

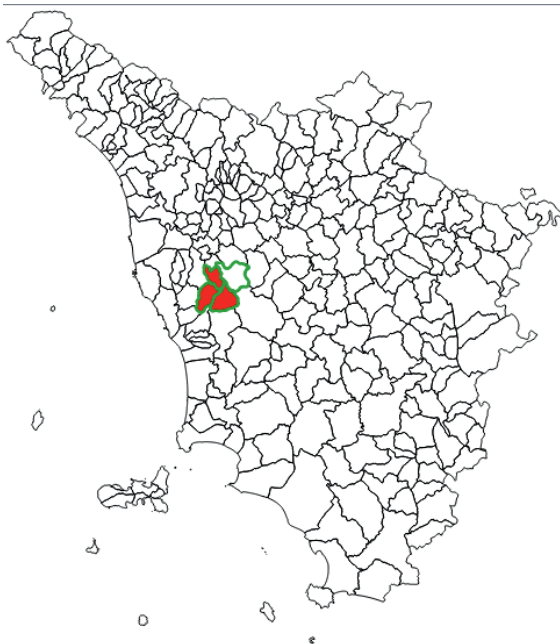
Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

Regione Toscana

Unione dei Comuni Parco Alta Valdera
Comune di Chianni, Lajatico e Terricciola



Regione Toscana	<p>Soggetto realizzatore</p> <p>Raggruppamento Temporaneo di Professionisti:</p> <p>Geol. Francesco Calderini (Capogruppo) Geol. Giancarlo Lari Geol. Simone Stefani</p> <p>Geol. Francesca Biasci (Collaborazione)</p>	<p>Novembre 2018</p> <p>Testo integrato a seguito di preistruttoria regionale del 10/05/2019 e del 30/07/2019</p> <p>Agosto 2019</p>
-----------------	---	--

INDICE

PARAGRAFI

1. Introduzione	pg. 3
1.1. Selezione e delimitazione delle aree di indagine	3
2. Definizione della Pericolosità sismica di base, degli eventi di riferimento e cenni sulla distribuzione dei danni del passato	4
3. Assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico delle aree di indagine	17
4. Dati geotecnici e geofisici da indagini realizzate e/o pregresse	25
4.1 Individuazione della Classe di Qualità	27
5. Modello di sottosuolo, interpretazioni e incertezze	30
6. Metodologia di elaborazione, illustrazione delle Carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) e risultati	31
7. Elaborati cartografici	34
8. Commenti finali e criticità	35
<i>Bibliografia</i>	36

Appendice

Verifiche di suscettibilità alla liquefazione

Elaborati cartografici allegati (distinti per Comune)

- Carta geologico-geomorfologica
- Carta delle indagini
- Carta della distribuzione delle frequenze naturali dei terreni (e Relazioni sulle nuove indagini)
- Carta geologico-geotecnica
- Sezioni geologico-geotecniche
- Carta delle MOPS

1. Introduzione

Dopo il terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009 è stato emanato un nuovo provvedimento per dare maggiore impulso alla prevenzione sismica. L'articolo 11 del decreto legge n. 39 del 28 aprile 2009 prevede che siano finanziati interventi per la prevenzione del rischio sismico su tutto il territorio nazionale. L'attuazione dell'art. 11 è affidata al Dipartimento della Protezione Civile e regolata attraverso ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri e gestita dalle Regioni competenti.

L'Unione dei Comuni Parco Altavaldera (per i territori dei Comuni di Chianni, Lajatico e Terricciola ad esclusione del Comune di Peccioli che è già dotato di uno studio di Microzonazione Sismica di livello 1 svolto in ambito di pianificazione e approvato alla data di avvio del presente studio) risulta finanziata con Decreto di GRT n. 16585 del 06/11/2017 riferibile all'annualità 2014 del Fondo L. 77/2009 (OCDPC 293/2015) per la redazione di indagini e studi di **microzonazione sismica di livello 1 (MS1)** dei centri urbani e le analisi delle **condizioni limite per l'emergenza (CLE)**.

Per tali studi il Settore Protezione Civile dell'Unione Parco Altavaldera ha individuato il Soggetto attuatore nel Raggruppamento Temporaneo di Professionisti "CLS" composto dal dott. geol. Francesco Calderini (capogruppo), dal dott. geol. Giancarlo Lari e dal dott. geol. Simone Stefani. L'incarico è stato conferito con Determinazione del Responsabile del servizio Ufficio Protezione Civile n. 41 del 20 febbraio 2018.

Lo studio è redatto in osservanza alle seguenti norme, linee guida e documenti:

- *"Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (di seguito indicato con la sigla ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome e aggiornamento 2012*
- *"Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" per la Microzonazione Sismica, versione 4.0b., Commissione tecnica per la Microzonazione sismica, Roma . ottobre 2015.*
- *"Specifiche Tecniche Regionali per la Microzonazione Sismica Regionale" Edizione n. 6 – approvata con Del. G.R.T. n.1162/2018.*
- *"Vademecum operativo per la redazione delle indagini e studi di MS di livello 1", Vers.1.0 - aggiornamento 18/06/2012 e ss.mm.ii., Settore Sismica, Regione Toscana.*

1.1. Selezione e delimitazione delle aree di indagine

Per quanto riguarda l'identificazione delle **aree di indagine**, sulla base delle indicazioni riportate dalla Regione Toscana-Settore Sismica e di quanto concordato preliminarmente con i tecnici dei Comuni interessati, sono state scelte le seguenti aree, per la maggior parte dei casi coincidenti con le U.T.O.E. dei rispettivi strumenti di pianificazione:

Comune di Chianni

Chianni, Rivalto, La Pieve, La Fornace-Croce al Magno, Garetto-I Gulfi.

Comune di Lajatico

Lajatico, Orciatice, La Sterza est, Villaggio San Giovanni in Val d'Era.

Comune di Terricciola

Terricciola, La Rosa, Selvatele, Morrona, Stibbiolo, Soiana, Soianella, Chientina, La Sterza ovest.

Le indagini sono state distribuite per Comune come di seguito indicato:

Comune di Chianni

n. 1 Stesa di sismica a rifrazione in onde P e Sh; n. 2 indagini MASW-ESAC, n. 4 misure HVSR (n. 14 HVSR già realizzate nell'ambito di una Variante al RU [approvata con DCC n° 23 del 25-05-2018](#)).

Comune di Lajatico

n. 1 Stesa di sismica a rifrazione in onde P e Sh; n. 3 indagini MASW-ESAC, n. 18 misure HVSR.

