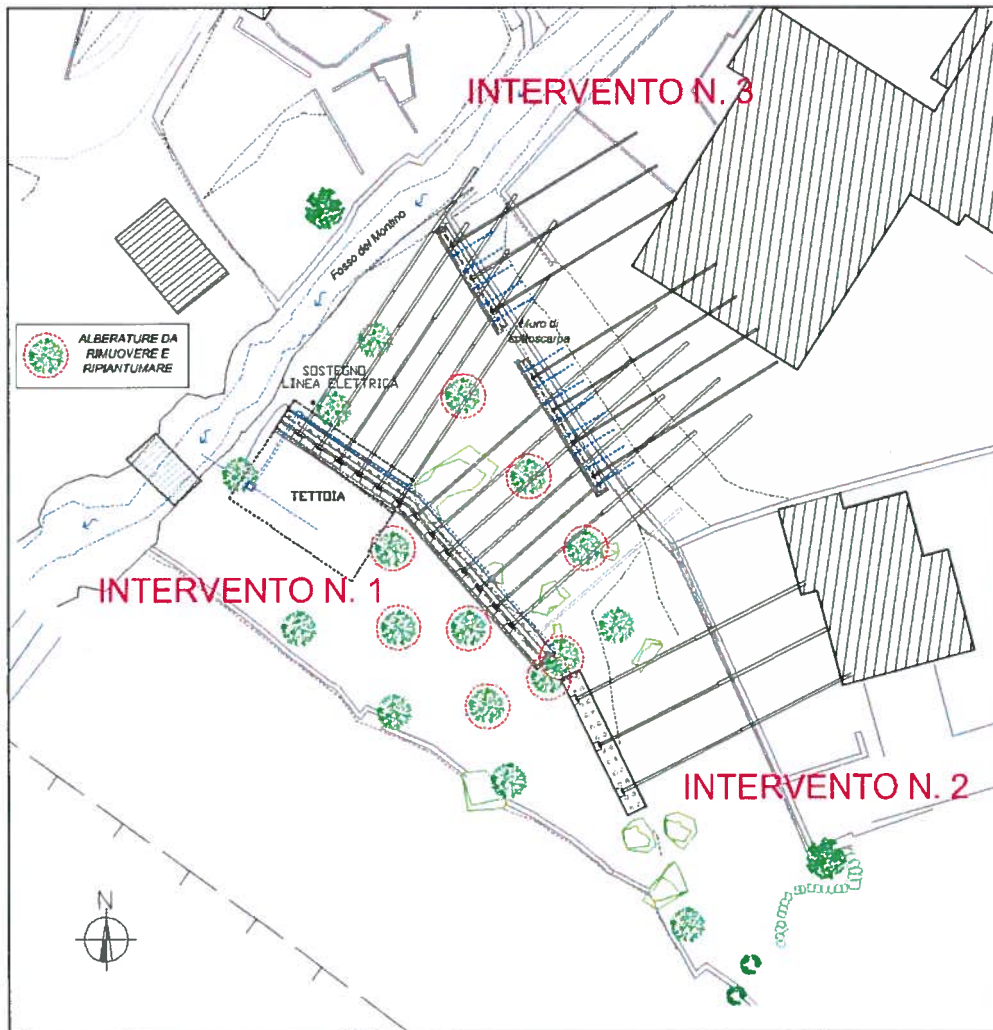
Con nota prot. n. 408 del 7/01/2013 è stato consegnato il progetto definitivo dell'intervento.

Nel frattempo, a seguito di una riscontrata contaminazione da Idrocarburi nel sondaggio S1cc eseguito ai fini della progettazione, Il Comune di Pontassieve ha attivato la procedura di notifica ai sensi dell'art.245 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Con Atto Dirigenziale n.20 del 10/04/2014, alla luce del parere della Conferenza dei Servizi del 18/03/2014, viene approvato il Piano di Caratterizzazione dell'area in oggetto, finalizzato alla determinazione dell'eventuale contaminazione del suolo e del sottosuolo ed alla sua quantificazione. L'iter procedurale in corso, nel rispetto della normativa sulla bonifica dei siti contaminati, ha determinato la sospensione dell'approvazione del progetto definitivo in attesa di dati analitici che rendessero possibile la valutazione della necessità o meno di un intervento di bonifica.

I tempi previsti dal finanziamento concesso dalla Regione Toscana hanno però obbligato il Comune di Pontassieve a procedere con tutti gli atti di competenza dell'Amministrazione comunale necessari per consentire la cantierizzazione dell'opera pubblica nei tempi stabiliti dalla Regione, in attesa degli esiti del Piano di Caratterizzazione.

**Il Progetto definitivo dell'intervento 3° stralcio è stato approvato con Delibera di Giunta Municipale n. 63 del 22/05/2014 e prevede gli interventi strutturali evidenziati nella figura che segue.**



Interventi previsti nel 3° stralcio - 1° lotto

Come mostrato dalle planimetrie di progetto le opere realizzate (1° e 2° stralcio) non garantiscono condizioni di sicurezza all'area oggetto di proposta di previsione urbanistica (Ambito SB10) in cui permangono indicazioni inclinometriche di stato di attività con relativa classificazione in classe di pericolosità geologica G.4 e P.F.4 di PAI.

Gli interventi di 3° stralcio interessano parzialmente il limitato settore nord orientale del comparto proposto che ricade in classe di pericolosità G.3 e P.F.3 di PAI.

In virtù delle argomentazioni sopra riportate e delle classificazioni di pericolosità attribuite nello S.U. e nel PAI della Autorità di Bacino del Fiume Arno si ritiene che l'area oggetto di proposizione per destinazione residenza "Montino" risulti soggetta a limitazioni tali da rendere non fattibile l'intervento che oltre tutto ricade in gran parte in classe P.F.4 di PAI e pertanto (per tale settore) soggetto a divieto di edificabilità.

# **Ambito P4**

## **Riproposizione della previsione relativa all'area destinata ad attrezzature sportive "Parco della Libertà" in capoluogo con ripерimetrazione dell'ambito in diminuzione rispetto al precedente strumento urbanistico**

### **Contenuti:**

Scheda di fattibilità ambito P4  
Carta di fattibilità ambito P4

Carta geologica (scala 1:5.000)  
Carta geomorfologica (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità geologica (scala 1:5.000)

Estratto carta della "Perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica-livello di dettaglio" – stralcio cartografico n. 269 (scala 1:10.000) – PAI Arno Autorità di Bacino del Fiume Arno

Carta della pericolosità idraulica (scala 1:10.000) (quadro conoscitivo di PS – Geo Eco Progetti – aprile 2005)  
Estratto cartografia CTR (scala 1:2.000)

Estratto carta delle esondazioni e sezioni idrografiche con battenti AdB (scala 1:10.000)

Carta delle indagini (scala 1:5.000)  
Carta delle frequenze (scala 1:5.000)  
Carta geologico tecnica in prospettiva sismica (scala 1:5.000)  
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità sismica (scala 1:5.000)

<b>INTERVENTO – Ambito P4</b>	<b>LOCALITA': Capoluogo</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: P4</b> Cartografia tematica in scala 1:5.000.	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Attrezzature sportive "Parco della Libertà"
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Attuazione mediante progetto di opera pubblica. In sintesi il presente intervento prevede la demolizione dei fabbricati degli attuali locali adibiti a magazzini comunali e dei fabbricati utilizzati dalla Polisportiva Kuriel e la loro ricollocazione in area più alta morfologicamente di circa 0,60 – 1,10 m. L'intervento stesso di demolizione e ricostruzione prevede il mantenimento dell'attuale volumetria (senza aumento rispetto all'esistente) e la realizzazione di minore superficie coperta.	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) a prevalente composizione ghiaioso sabbiosa e ghiaioso limosa, sovrastanti un substrato geologico costituito dalle litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Questa è formata da argilliti grigio scure con subordinati livelli marnoso argillitici, marnoso calcarei, calcareo marnosi e di arenarie calcarifere tipo "Pietraforte".	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> Da un punto di vista geomorfologico in un'ampia area intorno all'area di interesse, data la posizione pressoché pianeggiante e quindi non predisponente all'instaurarsi di fenomenologie di versante, non si rinvencono elementi geomorfologici di particolare importanza. I perimetri degli alvei dei corsi del Fiume Arno e del Fiume Sieve sono caratterizzati dalla presenza di terrazzi fluviali e/o cigli di sponda, talora di natura antropica. Talora si rinvencono deboli rotture di pendio o scarpate di natura prevalentemente antropica.	
<b>PENDENZE:</b> L'area di interesse si sviluppa in un settore pressoché pianeggiante in prossimità della confluenza del Fiume Sieve con il Fiume Arno con pendenze variabili tra 0% e 5%.	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b> La profondità media della falda freatica superficiale è stata ricavata attorno ai 4,5 metri dal piano campagna con profondità minime di 2,3 m e massima di 7,20 m. I pozzi superficiali risultano in genere del tipo "scavato a mano" con profondità comprese fra 5,0 e 8,0 metri; meno numerosi risultano i pozzi recenti perforati con attrezzature meccaniche.	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b> L'area in esame risulta ubicata all'esterno della fascia di 10 ml di ampiezza a partire dal ciglio di sponda del Fiume Arno e del Fiume Sieve da assoggettare all'art. 36 della disciplina del PIT.  L'area risulta, nelle cartografie dei vari censimenti comunali, come soggetta a trascorsi episodi di esondazione. Nel dettaglio da informazioni raccolte in loco tramite intervista dei locali riporta: - un battente di almeno 2,00 m in occasione dell'episodio del 1966 registrato nel punto maggiormente depresso (piano di calpestio dell'area dei magazzini comunali) che determinerebbe una stima in quota assoluta di almeno 84,40 m.s.l.m. con esondazione anche sul settore dei giardini comunali e della contermina area urbanizzata; - un battente di circa 0,50 m in occasione dell'evento 1991- 1993 che avrebbe determinato in quota assoluta allagamento della sola area depressa del magazzino comunale fino a quota 82,90 m.s.l.m. . Il dato relativo al battente di piena del 1966 (desunto dalla memoria storica) può essere confrontato con i livelli	



ufficiali registrati dall'Istituto Idrografico di Pisa che indicano un battente di 86,00 m.s.l.m. in corrispondenza della sezione idrografica n. 689 ubicata a monte della confluenza della Sieve in Arno ed un battente di 84,41 m.s.l.m. in corrispondenza della sezione n. 685 ubicata a valle della confluenza della Sieve in Arno. Per interpolazione fra le due sezioni in mancanza di salti di fondo si può ricavare un battente sulla zona in esame di circa 85,60 m.s.l.m. .

Per la definizione quantitativa dei battenti di piena per prefissati tempi di ritorno, ed in particolare per la definizione del battente corrispondente a  $T = 200$  anni si è fatto ricorso ai dati ufficiali inerenti le verifiche idrauliche svolte dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno sull'asta principale per tempi di ritorno coincidenti con 30, 100 e 200 anni confrontando tali valori di battente con le quote topografiche di maggior dettaglio indicate nella cartografia ufficiale in scala 1:2.000 (CTR) e con il rilievo planoaltimetrico in quote assolute realizzato sull'area.

In particolare per la sezione n. 687 ubicata in prossimità dell'area in oggetto si riportano di seguito (dati forniti dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno): il numero progressivo di sezione (n. sez.) e il battente del pelo libero espresso in m.s.l.m. per gli eventi trentennale (H30) centenario (H100) e duecentenario (H200):

n. sez.	H30	H100	H200
687	83,56	85,07	85,52

Dalla tabella sopra riporta si evince, quindi per l'area in oggetto:

- una stima del battente duecentenario pari a 85,52 m.s.l.m. ;
- una stima del battente centenario pari a 85,07 m.s.l.m. .

Per semplicità di trattazione e possibilità di confronto dei dati inerenti le quote del battente idraulico per  $T = 200$  anni si riportano appresso le seguenti quote significative (desunte da cartografia CTR in scala 1:2.000) relative a:

- la quota di imposta di via Generale Diaz nel tratto che fiancheggia il comparto risulta 82,90-83,20 m.s.l.m.;
- la quota di imposta del piano campagna dell'area dell'attuale magazzino comunale 82,70 m.s.l.m. risulta degrada rispetto alla quota di accesso dal Viale Diaz;
- l'area del magazzino comunale risulta delimitata sul proprio settore occidentale da un muro in c.a. che si eleva dalla quota del piazzali per circa 2,30 m che in prossimità dello svincolo di sottopasso (posto a sud) gira per andare a chiudersi in direzione di via Labriola mantenendo la stessa quota di testa muro;
- il vertice nord di detto muro in c.a. si colloca in fregio al vertice di altra struttura muraria in prefabbricati tipo "leca" e/o foratoni di impostazione planimetrica a forma di "L" il cui lato corto costituisce la separazione fra i magazzini comunali e l'area sportiva ed il cui lato lungo marca il limite fra la stessa area sportiva e l'edificato che si estende verso piazza della libertà;
- tale struttura muraria risulta di incerta consistenza, ammalorata ed in stato di faticenza in corrispondenza della terminazione nord del muro in c.a. descritto in precedente capoverso;
- il livello di imposta del piano campagna nell'area attualmente interessata dai giardini comunali e dagli impianti sportivi risulta a circa + 1,00 / 1,40 m rispetto alla quota del piano di calpestio del piazzale comunale posizionandosi quindi a quota assoluta di circa 83,60/83,80 m.s.l.m.;
- la quota di imposta del piano campagna nella parte urbanizzata ad ovest dell'area in esame (Piazza della Libertà e via Labriola) si pone intorno a 85,70 / 86,00 m.s.l.m. .

In base a tali dati di verifica idraulica quantitativa si ritiene pertanto verificata la possibilità che l'area di interesse risulti totalmente assoggettabile all'evento esondativo per tempo di ritorno 200 anni definendo comunque una **quota di sicurezza per la realizzazione di eventuali futuri edifici di 86,02 m.sl.m. (pari alla quota del battente duecentenario oltre 50 cm di franco).**

L'area risulta inoltre soggetta a possibilità di esondazione per tempo di ritorno  $T = 30$  anni con battente 83,56 m.s.l.m. che determina un'altezza di esondazione di circa 0,8/0,9 m nell'area depressa degli attuali magazzini comunali ed un'altezza  $< 0,30$  m nell'area posta a quota maggiore (attuale area dei giardini).

L'intervento risulta comunque pianificabile e realizzabile secondo quanto fissato all'articolo 2, punto 2 comma a) della Legge Regionale n. 21/2012 in quanto trattasi di adeguamento di opera pubblica a condizione che si realizzino e si mettano in opera gli accorgimenti per la messa in sicurezza duecentennale di cui al dettaglio descritto nelle prescrizioni della presente scheda di fattibilità.

**PERICOLOSITA' GEOLOGICA:** Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico a gran parte del settore in esame viene attribuita una classe di pericolosità geologica bassa (G.1) in quanto non si sono manifestati fattori predisponenti per il verificarsi di fenomeni morfoevolutivi.

#### **PERICOLOSITA' SISMICA:**

##### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per il territorio del capoluogo sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state reperite le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 5 strumentati con tubo piezometrico con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio.

In corrispondenza dei settori di interesse della presente Variante sono inoltre stata effettuata ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare, sull'area in oggetto, è stata svolta n.1 prova di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

##### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, i terreni di copertura detritica (d) sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e all'unità geologico-tecnica SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica); i terreni riferibili ai depositi fluviali terrazzati (ft) sono stati attribuiti all'unità SMes (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali), mentre i terreni riferibili ai depositi alluvionali in evoluzione (a) sono stati attribuiti all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica LPS (substrato lapideo stratificato) i litotipi riconducibili alla Formazione di Monte Morello (MLL), mentre all'unità geologico-tecnica ALS (substrato geologico costituito da alternanza di litotipi stratificati) le litologie appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

##### ***Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale***

Nell'area in esame è stata eseguita n.1 indagine di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (3\_HVSR).

La prova 3\_HVSR, eseguita in corrispondenza della copertura alluvionale sul substrato geologico costituito dalla Formazione di Sillano (SIL) ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2,71 alla frequenza di 9,53 Hz, che denota un contrasto a profondità comprese tra 5,0 e 10,0 m dal p.c. Corrispondente al passaggio tra depositi alluvionali e substrato argillitico.

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A1 - curva H/V affidabile e

interpretabile che può essere usata anche da sola; che presenta almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME (possibile risonanza).

**Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**

Per il settore in un ampio intorno all'area di studio sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

**Zona 2:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di terreni detritici (d) e di depositi alluvionali terrazzati (tf) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione ( $i < 15^\circ$ ) dei versanti non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 11:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica e in funzione di specifiche indagini sismiche (3\_HVSR) in settori prossimi all'area di studio con presenza della medesima successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 13:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) su un substrato geologico lapideo stratificato, fratturato, riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto alle suddette Zone 1 e 11 classe di pericolosità sismica locale media (S.2) in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da basso contrasto di impedenza.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA:** Nella carta della pericolosità idraulica del PS (Geo Eco Progetti, aprile 2005) allestita in base a criteri storico inventariali all'area è stata assegnata classe di pericolosità idraulica elevata (4) in quanto area di fondovalle non protetta da opere idrauliche per la quale ricorrono entrambe le seguenti condizioni: vi sono notizie storiche di inondazioni; sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2,0 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

In base alla disponibilità dei dati quantitativi (modellazione idraulica della Autorità di Bacino del F. Arno) sopra riportati, ai sensi dei criteri contenuti nel Reg. Reg. n. 53/R, si può assegnare a gran parte del comparto (con esclusione del settore posto a quota maggiore di 83,56 m.a.l.m.) classe di pericolosità idraulica molto elevata I.4 in quanto area assoggettabile all'evento trentennale ancorché con battente decimetrico.

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Il comparto risulta fra le aree inserite in classe P.I.3 nella "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica di PAI" desunta dai risultati di specifici studi in funzione del tempo di ritorno e del potenziale battente - livello di dettaglio" (stralcio cartografico n. 270 in scala 1:10.000) e pertanto soggetto alle salvaguardie di cui all'art. 7 delle NTA del PAI stesso approvato con D.P.C.M. del 6.5.2005.

L'intervento risulta comunque attuabile ai sensi del comma "d" dell'art 7 delle NTA di PAI che consente quanto sotto dettagliato:

..... omissis .....

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;

..... omissis .....

L'area risulta inoltre censita fra quelle da assoggettare a norma n. 6 (Carta guida delle aree allagate) del D.P.C.M. n. 226 del 5 novembre 1999 "Approvazione del Piano Stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del Fiume Arno". In tali aree le eventuali opere o trasformazioni edilizie ed urbanistiche potranno essere realizzate a condizione che venga comprovato il superamento delle condizioni di rischio legate a fenomeni di esondazione o ristagno, o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio da realizzarsi contestualmente alla esecuzione delle opere richieste.

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F4, geologica e sismica F2 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI:** In caso di realizzazione di strutture e/o edifici a servizio degli impianti sportivi all'aperto la progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni ed ai cedimenti indotti. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

Per quanto attiene all'aspetto idraulico, prevedendo l'intervento in progetto lo spostamento, a parità di volume e con minor superficie coperta, di volumetrie esistenti da ricollocare in posizione morfologicamente più alta rispetto alla presente con conseguente riduzione della esposizione a rischio idraulico si ritiene fattibile quanto in previsione prescrivendo quanto segue.

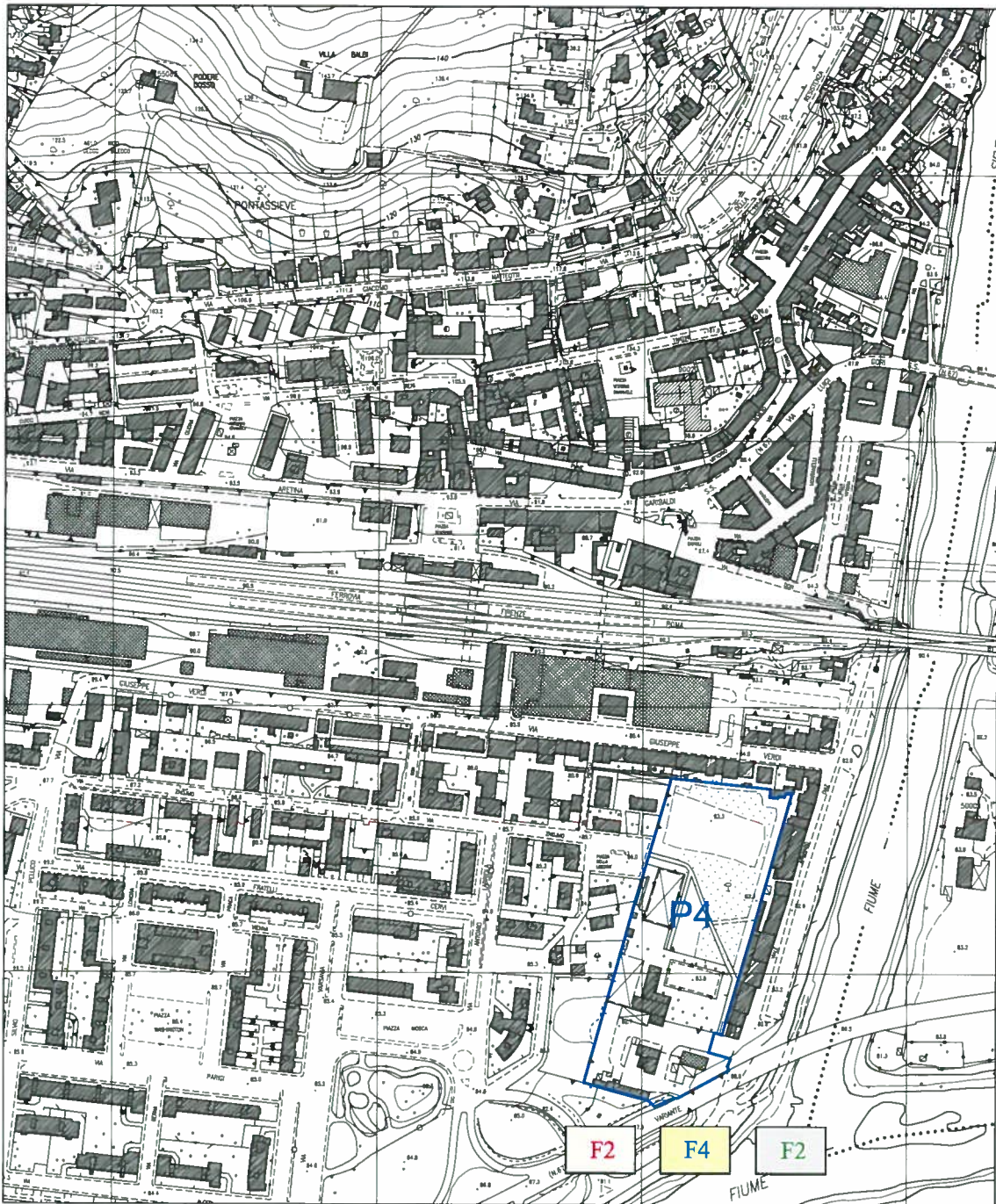
Si prescrive che gli eventuali edifici o manufatti a servizio degli impianti sportivi all'aperto vengano realizzati a quota di sicurezza rispetto al battente T 200 anni individuato a quota 85,52 m.s.l.m. con ulteriore franco di sicurezza di 0,50 ml definendo pertanto la quota di sicurezza di 86,02 m.s.l.m.

In caso si sottragga volumetria alla libera esondazione delle acque, adottando tipologie diverse dal "piloties" si dovrà provvedere alle compensazioni volumetriche del caso (valutate sul battente T 200) che dovranno essere planimetricamente e quantitativamente individuate a livello progettuale unitamente agli elaborati da assoggettare a parere da parte della Autorità di Bacino del Fiume Arno.

L'eventuale reperibilità di tali porzioni di territorio dovrà concretizzarsi all'interno del comparto o in settori limitrofi.

# CARTA DELLE FATTIBILITA'

Pontassieve



## LEGENDA

scala 1:5.000

Aspetti geologici

Aspetti idraulici

Aspetti sismici

F1	F1	F1
F2	F2	F2
F3	F3	F3
F4	F4	F4

Fattibilità senza particolari limitazioni.

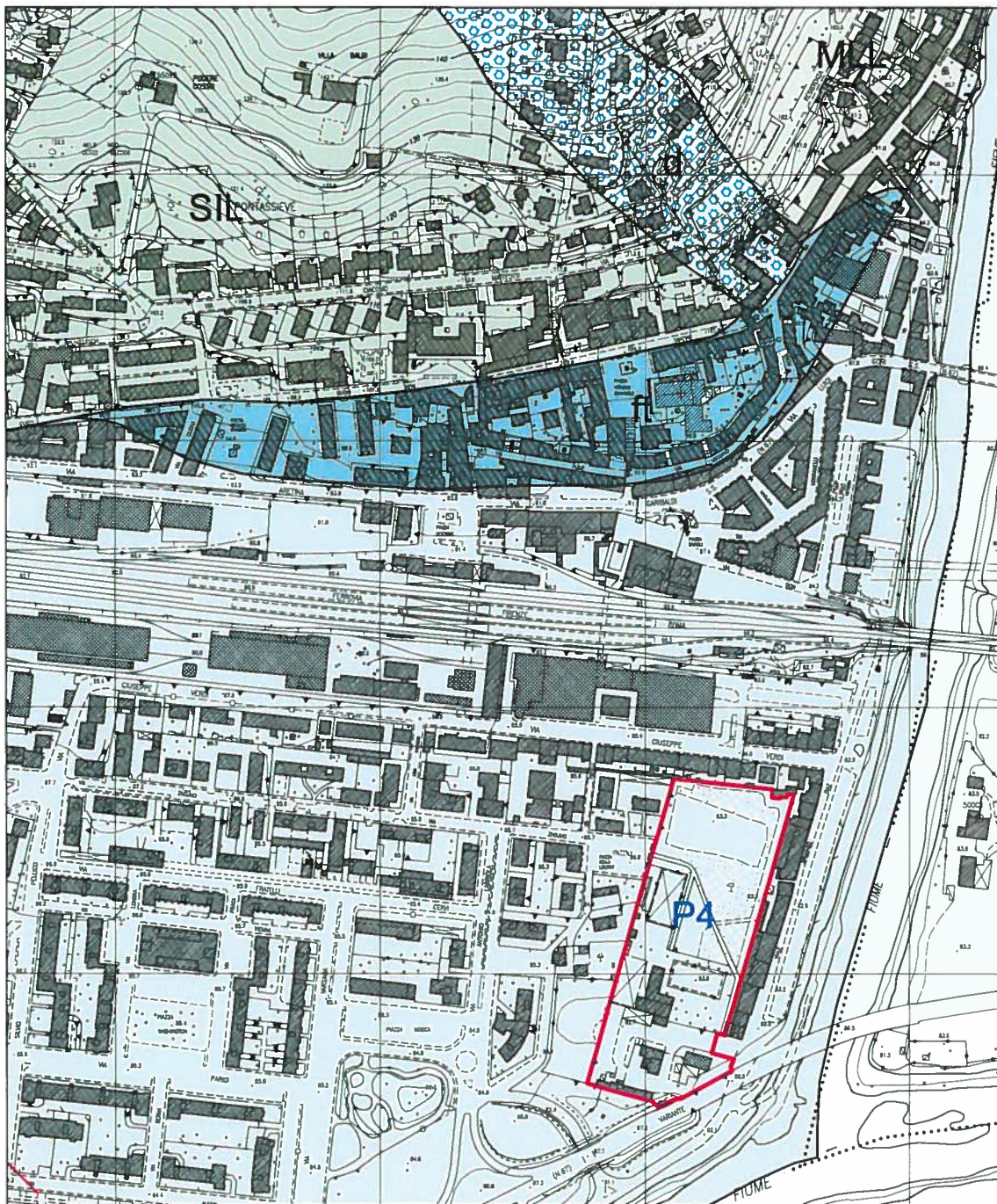
Fattibilità con normali vincoli.

Fattibilità condizionata.

Fattibilità limitata.

S3a

Limiti comparti

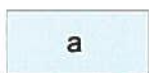


## LEGENDA

scala 1:5.000



**COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI.** Trattasi di depositi a litologia e granulometria variabili.



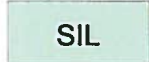
**DEPOSITI ALLUVIONALI .** Materiale di origine fluviale a tessitura variabile dai limi ai ciottolami.



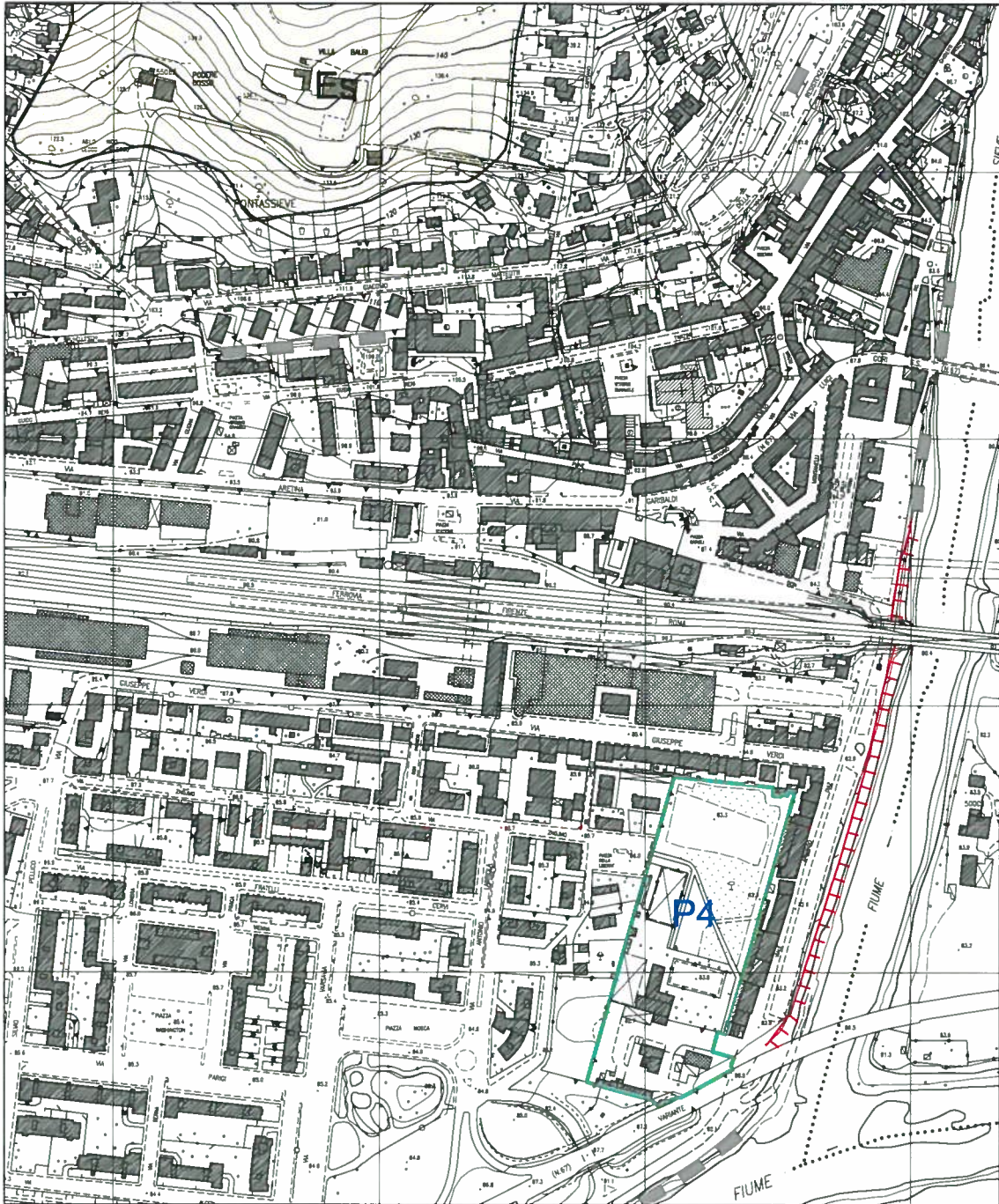
**DEPOSITI ALLUVIONALI .** Materiale di origine fluviale a tessitura variabile dai limi ai ciottolami.



**FORMAZIONE DI MONTE MORELLO.** Calcari marnosi bianchi a frattura concolde e grigio giallastri granulosi teneri, prevalenti; argilloscisti e marnoscisti, arenarie calcarifere; talora brecciole nummulitiche.



**FORMAZIONE DI SILLANO.** Calcari marnosi grigi e verde oliva; marne marroni chiare o grigie; calcareniti; arenarie calcarifere tipo "Pietraforte"; argilloscisti grigio scuri intercalati.