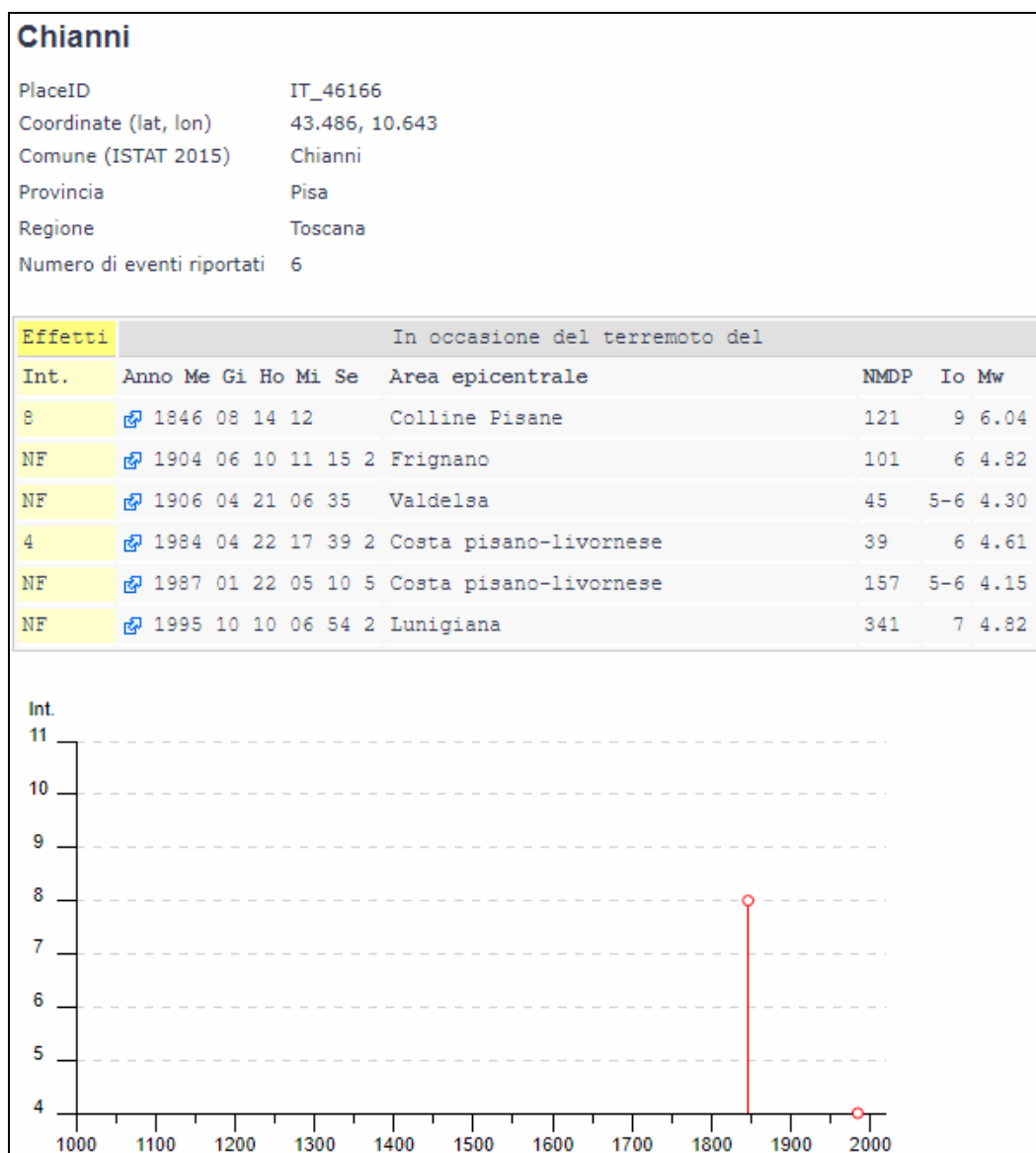
Comune di Terricciola

n. 1 Stesa di sismica a rifrazione in onde P e Sh; n. 3 indagini MASW-ESAC, n. 28 misure HVSR.

Come da indicazione della Comunità le indagini MASW-ESAC sono state realizzate nelle frazioni di: La Rosa, Selvatele, La Sterza, la Fornace e Villaggio S Giovanni.

2. Definizione della Pericolosità sismica di base, degli eventi di riferimento e cenni sulla distribuzione dei danni del passato

Per la definizione della sismicità storica di Chianni, Lajatico e Terricciola è stato consultato il Database Macrosismico Italiano DBMI15 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>). Le figure seguenti, distinte per Comune, riportano per ogni evento sismico risentito: data, area epicentrale, intensità epicentrale I0 (valori in scala MCS), magnitudo momento MW (stimata da correlazioni empiriche o misurata) e intensità al sito IS (MCS).



Lajatico

PlaceID IT_46199
 Coordinate (lat, lon) 43.474, 10.728
 Comune (ISTAT 2015) Lajatico
 Provincia Pisa
 Regione Toscana
 Numero di eventi riportati 10

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1897	05	22	02	05		Valdelsa	23	5	4.26
NF	1897	07	27	09	02	1	Valdarno inferiore	33	5-6	4.27
NF	1897	09	06	03	10	4	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
2-3	1906	04	21	06	35		Valdelsa	45	5-6	4.30
NF	1906	12	20	02	38		Valdelsa	28	4	3.96
3	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
5	1914	01	15	03	27	2	Livornese	25	5	4.33
6	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
3	1993	08	06	07	51	4	Colline Metallifere	35	5-6	4.03
3	1998	05	20	11	07	4	Colline Metallifere	31	4-5	4.19