LEGENDA

scala 1:5.000



Area soggetta ad erosione superficiale



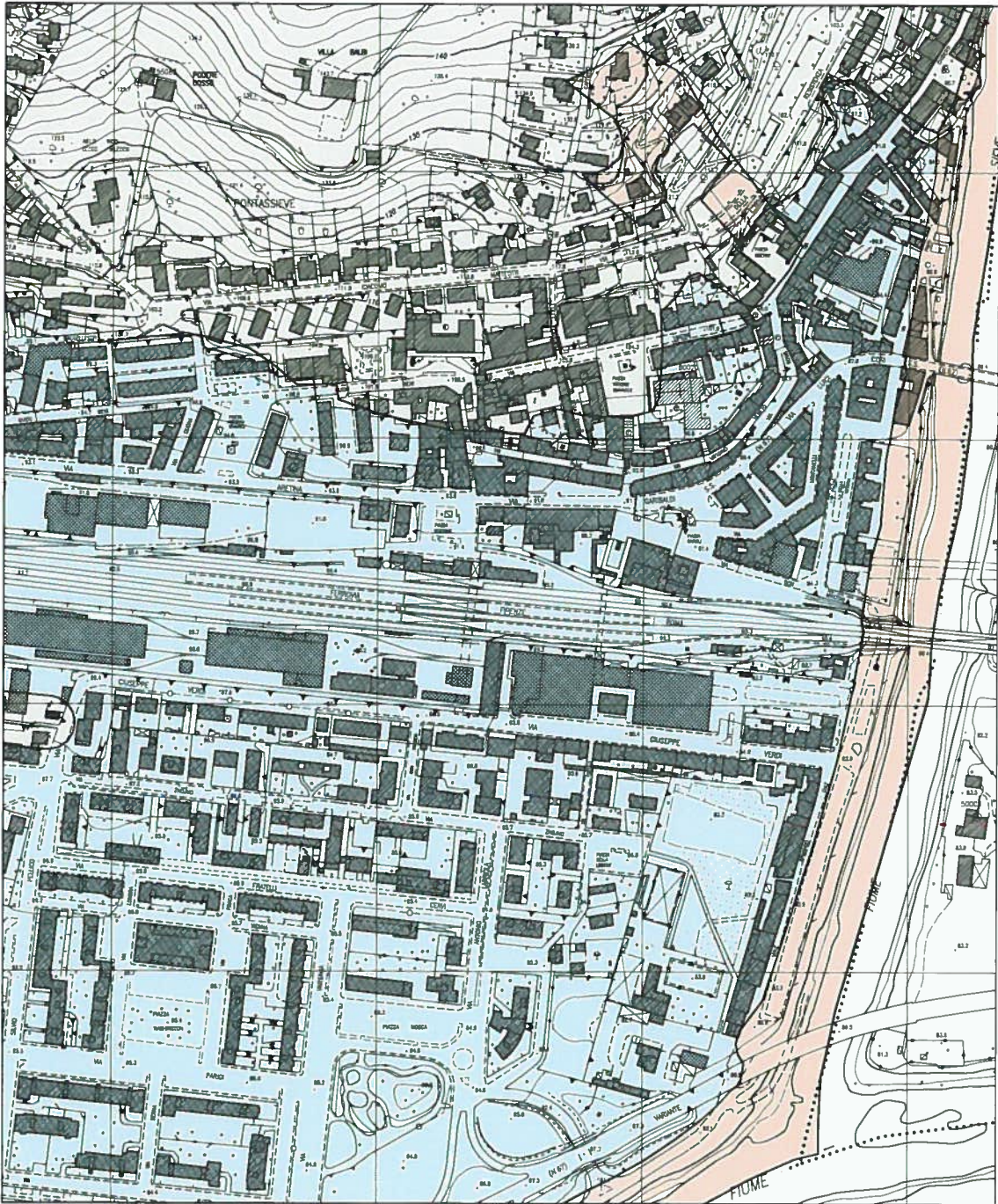
Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo



Scarpata antropica



Limiti comparti



### LEGENDA

scala 1:5.000

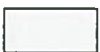
**Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)**



**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.



**Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla glacitura, all'attività, 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 caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.



**Pericolosità geologica media (G.2)** : aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.



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

**Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino Fiume Arno)**



**P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata



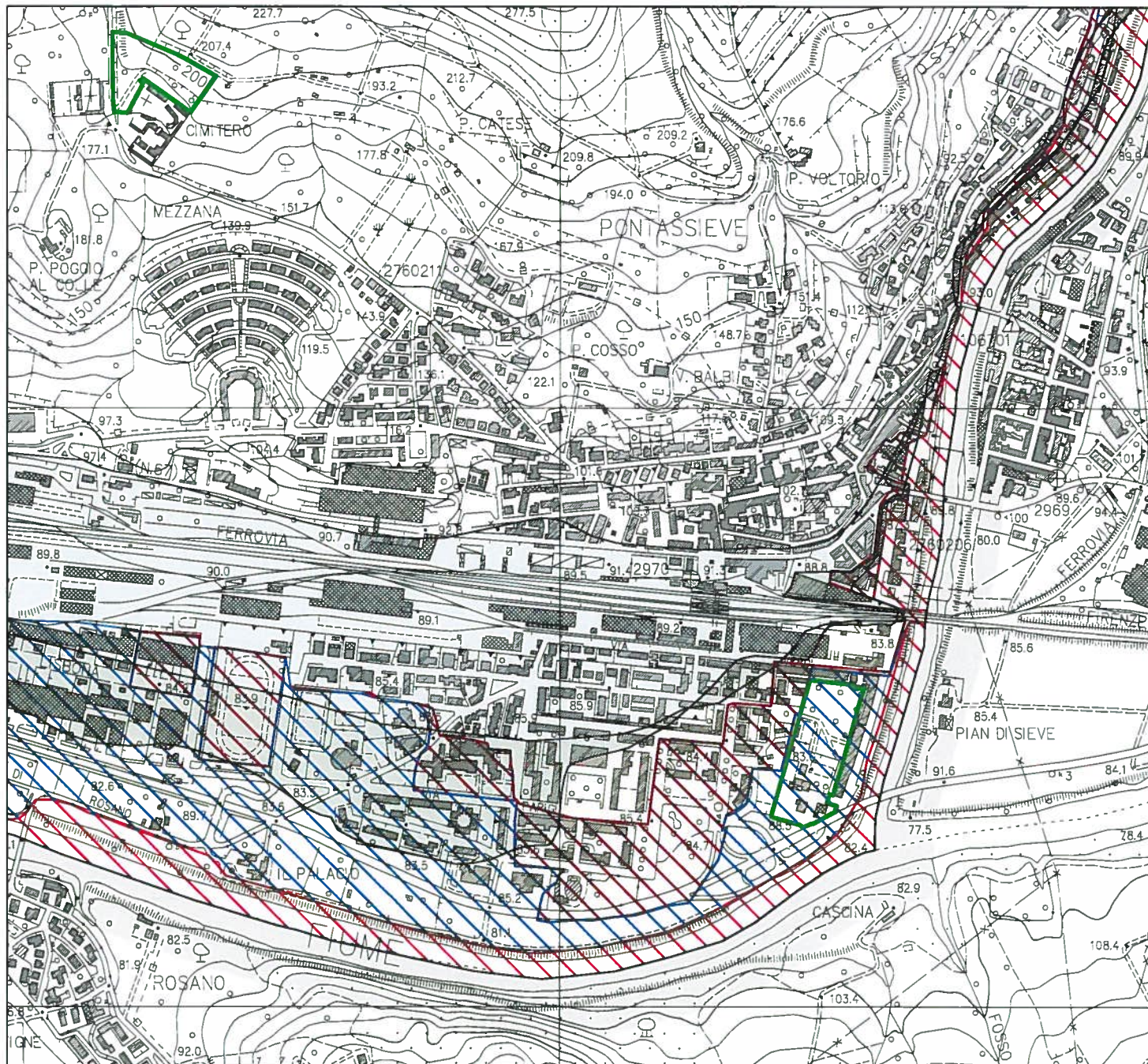
**P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata



# Carta della pericolosità idraulica

Estratto dalla carta della pericolosità idraulica, Tavola 3.14 S del Piano Strutturale, aprile 2005

Pontassieve



## Legenda

Pericolosità idraulica (Del. C.R. n. 12/2000)



1

PERICOLOSITA' IRRILEVANTE

Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua e poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000, per le quali per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- \* non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- \* sono in situazione favorevole di alto morfologico di norma poste a quota altimetrica superiore a 2 m rispetto al piede estremo dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.



2

PERICOLOSITA' BASSA

Aree di fondovalle e comunque poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della C.R. n. 12/2000, per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- \* non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- \* non si riscontrano condizioni sfavorevoli al ristagno;
- \* sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, ossia poste a quota altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede estremo dell'argine o, in mancanza dell'argine, rispetto al ciglio di sponda.



3

PERICOLOSITA' MEDIA

Aree di fondovalle per le quali ricorre una delle seguenti condizioni:

- \* vi sono notizie storiche di inondazioni;
- \* sono in situazione sfavorevole dal punto di vista morfologico, ossia poste a quota altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede estremo dell'argine o, in mancanza dell'argine, sopra il ciglio di sponda e posta ad oltre 300 m dal piede estremo dell'argine o, se mancante del ciglio di sponda.

Aree collinari e/o montane nella zona di avaso di laghi e invasi in cui il rischio idraulico dipende dalla tenuta del paramento di valle e dal suo stato di manutenzione.

Aree in cui il recapito della fognatura da zone urbanizzate può essere influenzato dalle condizioni idrauliche del sistema idrologico generale (F. Amo e i suoi affluenti).

Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le seguenti condizioni:

- \* vi sono notizie storiche di inondazioni;
- \* sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quota altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede estremo dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Aree ricadenti in ambito "A1" come definito all'art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000.

Aree soggette alle norme n. 2 e n. 3 (aree destinate ad opere per la riduzione del rischio idraulico) dal D.P.C.M. n. 228/99 "Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del Fiume Amo".

Aree collinari e montane con presenza di corpi d'acqua (laghi e/o invasi).



4

PERICOLOSITA' ELEVATA

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino del Fiume Amo)  
Livello di dettaglio (scala 1:10.000 - MODELLO IDRAULICO)



P.I.4

Aree a pericolosità molto elevata (Esondabile per Tr 30 anni)



P.I.3

Aree a pericolosità elevata (Esondabile per Tr compreso fra 30 e 100 anni)



P.I.2

Aree a pericolosità media (Esondabile per Tr compreso fra 100 e 200 anni)

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino del Fiume Amo)  
Livello di sintesi (scala 1:25.000 - STORICO INVENTARIALE)



P.I.4

Aree a pericolosità molto elevata

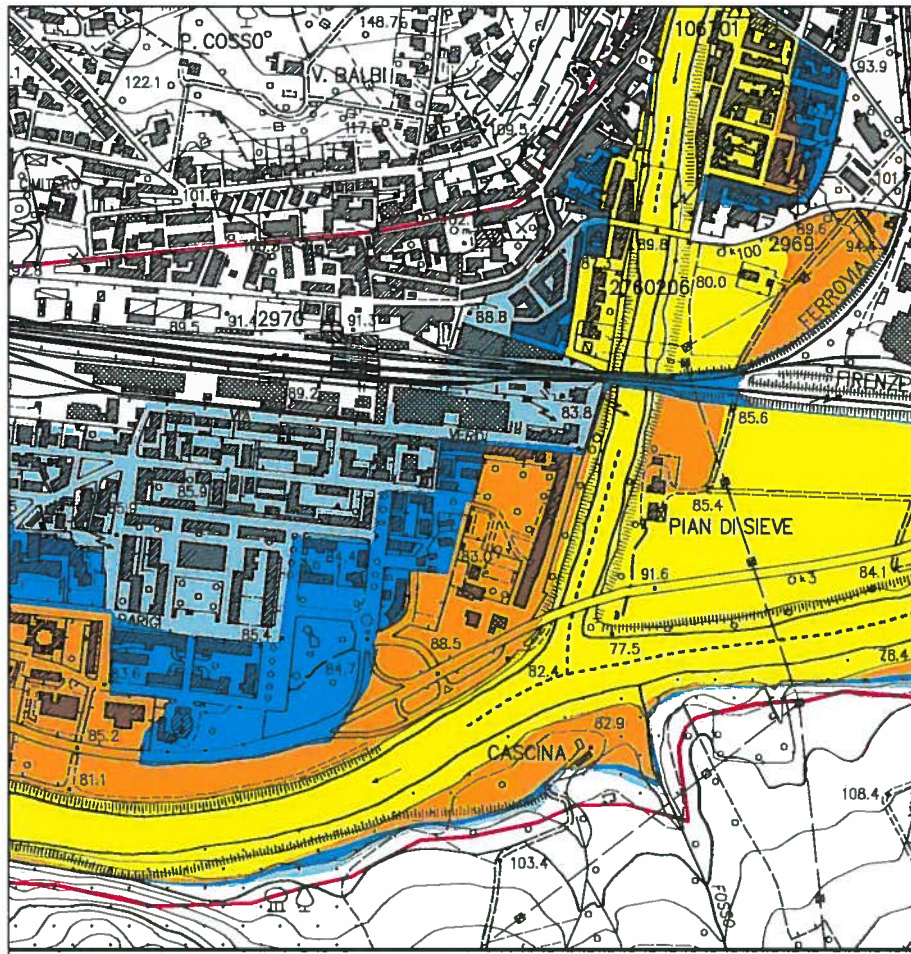


Limiti compartì

# Carta delle aree a pericolosità idraulica

Estratto dal Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - livello di dettaglio" stralcio n.270- modificato con Dec. S.G.n.9/13

Pontassieve



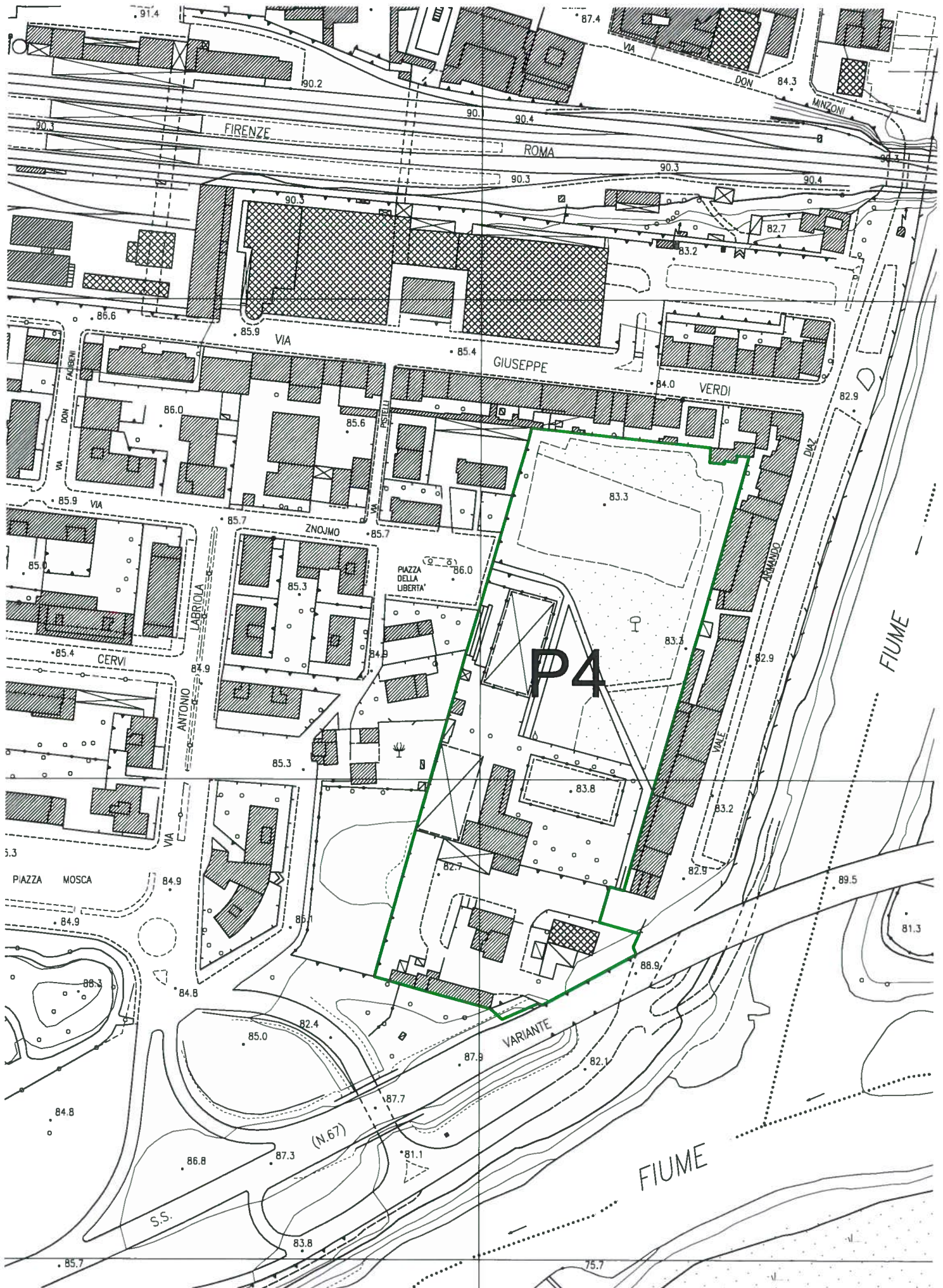
scala 1:10.000



# Carta tecnica regione 1:2.000

Pontassieve

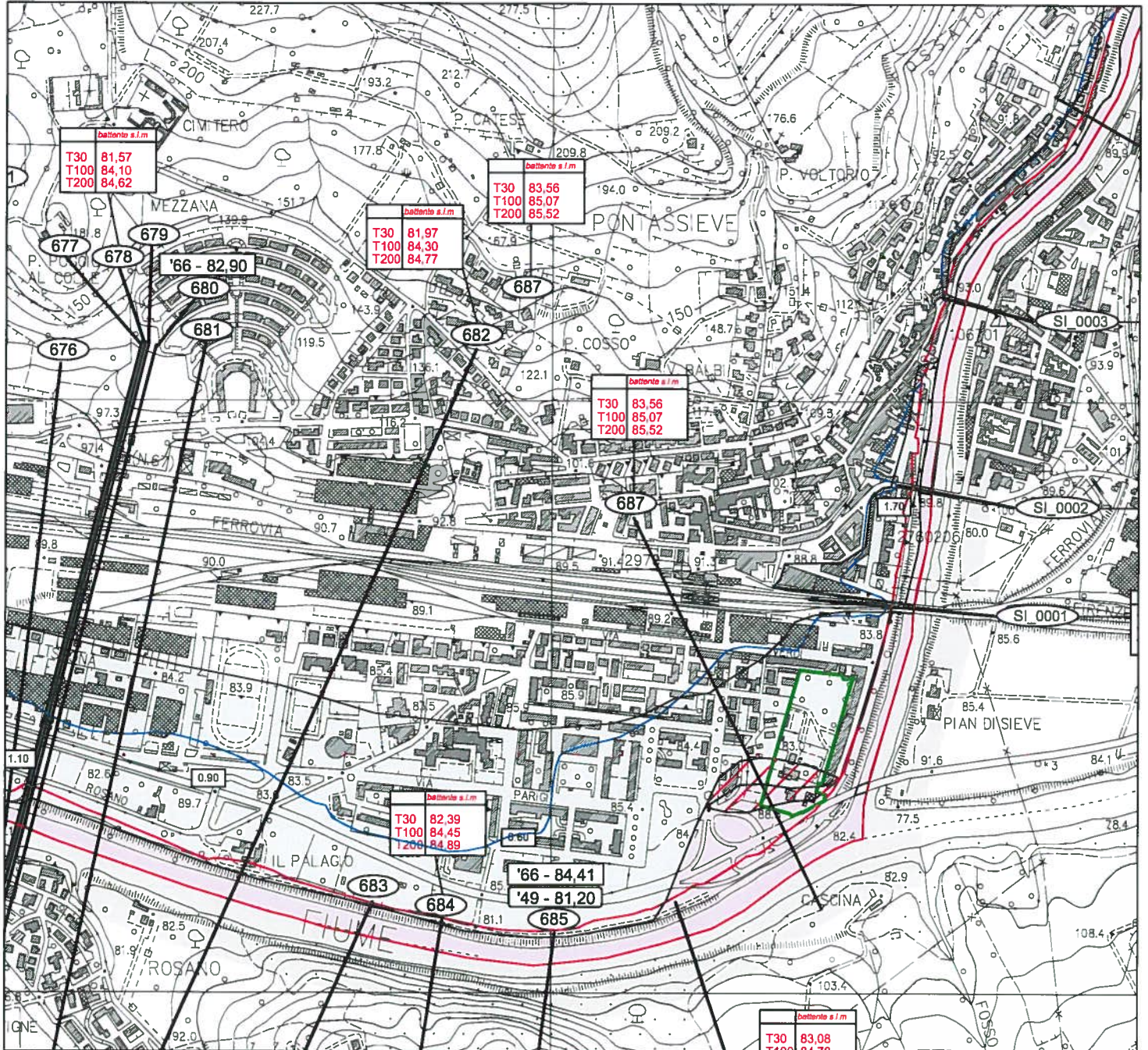
Limiti comparti



# Carta delle esondazione

Estratto dalla carta delle esondazioni, Tavola 3.11 S del Piano Strutturale, ottobre 2002

Pontassieve



## Legenda

Scala 1:10.000



Area soggetta a ricorrenti e significativi fenomeni di esondazione



Area soggetta a fenomeni di esondazione eccezionali



Area interessata da esondazioni eventi 1991-92-93



Limite ambito A1 (L.R. 12/2000)



Limite ambito B (L.R. 12/2000)



Tratto intubato

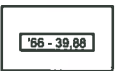


Battente idrico massimo durante la piena del 1966

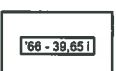
DATI DELL'IST. IDROGRAFICO DI PISA



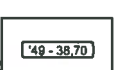
N° della sezione idraulica con battente di piena rilevata dal profilo longitudinale



Quota del battente di piena dell'evento Novembre 1966 in m. s.l.m.



Quota interpolata del battente di piena dell'evento Novembre 1966 in m. s.l.m.



Quota del battente di piena dell'evento Novembre 1949 in m. s.l.m.

DATI DESUNTI DAL PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (Autorità di Bacino Fiume Arno)

T30	85,76
T100	87,19
T200	87,78

Quota dei battenti di piena calcolati per tempi di ritorno T30, T100, T200 sull'asta principale fiume Arno e sul fiume Sieve

Quota dei battenti di piena **SEZ. 687**

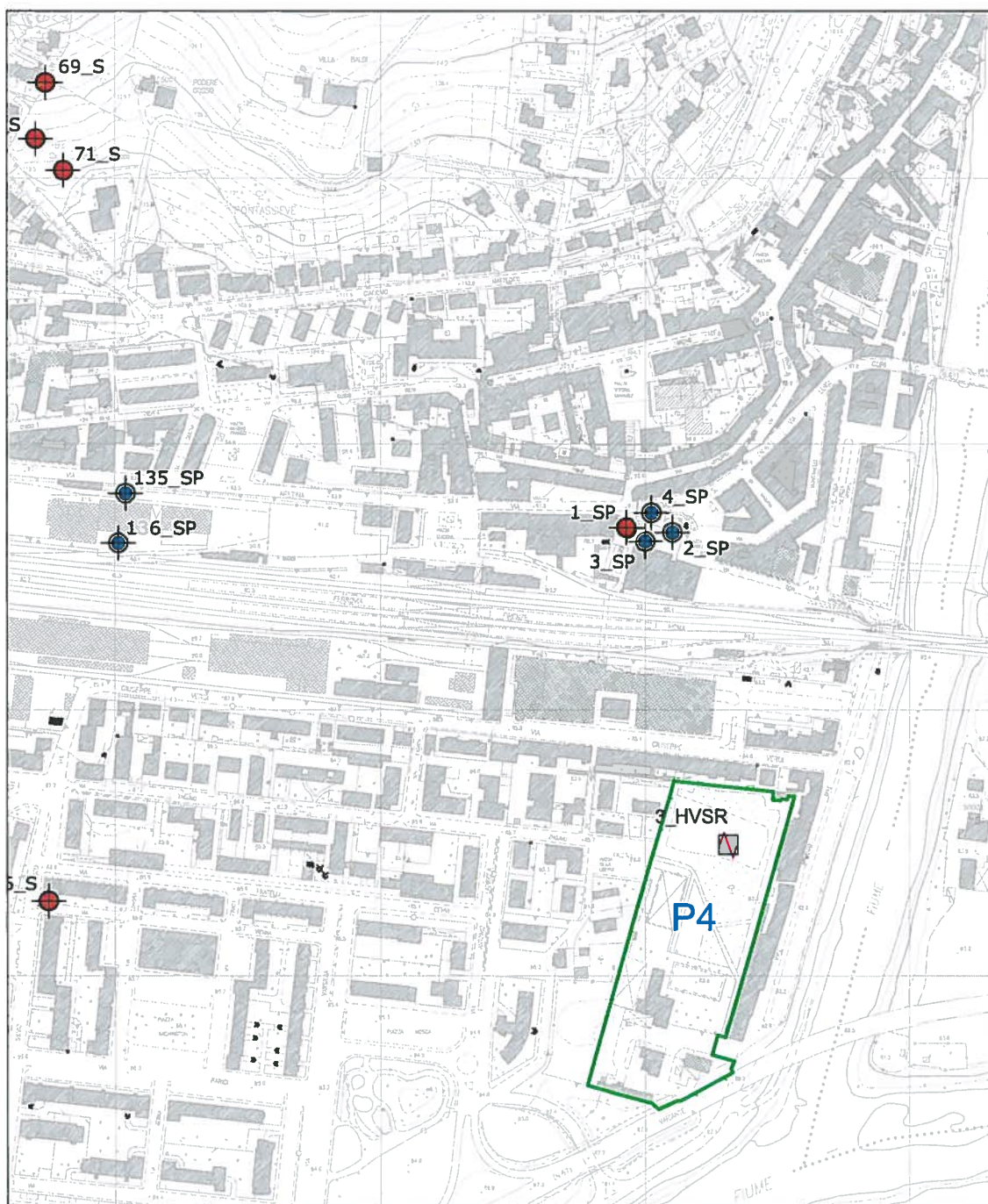
**Tr30 H83,56 s.l.m.**

**Tr100 H85,07 s.l.m.**

**Tr200 H85,52 s.l.m.**











Limiti comparti









## LEGENDA

scala 1:5.000

### Indagini geognostiche

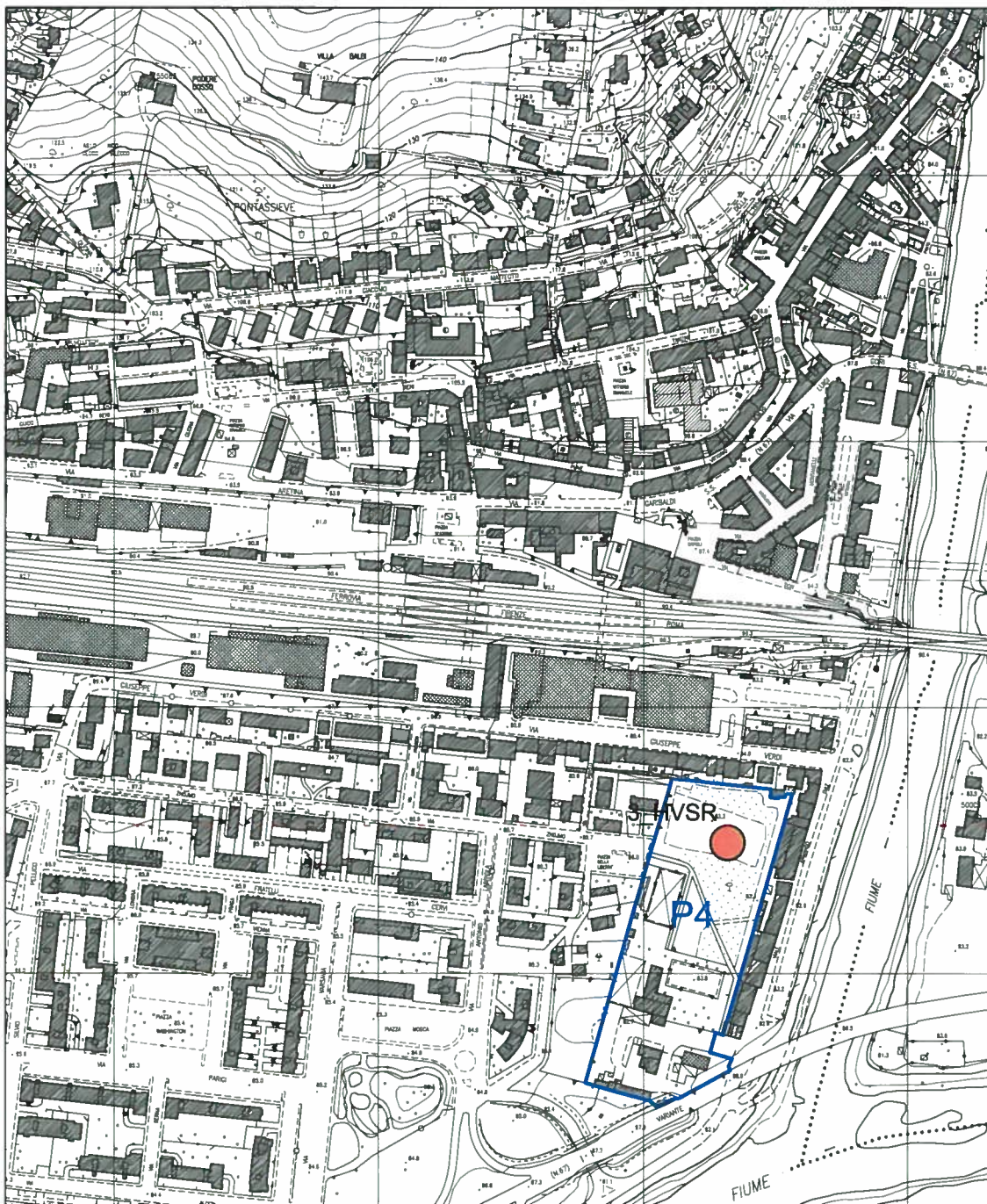
-  39\_S Sondaggio a carotaggio continuo
-  25\_SP Sondaggio a carotaggio continuo con piezometro
-  36\_SI Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
-  179\_SDH Sondaggio a carotaggio continuo con tubo per prova down-hole
-  75\_T Trincea o pozzetto esplorativo
-  83\_PA Pozzo per acqua
-  46\_DP Prova penetrometrica dinamica pesante
-  76\_CPT Prova penetrometrica statica

### Indagini geofisiche

-  63\_ERT Tomografia elettrica
-  35\_SR Profilo sismico a rifrazione
-  32\_MASW MASW
-  67\_REMI REMI
-  27\_ESAC Array Sismico ESAC
-  38\_HVSR Prova sismica passiva a stazione singola

S3a

Limiti comparti



scala 1:5.000

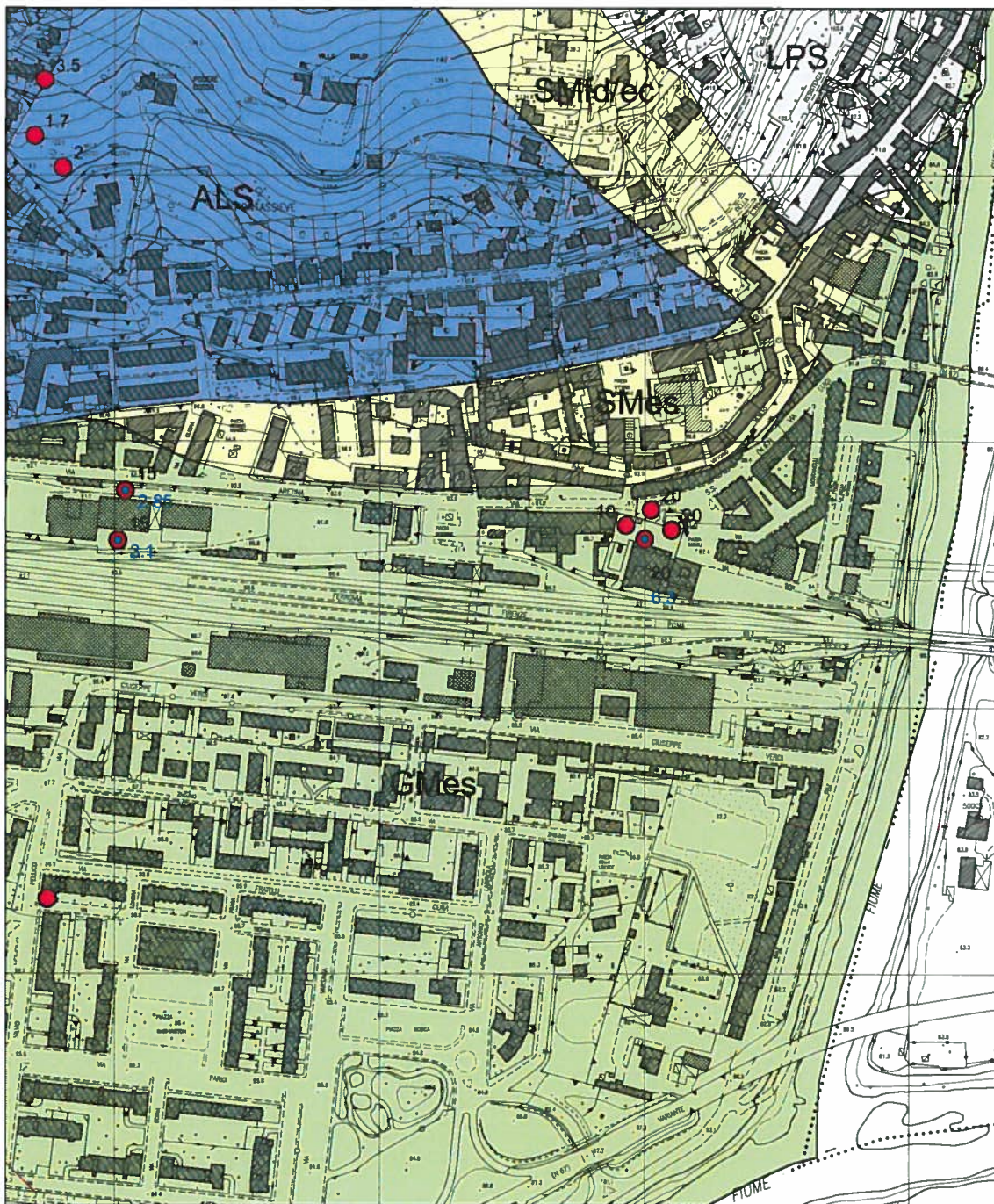
LEGENDA

fo (Hz) - (scala di colori)	Ao - (dimensioni crescenti)
● nessuna risonanza - (nero)	○ nessuna risonanza
● $0.1 \leq f_0 \leq 0.5$ - (verde scuro)	
● $0.5 < f_0 \leq 1.0$ - (verde)	○ $1.1 \leq A_0 \leq 2.0$
● $1.0 < f_0 \leq 2.5$ - (marrone)	○ $2.0 < A_0 \leq 3.0$
○ $2.5 < f_0 \leq 5.0$ - (giallo)	
○ $5.0 < f_0 \leq 7.5$ - (arancio)	○ $3.0 < A_0 \leq 5.0$
● $7.5 < f_0 \leq 10.0$ - (rosso)	
● $10.0 < f_0 \leq 15.0$ - (viola)	○ $5.0 < A_0$
● $15.0 < f_0$ - (blu)	

Tabella Riassuntiva Misure H/V				
Località	Sigla indagine	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Classe
SANTA BRIGIDA	10_HVSR	3.44	2.83	B1
	11_HVSR	8.75	4.74	A1

S3a

Limiti compartì



## LEGENDA

scala 1:5.000

### Notazioni geologiche: terreni di copertura

**SMfd/ec** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante (falda detritica) e/o di ambiente di versante (eluvi/colluvi)

**SMes** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di fluvio lacustre (argine/barre/canali)

### Notazioni geologiche: substrato geologico rigido o non rigido

**ALS** Alternanza di litotipi, stratificato

**LPS** Lapideo stratificato

### Notazioni geologiche: elementi geologici e idrogeologici

5 ● Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo

10 ● Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido

5 ● Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie

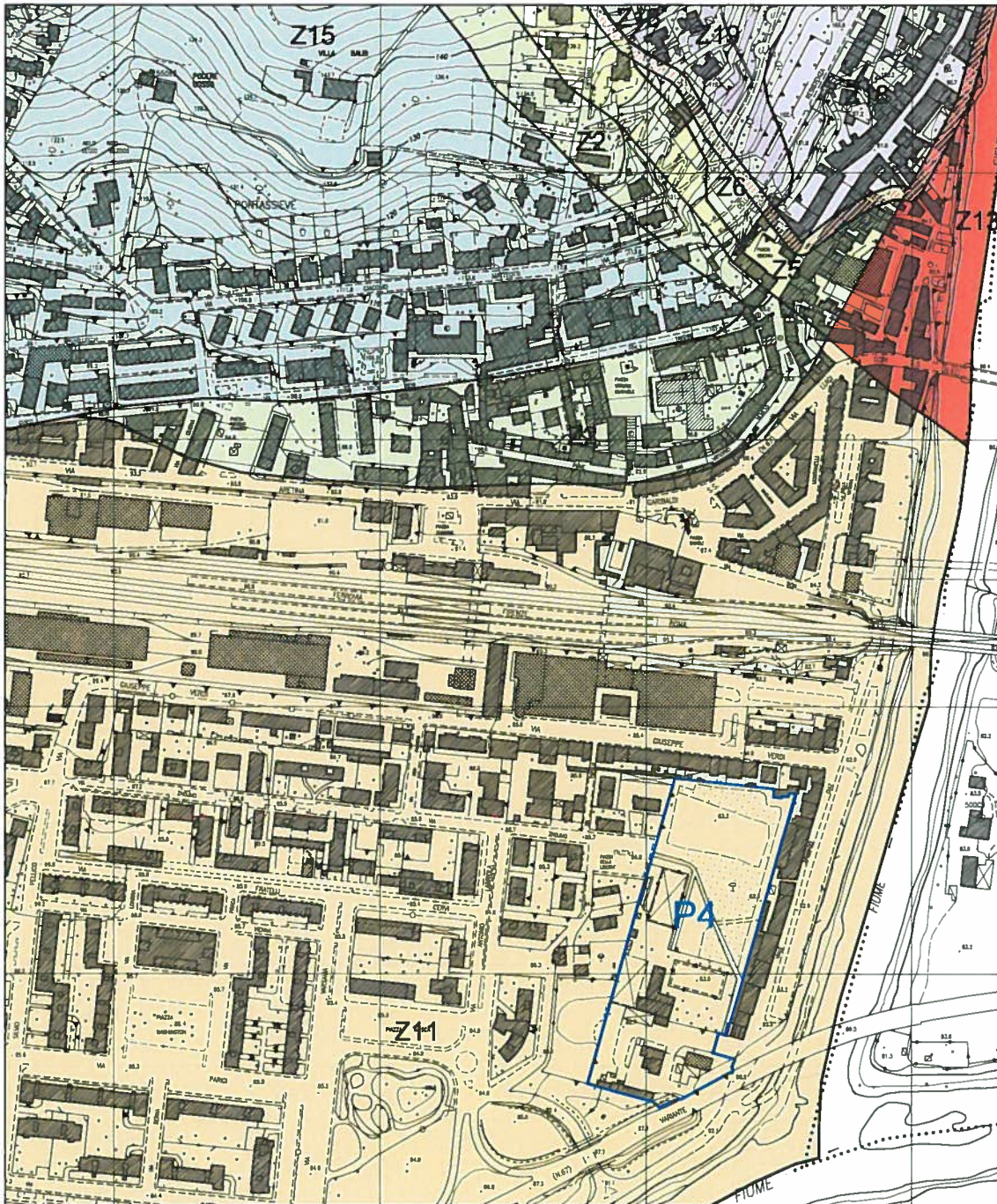
### Notazioni geologiche: elementi tettonico strutturali

15 Giacitura strati

— Faglia, faglia incerta

# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

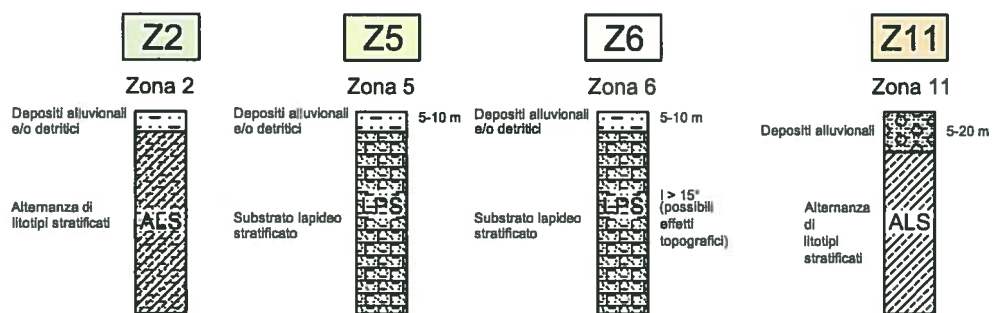
Pontassieve



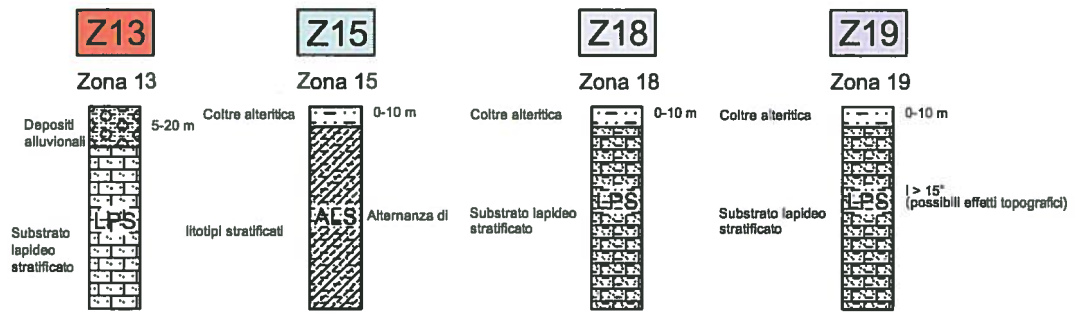
## LEGENDA

scala 1:5.000

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali







-  Ghiaia limosa
-  Sabbia limosa
-  Argilliti e marna
-  Calcari marnosi e arenarie calcaree
-  Blocchi litoidi in matrice argillosa

### Zone stabili suscettibili di instabilità

Zone di attenzione instabilità di versante ZA FR		
Instabilità di versante		
Stato di attività		
Inattiva	Quiescente	Attiva
Zone di attenzione per altri tipi di instabilità		
 <b>Cedimenti differenziali</b> Area di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse		

S3a

Limiti compartì



## LEGENDA

scala 1:5.000

### Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)



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



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



**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

**Ambito P5**

**Riproposizione**  
**della previsione relativa all'ampliamento del cimitero della Misericordia in**  
**Capoluogo**

Contenuti:

Scheda di fattibilità ambito P5  
Carta di fattibilità ambito P5

Carta geologica (scala 1:5.000)  
Carta geomorfologica (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità geologica (scala 1:5.000)

Carta delle indagini (scala 1:5.000)  
Carta delle frequenze (scala 1:5.000)  
Carta geologico tecnica in prospettiva sismica (scala 1:5000)  
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità sismica (scala 1:5.000)

**Note:**

Nel precedente S.U. all'area in questione erano assegnate classi di pericolosità 4 (in gran parte) con un settore occidentale in classe di pericolosità geologica 3. Era stata attribuita classe di fattibilità IV.

<b>INTERVENTO – Ambito P5</b>	<b>LOCALITA': Capoluogo</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: P5</b> Cartografia tematica in scala 1:5.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Riproposizione ampliamento del cimitero della Misericordia in capoluogo
<p><b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Area per ampliamento cimitero della Misericordia in Via San Martino a Quona da attuare mediante progetto unitario.</p> <p>A compendio della presente scheda di fattibilità (vedi allegato B) sono svolte considerazioni di approfondimento geognostico e geotecnico sull'intervento P5 come contemplato al comma 3.2.1 dell'allegato A al D.P.G.R. del 25 ottobre 2011 di approvazione del Regolamento Regionale n. 53/R per le previsioni urbanistiche ricadenti in classe di fattibilità 4.</p> <p>Tale previsione era già stata oggetto di studi di supporto geologico per variante allo S.U. . Come tale il relativo supporto era stato inoltrato all'URTT di Firenze da cui veniva licenziato con parere favorevole di cui al protocollo n. 2968/400/07/05 del 18.2.2003. Tale previsione era stata reiterata nel 1° Regolamento Urbanistico oggetto di deposito a controllo obbligatorio presso il Genio Civile di Firenze (deposito n. 1995 del 25.7.2005) e licenziato con parere n. prot. 152185/124.047.005 del 22.12.2005.</p> <p>La presente riproposizione non altera alcuna delle caratteristiche degli atti di pianificazione precedentemente depositati al competente Ufficio del Genio Civile di Firenze.</p>	
<p><b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Questa è formata da argilliti grigio scure con subordinati livelli marnoso argillitici, marnoso calcarei, calcareo marnosi e di arenarie calcarifere tipo "Pietraforte".</p> <p>Più in generale i settori collinari a nord dell'area cimiteriale, così come l'isolato rilievo su cui si colloca il Podere Poggio al Colle, sono, invece caratterizzati da un substrato riferibile alla Formazione di Monte Morello (MLL), costituita da calcari marnosi bianchi e grigio giallastri granulosi associati a subordinati livelli argillitici, marnoso siltitici e di arenarie calcarifere. Questi si trovano stratigraficamente sovrastante alle litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).</p> <p>In ampi settori delle porzioni collinari i suddetti litotipi litoidi sono sovrapposti da spessori di coltri detritiche, coltri di frana e coperture eluvio-colluviali.</p>	
<p><b>GEOMORFOLOGIA:</b> Da un punto di vista geomorfologico in un'ampia area intorno all'aera di interesse si rinvengono varie fenomenologie, di cui l'elemento di maggior importanza è il corpo di frana attivo che interessa la porzione orientale del previsto azzonamento in ampliamento dell'esistente area cimiteriale. La rimanente porzione occidentale del previsto comparto è interessata da fenomeni di erosione superficiale.</p>	
<p><b>PENDENZE:</b> L'area si sviluppa in un settore collinare con pendenze variabili e comprese tra 10% e 25%.</p>	
<p><b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b> presenza di falda a quote comprese fra 4,0 e 5,0 ml di profondità dal piano campagna.</p>	
<p><b>CONTESTO IDRAULICO:</b></p>	
<p><b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico alla porzione di settore interessata dal corpo di frana attiva viene attribuita una classe di pericolosità geologica molto elevata (G.4).</p> <p>Alla restante porzione occidentale del comparto vengono attribuite, in parte, classe di pericolosità geologica elevata (G.3) ed in parte classe di pericolosità geologica media (G.2) in base a considerazioni basate sul rapporto litologia/pendenza e/o per semplice presenza di fenomeni di erosione superficiale.</p>	

## **PERICOLOSITA' SISMICA:**

### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per l'area relativa al capoluogo sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 18 sondaggi geognostici a carotaggio continuo strumentati con tubo piezometrico con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio;
- n. 1 stratigrafia di terebrazione per pozzi profondi;

In corrispondenza dei settori di interesse della presente Variante sono inoltre state effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per il comparto in oggetto sono state eseguite n. 2 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

### ***Modello di sottosuolo***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda l'area in esame, i terreni di copertura detritica (d) sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e all'unità geologico-tecnica SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica LPS (substrato lapideo stratificato) i litotipi riconducibili alla Formazione di Monte Morello (MLL) e alle Arenarie del Cervarola (Cev), mentre all'unità geologico-tecnica ALS (substrato geologico costituito da alternanza di litotipi stratificati) le litologie appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

### ***Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale***

Nell'area in esame sono state eseguite n. 2 indagini di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (1\_HVSR e 2\_HVSR).

In particolare la prova 1\_HVSR, eseguita direttamente sui terreni appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL) ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2,04 alla frequenza di 2,16 Hz, che denota un contrasto a profondità prossime ai 50,0 m dal p.c.. In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classe di qualità A2 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse: assenza di risonanza.

La prova 2\_HVSR eseguita in corrispondenza della copertura detritica di frana sul substrato costituito dalla Formazione di Sillano (SIL) ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2,07 alla frequenza di 5,31 Hz, che denota un contrasto a profondità prossime ai 20,0 m dal p.c.. In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classe di qualità A2 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse: assenza di risonanza.

### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

Per il settore prossimo all'area cimiteriale di Pontassieve sono state individuate le seguenti microzone omogenee, appartenenti alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

**Zona 15:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, fratturati, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (2\_HVSR) si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possano manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 16:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, fratturati, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (2\_HVSR) si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i > 15^\circ$ ) si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto alle suddette Zone una classe di pericolosità sismica locale media (S.2) in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da alto contrasto di impedenza.

Inoltre si ha la presenza di zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante legate alla presenza di fenomenologie attive (ZA1FR\_A e ZA2FR\_A).

Si attribuisce pertanto classe di pericolosità sismica S.4 alla zona interessata da frana attiva.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA (ex reg. reg n. 53/R):** Il comparto risulta ricadere per posizione morfologica nelle aree campite con classe di pericolosità idraulica bassa (I.1) in quanto area collinare per cui non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni e in situazione favorevole di alto morfologico.

#### **SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Il settore orientale dell'area di previsto ampliamento, interessato dai frana attiva, risulta collocato in classe P.F.4 del P.A.I. del Bacino del F. Arno.

In virtù di tali classificazioni e delle salvaguardie correlate (vedi NTA del P.A.I.) risultano ammissibili i seguenti interventi:

#### **ai sensi dell'art. 10 delle NTA di P.A.I. per le aree classificate P.F.4**

..... omissis .....

2h. nuovi interventi relativi ad 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 della Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F1, geomorfologica e sismica F4 in ottemperanza alle prescrizioni sotto riportate dettagliate in sintonia con i contenuti di cui al comma 3.2.1 dell'allegato A al D.P.G.R. del 25 ottobre 2011 di approvazione del Regolamento Regionale n. 53/R.

**PRESCRIZIONI:** I dati raccolti e lo studio effettuato (vedi allegato B) hanno evidenziato una situazione di stabilità del versante tale da necessitare di opere di bonifica e sostegno da realizzare prima dell'ampliamento del cimitero.

Come meglio dettagliato in Allegato B tale opera dovrà essere costituita da una paratia di pali del diametro di 800 mm intirantata che dovrà assolvere la funzione di contenere la coltre superficiale detritica non particolarmente stabile soggetta a fenomeni di rapida decadenza delle caratteristiche geotecniche dei terreni per effetto delle acque di infiltrazione.

E' prescritta inoltre la realizzazione di una serie di trincee drenanti e la realizzazione di pozzi drenanti al fine di drenare le acque fino al substrato.

L'intervento risulta attuabile anche secondo quanto stabilito dalle salvaguardie sovracomunali del P.A.I. per la porzione di area ricadente in classe P.F.4 in quanto trattasi di:

nuovi interventi (completamento di area cimiteriale esistente e quindi non delocalizzabile) relativi a opere 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 della Autorità di Bacino sulla conformità di tali interventi con gli indirizzi dalla stessa fissati.

Tale parere andrà richiesto dal Comune di Pontassieve alla Autorità di Bacino del Fiume Arno precedentemente al rilascio dei procedimenti autorizzativi o di atti di assenso comunque denominati ai sensi della L.R. n. 1/2005 (permesso di costruire e/o altro).

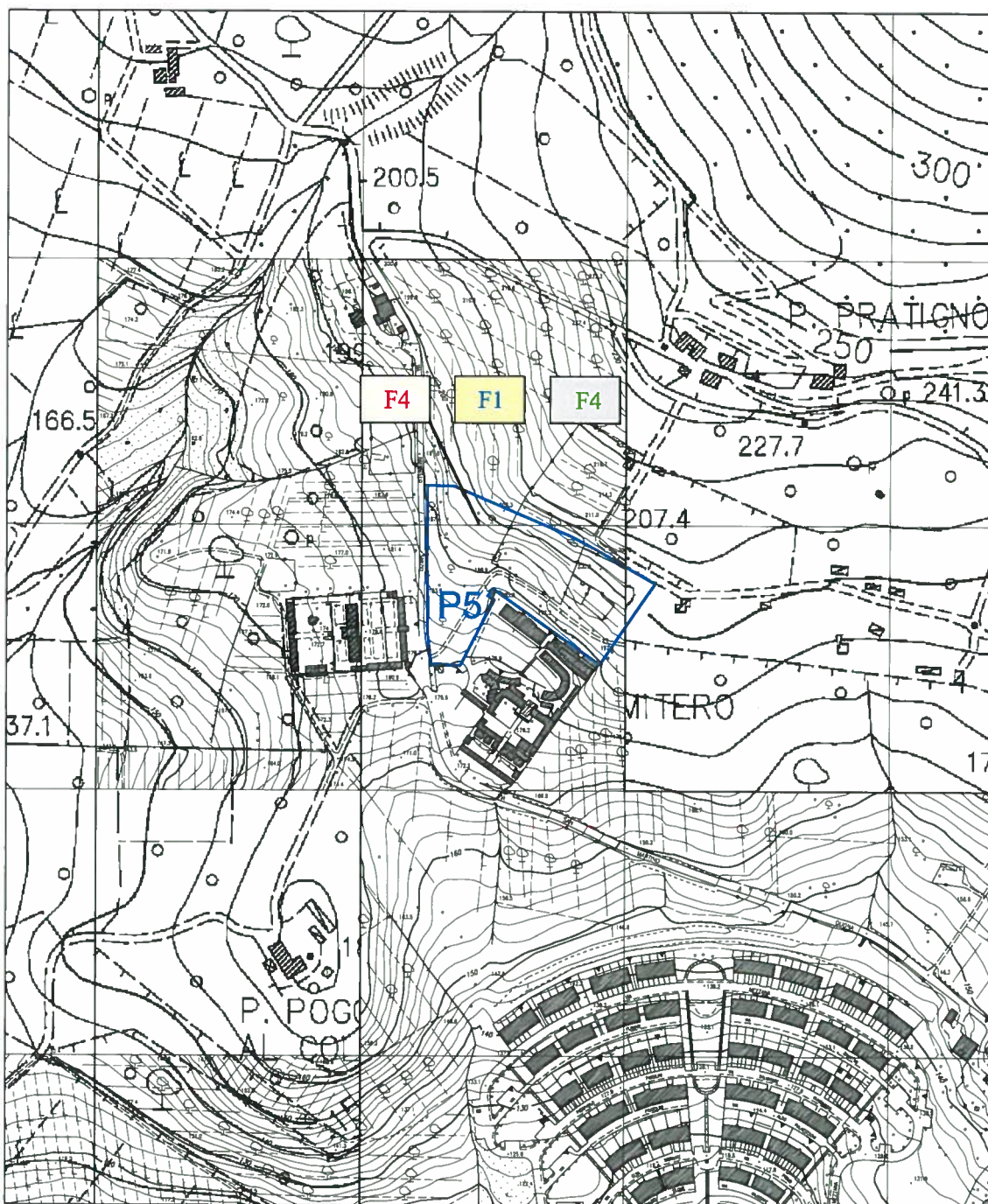
Nell'osservanza e nel rispetto di quanto sopra definito in merito alle salvaguardie disposte dal PAI e dal comma 3.2.1 dell'allegato A al D.P.G.R. del 25 ottobre 2011 di approvazione del Regolamento Regionale n. 53/R la progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di

poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni, ai cedimenti indotti e sulla stabilità della porzione di versante collinare su cui si intende realizzare il nuovo manufatto. In particolare andranno condotte verifiche di stabilità allo stato attuale e di progetto. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali, puntuali valutazioni sui cedimenti e considerazioni sulla stabilità del versante allo stato di progetto, in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

In funzione dei contenuti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C. andrà anche riverificata la progettazione delle opere di bonifica e consolidamento redatta dall'Ing. D. Lapi (dicembre 2002).

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per la presenza di zona suscettibile di instabilità di versante attiva, oltre a rispettare le prescrizioni riportate nelle condizioni di fattibilità geomorfologica, dovranno essere 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.



## LEGENDA

scala 1:5.000

Aspetti geologici

Aspetti idraulici

Aspetti sismici

F1	F1	F1
F2	F2	F2
F3	F3	F3
F4	F4	F4

Fattibilità senza particolari limitazioni.

Fattibilità con normali vincoli.

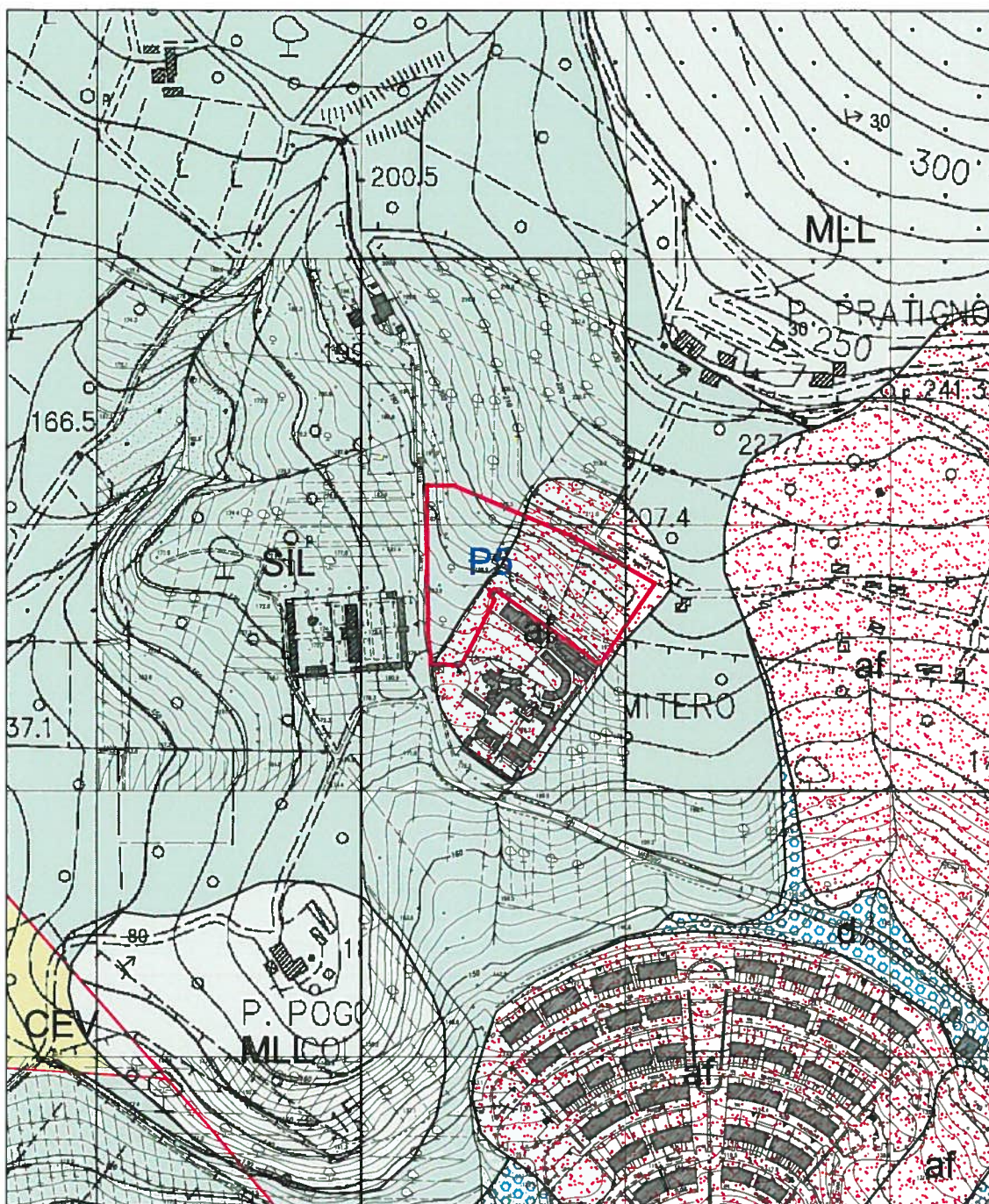
Fattibilità condizionata.

Fattibilità limitata.

S3a

Limiti comparti





LEGENDA

scala 1:5.000



af Accumulo di frana



d COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI. Trattasi di depositi a litologia e granulometria variabili.



MLL FORMAZIONE DI MONTE MORELLO. Calcari marnosi bianchi a frattura concoide e grigio giallastri granulosi teneri, prevalenti; argilloscisti e marnoscisti, arenarie calcarifere; talora brecciole nummulitiche.



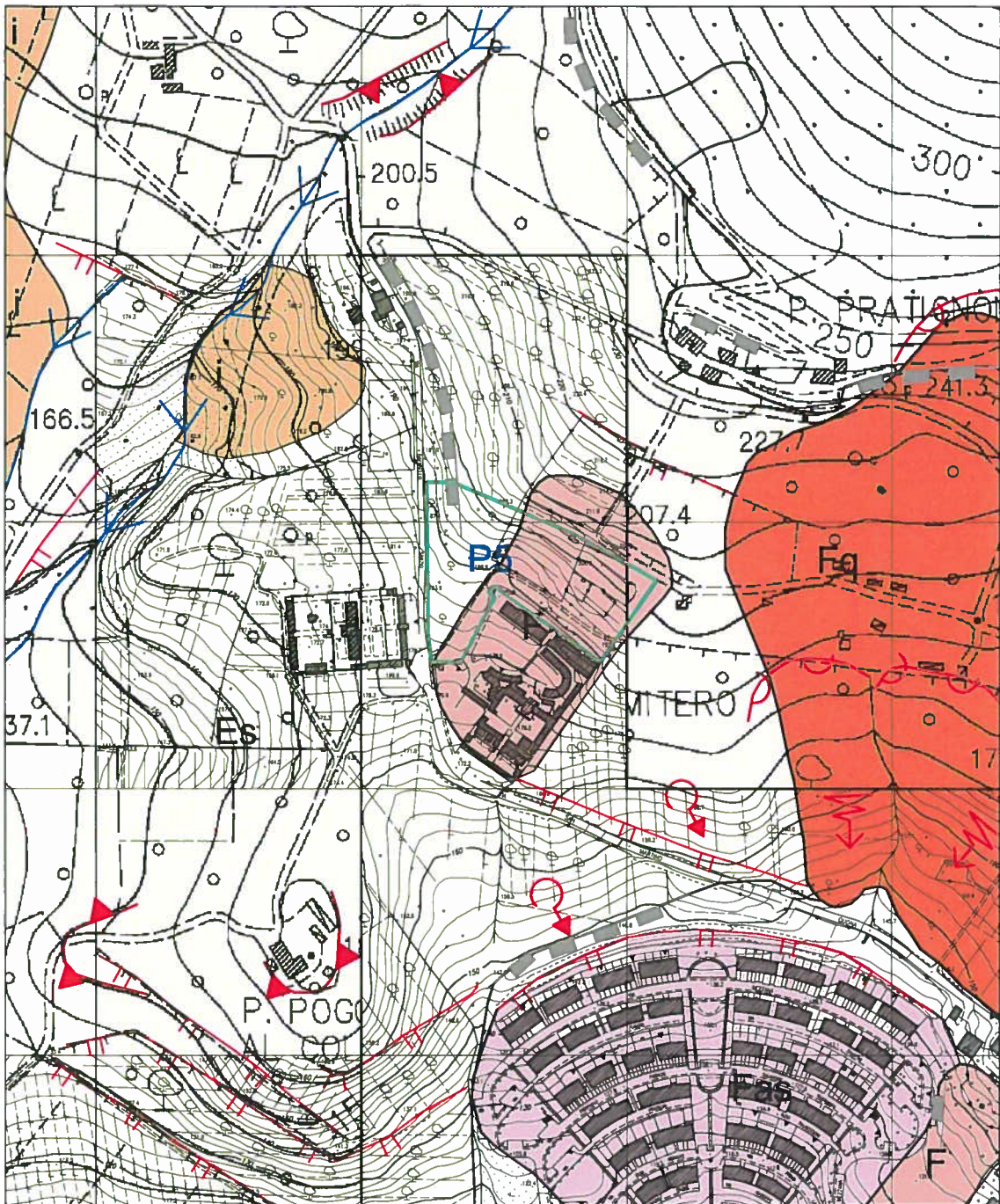
CEV ARENARIE DEL CERVAROLA. Siltiti laminare, subordinatamente marnose e arenarie fini quarzoso-feldspatiche e calcaree; talora presenza di selce scura.