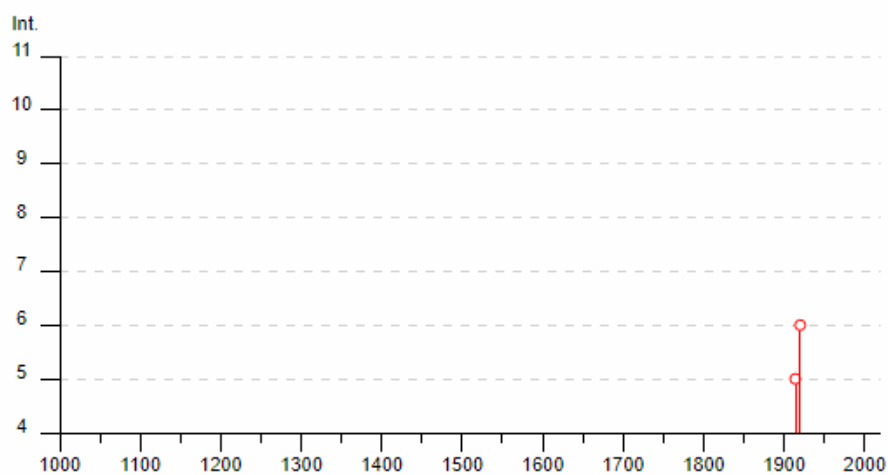


Fig. 1b - Terremoti storici significativi per Lajatico

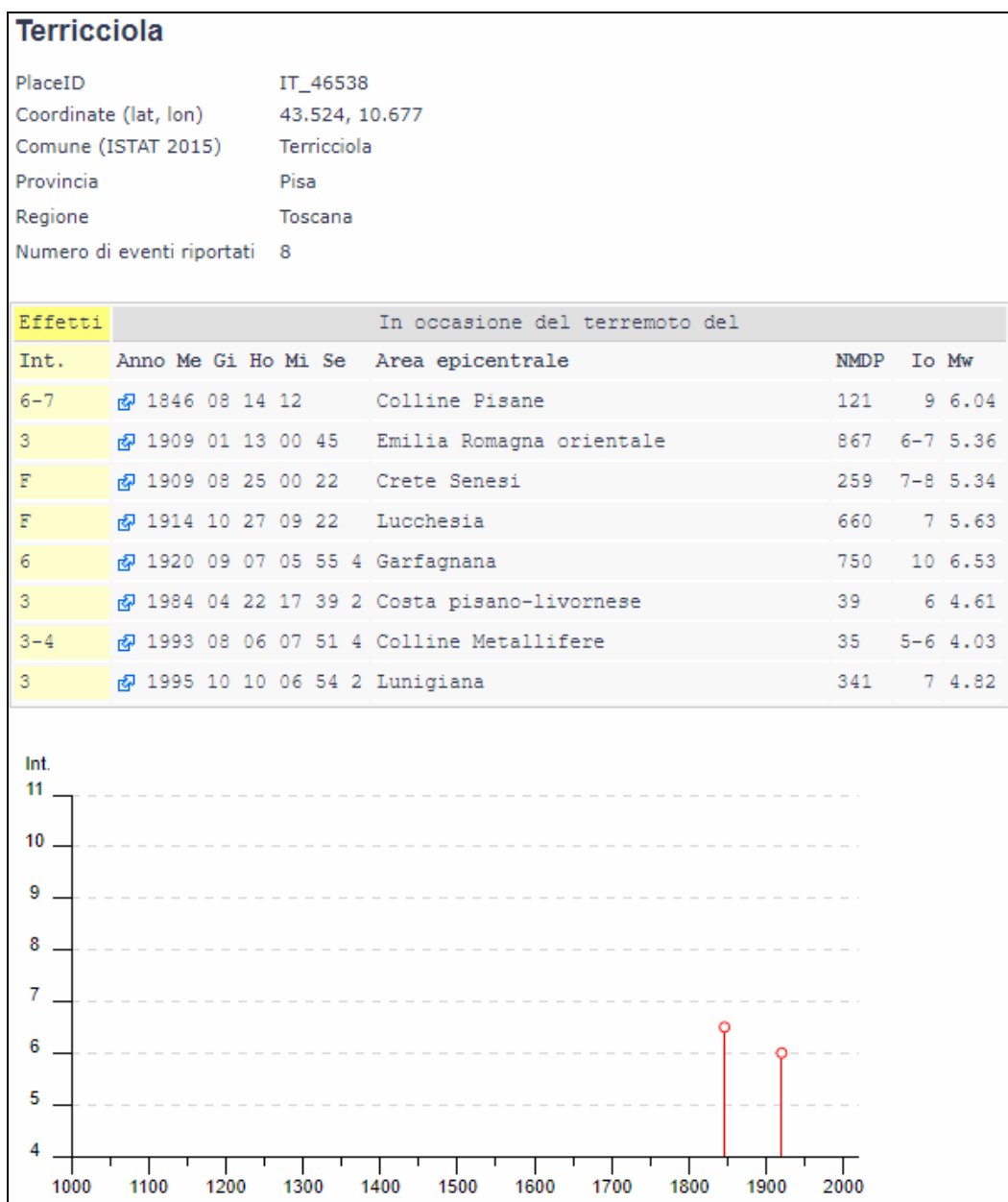


Fig. 1c - Terremoti storici significativi per Terricciola

L'esame della storia sismica indica che il massimo risentimento nell'area di Chianni è stato raggiunto in occasione del terremoto delle Colline Pisane (detto “di Orciano”) verificatosi in data 14/08/1846 alle ore 12:00 con $M_w=6.04$, viceversa per i territori di Lajatico e Terricciola, i massimi risentimenti sono da ricollegarsi all'evento avvenuto in Garfagnana il giorno 07/09/1920 alle ore 05:55 con $M_w = 6.53$. Nella figura seguente è possibile osservare gli epicentri dei ricordati eventi principali oltre ad eventi minori (leggeri e strumentali) presenti nella banca dati INGV.

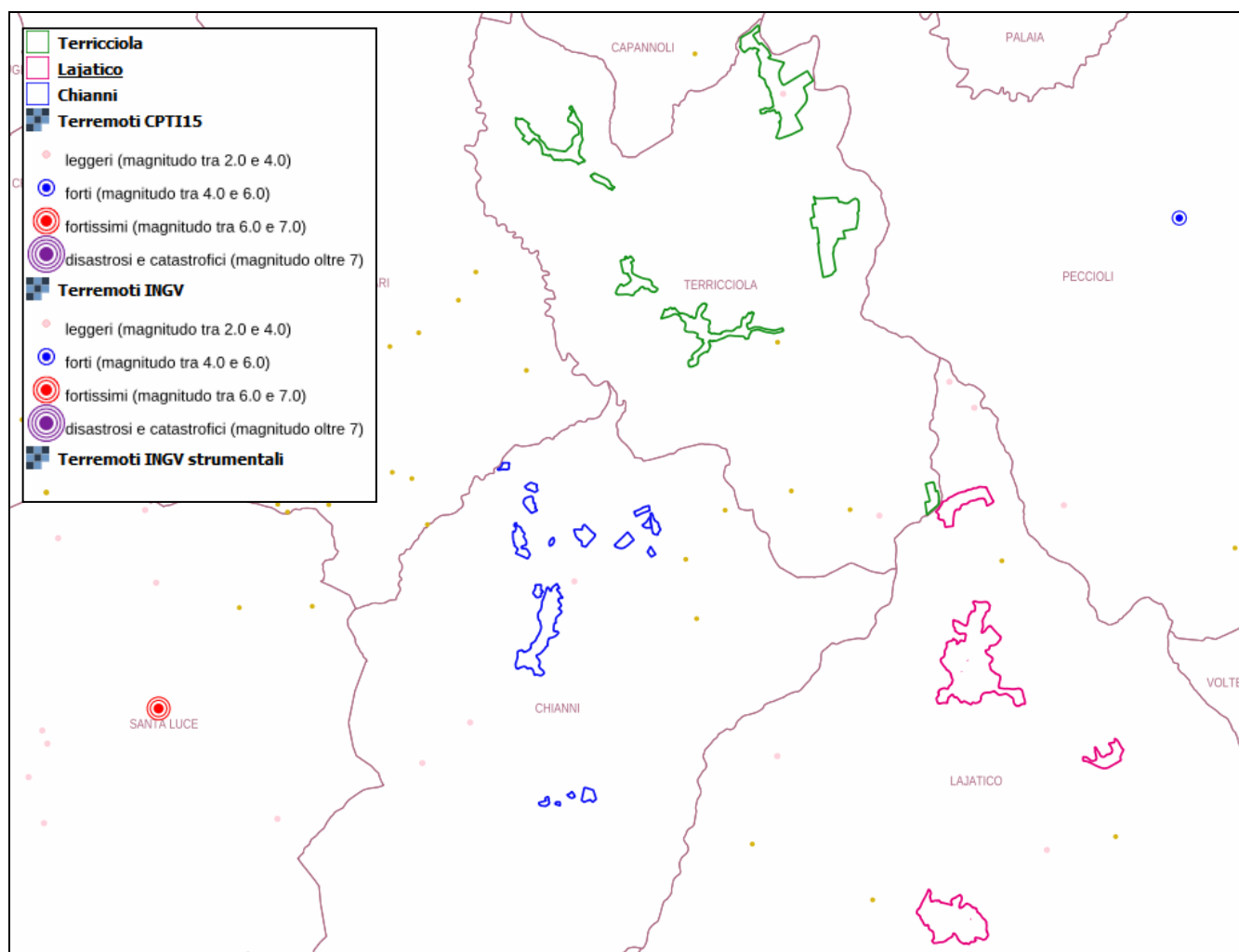


Figura 2—Epicentri degli eventi sismici selezionati da INGV

In base alla disposizione degli epicentri è possibile risalire alle aree sismo-genetiche che hanno contribuito maggiormente alla sismicità storica della zona del Parco Alta Valdera. In Figura 2 sono riportate le principali sorgenti della zona estratte dal DISS (Database of Individual Seismogenetic Source).