15° Giacitura strati



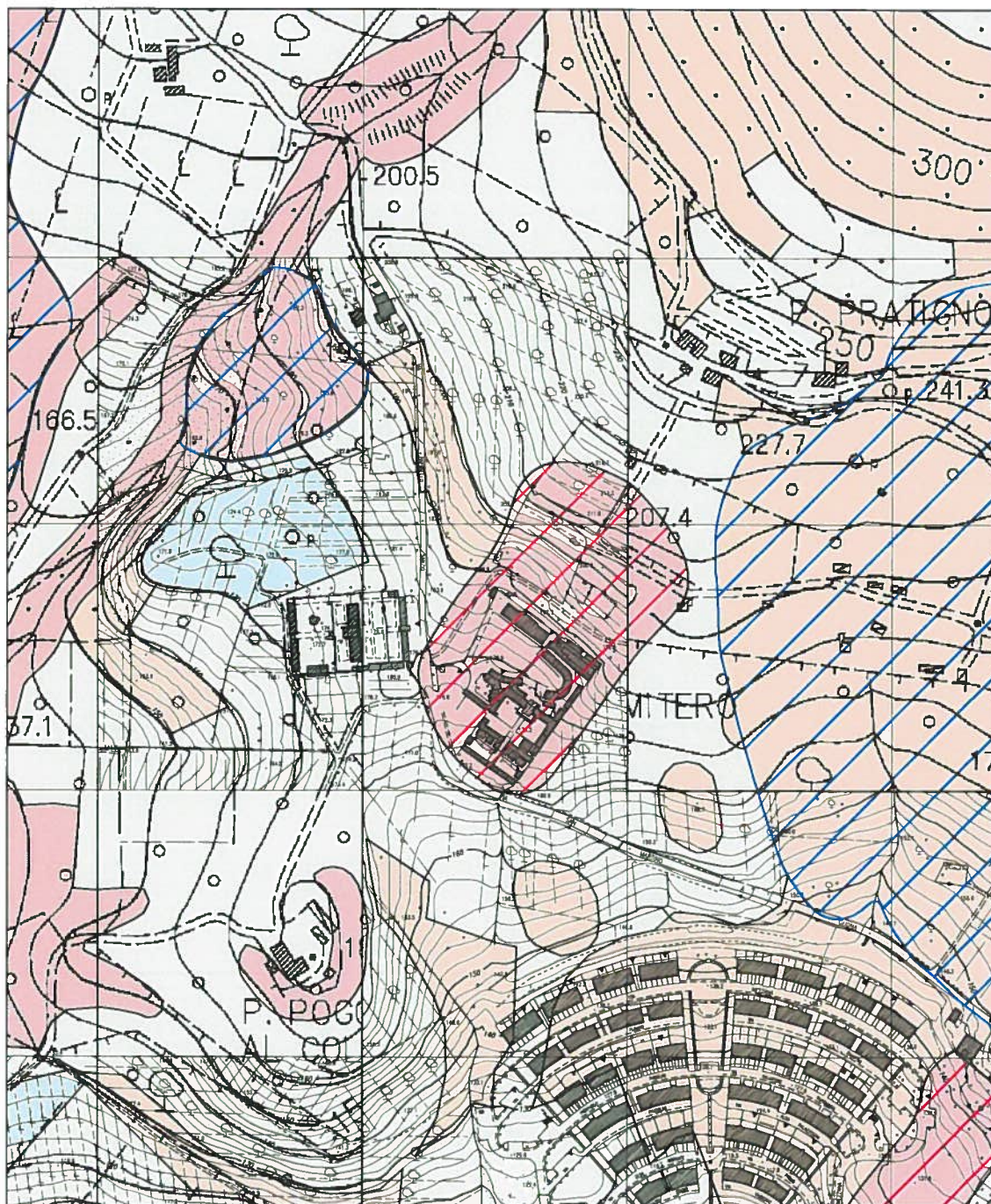
Faglia, faglia incerta



LEGENDA

scala 1:5.000

- i Area instabile per soliflusso generalizzato
  - F Corpo di frana attiva
  - Fq Corpo di frana quiescente
  - Fas Corpo di frana artificialmente stabilizzato
  - Corona di frana non attiva
  - Erosione incanalata
  - Scarpata attiva
  - Soliflusso localizzato
  - Scarpata antropica
- S3a Limiti comparti



### LEGENDA

scala 1:5.000

**Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)**



**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.



**Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, 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 caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.



**Pericolosità geologica media (G.2)** : aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacitureali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.



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

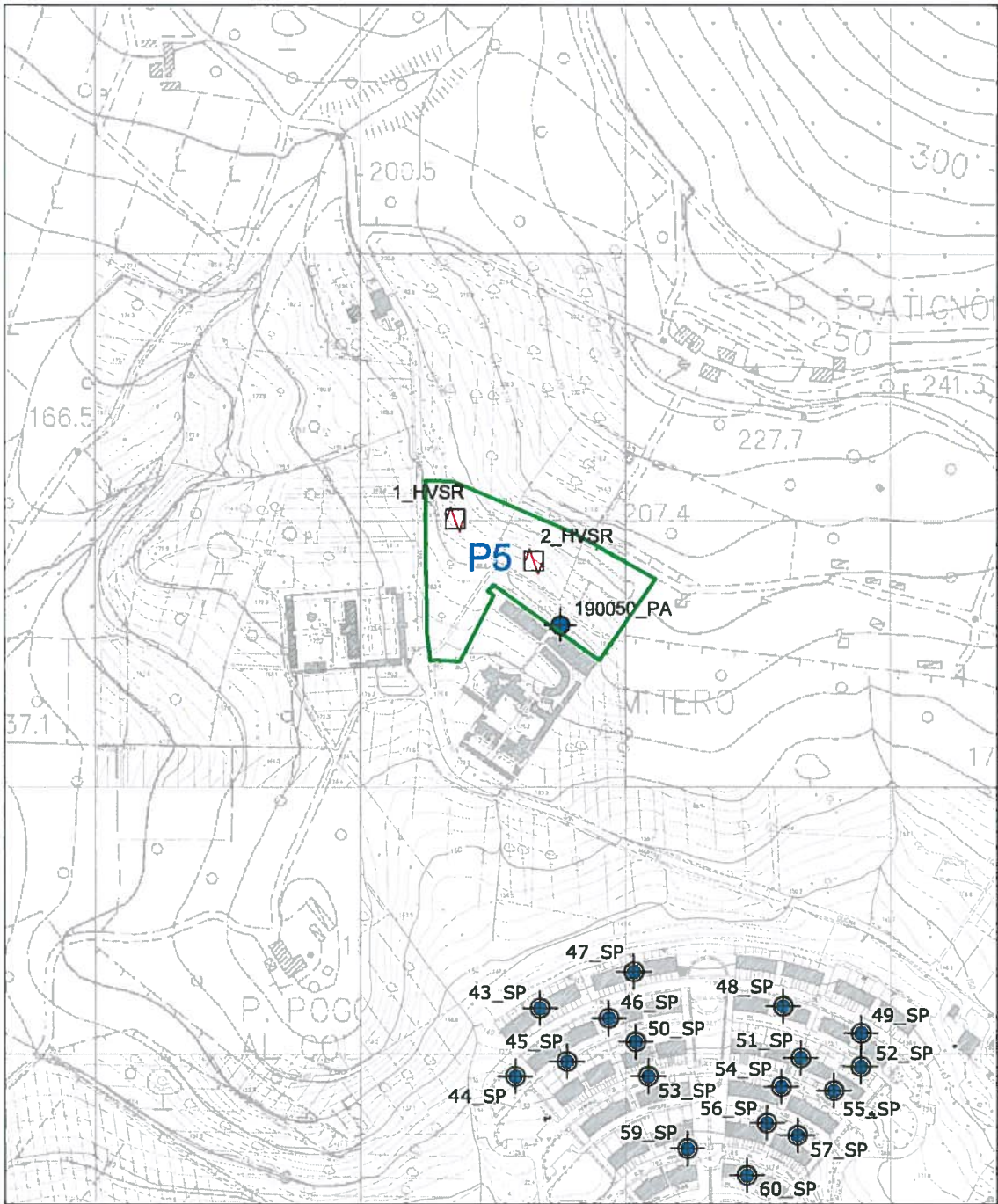
**Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino Fiume Arno)**



**P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata











**P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata







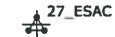

## LEGENDA

scala 1:5.000

### Indagini geognostiche

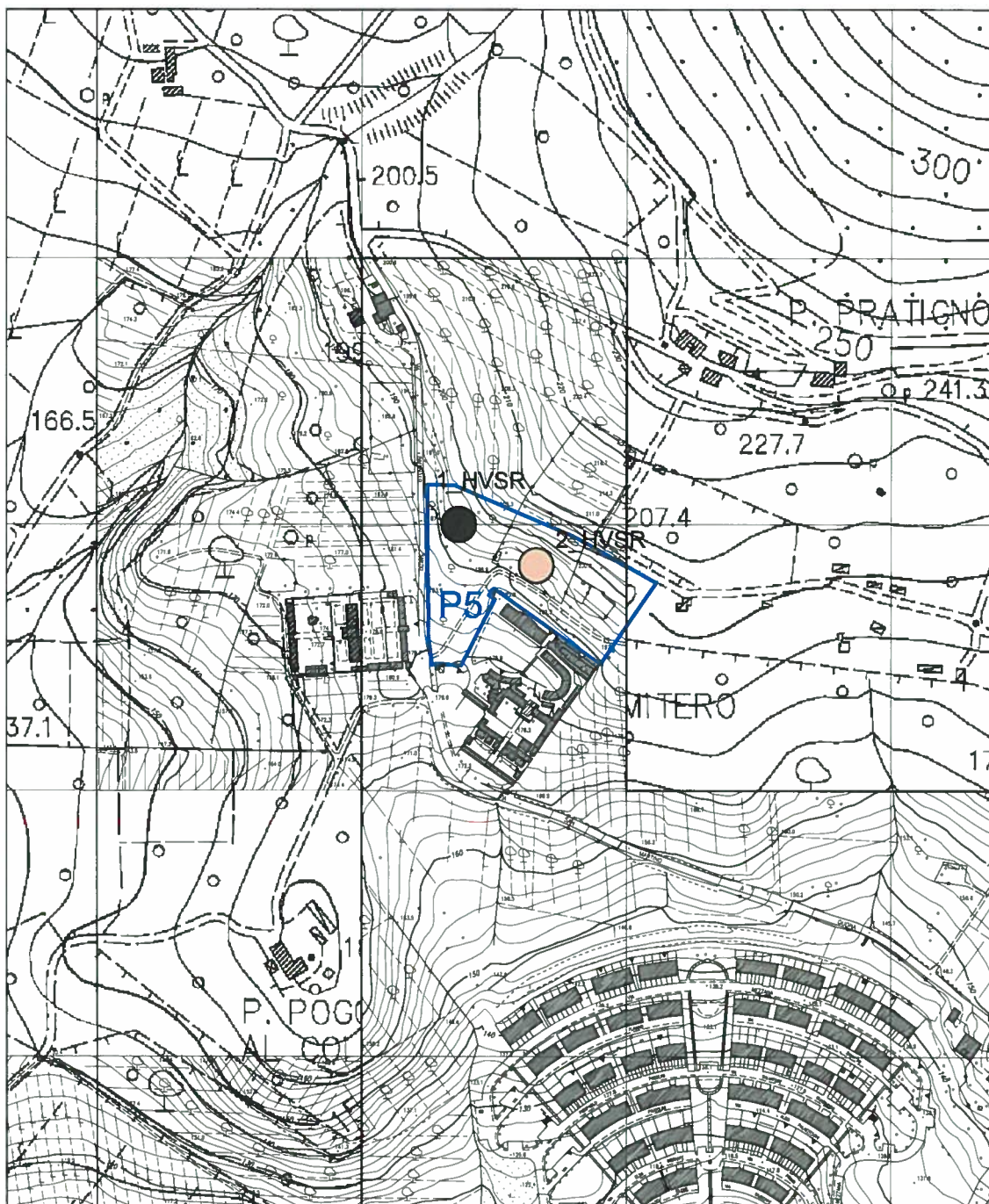
-  39\_S Sondaggio a carotaggio continuo
-  25\_SP Sondaggio a carotaggio continuo con piezometro
-  36\_SI Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
-  179\_SDH Sondaggio a carotaggio continuo con tubo per prova down-hole
-  75\_T Trincea o pozzetto esplorativo
-  83\_PA Pozzo per acqua
-  46\_DP Prova penetrometrica dinamica pesante
-  76\_CPT Prova penetrometrica statica

### Indagini geofisiche

-  63\_ERT Tomografia elettrica
-  35\_SR Profilo sismico a rifrazione
-  32\_MASW MASW
-  67\_REMI REMI
-  27\_ESAC Array Sismico ESAC
-  38\_HVSR Prova sismica passiva a stazione singola

S3a

Limiti comparti



## LEGENDA

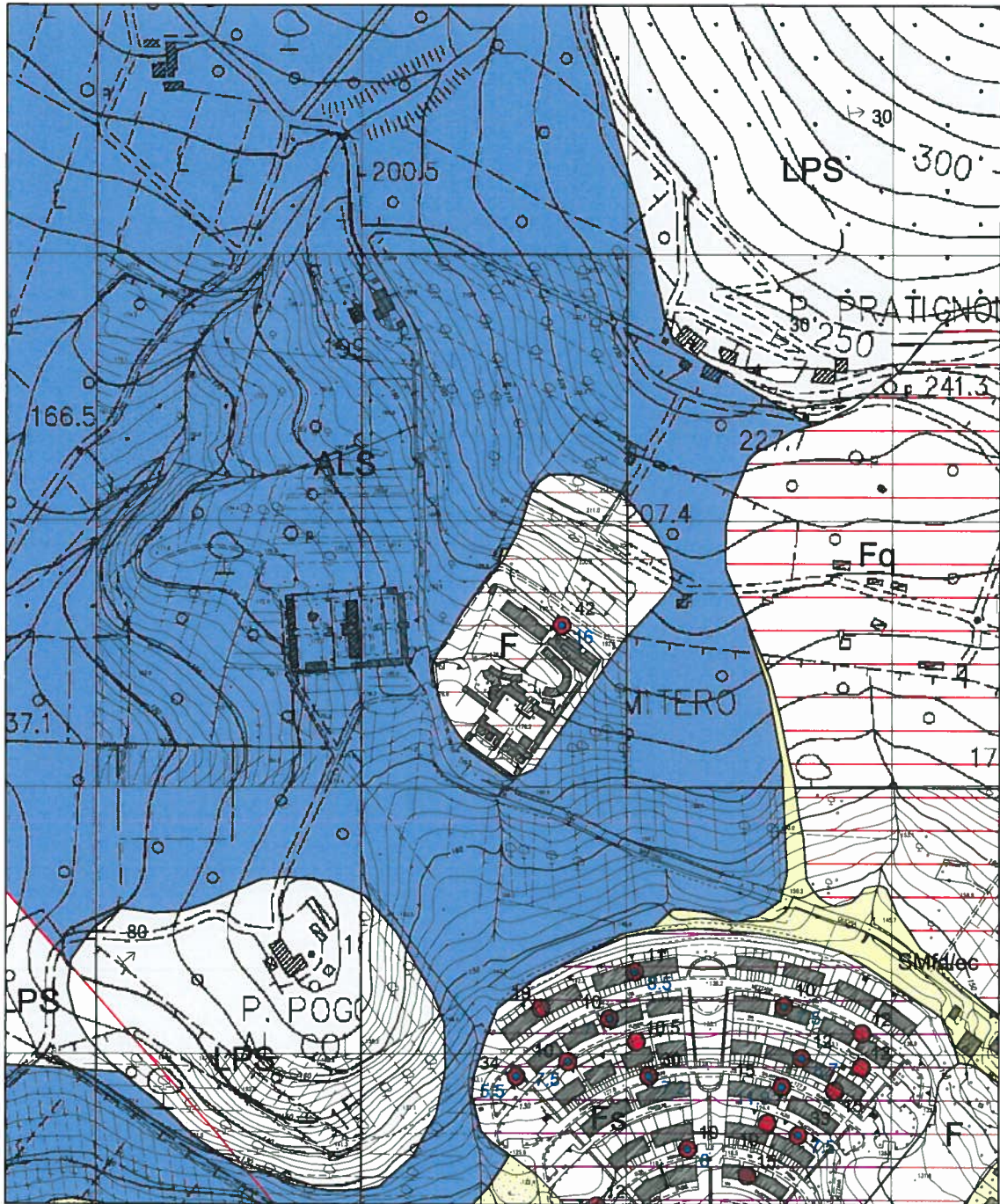
scala 1:5.000

<b>fo (Hz) - (scala di colori)</b>	<b>A0 - (dimensioni crescenti)</b>
● nessuna risonanza - (nero)	○ nessuna risonanza
● $0.1 \leq f_0 \leq 0.5$ - (verde scuro)	○ $1.1 \leq A_0 \leq 2.0$
● $0.5 < f_0 \leq 1.0$ - (verde)	
● $1.0 < f_0 \leq 2.5$ - (marrone)	○ $2.0 < A_0 \leq 3.0$
○ $2.5 < f_0 \leq 5.0$ - (giallo)	
● $5.0 < f_0 \leq 7.5$ - (arancio)	○ $3.0 < A_0 \leq 5.0$
● $7.5 < f_0 \leq 10.0$ - (rosso)	
● $10.0 < f_0 \leq 15.0$ - (viola)	○ $5.0 < A_0$
● $15.0 < f_0$ - (blu)	

Tabella Riassuntiva Misura H/V				
Località	Sigla indagine	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Classe
SANTA BRIGIDA	10_HVSR	3.44	2.83	B1
	11_HVSR	8.75	4.74	A1

S3a

Limiti compartì



## LEGENDA

scala 1:5.000

Notazioni geomorfologiche: instabilità di versante

- F Corpo di frana attiva
- Fq Corpo di frana quiescente
- Fe Corpo di frana stabilizzata

Notazioni geologiche: terreni di copertura

- SMfd/ec Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante (falda detritica) e/o di ambiente di versante (eluvi/colluvi)

Notazioni geologiche: substrato geologico rigido o non rigido

- ALS Alternanza di litotipi, stratificato
- LPS Lapideo stratificato

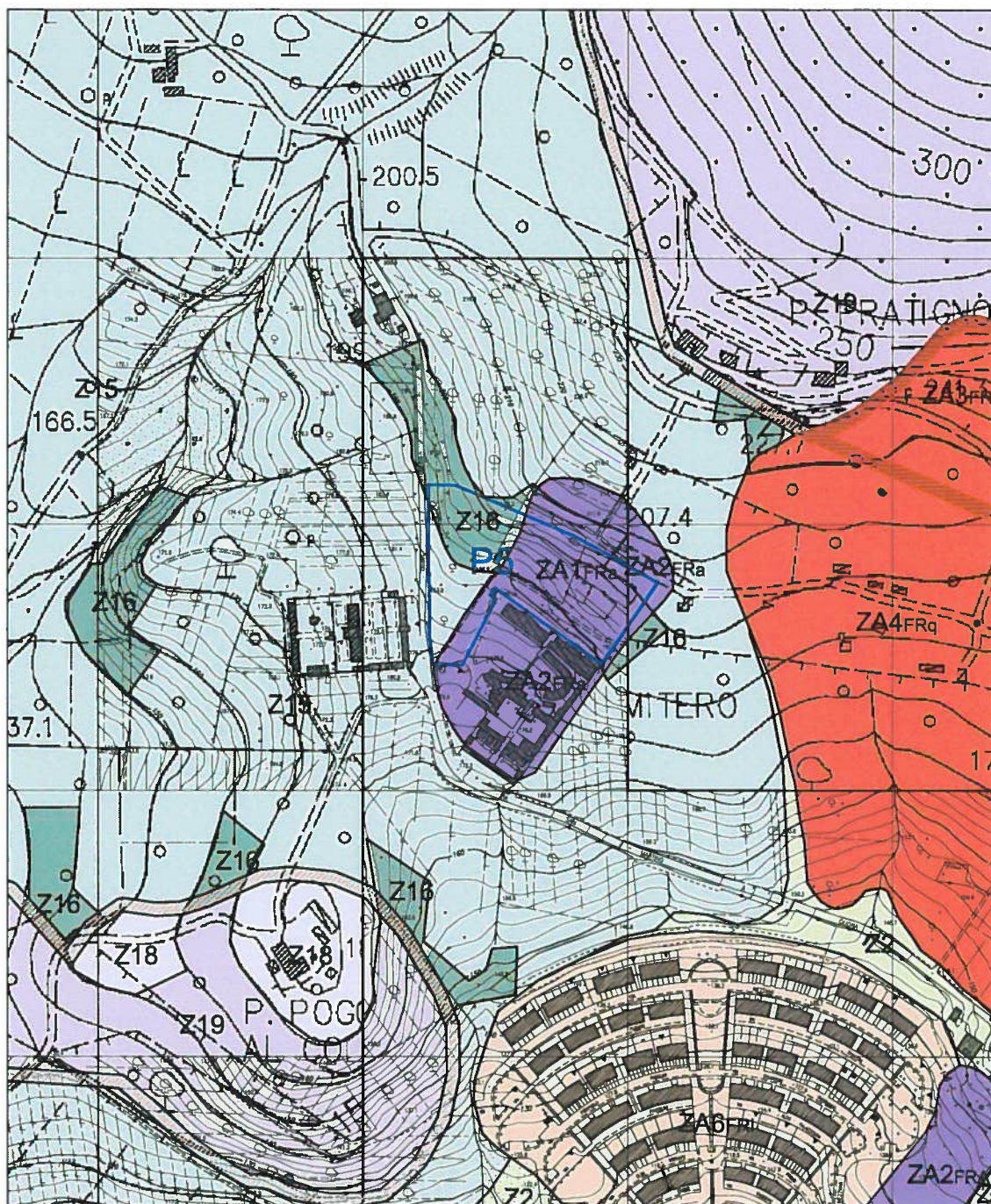
Notazioni geologiche: elementi geologici e idrogeologici

- 5 Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo
- 10 Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido
- 5 Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie

Notazioni geologiche: elementi tettonico strutturali

- 15 Giacitura strati
- Faglia, faglia incerta

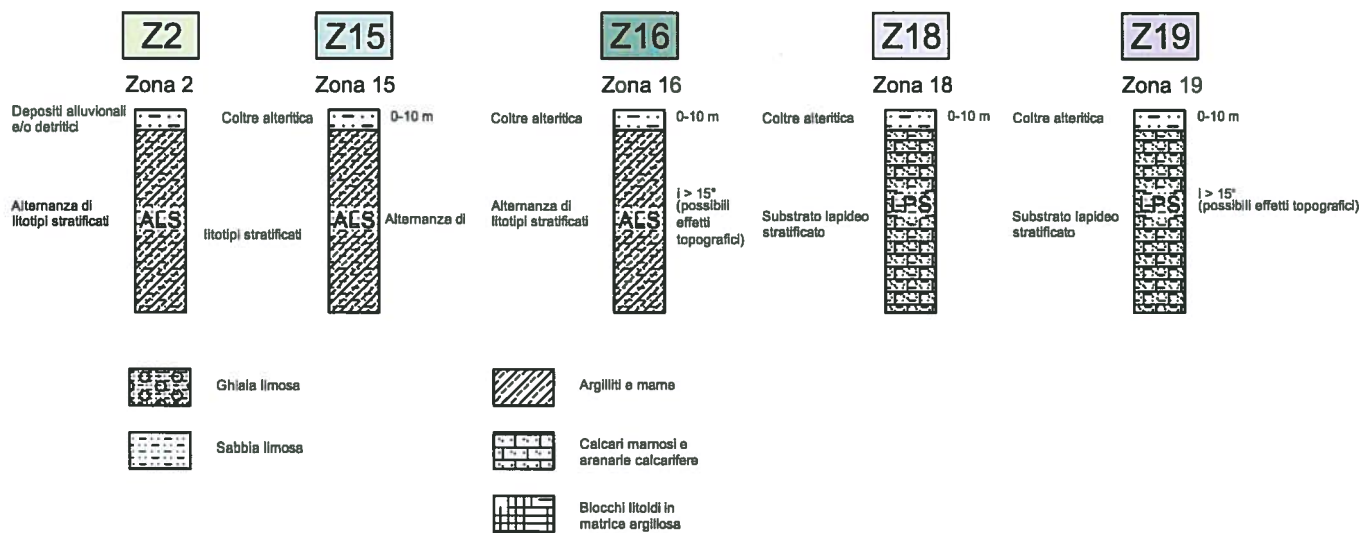
# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN *Pontassieve* PROSPETTIVA SISMICA










## LEGENDA

scala 1:5.000

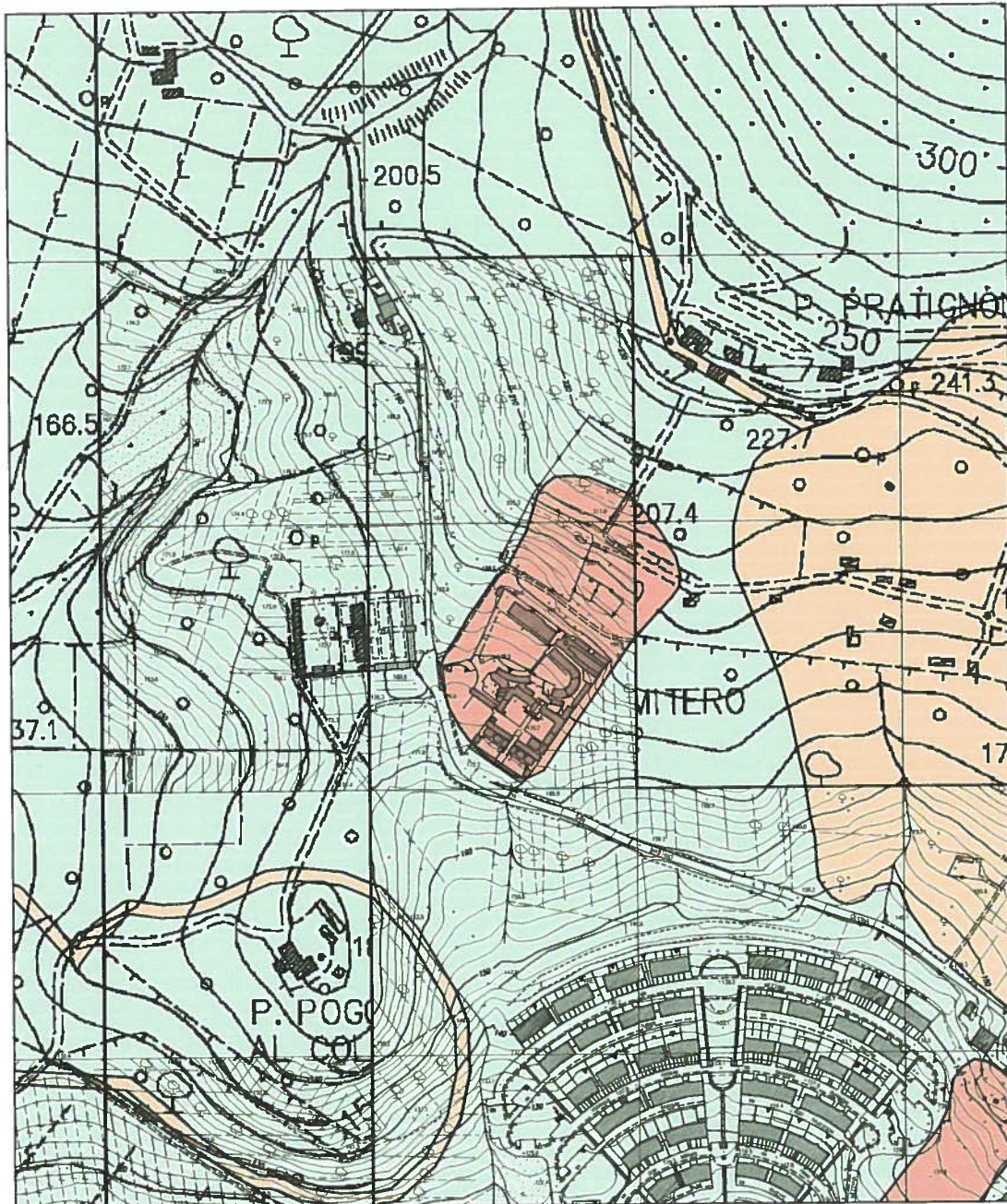
### Zone stabili suscettibili di instabilità



Zone di attenzione instabilità di versante ZA FR		
Instabilità di versante		
Stato di attività		
Inattiva	Quiescente	Attiva
 ZA6FRI $i < 15^\circ$	 ZA3FRQ $i \geq 15^\circ$   ZA4FRQ $i < 15^\circ$	 ZA1FRA $i \geq 15^\circ$   ZA2FRA $i < 15^\circ$
Zone di attenzione per altri tipi di instabilità		
	<b>Cedimenti differenziali</b> Area di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse	
	<b>Sovrapposizione di instabilità</b> Aree di sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti	

**S3a** *Limiti compartì*





LEGENDA

scala 1:5.000

*Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)*



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



**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dare luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contenuto di impedenza sismica atteso fra coperture e substrato rigido entro alcune decine di metri.



**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

## **Ambito S2**

### **Riproposizione**

**della previsione relativa all'ampliamento del cimitero delle Sieci con modifiche al perimetro (in aumento nella porzione di valle)**

## **Ambiti S3a e S3b**

### **Riproposizione**

**della previsione relativa all'ampliamento dell'area per attrezzature sportive**

Contenuti:

Scheda di fattibilità ambito S2  
Scheda di fattibilità ambiti S3a/S3b  
Carta di fattibilità ambiti S2 e S3a/S3b

Carta geologica (scala 1:5.000)  
Carta geomorfologica (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità geologica (scala 1:5.000)

Estratto carta della "Perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica-livello di dettaglio" – stralcio cartografico n. 269 (scala 1:10.000) – PAI Arno Autorità di Bacino del Fiume Arno  
Carta della pericolosità idraulica (scala 1:10.000) (quadro conoscitivo di PS – Geo Eco Progetti – aprile 2005)

Carta delle indagini (scala 1:5.000)  
Carta delle frequenze (scala 1:5.000)  
Carta geologico tecnica in prospettiva sismica (scala 1:5000)  
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità sismica (scala 1:5.000)

#### **Note:**

Nel precedente S.U. alle aree in questione erano assegnate le seguenti classi di pericolosità e fattibilità:

Ambito S2 - prevalente classe di pericolosità geologica 3 con limitato settore in classe 2 e classe di fattibilità 3;

Ambiti S3a/S3b – pericolosità geologica 3 (area di fondovalle su cui accertare in fase progettuale le caratteristiche relative alla possibilità di cedimento); pericolosità idraulica 2 con un limitatissimo settore in 3 (ambito fluviale B/basso morfologico, non soggetto a trascorse esondazioni).

<b>INTERVENTO – Ambito S2</b>	<b>LOCALITA': Sieci</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: S2</b> Cartografia tematica in scala 1:5.000.	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Ampliamento esistente attrezzatura cimiteriale
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Da attuare mediante progettazione di opera pubblica	
<p><b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Questa è formata da argilliti grigio scure con subordinati livelli marnoso argillitici, marnoso calcarei, calcareo marnosi e di arenarie calcarifere tipo "Pietraforte". A queste in una porzione del settore in esame si sovrappongono coltri detritiche e coperture eluvio-colluviali (d).</p> <p>I settori a valle, su cui si estende l'abitato delle Sieci sono, invece, caratterizzati dalla presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) a prevalente composizione ghiaioso sabbiosa e ghiaioso limosa, sovrastanti il substrato geologico costituito dalle litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).</p> <p>A valle dell'area cimiteriale in corrispondenza del rilevato ferroviario si rinvengono terreni di natura antropica.</p>	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> Da un punto di vista geomorfologico il settore di interesse è caratterizzato dalla presenza di un areale soggetto a erosione superficiale, inoltre sono presenti rotture di pendio e scarpate di origine antropica.	
<b>PENDENZE:</b> area pedecollinare con pendenze comprese fra il 10 ed il 15% ad eccezione della porzione meridionale pianeggiante.	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> Al settore viene attribuita prevalentemente <b>classe di pericolosità geologica elevata (G.3)</b> ad eccezione del settore di valle che ricade in <b>classe di pericolosità geologica bassa (G.1)</b> (in funzione del rapporto litologia/pendenze).	
<p><b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> <i>Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse</i></p> <p>Per l'intero territorio delle Sieci sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.</p> <p>In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- n. 13 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 3 strumentati con tubo piezometrico con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio;</li> <li>- n. 8 prove penetrometriche di cui n. 4 prove penetrometriche statiche e n. 4 prove penetrometriche dinamiche;</li> </ul> <p>In corrispondenza dell'abitato delle Sieci sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.</p> <p>In particolare sono state svolte n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR), di cui n. 2 in specie nell'immediato intorno dell'area cimiteriale.</p>	
<b>Modello geologico tecnico</b>	

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-technica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e all'unità geologico-technica SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica), i terreni riferibili ai depositi di conoide sono stati attribuiti all'unità SMcd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – conoide detritica), mentre i terreni riferibili ai depositi alluvionali in evoluzione (a) sono stati attribuiti all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-technica ALS (substrato geologico costituito da alternanza di litotipi stratificati) le litologie appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

#### ***Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale***

Nell'area in esame sono state eseguite n. 2 indagini di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (4\_HVSR e 5\_HVSR).

La misura 4\_HVSR eseguita direttamente sui terreni appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL) ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2,24 alla frequenza di 14,84 Hz, che denota un contrasto a profondità comprese tra 5,0 e 10,0 m, indicativo della presenza di uno spessore superficiale di alterazione o di copertura detritica su un substrato litoide.

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A2 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze d'interesse: assenza di risonanza.

La prova 5\_HVSR eseguita in corrispondenza della copertura detritica di frana sul substrato costituito dalla Formazione di Sillano (SIL) ha evidenziato un picco di ampiezza media di 2,76 alla frequenza di 2,88 Hz, che denota un contrasto a profondità prossime ai 30,0 m, quindi in corrispondenza di presunte variazioni litologiche all'interno della Formazione di Sillano (SIL) stessa.

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A1 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; che presenta almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

#### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

In un ampio intorno del settore prossimo all'area cimiteriale delle Sieci sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*:

**Zona 1:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi di conoide su depositi alluvionali attuali e recenti (a) a loro volta poggianti un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 2:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di terreni detritici (d) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (5\_HVSR) si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione ( $i < 15^\circ$ ) dei versanti non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 4:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi detritici (d) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica e in funzione di specifiche indagini sismiche (6\_HVSR) in settori prossimi all'area di studio con presenza della medesima successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 12:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica e in funzione di specifiche indagini sismiche (6\_HVSR) si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 15:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, fratturati, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (4\_HVSR) si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 16:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, fratturati, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (4\_HVSR) si presume la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i > 15^\circ$ ) si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 17:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, fratturati, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (6\_HVSR) eseguita in aree con successione stratigrafica simile a quella della zona in questione si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto al limitato settore meridionale del comparto (Zone MOPS 1, 4, 12 e 17) la **classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da alto contrasto di impedenza, mentre alla gran parte del comparto in area pedecollinare e collinare (Zone MOPS 2, 15 e 16) la **classe di pericolosità sismica locale media (S.2)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da basso contrasto di impedenza.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA (ex reg. reg n. 53/R):** Il comparto risulta ricadere per posizione morfologica nelle aree campite con **classe di pericolosità idraulica bassa (I.1)** in quanto area collinare, per la quale ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni; è un'area in situazione favorevole di alto morfologico in quanto posta a quote altimetriche superiori a 2,0 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Non risultano salvaguardie per quanto concerne la "perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario dei fenomeni franosi" né per l'aspetto relativo alla "perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica" del PAI.

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F1, geomorfologica e sismica F3 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI:** La progettazione dell'intervento, da improntarsi alla conservazione dell'attuale andamento morfologico del terreno, dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni ed ai cedimenti indotti oltre a verifiche di stabilità in condizioni di stato attuale e di stato di progetto. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

A livello progettuale si dovrà inoltre provvedere alle valutazioni sulle migliori forme di regimazione delle acque superficiali.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per la zona stabile suscettibile di amplificazione locali caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, dovrà essere realizzata una campagna di indagini geofisica ad implementazione delle prove eseguite per il presente supporto (es. profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (es. sondaggi a carotaggio continuo) 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. In tale zona di bordovalle, 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.

<b>INTERVENTO – Ambiti S3a e S3b</b>	<b>LOCALITA': Sieci</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: S3a e S3b</b> Cartografia tematica in scala 1:5.000.	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Attrezzature sportive - Parco dello Sport – Via dei Mandorli
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Realizzazione di un nuovo parco attrezzato con strutture sportive e ricreativa all'aperto e attrezzature per il tempo libero da realizzarsi mediante progettazione di opera pubblica.	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) a prevalente composizione ghiaioso sabbiosa e ghiaioso limosa, sovrastanti il substrato geologico costituito dalle litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Questa è formata da argilliti grigio scure con subordinati livelli marnoso argillitici, marnoso calcarei, calcareo marnosi e di arenarie calcarifere tipo "Pietraforte". La Formazione di Sillano (SIL) costituisce il substrato geologico dei rilievi collinari presenti a monte dell'abitato delle Sieci e, talora, su dette litologie prevalentemente argillitiche si sovrappongono coltri detritiche e coperture eluvio-colluviali (d). A valle dell'area del campo sportivo in corrispondenza del rilevato ferroviario si rinvencono terreni di natura antropica.	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> nessuna notazione particolare sull'azonamento di interesse.	
<b>PENDENZE:</b> area di fondovalle con pendenze contenute entro il 5%.	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b> presenza di falda a quote che hanno mostrato oscillazione fra un minimo di 3,50 m ed un massimo di 9,00 m dal piano campagna.	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b> per l'area in esame non risultano verificatisi episodi storico inventariali di esondazione e/o ristagno né durante l'episodio del 1966 né nel triennio 1991-1993. L'area risulta per la quasi totalità in posizione di alto morfologico (+2,00 ml) rispetto al ciglio di sponda del F. Arno. Un limitatissimo settore occidentale, ubicato in prossimità del sottopasso ferroviario, risulta in situazione di "basso morfologico". Nel settore meridionale dell'area in esame scorre il Borro della Ragnaia (e/o "Fosso dello Stracchino") con sezione fluviale artificiale. Il tratto terminale del borro risulta completamente tombato fino alla confluenza in Arno. Il Fosso della Ragnaia non risulta comunque classificato nell'elenco dei corsi d'acqua individuati dal "Quadro Conoscitivo del PIT" (vedi allegato 4 del quadro conoscitivo del PIT approvato con Del.C.R. n. 72/2007) per cui si applicano le salvaguardie di cui all'art. 36, punto 3 della "Disciplina di Piano" del PIT di cui all'allegato 4 della Del. C.R. n. 12/2000. Tale corso d'acqua risulta invece censito come appartenente al "reticolo idrografico" ai sensi del D.lgs n. 152/2006 e fra i corsi d'acqua riferiti al "reticolo di gestione" come definito nella L.R. n. 79/2012 (comprendente sia il tratto a cielo aperto che il tratto intubato).	
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico al settore viene attribuita una classe di pericolosità geologica bassa (G.1), mentre in classe di pericolosità geologica elevata (G3) viene inserito il rilevato ferroviario ubicato in fregio al comparto ma al suo	

esterno.

### **PERICOLOSITA' SISMICA:**

#### ***Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse***

Per l'intero territorio delle Sieci sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare in un ampio intorno dell'area di studio sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 13 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 3 strumentati con tubo piezometrico con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio;

- n. 8 prove penetrometriche di cui n. 4 prove penetrometriche statiche e n. 4 prove penetrometriche dinamiche;

In corrispondenza dell'abitato delle Sieci sono inoltre stata effettuata ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare sono state svolte n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR) di cui una specificatamente sull'area in oggetto.

#### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e all'unità geologico-tecnica SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica), i terreni riferibili ai depositi di conoide sono stati attribuiti all'unità SMcd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – conoide detritica), mentre i terreni riferibili ai depositi alluvionali in evoluzione (a) sono stati attribuiti all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica ALS (substrato geologico costituito da alternanza di litotipi stratificati) le litologie appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

#### ***Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale***

Nell'area in esame è stata eseguita n. 1 indagine di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (6HVSR).

La prova 6\_HVSR eseguita in corrispondenza della copertura alluvionale (a) sul substrato costituito dalla Formazione di Sillano (SIL) ha evidenziato un picco di ampiezza media di 4,76 alla frequenza di 4,77 Hz, che denota un contrasto a profondità comprese tra 20,0 e 30,0 m, quindi in corrispondenza di presunte variazioni litologiche all'interno della Formazione di Sillano (SIL) stessa.

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A1 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; che presenta almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

#### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

Per il settore prossimo al settore del campo sportivo delle Sieci sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

**Zona 1:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi di conoide su depositi alluvionali attuali e recenti (a) a loro volta poggianti un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza



sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 12:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica e in funzione di specifiche indagini sismiche (6\_HVSR) si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 17:** sono le aree nelle quali si ha la presenza del substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, fratturati, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Il substrato geologico si presenta generalmente fratturato e con uno spessore metrico di coltre di alterazione.

Sulla scorta dell'indagine di sismica passiva in possesso (6\_HVSR) eseguita in aree con successione stratigrafica simile a quella della zona in questione si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto alle suddette Zone 1, 12 e 17 una **classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da alto contrasto di impedenza.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA:** Nella cartografia di pericolosità idraulica del vigente Piano Strutturale (quadro conoscitivo – Geo Eco Progetti ottobre 2002 aggiornata nell'aprile 2005) Il comparto risulta ricadere per la quasi totalità nelle aree campite, per posizione morfologica, in **classe di pericolosità idraulica bassa (I.2)** in quanto area di fondovalle per cui ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni; non si riscontrano condizioni favorevoli al ristagno; sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, ossia posta a quote altimetriche superiori a 2,0 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, rispetto al ciglio di sponda.

Solamente un settore isolato nella porzione occidentale del comparto (limitatissima porzione contermina al sottopasso ferroviario) è inserito in **classe di pericolosità idraulica media (I.3)** in quanto o area di fondovalle per la quale non vi sono notizie storiche di inondazioni; ma in situazione sfavorevole dal punto di vista morfologico, ossia poste a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2,0 m sopra al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, sopra al ciglio di sponda e poste ad oltre 300 m dal piede esterno dell'argine o, se mancante dal ciglio di sponda.

Per l'area, comunque, è dimostrata (modellazione idraulica della A.d.B. Arno per gli areali relativi al corso del Fiume Arno ed i suoi affluenti nei tratti di rigurgito – vedi allegato di stralcio cartografico n. 269 della “perimetrazione aree a pericolosità idraulica – livello di dettaglio”) l'assenza di condizioni di rischio per i tempi di ritorno 200 e 500 anni.

In funzione di tale dato quantitativo anche ai sensi del Reg. Reg n. 53/R si può confermare l'attribuzione di **classe di pericolosità idraulica media I.2.**

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Non risultano salvaguardie per quanto concerne la “perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario dei fenomeni franosi” né per l'aspetto relativo alla “perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica” del PAI.

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F3, geologica F2 e sismica F3 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI:** La progettazione dell'intervento, da improntarsi alla conservazione dell'attuale andamento

morfologico del terreno, dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni ed ai cedimenti indotti. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

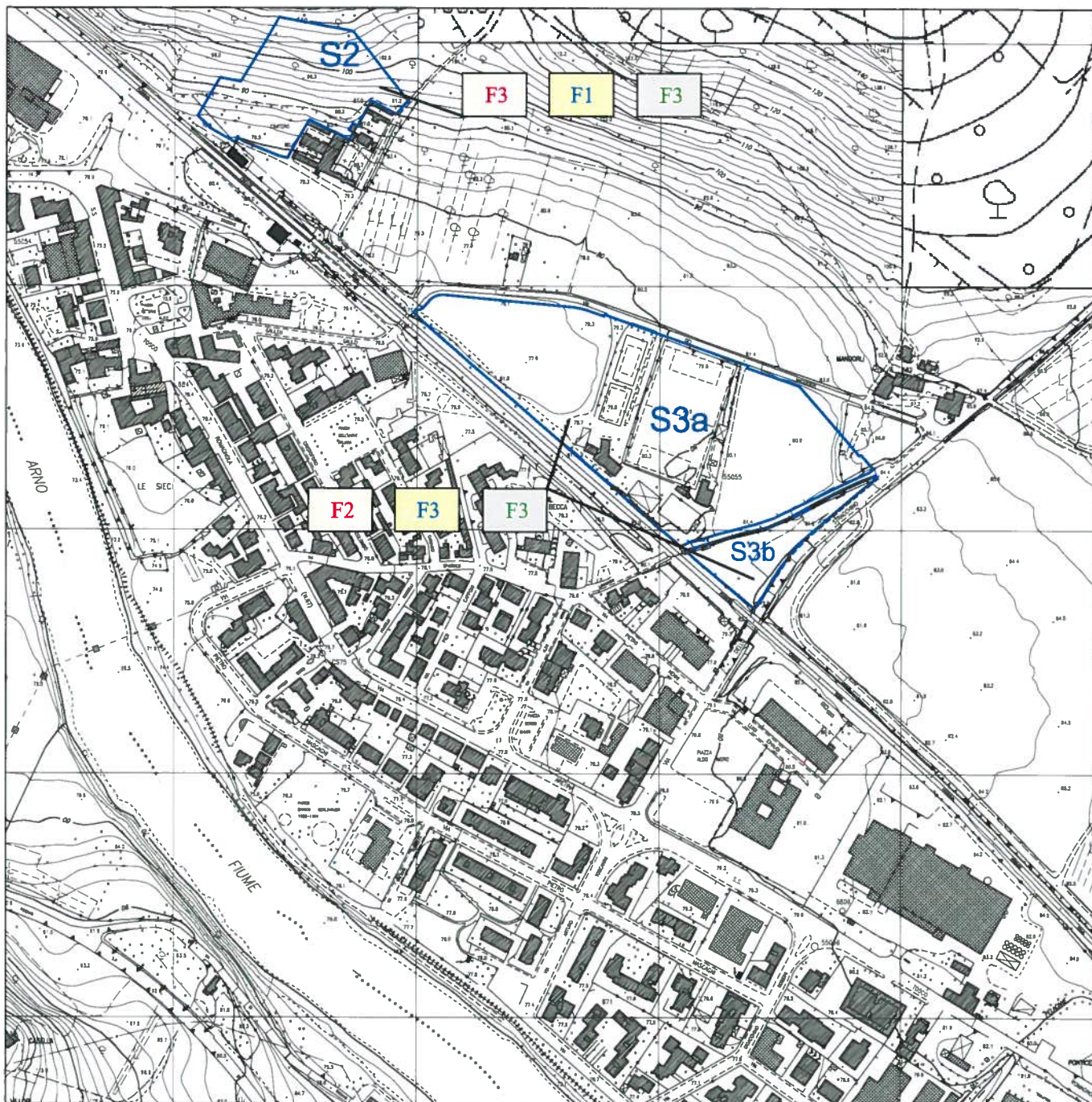
In fase di progettazione si prescrive il mantenimento di una fascia di 10,00 ml dai cigli di sponda del Borro dello Stracchino e per il medesimo ambito di non procedere a realizzazione alcuna di nuovi edifici e/o qualsivoglia manufatto e/o modifiche morfologiche che prevedano movimenti terra (riporti) in aumento volumetrico rispetto alla attuali quote del piano campagna.

Nel caso, eventuale, di realizzazioni di edifici e manufatti accessori agli impianti all'aperto dedicati alla ricreazione ed attività sportiva, da ubicarsi nelle rimanenti porzioni dei lotti, la progettazione dell'opera nel suo complesso dovrà essere supportata, inoltre, da idonea verifica idraulica su un adeguato tratto del Borro dello Stracchino per prefissati tempi di ritorno (30, 100 e 200 anni) dalle cui risultanze dovranno discendere scelte progettuali in merito a modellazioni morfologiche delle porzioni di terreno contermini al fosso stesso al fine di destinarle alla risoluzione problematiche di dinamica fluviale. Il sopra citato approfondimento delle tematiche inerenti il rischio idraulico dovrà inoltre prevedere la verifica dell'efficacia del tratto finale del corso d'acqua tombato al fine della corretta realizzazione delle opere in condizioni di sicurezza idraulica.

In caso da tale verifica risulti la necessità di provvedere ad opere per la messa in sicurezza idraulica di edifici e manufatti accessori che prevedano riduzione di volumetria per le acque di esondazione si dovrà provvedere alle opportune compensazioni e dimostrazione di non aggravio delle condizioni di rischio idraulico nelle aree contermini con indicazione ed individuazione delle aree deputate.

A livello progettuale si dovrà inoltre provvedere alle valutazioni sulle migliori forme di regimazione delle acque superficiali.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per la zona stabile suscettibile di amplificazione locali caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, dovrà essere realizzata una campagna di indagini geofisica ad implementazione delle prove eseguite per il presente supporto (es. profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (es. sondaggi a carotaggio continuo) 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. In tale zona di bordovalle, 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.



## LEGENDA

scala 1:5.000

Aspetti geologici

Aspetti idraulici

Aspetti sismici

F1	F1	F1
F2	F2	F2
F3	F3	F3
F4	F4	F4

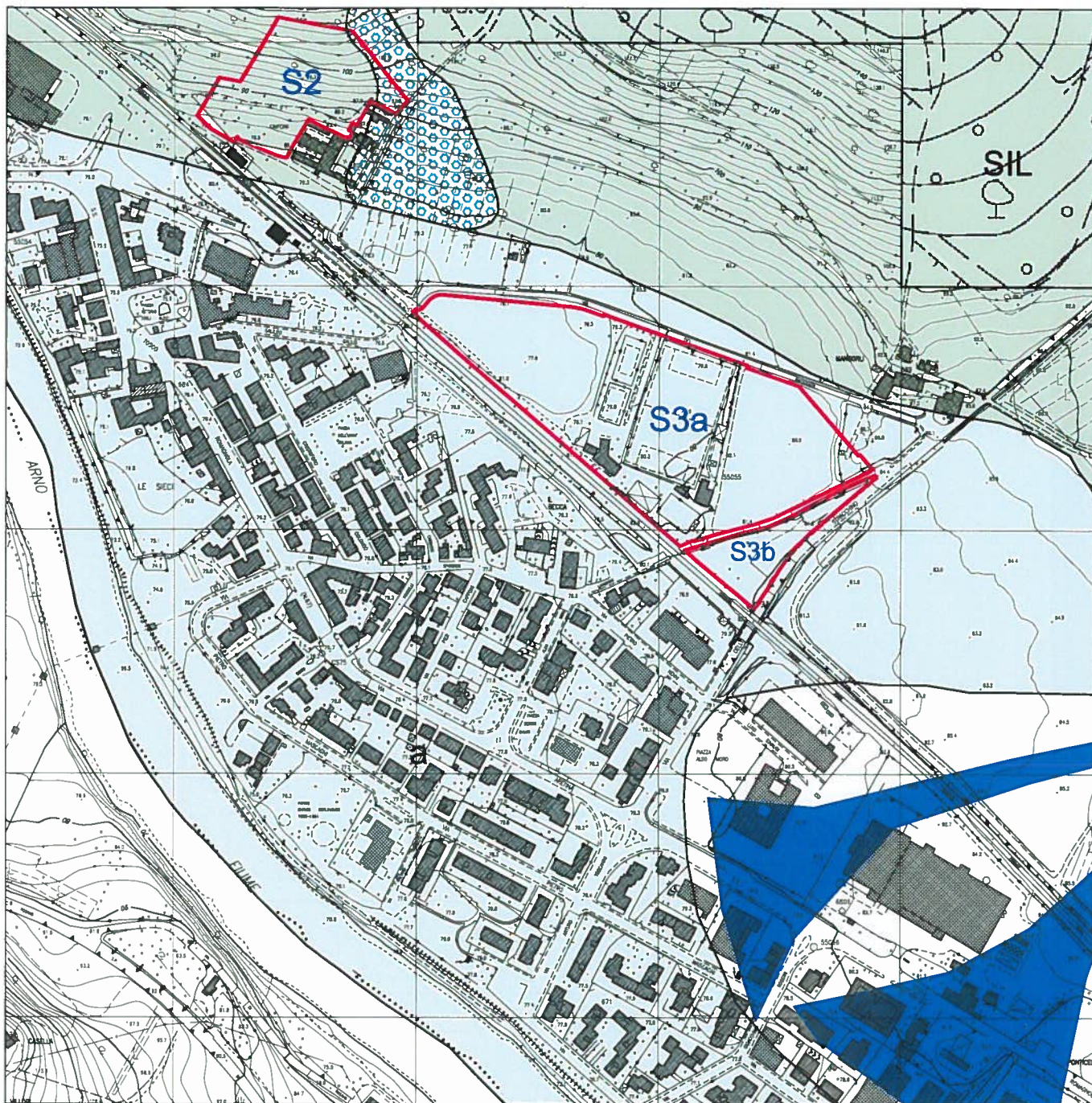
Fattibilità senza particolari limitazioni.

Fattibilità con normali vincoli.

Fattibilità condizionata.

Fattibilità limitata.

S3a Limiti compartì

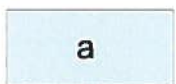


## LEGENDA

scala 1:5.000



COLTRI DETRITICHE E COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI. Trattasi di depositi a litologia e granulometria variabili.



DEPOSITI ALLUVIONALI . Materiale di origine fluviale a tessitura variabile dai limi ai ciottolami.

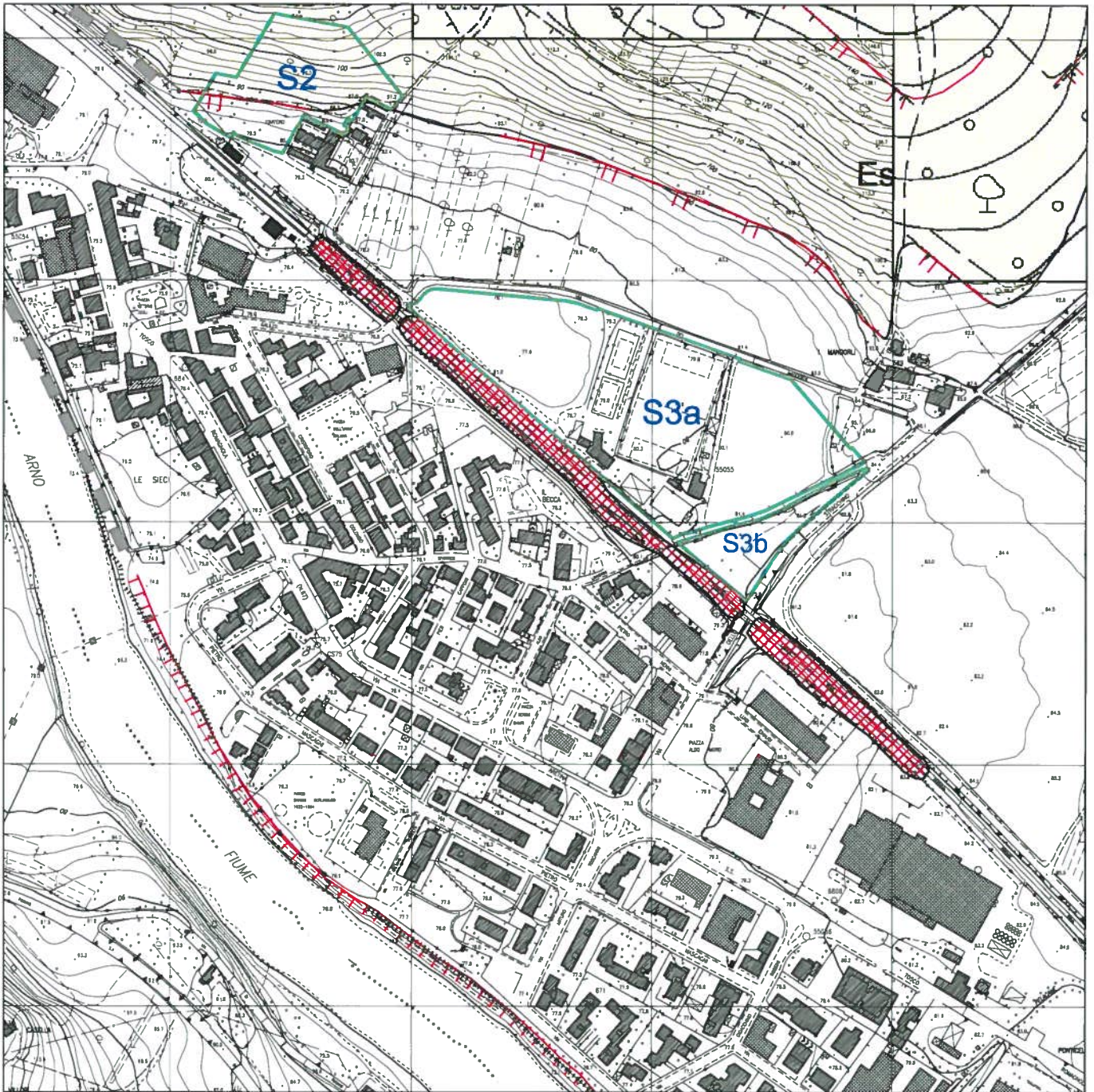


Conoide.








FORMAZIONE DI SILLANO. Calcarei marnosi grigi e verde oliva; mame marroni chiare o grigie; calcareniti; arenarie calcarifere tipo "Pietraforte"; argilloscisti grigio scuri intercalati.

**S3a** Limiti comparti

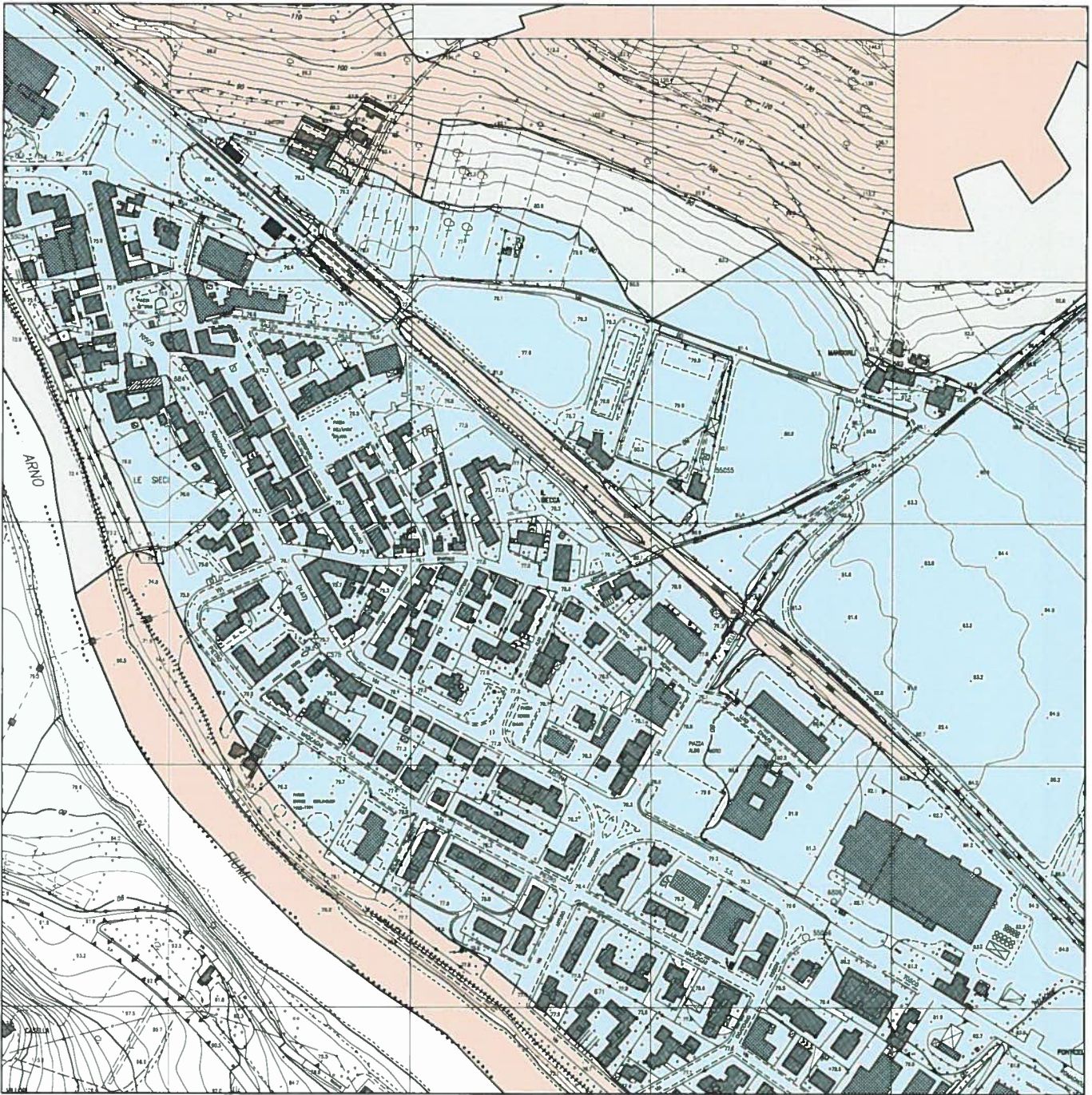


LEGENDA

scala 1:5.000

-  Rottura di pendio
-  Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo
-  Area soggetta ad erosione superficiale
-  Rilevato stradale e ferroviario
-  Scarpata antropica

 Limiti comparti



## LEGENDA

scala 1:5.000

**Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)**



**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.



**Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla glacitura, 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 caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.