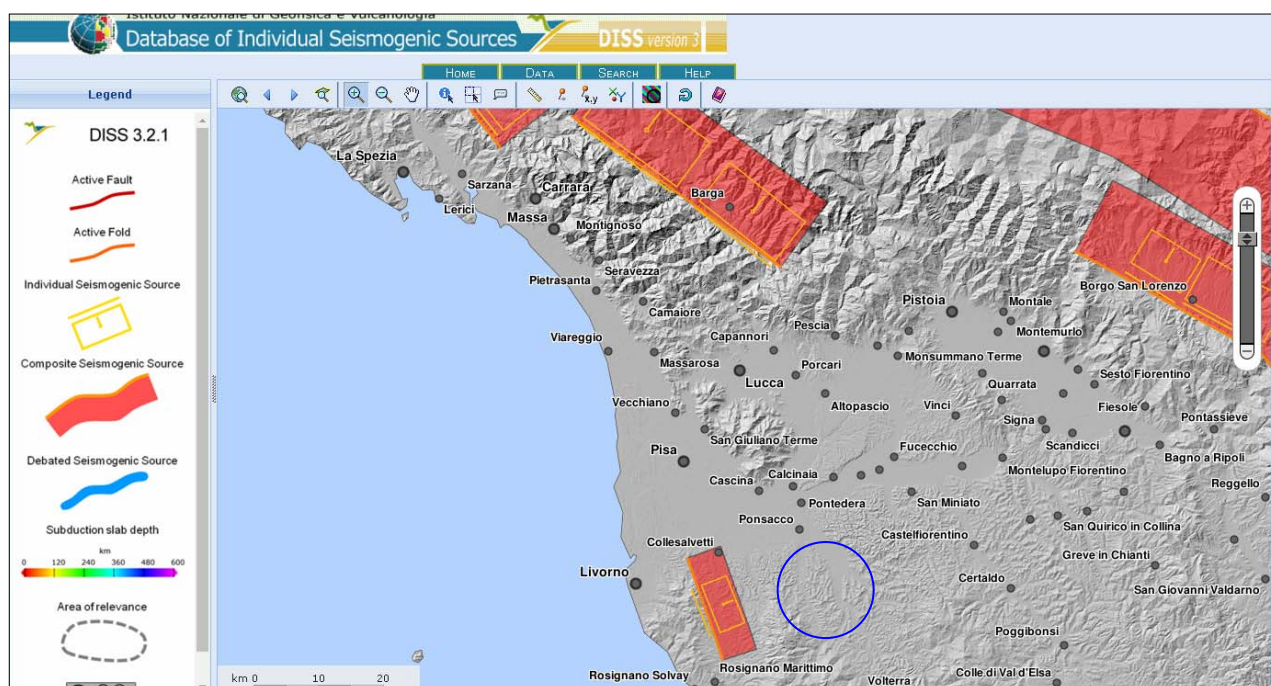


Figura 3 – Sorgenti sismogenetiche di maggior significato per la zona del Parco Alta Valdera estratte dal DISS (Database of Individual Seismogenic Source¹)

Com'è possibile osservare il sistema di faglie di maggiore rilievo nella definizione della pericolosità sismica di base, risulta il Livorno Hills, pochi km a SE della città di Livorno, che immerge a ENE con direzione NNW/SSE parallela al margine tirrenico della regione Toscana.

I dati storici (Boschi et al, 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Guidoboni et al, 2007) mostrano una bassa influenza di terremoti dannosi nella zona, in particolare, questa regione è stata colpita dal sisma del 14 agosto 1846 (Mw 5.7, Orciano Pisano). Questa sorgente appartiene al sistema di faglie normali ad alto angolo che confina con direzione NW-SE il sistema a horst e graben che si è sviluppato durante il tardo Miocene-Pleistocene (ad esempio Carmignani et al., 1994, 2001) ed è stata associata con il terremoto del 14 Agosto 1846 (Mv 6.04).

Nelle numerose e varie descrizioni del “terremoto di Orciano” presenti in letteratura quella del Prof. L. Pilla cita alcune località presenti nel territorio di indagine.

*“...In seguito alla grande scossa del dì 14 si manifestò presso a **Lajatico**, e propriamente nel Botro della Cecinella, una polla di acqua minerale, in un sito dove per lo innanzi nessuna sorgente di acqua vi era. La quale polla scaturì da un suolo di mattaione come se venisse da un cannello di fiasco. L'acqua è alquanto torbida, e tramanda un forte odore di gas epatico, intento che è molto simile alla cosiddetta Acqua puzzolente di Livorno.*

Quando rimane in riposo perde un poco il detto odore e rimane limpida. Alcune ricerche analitiche fatte su quest'acqua v'indicano un eccesso di solfato di magnesia e di soda, con qualche poco di carbonato di calce; il perché potrebbe riuscire molto purgativa.

Spero nessuno vorrà credere che il tremuoto abbia mineralizzata quell'acqua. Invece la scossa ha fatto ufficio di strumento scavatore, ciò è ha infranto il suolo ed ha fatto scaturire alla superficie una polla solforosa, la quale innanzi non poteva spicciare per mancanza di convenevole apertura. E quanto alla qualità minerale dell'acqua giova qui ricordare quello che ho detto in un'altra mia opera, ciò è che il suolo Toscano essendo stato in gran parte modificato da azioni ignee recenti, questa circostanza deve contribuire molto a mineralizzare le acque che hanno corso tra' suoi strati sotterranei. E poiché la porzione della Toscana occidentale limitrofa al Mediterraneo è stata sopra di ogni altra sconvolta da azioni ignee, però le acque nuove che scaturiscono in quest'ultima regione, hanno facilmente delle qualità più o meno gassose e saline. La speranza sembra dimostrare appieno questa idea teoretica. L'acqua del pozzo artesiani di Pontedera non ha anch'ella un

¹ Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), *The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS)*, version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014

leggero odore epatico? Adunque la polla minerale che il tremuoto ha fatto spicciare a **Lajatico** non presenta nessun fenomeno straordinario; e s'ella riesce utile come purgativa e molto più se la sua vena non verrà meno, sarà questo uno dei piccoli benefici in cambio di tanti mali recati dal disastro...”

“...Da Lari a Volterra il tremuoto ha offeso con azione sempre più decrescente, ma magnitudo sempre il medesimo ordine. Così per es. Cevoli, Capannoli che sono in una situazione alquanto infossata hanno sofferto meno che S. Pietro, **Soiana**, ecc. che stanno in posizione più eminente...”

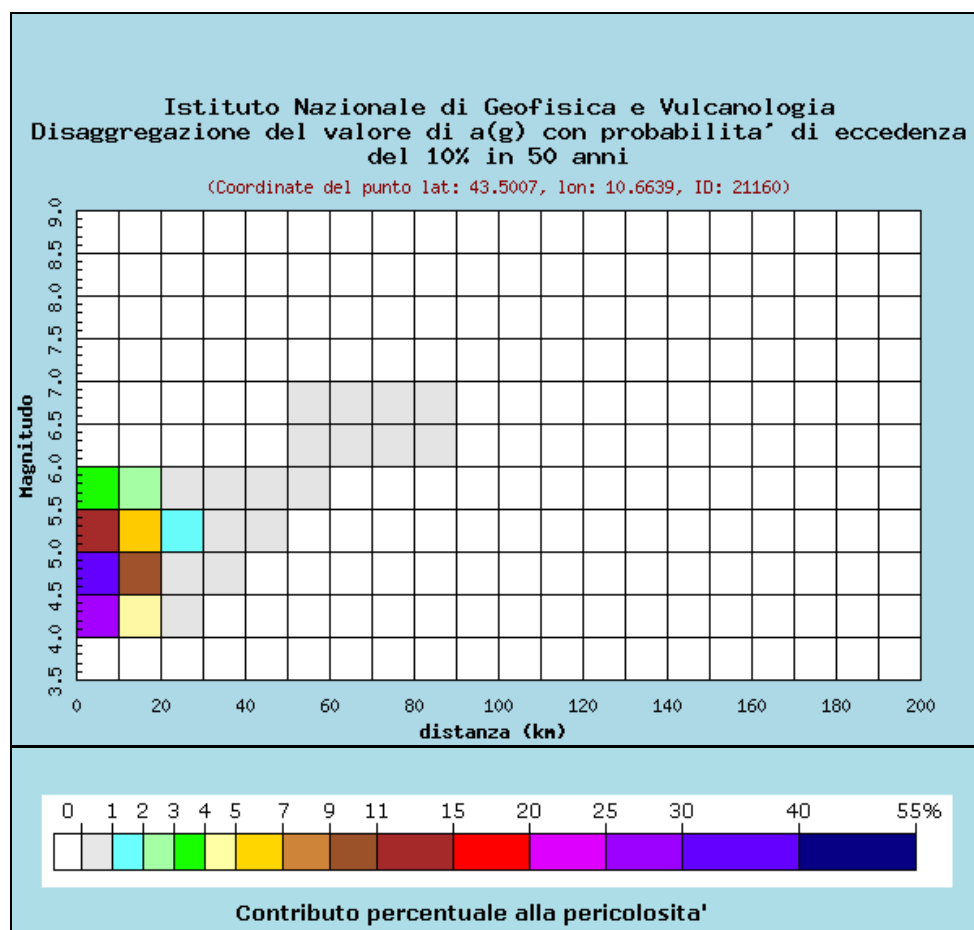


Figura 4a – Diagramma di disaggregazione per il Comune di Chianni da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