**Pericolosità geologica media (G.2)** : aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.



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

**Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino Fiume Arno)**



**P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata

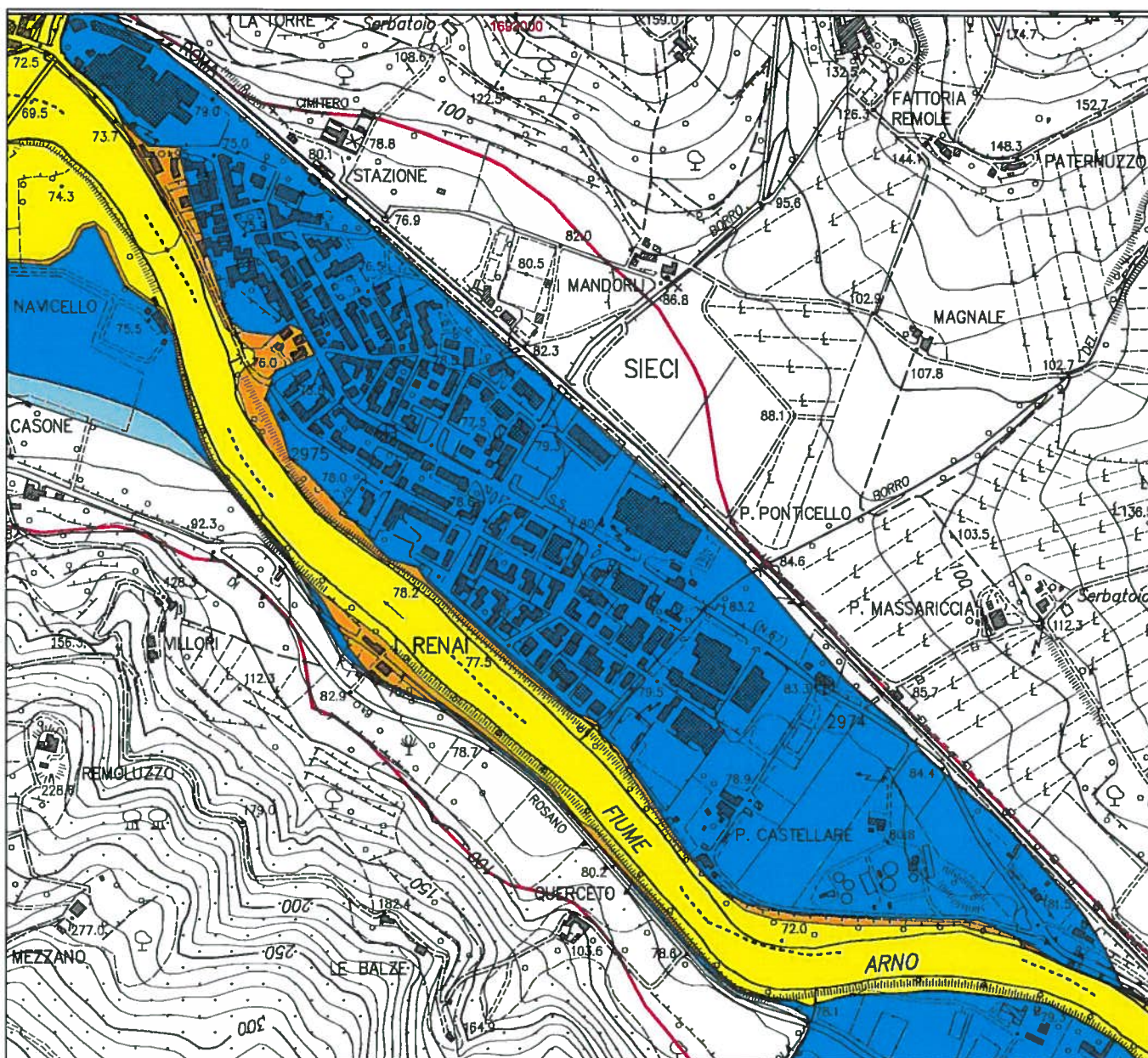


**P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata

# Carta delle aree a pericolosità idraulica

Estratto dal Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica- livello di dettaglio" stralcio n.269 - prodotta ottobre 2004

Sieci



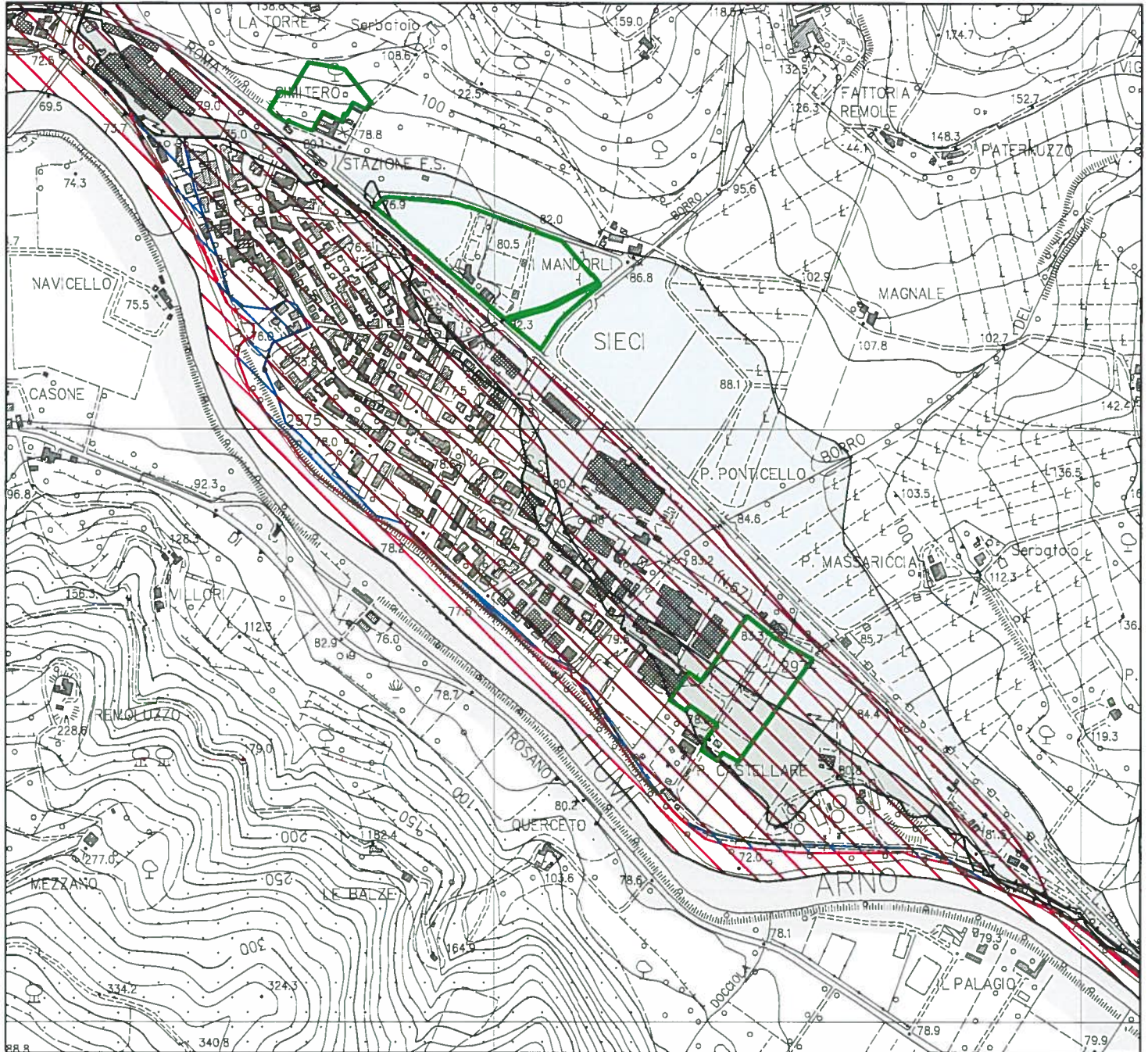
scala 1:10.000



# Carta della pericolosità idraulica

Estratto dalla carta della pericolosità idraulica, Tavola 3.14 S del Piano Strutturale, aprile 2005

Sieci



## Legenda

Pericolosità idraulica (Del. C.R. n. 12/2000)

- |  |  |
|--|--|
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>1</b></p> <p>PERICOLOSITA' IRRILEVANTE</p> | <p>Are collinari o montane prossime ai corsi d'acqua e poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000, per le quali ricorrono le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;</li> <li>* sono in situazione favorevole di alto morfologico di norma poste a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.</li> </ul>  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>2</b></p> <p>PERICOLOSITA' BASSA</p>       | <p>Are di fondovalle e comunque poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000, per le quali ricorrono le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;</li> <li>* non si riscontrano condizioni favorevoli al ristagno;</li> <li>* sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, ossia poste a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, rispetto al ciglio di sponda.</li> </ul>   |
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>3</b></p> <p>PERICOLOSITA' MEDIA</p>       | <p>Are di fondovalle per le quali ricorre una delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* vi sono notizie storiche di inondazioni;</li> <li>* sono in situazione sfavorevole dal punto di vista morfologico, ossia poste a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, sopra al ciglio di sponda e poste ad oltre 300 m dal piede esterno dell'argine o, se mancante dal ciglio di sponda.</li> </ul> <p>Are collinari e/o montane nella zona di avvio di laghi e invasi in cui il rischio idraulico dipende dalla tenuta del paramento di valle e dal suo stato di manutenzione.</p> <p>Are in cui il recapito della fognatura da zone urbanizzate può essere influenzato dalle condizioni idrauliche del sistema idrologico generale (F. Arno e i suoi affluenti).</p> |
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>4</b></p> <p>PERICOLOSITA' ELEVATA</p>     | <p>Are di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* vi sono notizie storiche di inondazioni;</li> <li>* sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.</li> </ul> <p>Are ricadenti in ambito "A1" come definito all'art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000.</p> <p>Are soggette alle norme n. 2 e n. 3 (aree destinate ad opere per la riduzione del rischio idraulico) del D.P.C.M. n. 228/89 "Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del Fiume Arno".</p> <p>Are collinari e montane con presenza di corpi d'acqua (laghi e/o invasi).</p>                                       |

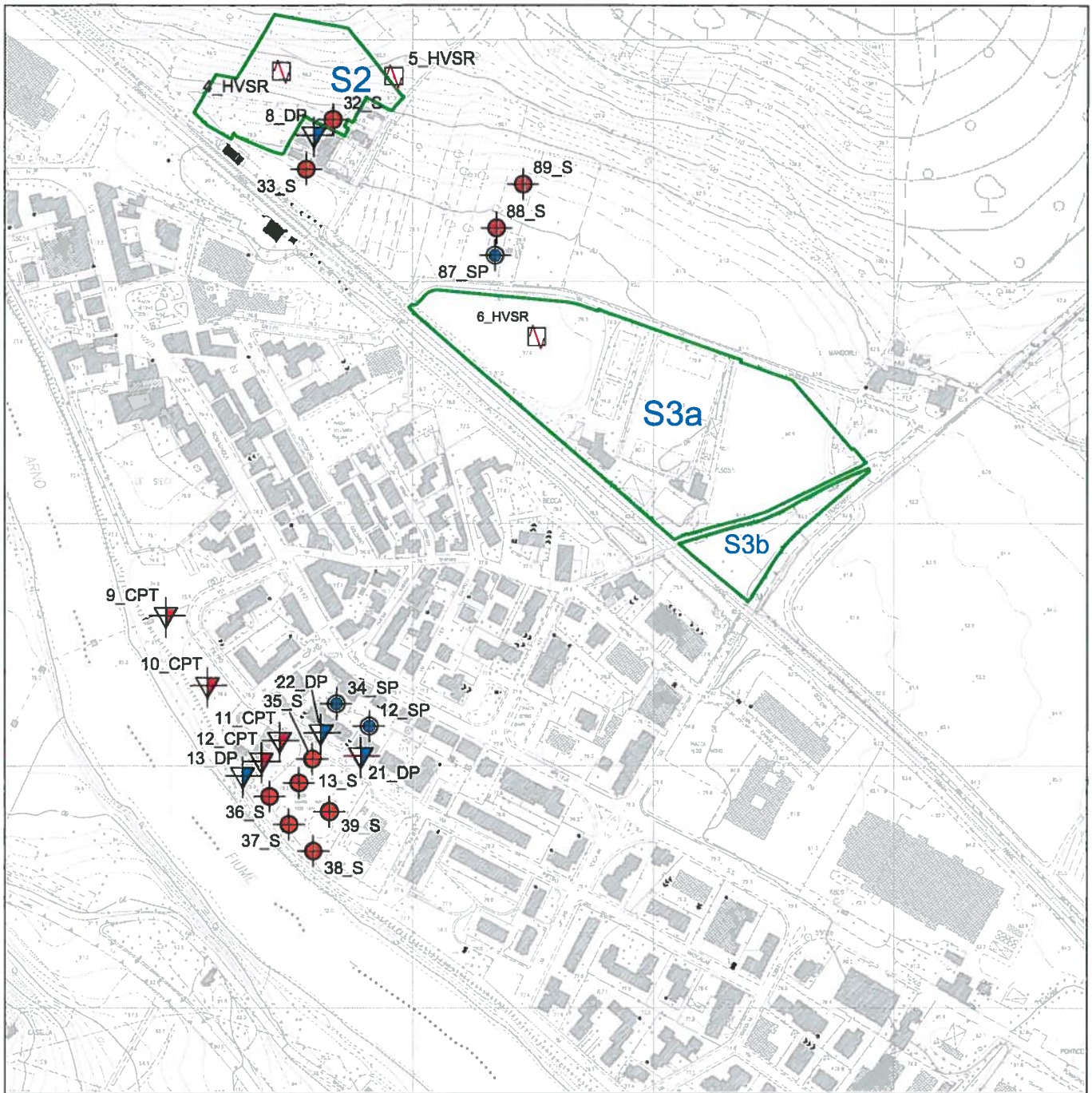
Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino del Fiume Arno)  
Livello di dettaglio (scala 1:10.000 - MODELLO IDRAULICO)

- |  |  |
|--|--|
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>P.I.4</b></p>    | <p>Are a pericolosità molto elevata (Esondabile per Tr 30 anni)</p>              |
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, blue 2px, blue 4px); margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>P.I.3</b></p> | <p>Are a pericolosità elevata (Esondabile per Tr compreso fra 30 e 100 anni)</p> |
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>P.I.2</b></p>   | <p>Are a pericolosità media (Esondabile per Tr compreso fra 100 e 200 anni)</p>  |

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino del Fiume Arno)  
Livello di sintesi (scala 1:25.000 - STORICO INVENTARIALE)

- |   |   |
|---|---|
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); margin-bottom: 5px;"></div> <p><b>P.I.4</b></p> | <p>Are a pericolosità molto elevata</p> |
| <div style="border: 2px solid green; width: 40px; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div>   | <p><b>Limiti comparti</b></p>           |





## LEGENDA

scala 1:5.000

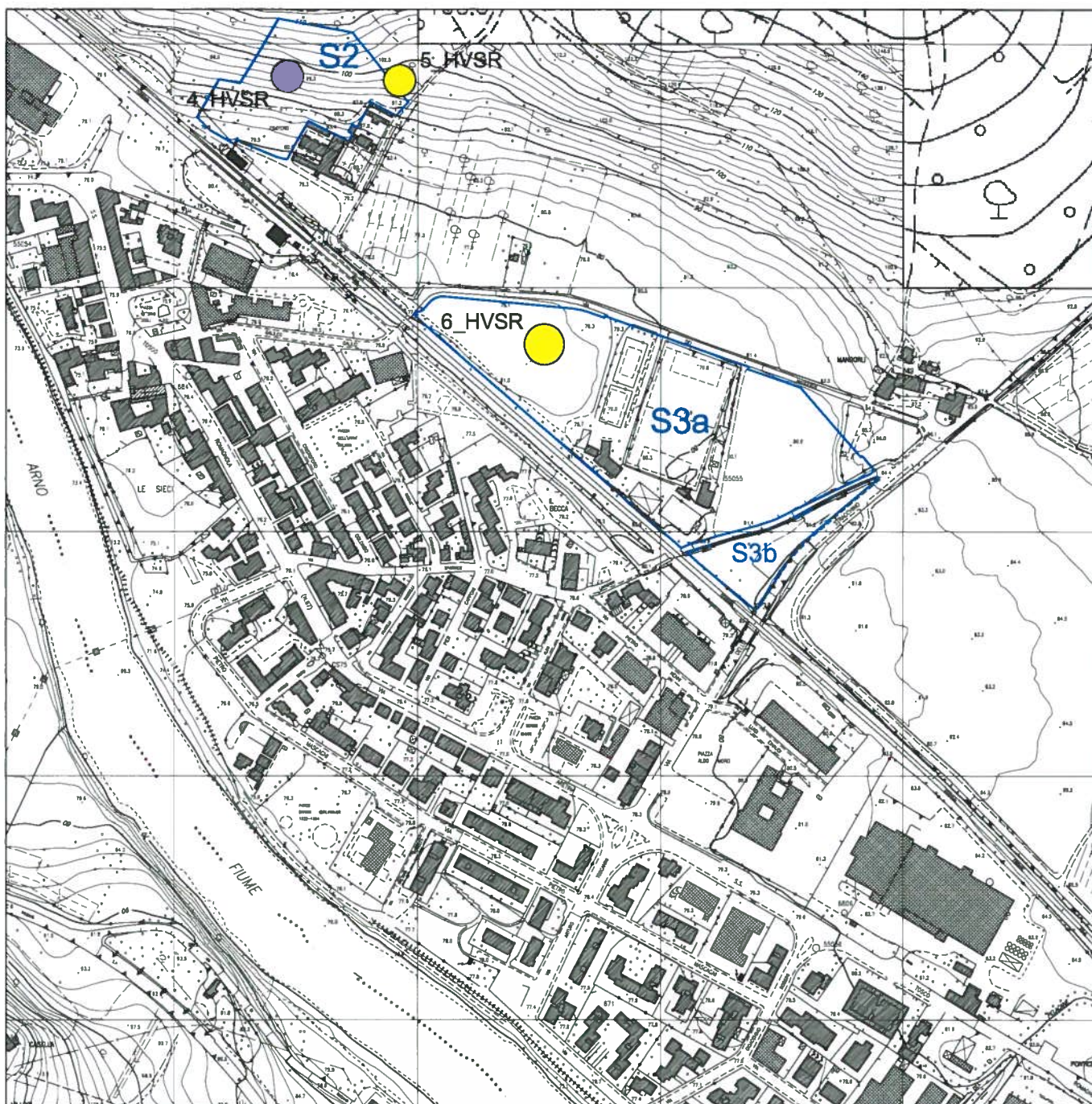
### Indagini geognostiche

- 39\_S Sondaggio a carotaggio continuo
- 25\_SP Sondaggio a carotaggio continuo con piezometro
- 36\_SI Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
- 179\_SDH Sondaggio a carotaggio continuo con tubo per prova down-hole
- 75\_T Trincea o pozzetto esplorativo
- 83\_PA Pozzo per acqua
- 46\_DP Prova penetrometrica dinamica pesante
- 76\_CPT Prova penetrometrica statica

### Indagini geofisiche

- 63\_ERT Tomografia elettrica
- 35\_SR Profilo sismico a rifrazione
- 32\_MASW MASW
- 67\_REMI REMI
- 27\_ESAC Array Sismico ESAC
- 38\_HVSR Prova sismica passiva a stazione singola

S3a Limiti compartì



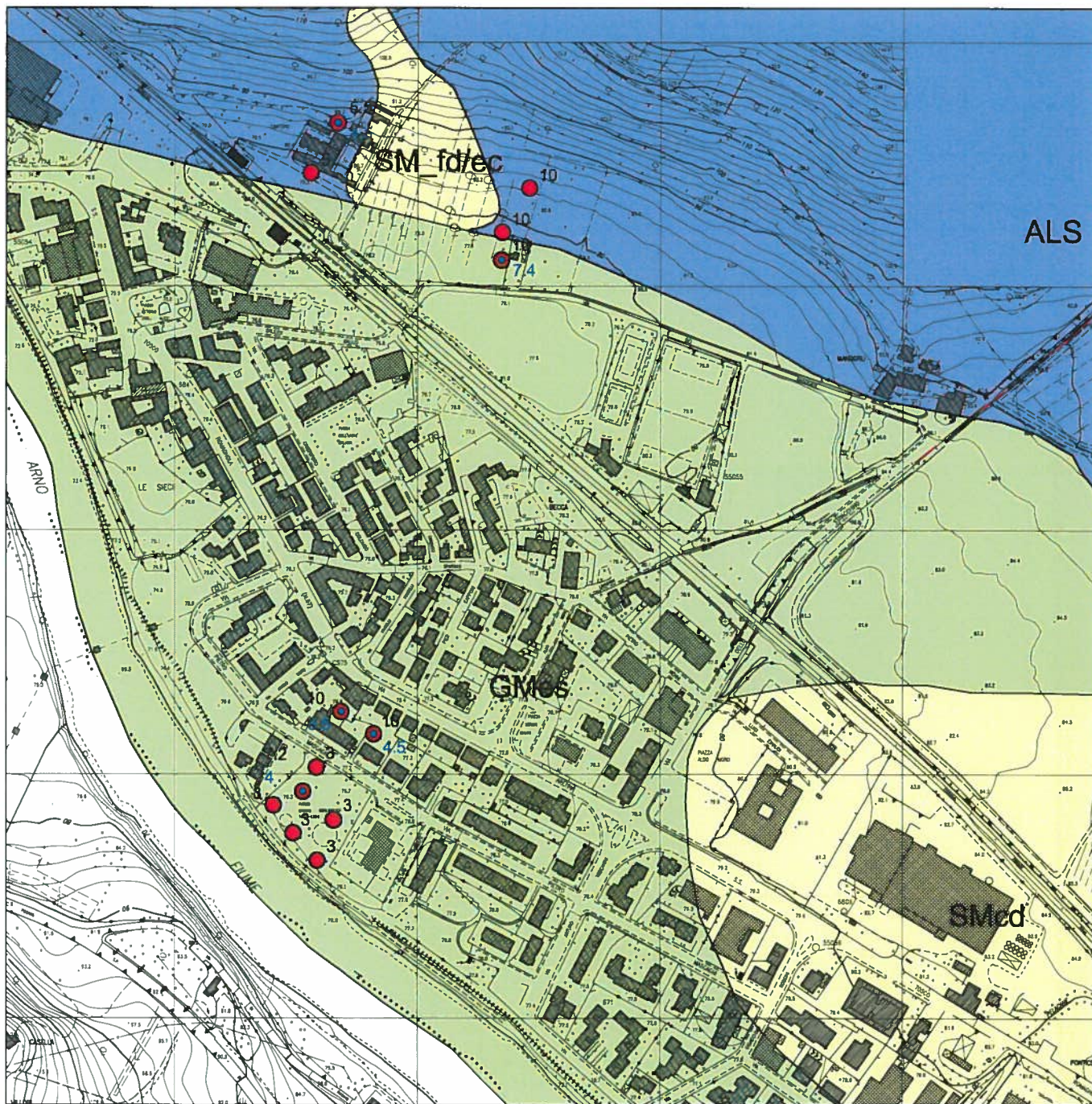
LEGENDA

scala 1:5.000

fo (Hz) - (scala di colori)	Ao - (dimensioni crescenti)
● nessuna risonanza - (nero)	○ nessuna risonanza
● 0.1 ≤ fo ≤ 0.5 - (verde scuro)	○ 1.1 ≤ Ao ≤ 2.0
● 0.5 < fo ≤ 1.0 - (verde)	
● 1.0 < fo ≤ 2.5 - (marrone)	○ 2.0 < Ao ≤ 3.0
● 2.5 < fo ≤ 5.0 - (giallo)	
● 5.0 < fo ≤ 7.5 - (arancio)	○ 3.0 < Ao ≤ 5.0
● 7.5 < fo ≤ 10.0 - (rosso)	
● 10.0 < fo ≤ 15.0 - (viola)	○ 5.0 < Ao
● 15.0 < fo - (blu)	

Località	Stigla indagine	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Classe
SIECI	4_HVSR	14.84	2.24	A2
	5_HVSR	2.88	2.76	A1
	6_HVSR	4.77	4.76	A1

**S3a** Limiti compartì



## LEGENDA

scala 1:5.000

### Notazioni geologiche: terreni di copertura

- GMes** Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente di fluvio lacustre (argine/barre/canali)
- SMcd** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di conoide detritica
- SMfd/ec** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente di versante (falda detritica) e/o di ambiente di versante (eluvi/colluvi)

### Notazioni geologiche: substrato geologico rigido o non rigido

- ALS** Alternanza di litotipi, stratificato

### Notazioni geologiche: elementi geologici e idrogeologici

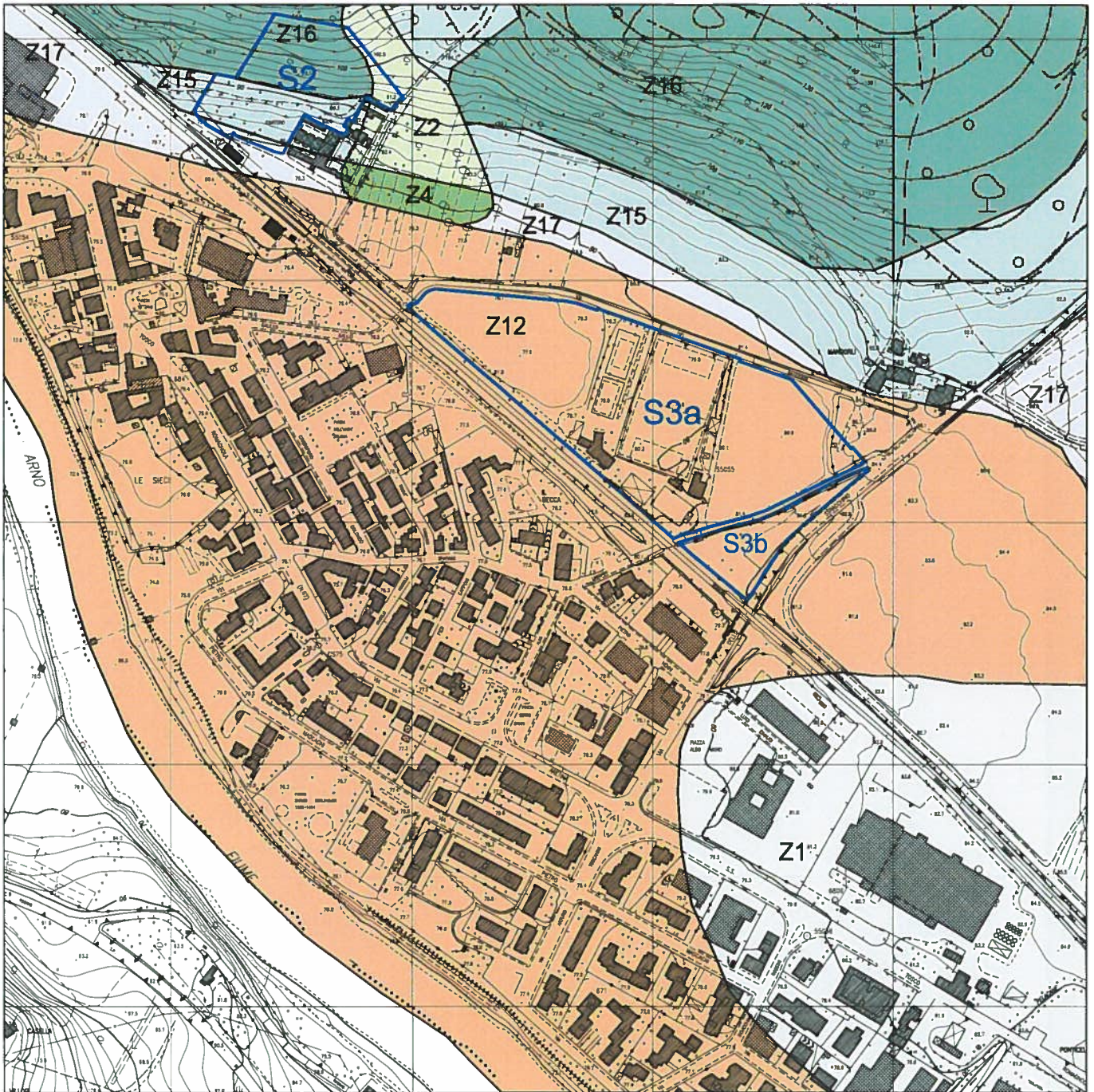
- 5 ● Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo
- 10 ● Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido
- 5 ● Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie

### Notazioni geologiche: elementi tettonico strutturali

- 15 ↘ Giacitura strati
- Faglia, faglia incerta

# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

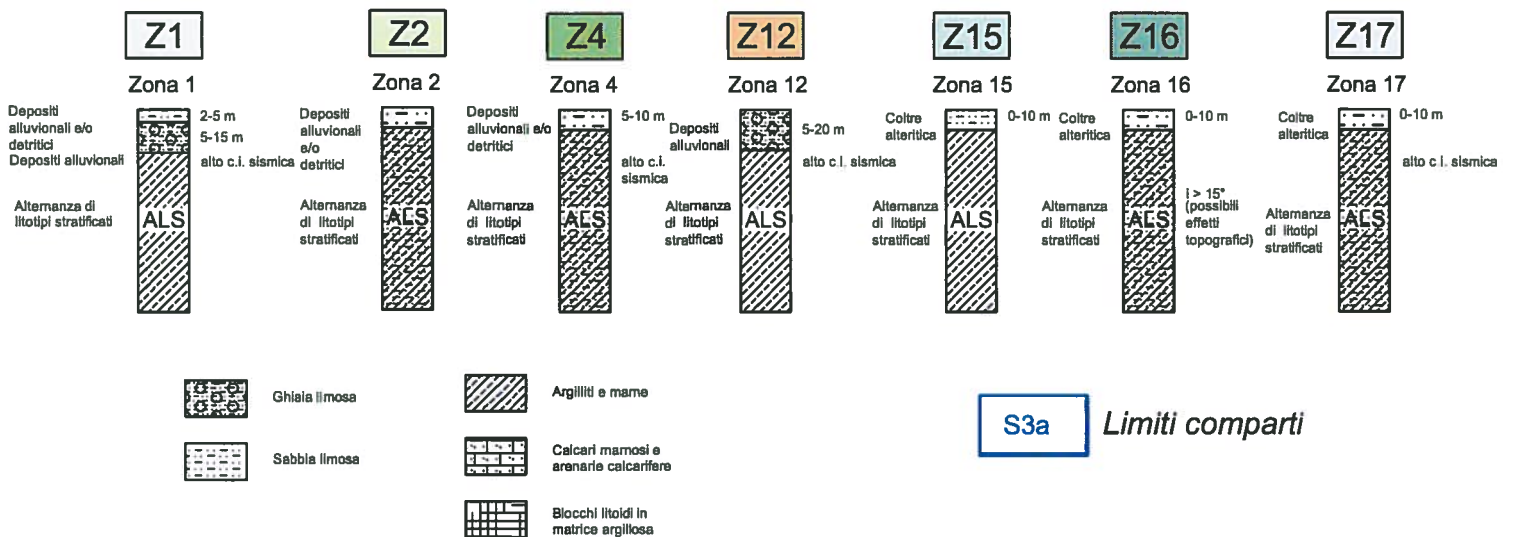
Sieci



## LEGENDA

scala 1:5.000

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali





## LEGENDA

scala 1:5.000

**Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)**



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



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



**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciurelle non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

## **Ambito S7**

### **Riproposizione**

**della previsione relativa all'area destinata ad attività produttiva  
in località Sieci-Castellare con stesso sviluppo planimetrico e modifiche della  
capacità edificatoria in diminuzione rispetto al precedente strumento urbanistico**

#### **Contenuti:**

Scheda di fattibilità ambito S7  
Carta di fattibilità ambito S7

Carta geologica (scala 1:5.000)  
Carta geomorfologica (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità geologica (scala 1:5.000)

Estratto carta della "Perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica-livello di dettaglio" – stralcio  
cartografico n. 269 (scala 1:10.000) – PAI Arno Autorità di Bacino del Fiume Arno  
Carta della pericolosità idraulica (scala 1:10.000) (quadro conoscitivo di PS – Geo Eco Progetti – aprile 2005)  
Estratto cartografia CTR (scala 1:2.000)  
Rilievo planoaltimetrico in quote assolute appositamente realizzato sull'area di intervento

Carta delle indagini (scala 1:5.000)  
Carta delle frequenze (scala 1:5.000)  
Carta geologica tecnica in prospettiva sismica (scala 1:5.000)  
Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS (scala 1:5.000)  
Carta della pericolosità sismica (scala 1:5.000)

#### **Note:**

Nel precedente S.U. ("2° variante al R.U. per la localizzazione di un nuovo ambito di trasformazione in località Castellare – Sieci e relativo piano di lottizzazione per funzioni produttive" approvato con Del. C.C. n. 76 del 31.7.2007) all'area in questione erano assegnate classe di pericolosità geologica 3 (area di fondovalle con depositi potenzialmente soggetti a densificazione), classe di pericolosità idraulica 2/3 e classe di fattibilità III.

<b>INTERVENTO – Ambito S7</b>	<b>LOCALITA': Sieci</b>
<b>SCHEDE DI FATTIBILITA' n°: S7</b> <b>Cartografia tematica in scala 1:5.000.</b>	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Attività produttive
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Si prevede la riconferma dell'ambito a destinazione produttiva con modifica della capacità edificatoria in riduzione rispetto a quanto previsto nel precedente S.U. da attuarsi mediante Piano Attuativo.	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Il sottosuolo dell'areale di indagine è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) a prevalente composizione ghiaioso sabbiosa e ghiaioso limosa, sovrastanti il substrato geologico costituito dalle litologie prevalentemente argillitiche appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL). Questa è formata da argilliti grigio scure con subordinati livelli marnoso argillitici, marnoso calcarei, calcareo marnosi e di arenarie calcarifere tipo "Pietraforte". La Formazione di Sillano (SIL) costituisce il substrato geologico dei rilievi collinari presenti a monte dell'abitato delle Sieci e, talora, su dette litologie prevalentemente argillitiche si sovrappongono coltri detritiche e coperture eluvio-colluviali (d). Nella porzione settentrionale del comparto i depositi alluvionali (a) sono sormontati da depositi appartenenti alla conoide che interessa una larga fascia del settore pianeggiante allo sbocco nell'area valliva del Borro del Pelacane.	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> L'area si presenta come una superficie piana degradante dalla Strada Provinciale Aretina (quota media 82,80 m.s.l.m.) verso il ciglio di sponda del Fiume Arno (quota 77,00 m.s.l.m.) (quote rilevate da cartografia CTR in scala 1:2.000). Il settore oggetto di proposta urbanistica non presenta notazione di carattere geomorfologico alcuna.	
<b>PENDENZE:</b> area di fondovalle con pendenze contenute entro il 5%.	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b> La profondità media della falda freatica superficiale è stata ricavata attorno ai 5,5 metri dal piano campagna con profondità minime attendibili di 3,3 m e massima di 8,20 m.	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b> L'area in esame risulta ubicata all'esterno della fascia di 10 ml di ampiezza a partire dal ciglio di sponda del Fiume Arno da assoggettare all'art. 36 della disciplina del PIT. La porzione meridionale (circa 1/6 del comparto) risulta tuttavia in posizione morfologica sfavorevole rispetto alla quota + 2,00 ml rispetto al ciglio di sponda del corso d'acqua stesso (quota ciglio di sponda nella zona prospiciente il comparto compresa fra 77,00 e 77,30 m.s.l.m.).  Per quanto concerne i trascorsi episodi di esondazione l'area di fondovalle su cui sorge l'abitato di Le Sieci non risulta essere stata interessata da particolari fenomeni durante gli eventi 1991-1993. In generale questa area, ed in particolare la porzione della zona di Castellare più prossima al ciglio di sponda dell'Arno, è stata interessata dall'episodio di eccezionale esondazione verificatosi nel Novembre 1966. Come mostrato nella tavola di supporto geologico al P.S. n. 3.11 SUD "carta delle esondazioni e del contesto idraulico" l'area delle Sieci mostrò, in occasione del citato evento, battenti di piena variabili da decimetrico fino alla registrazione di un massimo di 1,60 di battente in corrispondenza di una quota del piano campagna di circa 77,00 m.s.l.m. (Piazza Antonio Vivaldi). L'area di Castellare, oggetto della presente trattazione, disposta in posizione morfologica favorevole rispetto alla citata quota di Piazza Vivaldi, fu parzialmente interessata (porzione più prossima al corso del Fiume Arno), con buona possibilità di approssimazione, da un battente di piena decimetrico, presumibilmente contenuto entro i 30,0/40,0 cm. Per le argomentazioni sopra esposte oltre ai dati storici acquisiti da indagini sul posto ci si è valse delle quote dei battenti di piena degli eventi del novembre del '66 e del novembre del '49 rilevati in corrispondenza di alcune sezioni del Fiume Arno disponibili presso l'Istituto Idrografico di Pisa. Per la definizione quantitativa dei battenti di piena per prefissati tempi di ritorno, ed in particolare per la	

definizione del battente corrispondente a T = 200 anni si è fatto ricorso ai dati ufficiali inerenti le verifiche idrauliche svolte dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno sull'asta principale per tempi di ritorno coincidenti con 30, 100 e 200 anni confrontando tali valori di battente con le quote topografiche di maggior dettaglio indicate nella cartografia ufficiale in scala 1:2.000 (CTR) e con il rilievo planoaltimetrico in quote assolute realizzato sull'area.