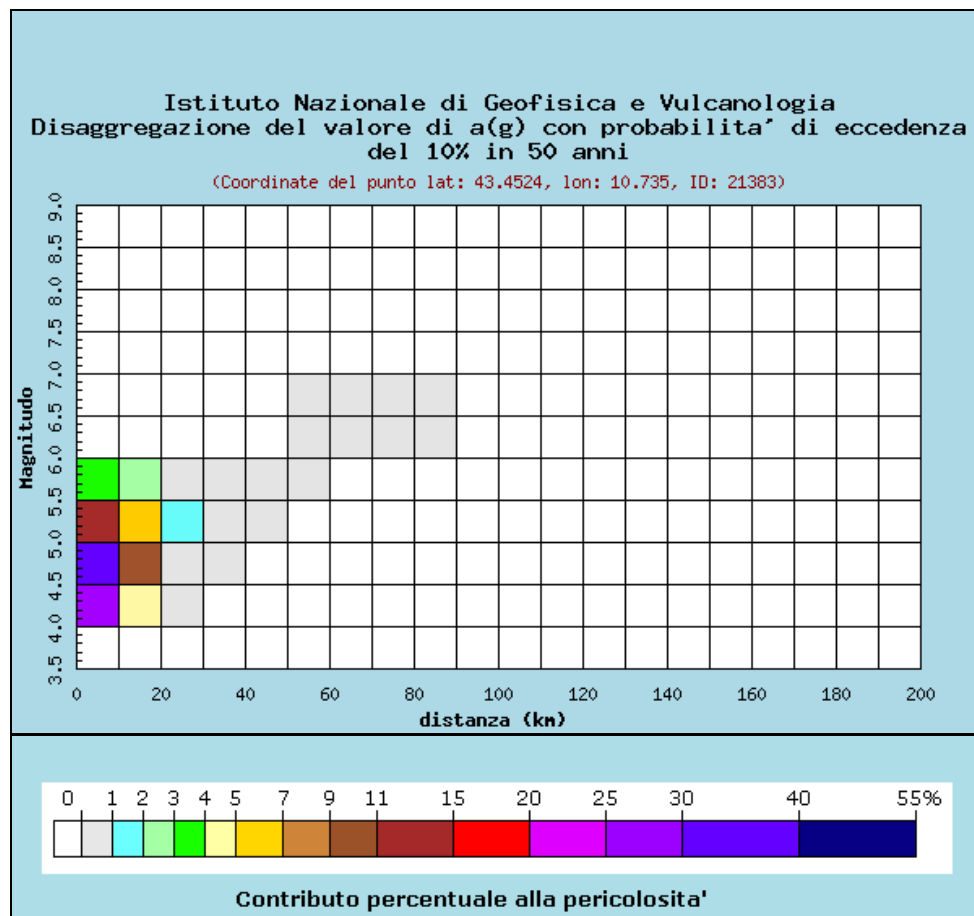


Figura 4b – Diagramma di disaggregazione per il Comune di Lajatico da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

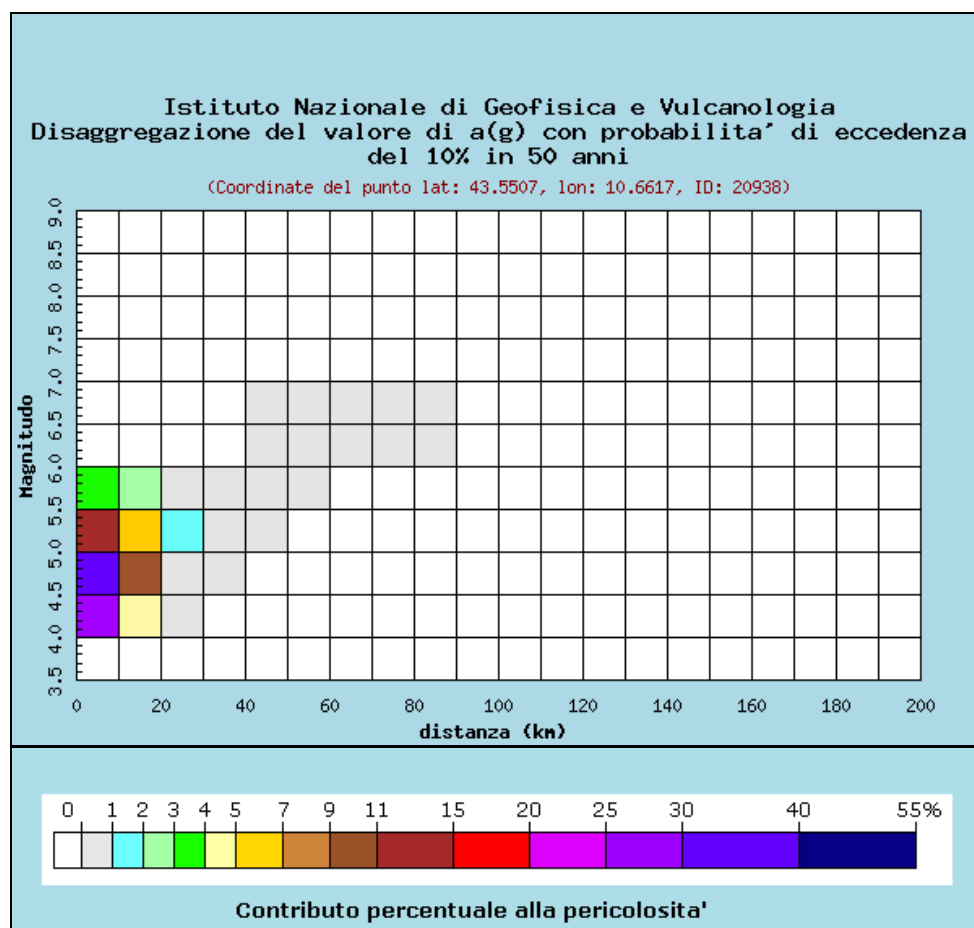


Figura 4c – Diagramma di disaggregazione per il Comune di Terricciola da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

I valori medi di Magnitudo e distanza risultano infatti, rispettivamente, di:

COMUNE	MAGNITUDO	DISTANZA (KM)
Chianni	4.77	7.50
Lajatico	4.78	7.61
Terricciola	4.77	7.40

Con l'Ordinanza PCM 3274/2003 (GU n. 108 dell'8 maggio 2003) si   avviato in Italia un processo per la stima della pericolosit  sismica secondo dati, metodi, approcci aggiornati e condivisi e utilizzati a livello internazionale. Per la prima volta si   delineato un percorso per il quale venivano definite le procedure da seguire, il tipo di prodotti da rilasciare e l'applicazione dei risultati. Un documento di tale tipo avrebbe infatti costituito la base per l'aggiornamento dell'assegnazione dei comuni alle zone sismiche. Questa iniziativa ha portato alla realizzazione della Mappa di Pericolosit  Sismica 2004 (MPS04) che descrive la pericolosit  sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa con una probabilit  di eccedenza del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante.

Dopo l'approvazione da parte della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, la mappa MPS04   diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006 (G.U. n. 105 dell'11 maggio 2006).

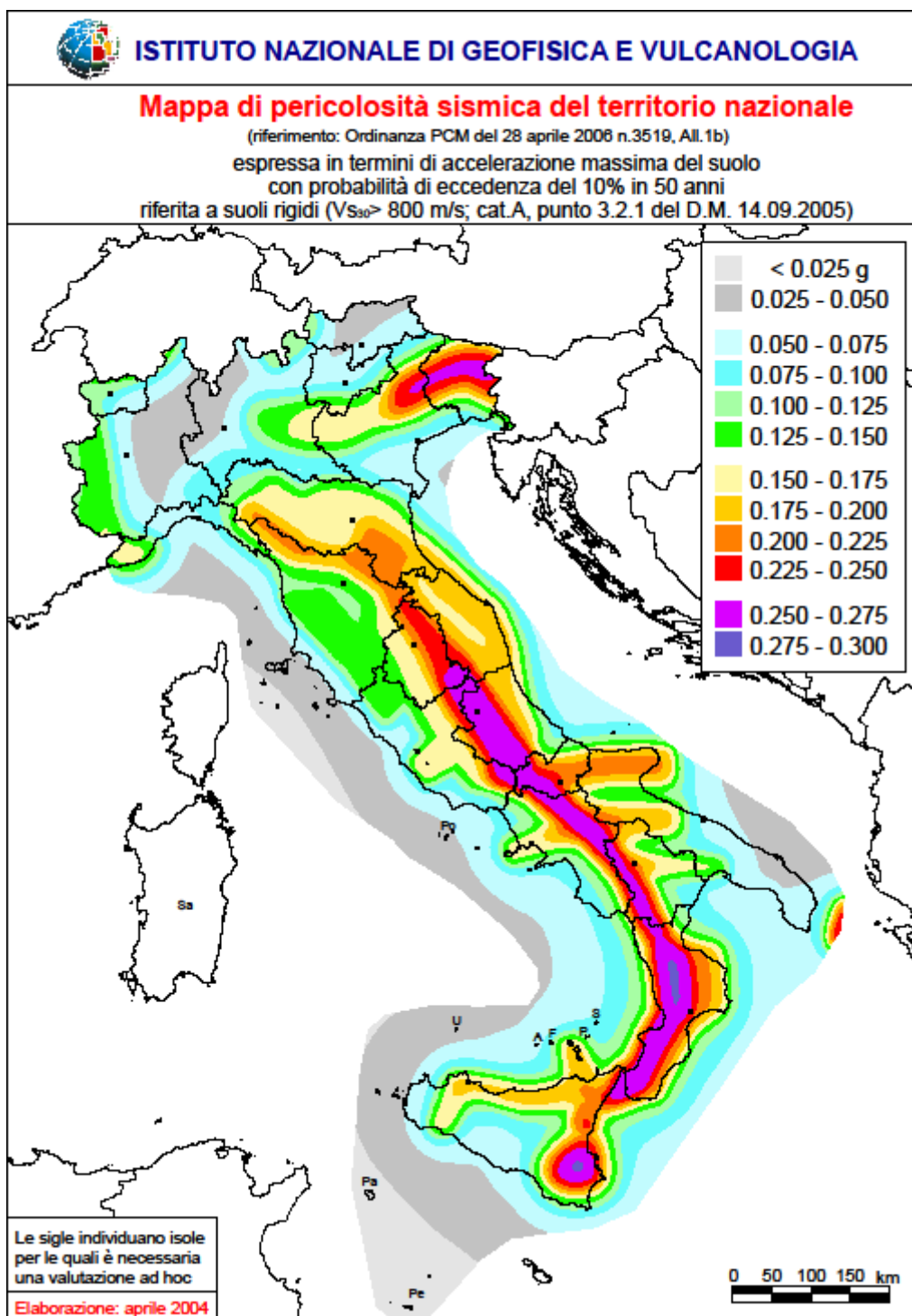


Figura 5– MPS04

La legislazione nazionale prevede che l'aggiornamento delle zone sismiche spetti alle singole Regioni e Province Autonome, sulla base di criteri definiti a scala nazionale. In seguito all'Ordinanza PCM 3519/2006, le Regioni e Province Autonome che volessero aggiornare tale elenco devono basarsi sui valori di accelerazione proposti dalla mappa di pericolosità sismica MPS04 per individuare le soglie che definiscono il limite tra una zona sismica e un'altra.

Nell'area di studio a seguito di un probabile sisma la massima accelerazione del suolo attesa, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni risulta compresa tra $0.125g < a_g \leq 0.15g$.

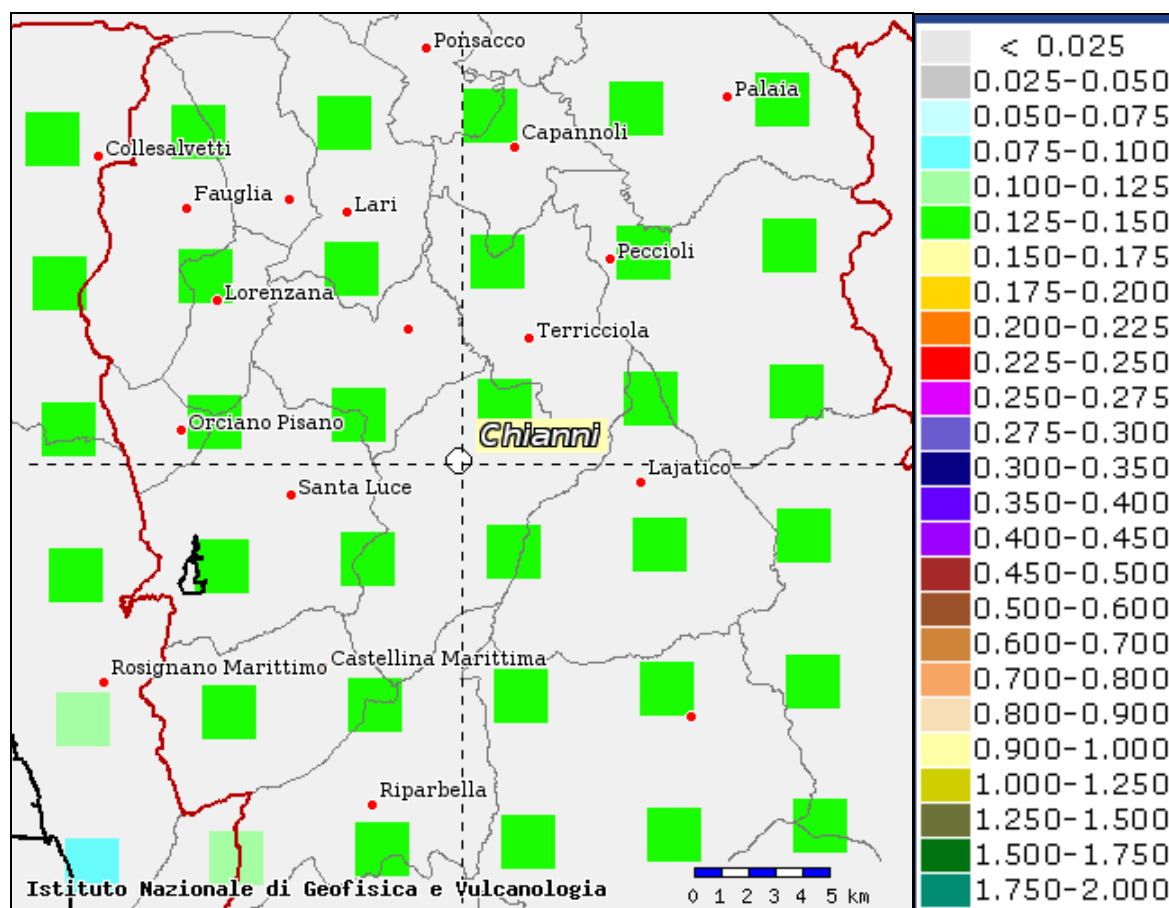


Figura 6a – Accelerazione massima attesa al suolo per il territorio di Chianni (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