In particolare per la sezione n. 666 ubicata in precisa corrispondenza dell'intervento in oggetto si riportano di seguito (dati forniti dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno): il numero progressivo di sezione (n. sez.), la tratta progressiva (PROG), il battente del pelo libero espresso in m.s.l.m. per gli eventi trentennale (H30) centenario (H100) e duecentenario (H200), le portate di progetto (mc/sec) relative alle tre condizioni (Q30, Q100 e Q200):

n. sez.	PROG	H30	H100	H200	Q30	Q100	Q200
666	-123518,0	76,24	77,22	<b>77,80</b>	2557,4	3370,1	3840,4

Dalla tabella sopra riportata si evince, quindi per l'area in oggetto:

- una stima del **battente duecentenario pari a 77,80 m.s.l.m.** ;
- una stima del battente centenario pari a 77,22 m.s.l.m. .

Per semplicità di trattazione e possibilità di confronto dei dati inerenti le quote del battente idraulico per T = 200 anni si riportano appresso le quote significative relative a:

- **quota attuale del piano campagna** (in corrispondenza del ciglio di sponda in destra idraulica d'Arno) **pari a 77,00 / 77,30 m.s.l.m.**;
- **quota attuale del piano campagna** (in corrispondenza della pertinenza del Podere Castellare coincidente con la porzione di lotto oggetto di variante ubicata in posizione maggiormente depressa) **pari a 78,30-78,70 m.s.l.m.**;
- **quote del piano campagna** (in prossimità della via Aretina – S.S. Tosco Romagnola n. 67) **pari a 82,30 – 82,80 m.s.l.m.** .

In base a tali dati di verifica idraulica quantitativa si ritiene pertanto possibile asserire che l'area in interesse risulta esente da possibilità di verificarsi di condizioni di rischio idraulico per tempo di ritorno T = 200 anni definendo comunque una **quota di sicurezza per la realizzazione dei futuri edifici di 78,30 m.s.l.m. (pari alla quota del battente duecentenario oltre 50 cm di franco).**

**PERICOLOSITA' GEOLOGICA:** Sulla scorta delle suddette considerazioni di carattere geologico e geomorfologico al settore viene attribuita una **classe di pericolosità geologica bassa (G.1)**, mentre in classe di pericolosità geologica elevata (G.3) vengono inseriti i settori in prossimità del corso del Fiume Arno laddove presenti terrazzi fluviali o cigli di sponda (comunque all'esterno del comparto in esame).

**PERICOLOSITA' SISMICA:**

**Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse**

Per l'intero territorio delle Sieci sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare in un ampio intorno dell'area in esame sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo strumentati con tubo piezometrico con le relative risultanze stratigrafiche e talora analisi geotecniche di laboratorio;
- n. 6 prove penetrometriche statiche;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde p e sh;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione con metodo Masw.

In corrispondenza dell'abitato delle Sieci sono inoltre stata effettuata ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare sull'area in esame è stata svolta n. 1 prova di sismica passiva mediante tecnica a stazione



singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

#### ***Modello geologico tecnico***

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare i terreni di copertura detritica (d) di natura prevalentemente eluvio-colluviale sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – eluvi/colluvi) e all'unità geologico-tecnica SMfd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante – falda detritica), i terreni riferibili ai depositi di conoide sono stati attribuiti all'unità SMcd (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – conoide detritica), mentre i terreni riferibili ai depositi alluvionali in evoluzione (a) sono stati attribuiti all'unità GMes (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre – argine/barre/canali).

Per quanto riguarda i terreni del substrato geologico sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica ALS (substrato geologico costituito da alternanza di litotipi stratificati) le litologie appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

#### ***Risultanze indagini geofisiche e Misure di frequenza naturale***

Nell'area in esame è stata eseguita n. 1 indagine di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (7\_HVSR).

La prova 7\_HVSR eseguita in corrispondenza della copertura alluvionale (a), talora sormontata da depositi di conoide, sul substrato costituito dalla Formazione di Sillano (SIL) ha evidenziato un picco di ampiezza media di 4,17 alla frequenza di 10,63 Hz, che denota un contrasto a profondità comprese tra 5,0 e 10,0 m, quindi in corrispondenza del probabile passaggio tra terreni di copertura e substrato litoide.

In base ai criteri definiti da Albarello & Castellaro (2011), per la definizione delle classi di qualità dell'analisi dei microtremori, è possibile assegnare alla prova una classi di qualità A1 - curva H/V affidabile e interpretabile che può essere usata anche da sola; che presenta almeno un picco chiaro secondo i criteri di SESAME: possibile risonanza.

Nell'area del comparto sono state eseguite una indagine di sismica a rifrazione (3\_SR) e una indagine sismica di tipo Masw (2\_MASW).

L'indagine di tipo Masw (2\_MASW) ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 6,5 m, corrispondente ai terreni di copertura alluvionale talora sormontati da terreni di conoide, con  $V_s = 380$  m/s, sovrastante un secondo orizzonte sismico con  $V_s = 850$  m/s, riferibile al substrato litoide. L'indagine ha permesso così di definire una  $V_{s30} = 681$  m/s. Tale valore è stato confermato dall'indagine di sismica a rifrazione eseguita (3\_SR).

#### ***Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)***

Per il settore prossimo all'area in esame sono state individuate le seguenti microzone omogenea, appartenenti alle *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*:

**Zona 1:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi di conoide su depositi alluvionali attuali e recenti (a) a loro volta poggianti un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica e in funzione di specifiche indagini sismiche (7\_HVSR) si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

**Zona 12:** sono le aree nelle quali si ha la presenza di depositi alluvionali attuali e recenti (a) su un substrato geologico costituito da un'alternanza stratificata di litotipi, appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL).

Sulla scorta della successione stratigrafica e in funzione di specifiche indagini sismiche (6\_HVSR) si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo. Data l'inclinazione dei versanti ( $i < 15^\circ$ ) non si presuppone che si possono manifestare fenomeni di amplificazione sismica per possibili effetti topografici.

Si attribuisce pertanto alle suddette Zone 1 e 12 **classe di pericolosità sismica locale elevata (S.3)** in quanto zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da alto contrasto di impedenza.

**PERICOLOSITA' IDRAULICA:** Nel vigente strumento urbanistico il comparto è classificato in parte in classe di pericolosità idraulica (I.2) ed in parte in classe di pericolosità idraulica (I.3).

**SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:**

Non risultano salvaguardie per quanto concerne la "perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario dei fenomeni franosi".

Il comparto, ubicato a valle della S.S. Aretina risulta, fra le aree inserite in classe P.I.2 nella "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica di PAI" desunta dai risultati di specifici studi in funzione del tempo di ritorno e del potenziale battente – livello di dettaglio" (stralcio cartografico n. 269 in scala 1:10.000) e pertanto non soggetta a salvaguardia alcuna di cui al D.P.C.M. del 6.5.2005.

L'area risulta inoltre censita fra quelle da assoggettare a norma n. 6 (Carta guida delle aree allagate) del D.P.C.M. n. 226 del 5 novembre 1999 "Approvazione del Piano Stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del Fiume Arno". In tali aree le eventuali opere o trasformazioni edilizie ed urbanistiche potranno essere realizzate a condizione che venga comprovato il superamento delle condizioni di rischio legate a fenomeni di esondazione o ristagno, o che siano individuati gli interventi necessari alla mitigazione di tale rischio da realizzarsi contestualmente alla esecuzione delle opere richieste.

**FATTIBILITA':** per l'intervento in oggetto si indicano classe di fattibilità idraulica F3, geologica F2 e sismica F3 (vedi prescrizioni).

**PRESCRIZIONI:** La progettazione dell'intervento, da improntarsi alla conservazione dell'attuale andamento morfologico del terreno, dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche in merito alla portanza dei terreni ed ai cedimenti indotti. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C.

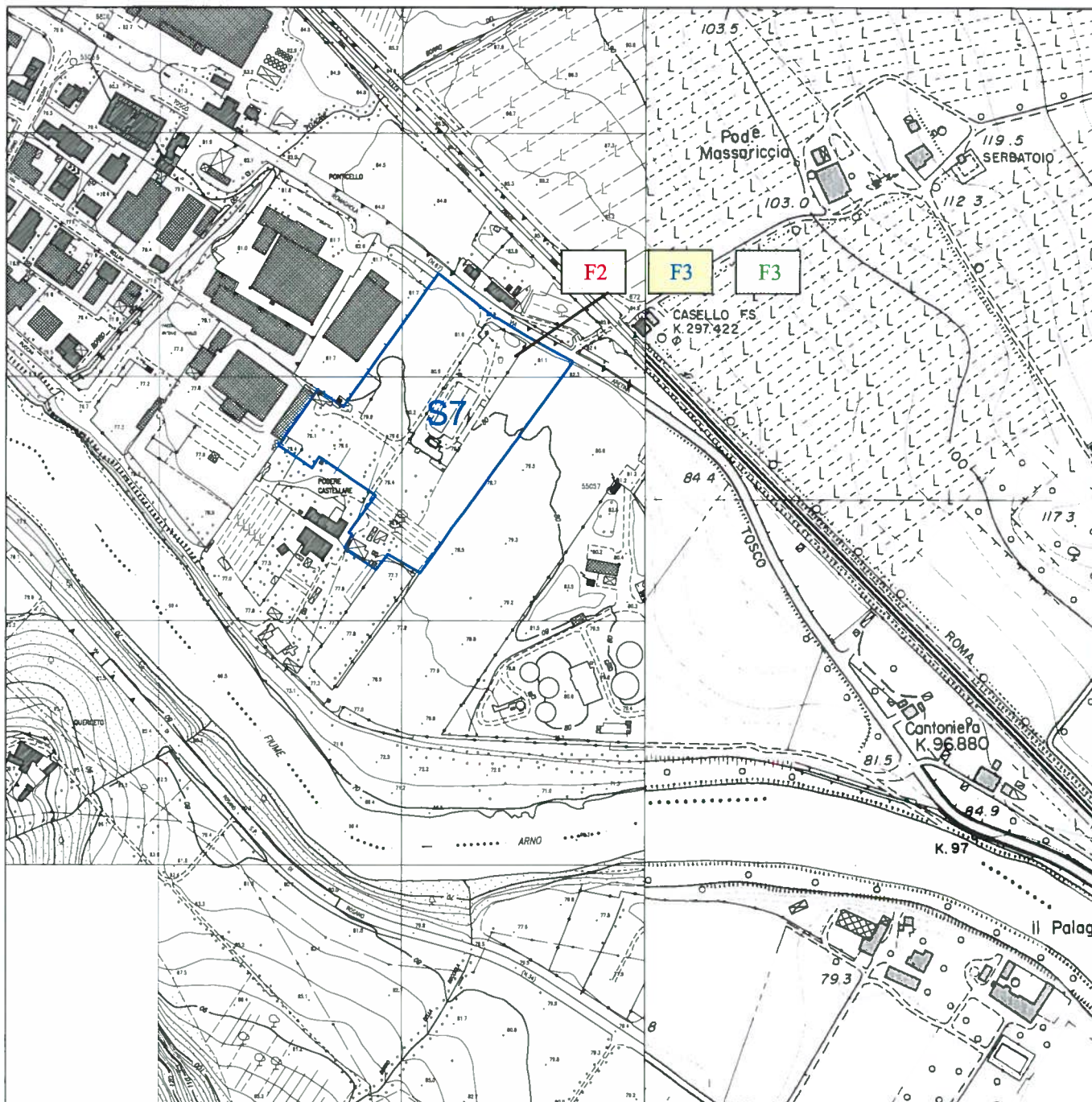
Sia per l'aspetto geotecnico che per quello sismico detta campagna di indagini geognostiche dovrà essere programmata in funzione dei contenuti del regolamento regionale n. 36/R.

Per quanto concerne l'aspetto sismico, per la zona stabile suscettibile di amplificazione locali caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri, dovrà essere realizzata una campagna di indagini geofisica ad implementazione delle prove eseguite per il presente supporto (es. profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (es. sondaggi a carotaggio continuo) 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. In tale zona di bordo 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.

Per quanto attiene all'aspetto idraulico si prescrive che l'intervento venga realizzato a quota di sicurezza rispetto al battente T 200 anni individuato a quota 77,80 m.s.l.m. con ulteriore franco di sicurezza di 0,50 ml definendo pertanto **la quota di sicurezza di 78,30 m.s.l.m.**

In caso si sottragga volumetria alla libera esondazione delle acque, si dovrà provvedere alle compensazioni volumetriche del caso (valutate sul battente T 200) che dovranno essere planimetricamente e quantitativamente individuate a livello progettuale già nel piano attuativo

L'eventuale reperibilità di tali porzioni di territorio dovrà concretizzarsi all'interno del comparto o in settori limitrofi.



## LEGENDA

scala 1:5.000

Aspetti geologici

Aspetti idraulici

Aspetti sismici

F1	F1	F1
F2	F2	F2
F3	F3	F3
F4	F4	F4

Fattibilità senza particolari limitazioni.

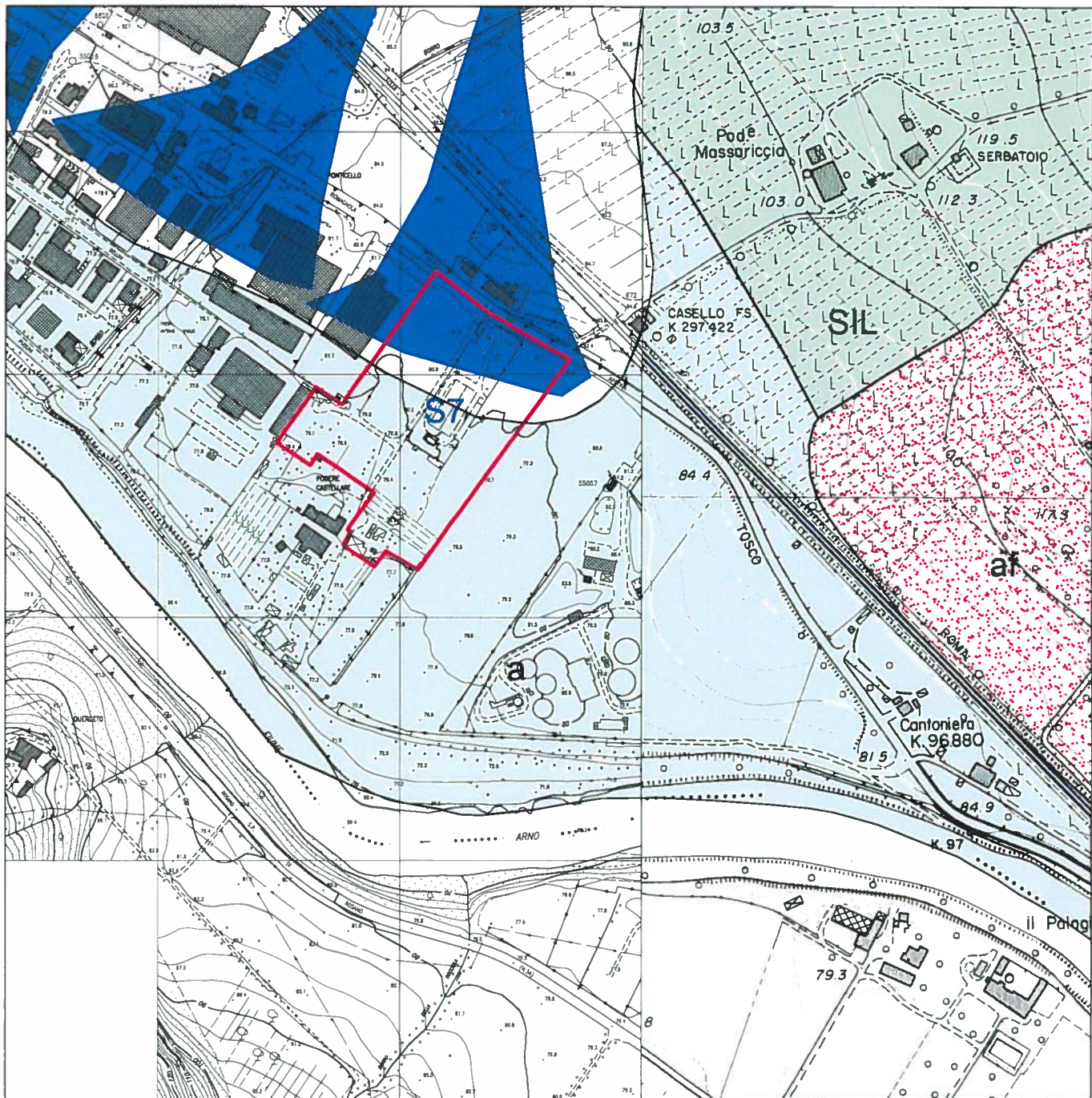
Fattibilità con normali vincoli.

Fattibilità condizionata.

Fattibilità limitata.

S3a

*Limiti comparti*

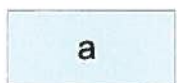


LEGENDA

scala 1:5.000



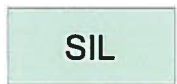
af Accumulo di frana



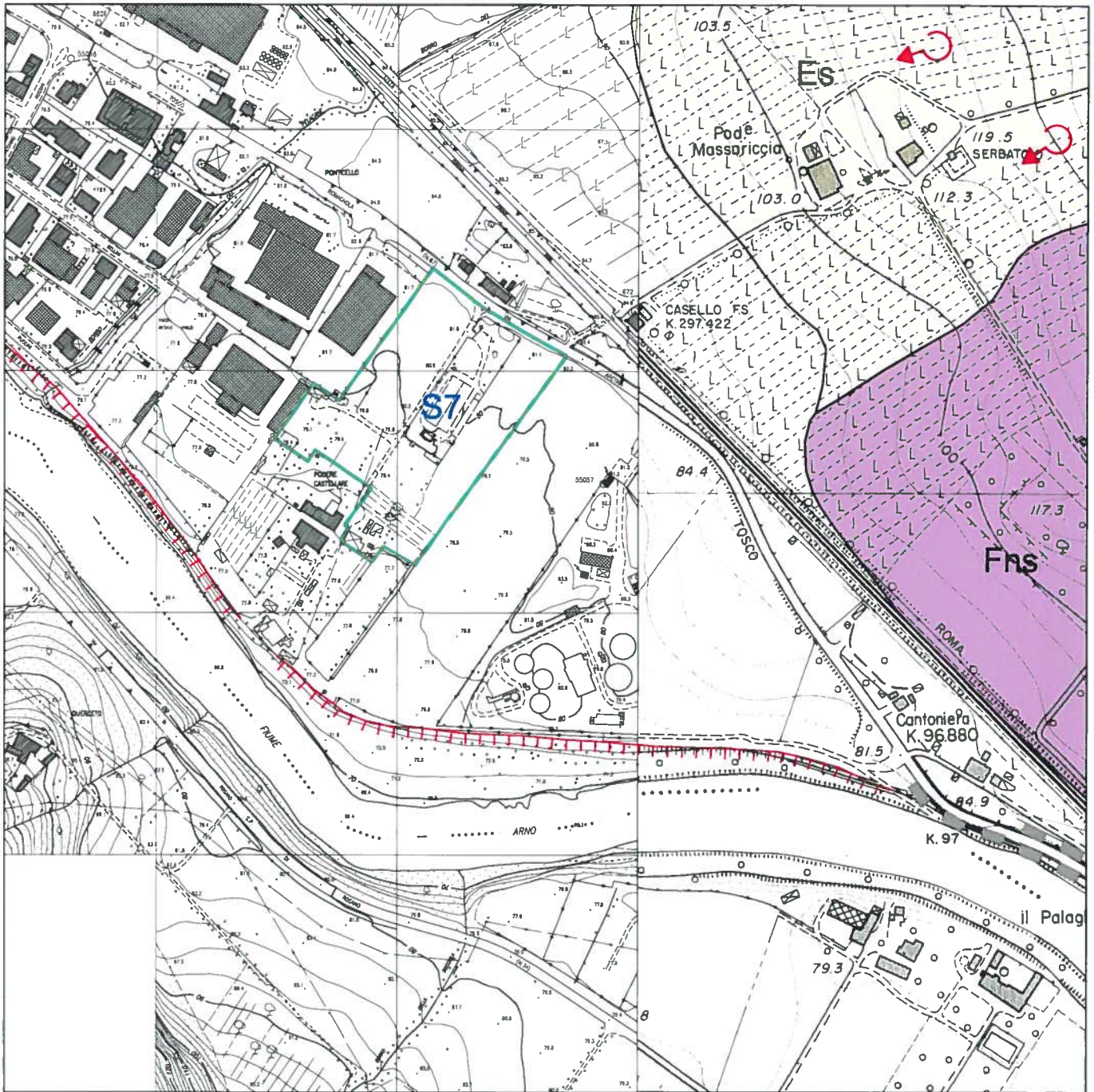
a DEPOSITI ALLUVIONALI . Materiale di origine fluviale a tessitura variabile dai limi ai ciottolami.



Conoide.



SIL FORMAZIONE DI SILLANO. Calcarei marnosi grigi e verde oliva; mame marroni chiare o grigie; calcareniti; arenarie calcarifere tipo "Pietraforte"; argilloscisti grigio scuri intercalati.



scala 1:5.000

## LEGENDA



Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo

Scarpata antropica



Area soggetta ad erosione superficiale



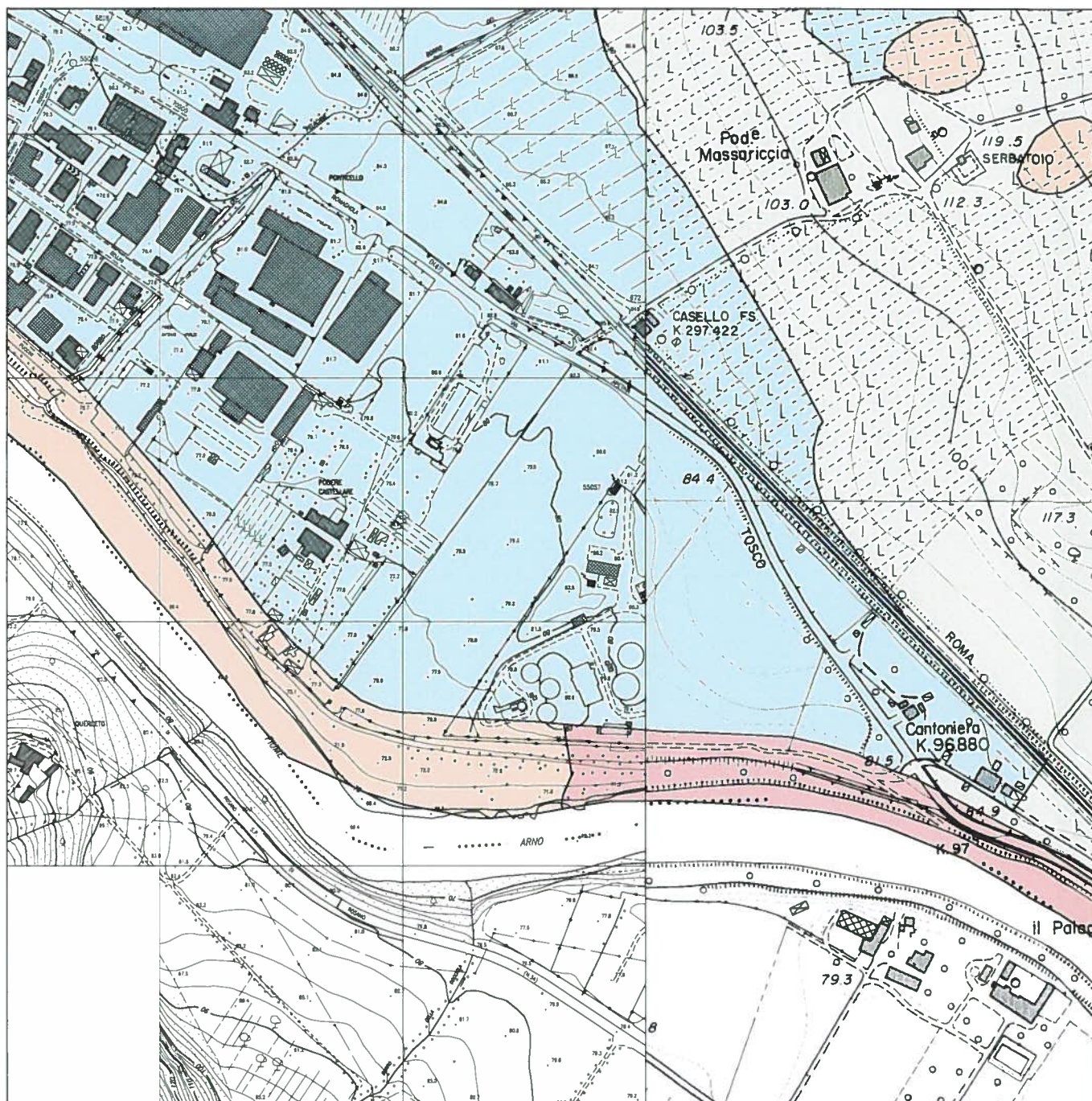
Corpo di frana naturalmente stabilizzata



Soliflusso localizzato







Limiti comparti





## LEGENDA

scala 1:5.000

Pericolosità geologica (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)

- 
**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza e di possibile evoluzione, aree interessate da soliflussi.
- 
**Pericolosità geologica elevata (G.3)** : aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, 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 caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.
- 
**Pericolosità geologica media (G.2)** : aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glacialurali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.
- 
**Pericolosità geologica bassa (G.1)** : aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glacialurali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

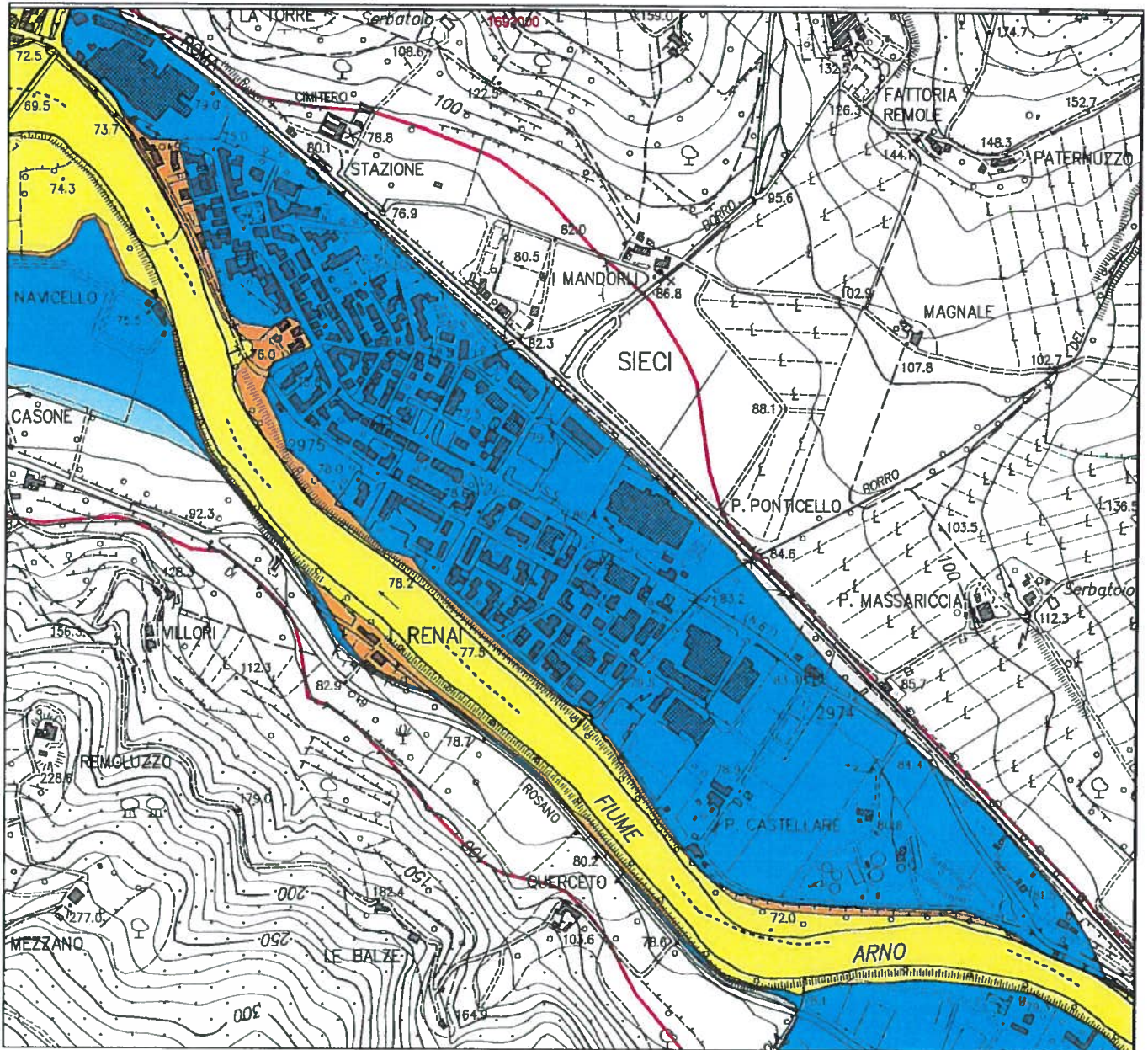
Perimetrazione delle aree a pericolosità da frana - da Piano Assetto Idrogeologico  
(Autorità di Bacino Fiume Arno)

- 
**P.F.4** - Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata
- 
**P.F.3** - Aree a pericolosità geomorfologica elevata

# Carta delle aree a pericolosità idraulica

Estratto dal Piano Stralcio Assetto Idrogeologico, "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica- livello di dettaglio" stralcio n.269 - prodotta ottobre 2004

Sieci



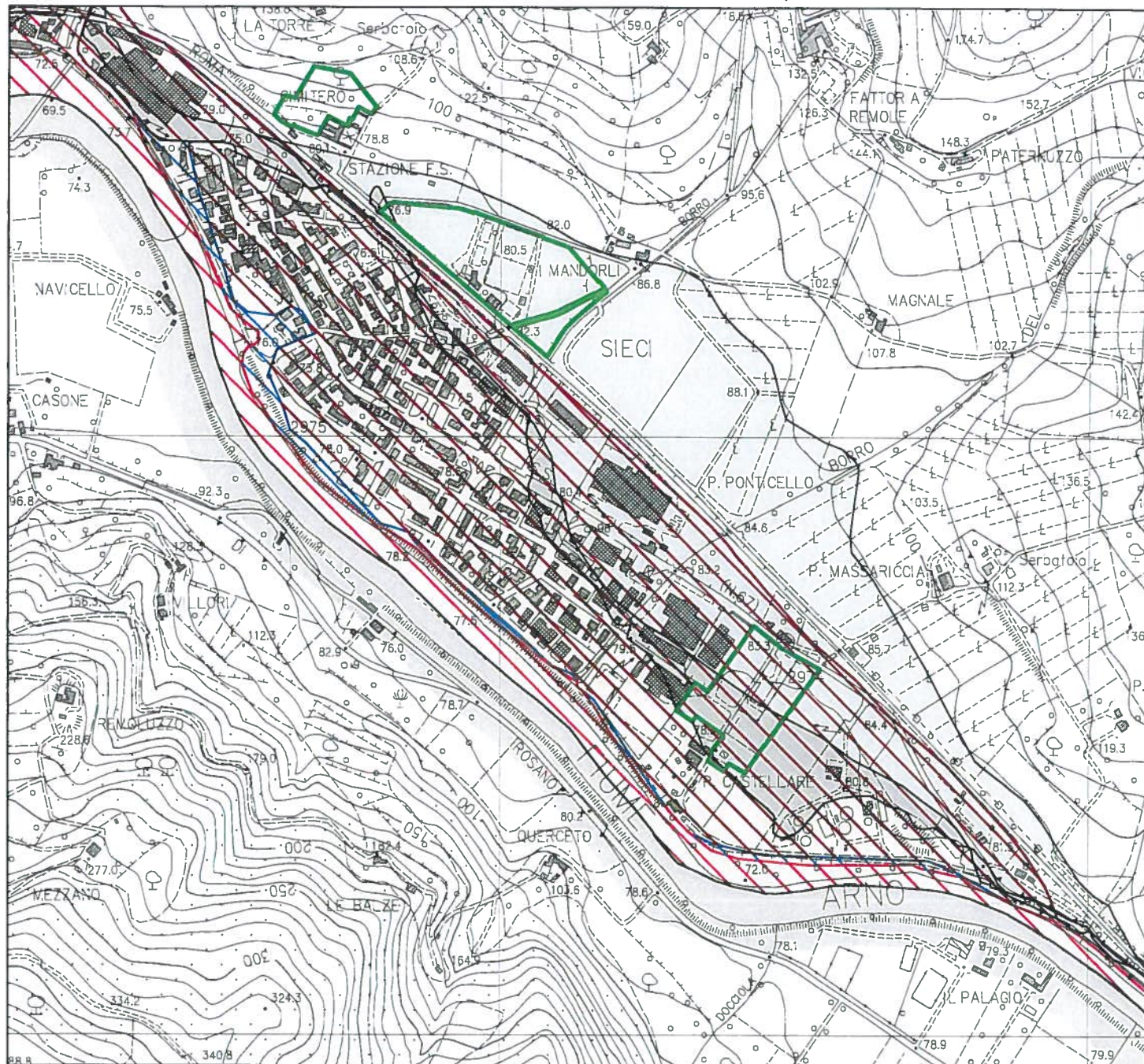
scala 1:10.000



# Carta della pericolosità idraulica





Estratto dalla carta della pericolosità idraulica, Tavola 3.14 S del Piano Strutturale, aprile 2005

Sieci






## Legenda

Pericolosità idraulica (Del. C.R. n. 12/2000)

- |   |  |
|---|--|
|  <p><b>1</b></p> <p>PERICOLOSITA' IRRILEVANTE</p> | <p>Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua e poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000, per le quali per le quali ricorrono le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;</li> <li>* sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla quota altimetrica superiore a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.</li> </ul>  |
|  <p><b>2</b></p> <p>PERICOLOSITA' BASSA</p>       | <p>Aree di fondovalle e comunque poste all'esterno dell'ambito definito "A1" all'art. 75 della C.R. n. 12/2000, per le quali ricorrono le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;</li> <li>* non si riscontrano condizioni sfavorevoli al ristagno;</li> <li>* sono in situazione favorevole di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, ossia poste a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, rispetto al ciglio di sponda.</li> </ul>  |
|  <p><b>3</b></p> <p>PERICOLOSITA' MEDIA</p>       | <p>Aree di fondovalle per le quali ricorre una delle seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* vi sono notizie storiche di inondazioni;</li> <li>* sono in situazione sfavorevole dal punto di vista morfologico, ossia poste a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra al piede esterno dell'argine o, in mancanza dell'argine, sopra al ciglio di sponda e poste ad oltre 300 m dal piede esterno dell'argine o, se mancante dal ciglio di sponda.</li> </ul> <p>Aree collinari e/o montane nella zona di svasso di laghi e invasi in cui il rischio idraulico dipende dalla tenuta del paramento di valle e dal suo stato di manutenzione.</p> <p>Aree in cui il recapito della fognatura da zone urbanizzate può essere influenzato dalle condizioni idrauliche del sistema idrologico generale (F. Arno e i suoi affluenti).</p> |
|  <p><b>4</b></p> <p>PERICOLOSITA' ELEVATA</p>     | <p>Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* vi sono notizie storiche di inondazioni;</li> <li>* sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.</li> </ul> <p>Aree ricadenti in ambito "A1" come definito all'art. 75 della Del. C.R. n. 12/2000.</p> <p>Aree soggette alle norme n. 2 e n. 3 (aree destinate ad opere per la riduzione del rischio idraulico) dal D.P.C.M. n. 226/99 "Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del rischio idraulico del Fiume Arno".</p> <p>Aree collinari o montane con presenza di corpi d'acqua (laghi e/o invasi).</p>                                       |

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino del Fiume Arno)  
Livello di dettaglio (scala 1:10.000 - MODELLO IDRAULICO)

- |   |              |  |
|---|--------------|--|
|  | <b>P.I.4</b> | Aree a pericolosità molto elevata (Esondabile per Tr 30 anni)              |
|  | <b>P.I.3</b> | Aree a pericolosità elevata (Esondabile per Tr compreso fra 30 e 100 anni) |
|  | <b>P.I.2</b> | Aree a pericolosità media (Esondabile per Tr compreso fra 100 e 200 anni)  |

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica da Piano Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino del Fiume Arno)  
Livello di sintesi (scala 1:25.000 - STORICO INVENTARIALE)

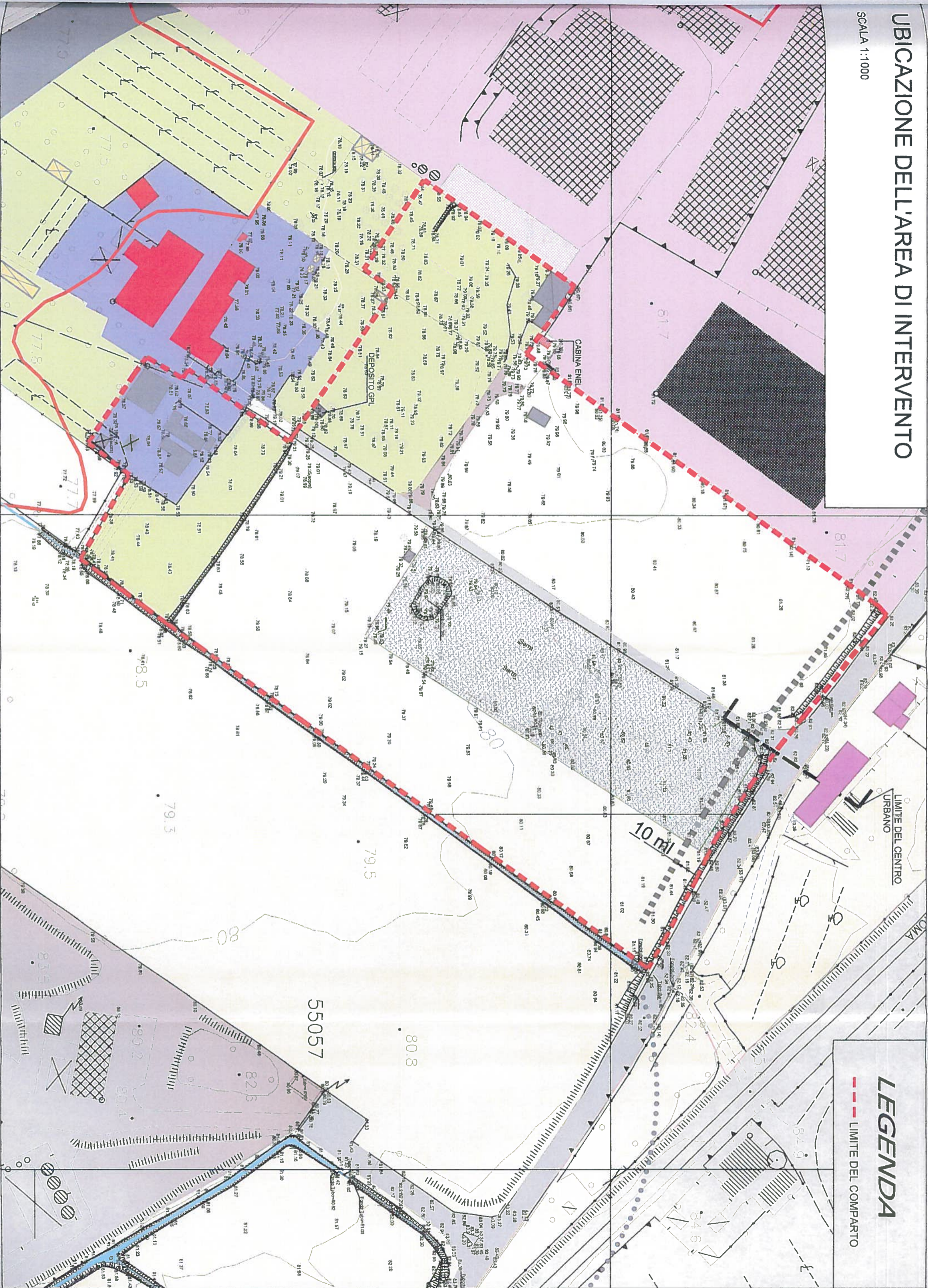
- |   |                        |                                   |
|---|------------------------|-----------------------------------|
|  | <b>P.I.4</b>           | Aree a pericolosità molto elevata |
|  | <b>Limiti compartì</b> |                                   |





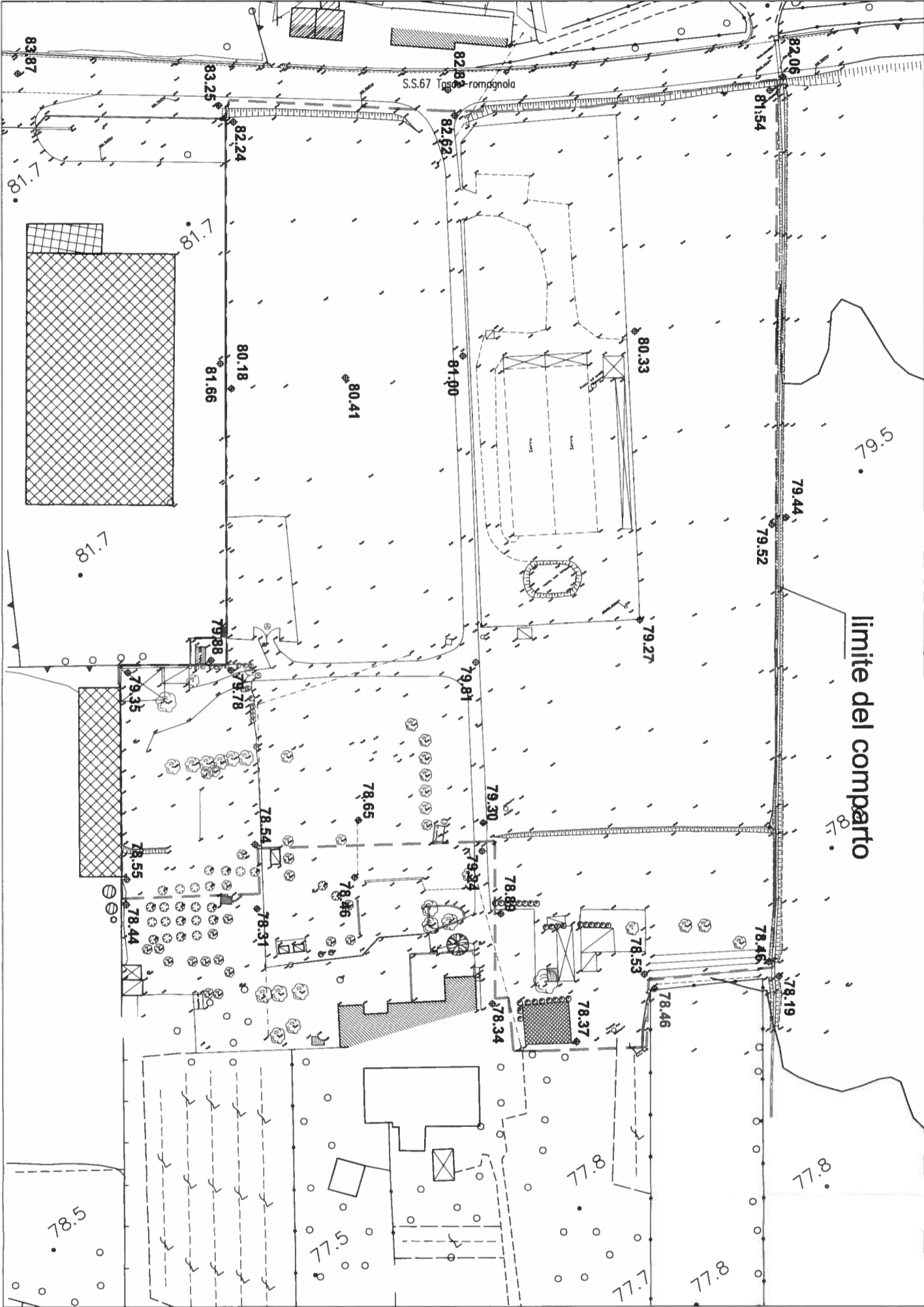
# UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

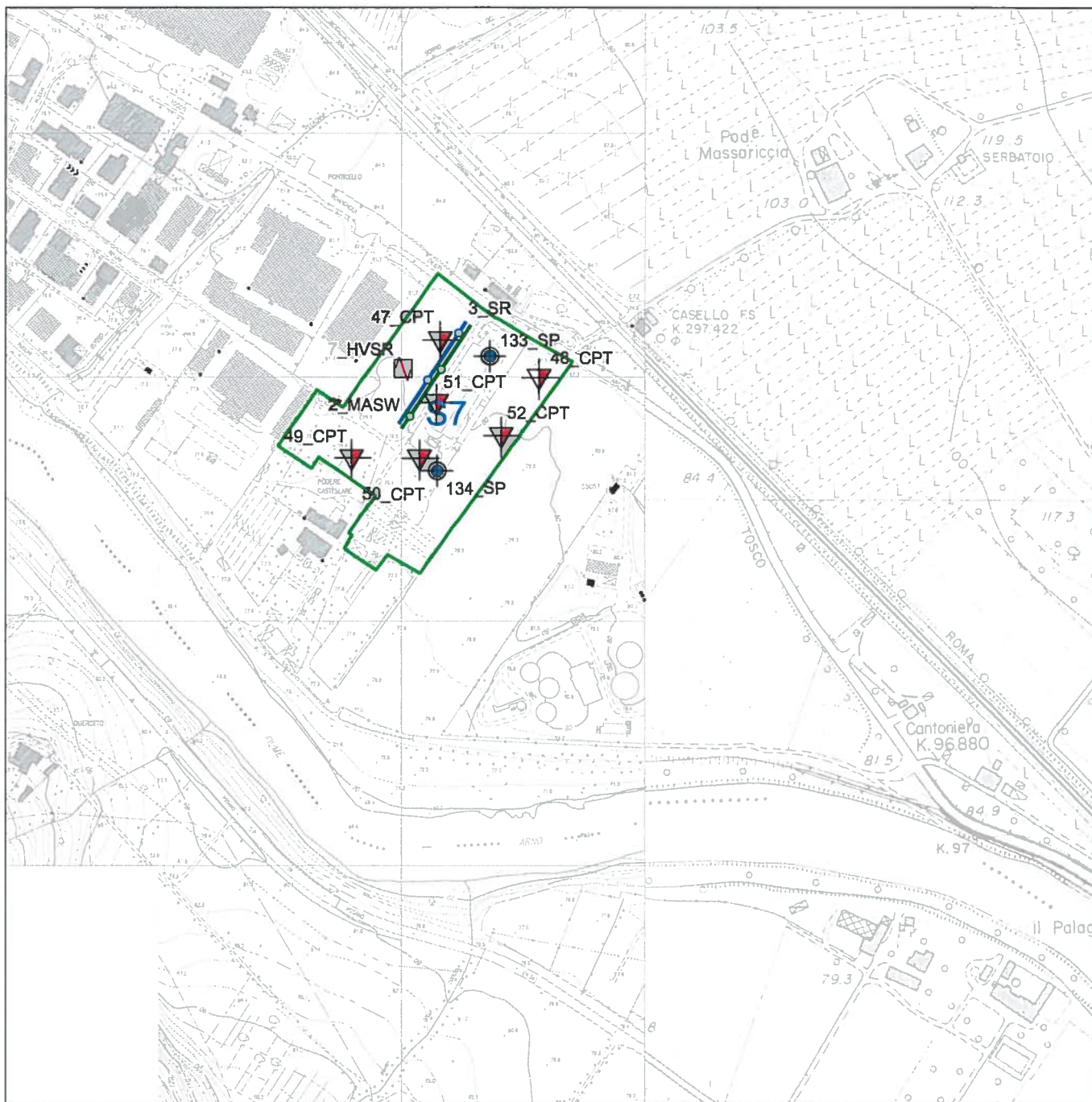
SCALA 1:1.000



## LEGENDA

--- LIMITE DEL COMPARTO



















## LEGENDA

scala 1:5.000

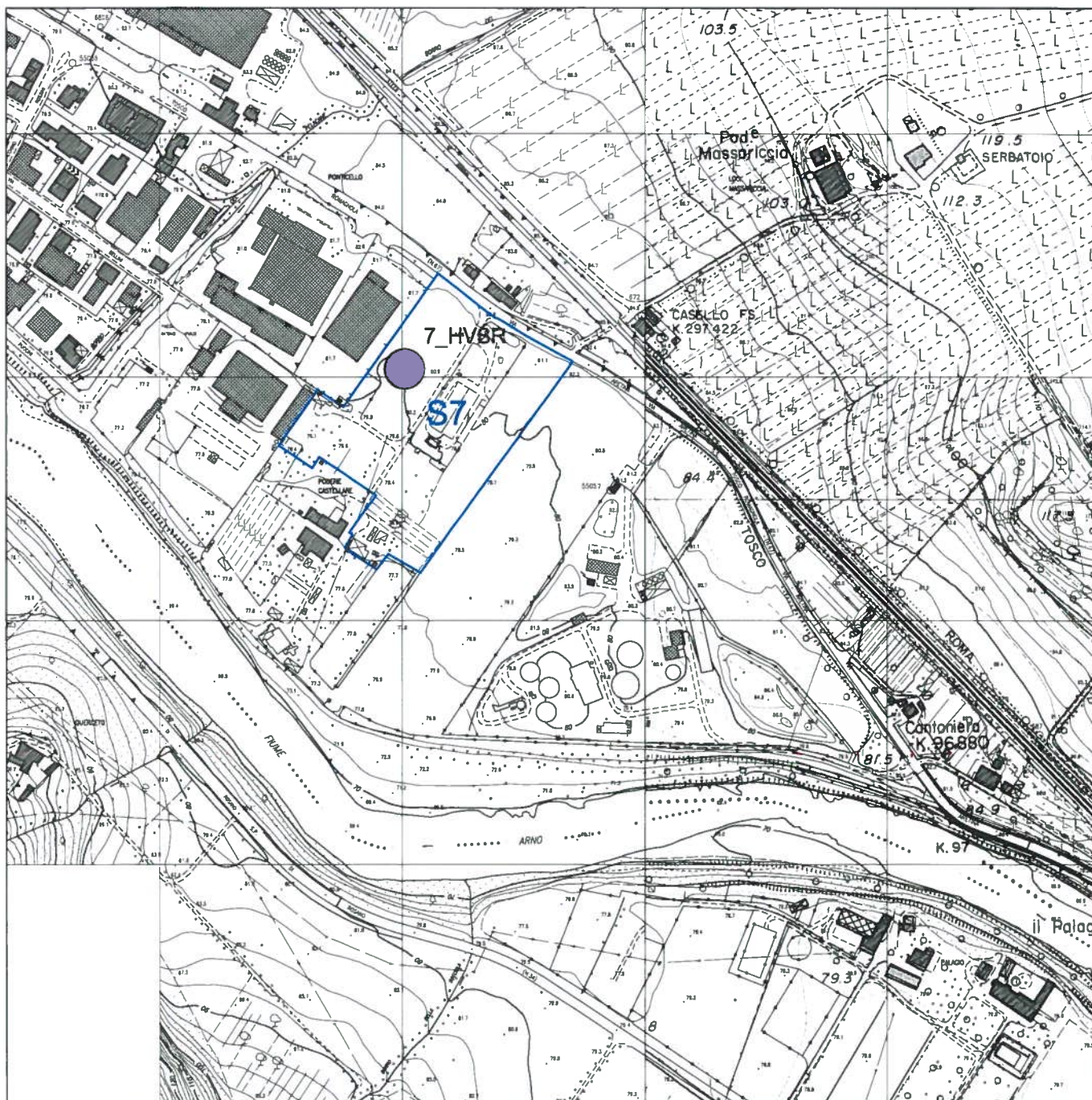
### Indagini geognostiche

-  39\_S Sondaggio a carotaggio continuo
-  25\_SP Sondaggio a carotaggio continuo con piezometro
-  36\_SI Sondaggio a carotaggio continuo con inclinometro
-  179\_SDH Sondaggio a carotaggio continuo con tubo per prova down-hole
-  75\_T Trincea o pozzetto esplorativo
-  83\_PA Pozzo per acqua
-  46\_DP Prova penetrometrica dinamica pesante
-  76\_CPT Prova penetrometrica statica

### Indagini geofisiche

-  63\_ERT Tomografia elettrica
-  35\_SR Profilo sismico a rifrazione
-  32\_MASW MASW
-  67\_REMI REMI
-  27\_ESAC Array Sismico ESAC
-  38\_HVSR Prova sismica passiva a stazione singola

**S3a** Limiti compartì

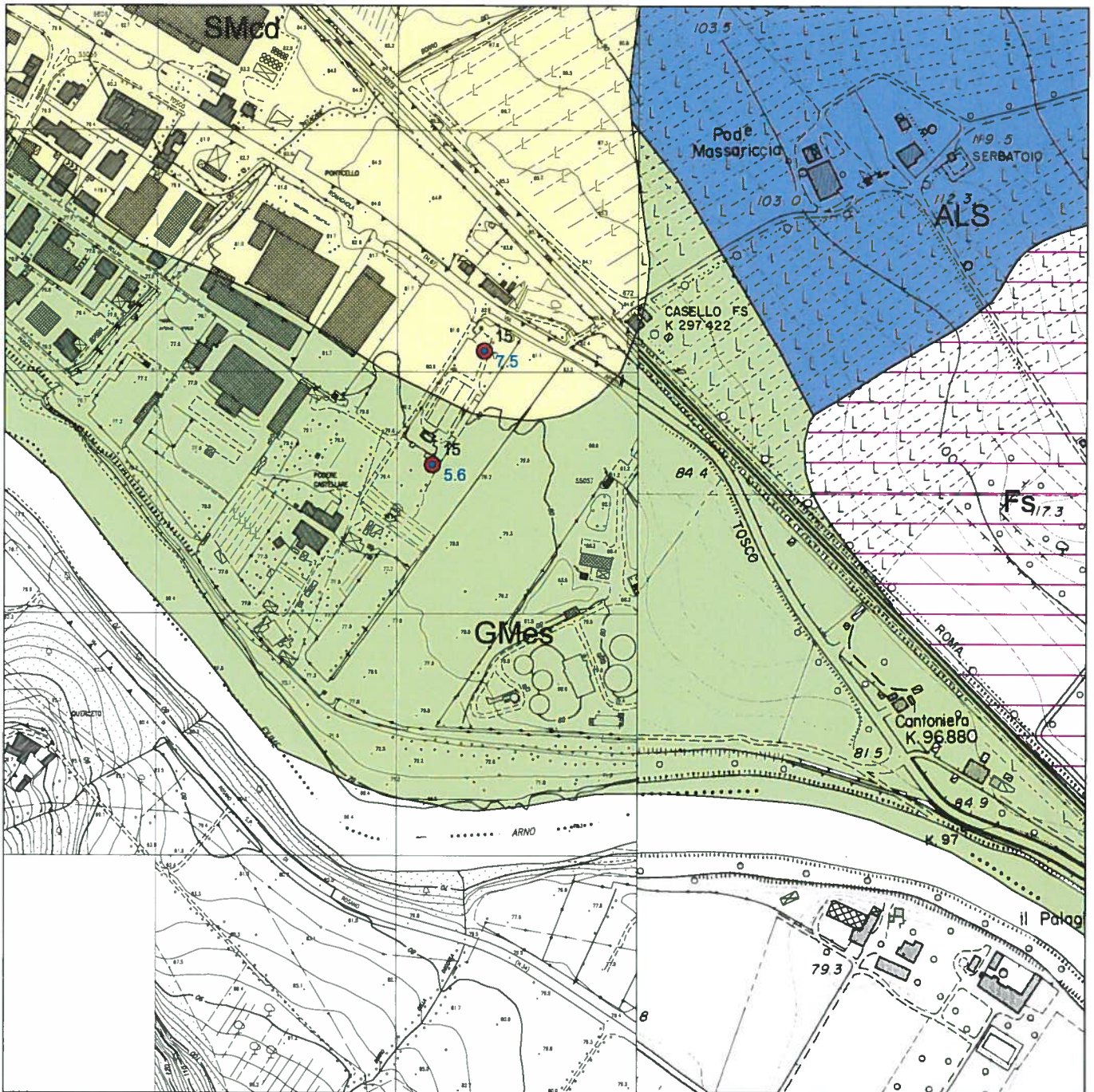


## LEGENDA

scala 1:5.000

fo (Hz) - (scala di colori)	A0 - (dimensioni crescenti)
● nessuna risonanza - (nero)	○ nessuna risonanza
● 0.1 ≤ fo ≤ 0.5 - (verde scuro)	○ 1.1 ≤ A0 ≤ 2.0
● 0.5 < fo ≤ 1.0 - (verde)	
● 1.0 < fo ≤ 2.5 - (marrone)	○ 2.0 < A0 ≤ 3.0
● 2.5 < fo ≤ 5.0 - (giallo)	
● 5.0 < fo ≤ 7.5 - (arancio)	○ 3.0 < A0 ≤ 5.0
● 7.5 < fo ≤ 10.0 - (rosso)	
● 10.0 < fo ≤ 15.0 - (viola)	○ 5.0 < A0
● 15.0 < fo - (blu)	

Tabella Riassuntiva Misure HV				
Località	Sigla indagine	Frequenza (Hz)	Ampiezza	Classe
SIECI	7_HVSR	10.63	4.17	A1



## LEGENDA

scala 1:5.000

### Notazioni geomorfologiche: instabilità di versante

**Fs** Corpo di frana stabilizzata

### Notazioni geologiche: terreni di copertura

**GMes** Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente di fluvio lacustre (argine/barre/canali)

**SMcd** Sabbie limose, miscela di sabbie e limo di ambiente fluvio lacustre (conoide detritica)

### Notazioni geologiche: substrato geologico rigido o non rigido

**ALS** Alternanza di litotipi, stratificato

### Notazioni geologiche: elementi geologici e idrogeologici

**5** Profondità (m) substrato rigido raggiunto da sondaggio o pozzo

**10** Profondità (m) sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido

**5** Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie

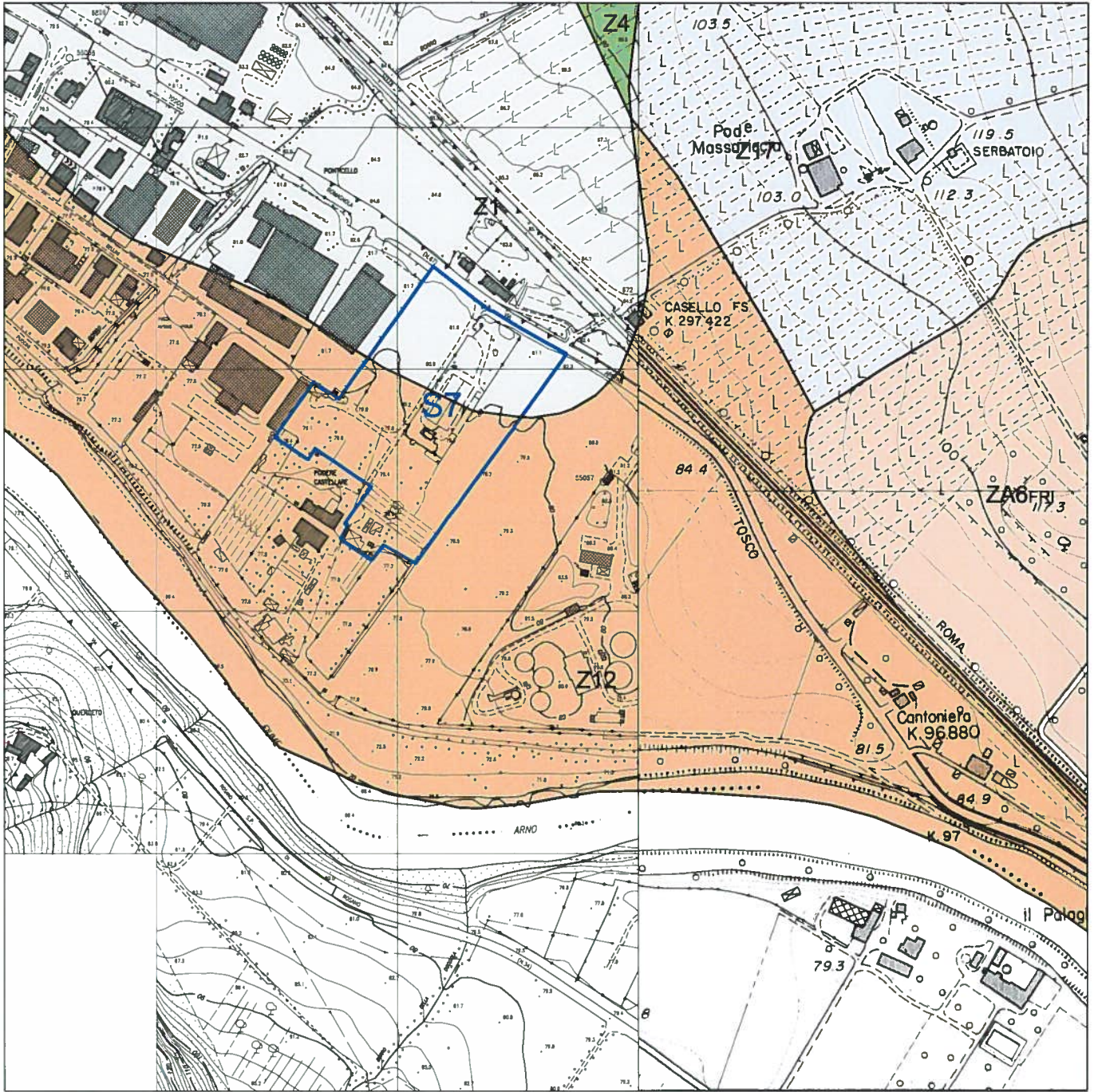
### Notazioni geologiche: elementi tettonico strutturale

**15** Giacitura strati

Faglia, faglia incerta

# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

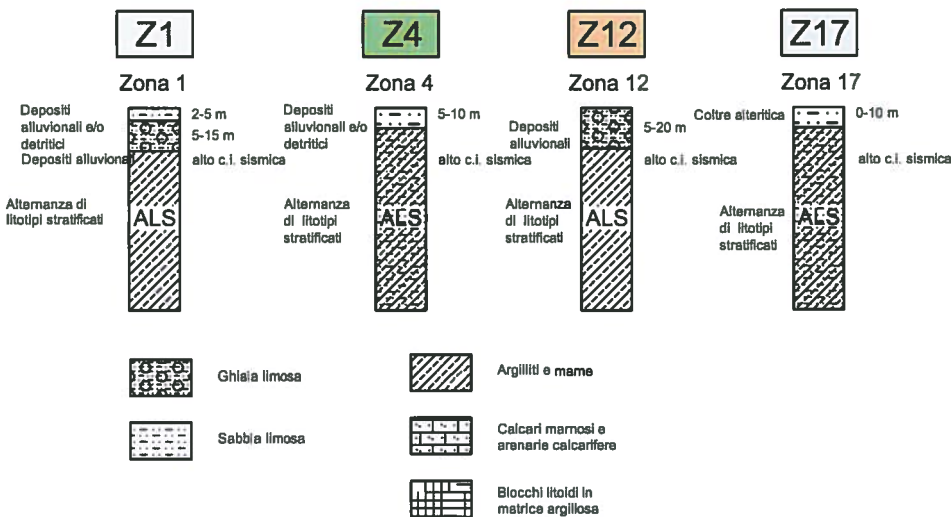
Sieci



## LEGENDA

scala 1:5.000

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Zone di attenzione instabilità di versante ZA FR		
Stato di attività		
Inattiva	Quiescente	Attiva
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 30px; height: 20px; display: inline-block; background-color: #FFDAB9;">ZA6FR</div> $i < 15^\circ$		
Zone di attenzione per altri tipi di instabilità		
Cedimenti differenziali		
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; background-color: #FFDAB9; margin: 0 auto;"></div> Area di contatto stratigrafico o tettonico di litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse		

S3a

Limiti compart



## LEGENDA

scala 1:5.000

**Pericolosità della pericolosità sismica locale (D.P.G.R. N.53/R DEL 25 OTTOBRE 2011)**



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



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



**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)



**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.