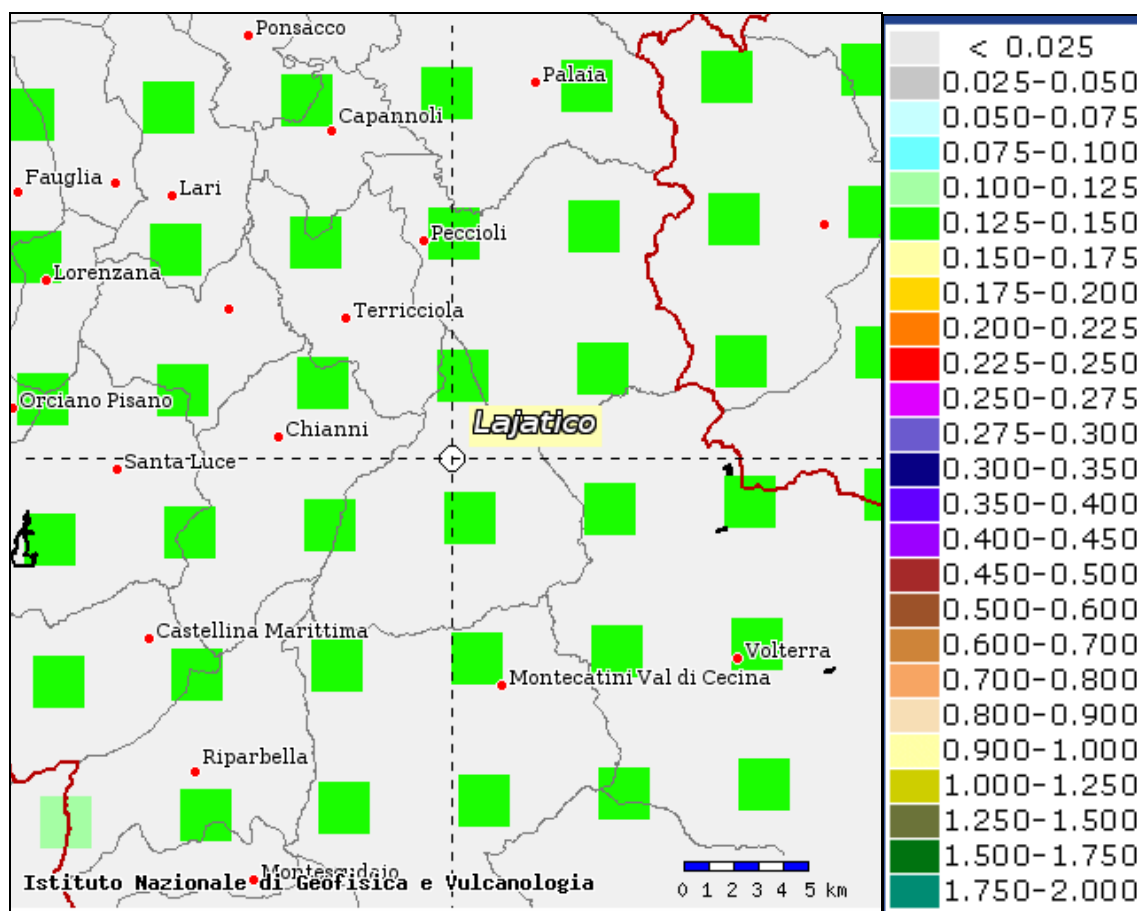


Figura 6b—Accelerazione massima attesa al suolo per il territorio di Lajatico (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

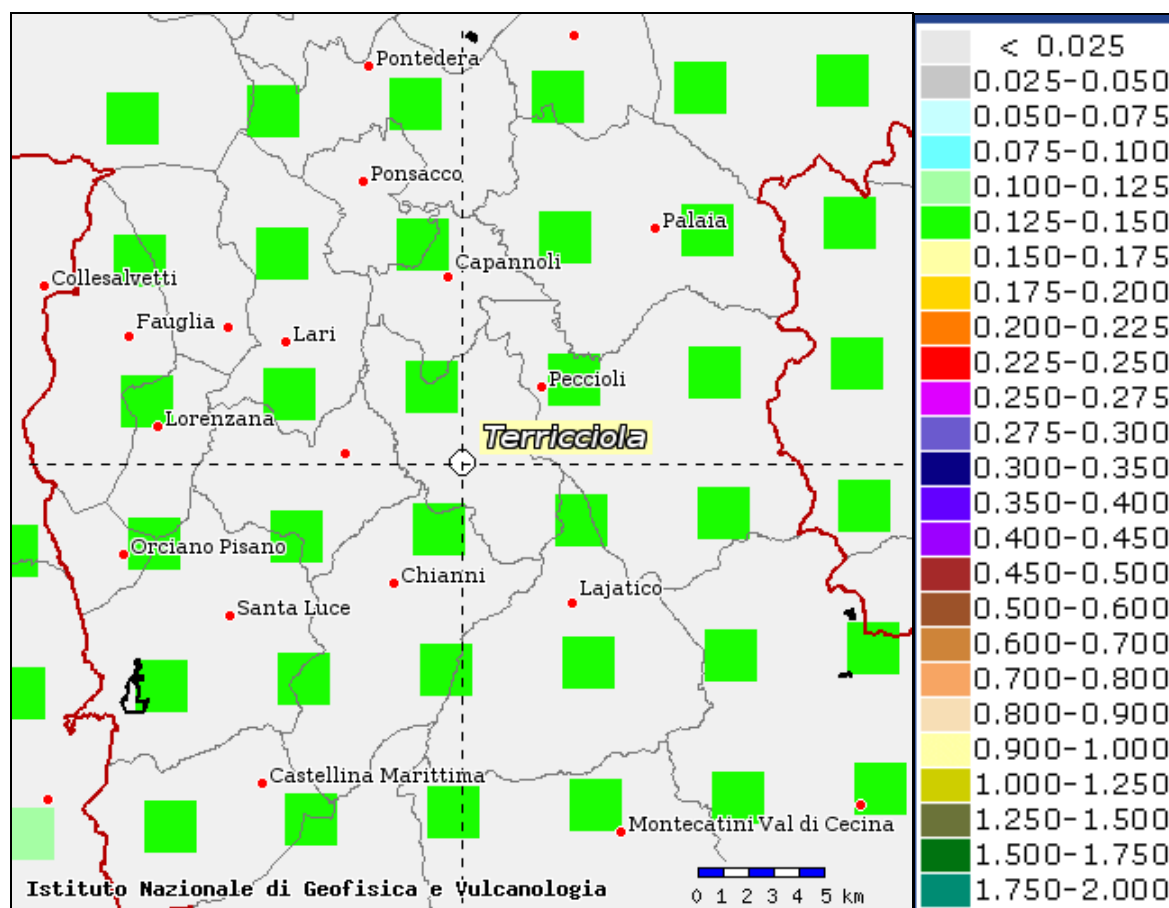


Figura 6c – Accelerazione massima attesa al suolo per il territorio di Terricciola (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Secondo l'aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'o.p.c.m. 3519/2006 ed ai sensi del d.m. 14/01/2008). I Comuni facenti parte del Parco Alta Valdera risultano attualmente classificati in **zona sismica 3** (d.g.r.t. 26 maggio 2014, n. 421).

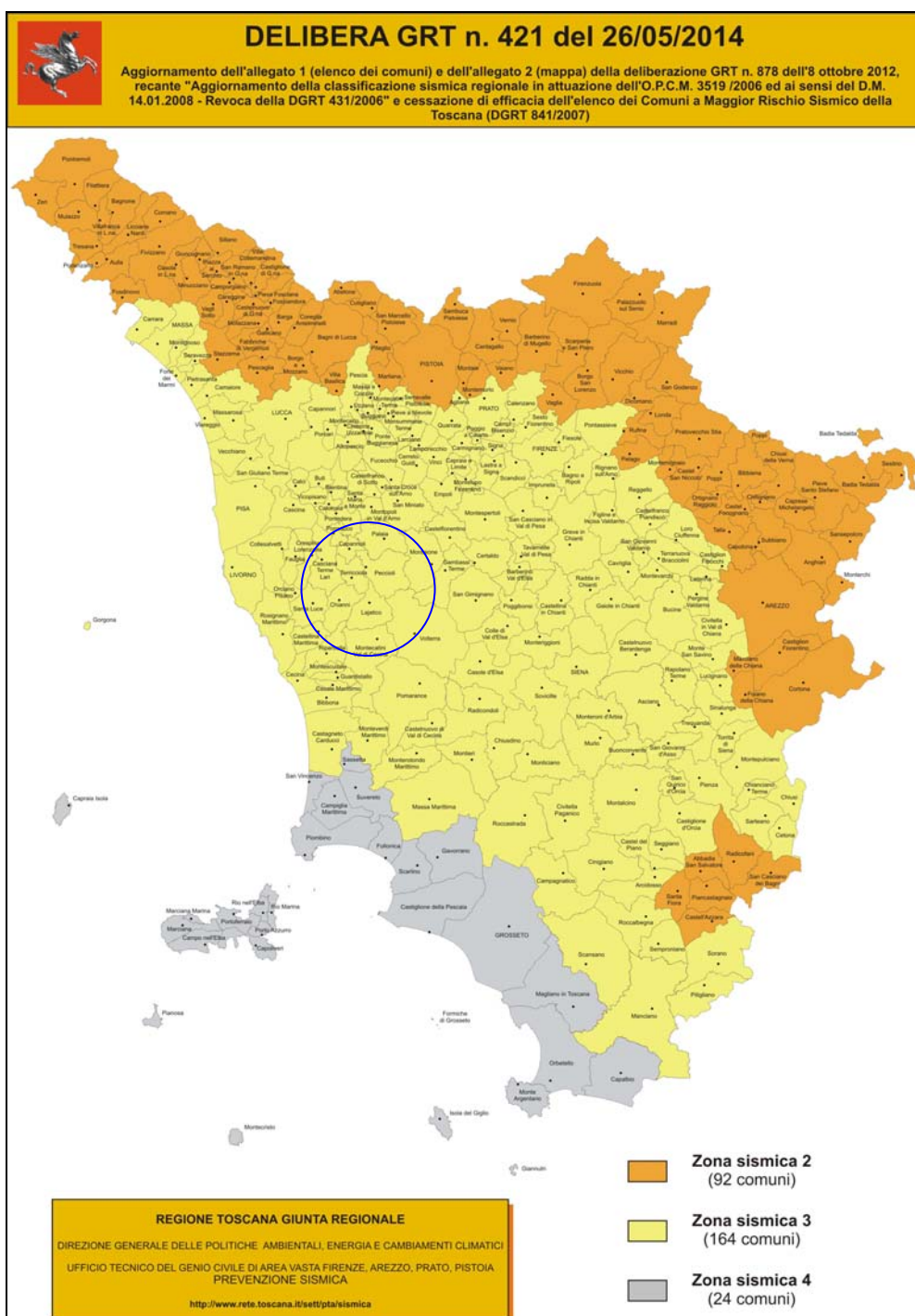


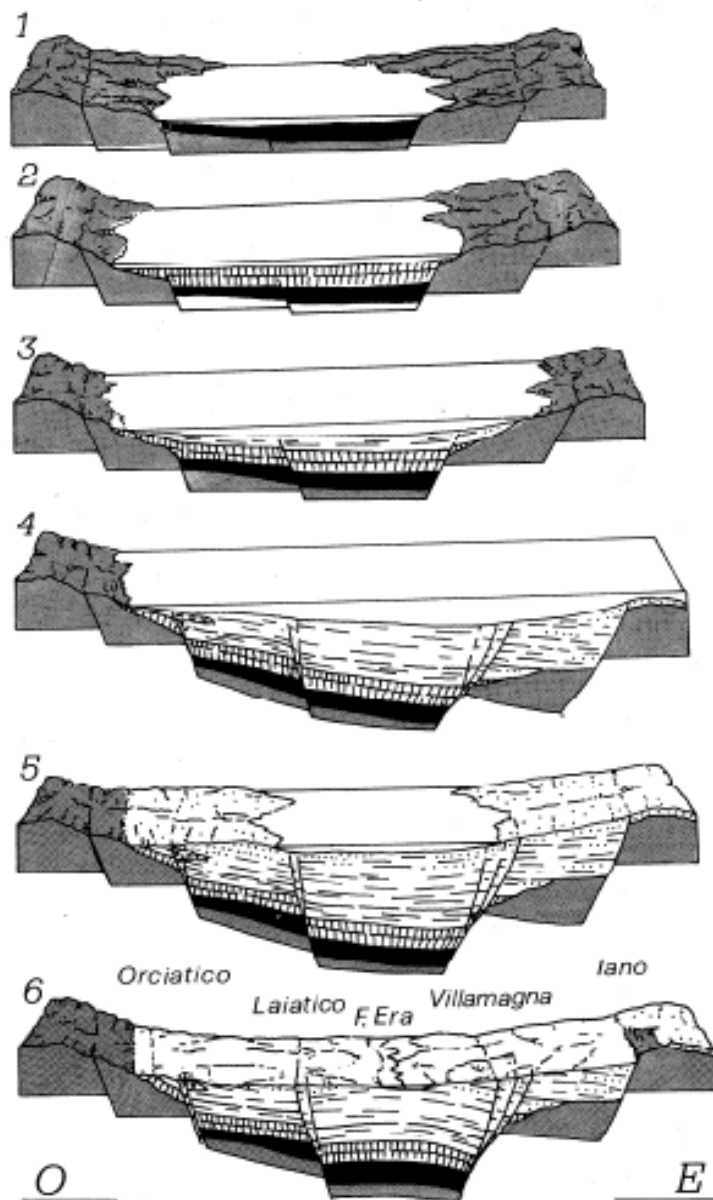
Fig. 7 - Classificazione sismica vigente della Toscana

Dall'entrata in vigore (30 giugno 2009) del Decreto del 14 Gennaio 2008, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. N. 30, (Norme Tecniche per le Costruzioni e ss.mm.ii.) la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più "zona dipendente": in altre parole, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 dei 10751 punti della griglia di accelerazioni (Tab 1 del D.M. 14 Gennaio 2008), e, tramite media pesata, ad esso competerà un valore specifico di accelerazione.

La classificazione sismica regionale e la suddivisione in zone rimangono pertanto al solo fine di disciplinare le modalità di controllo dei progetti.

3. Assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico delle aree di indagine

Il territorio oggetto di indagine ricade nel settore centro occidentale del “graben” della Val d’Era per il quale, solo a titolo di esempio, si riporta la ricostruzione paleogeografia di Mazzanti (1961). Lineamenti tettonici riferibili tale struttura (faglie dirette/trascorrenti “appenniniche”) si ritrovano nelle località di Chianni, Orciatco e Lajatico.



EVOLUZIONE TETTONICA DELLA VAL D'ERA

da MAZZANTI R. (1961) – Geologia della zona di Montaione, fra le valli dell'Era e dell'Elsa
Boll. Soc. Geol. It., 80; (con annessa Carta Geologica scala 1:25.000)

La sequenza composta da 6 stereogrammi mostra l'evoluzione paleogeografica del Val d'Era in relazione ai movimenti delle faglie principali:

- 1) Miocene superiore. In grigio le rocce del substrato, in nero i depositi lacustri che non è improbabile si estendessero anche sul rilievo di sinistra.
- 2) Miocene superiore (episodio evaporitico): a righe verticali i depositi gessiferi.
- 3) Pliocene inferiore: 1ª litofacies
- 4) Pliocene inferiore: 2ª litofacies
- 5) Pliocene medio
- 6) Aspetto attuale.

Fig. 8 – Schema dell'evoluzione tettonica della Val d'Era

I territori dei comuni interessati dal presente studio evidenziano una considerevole varietà di formazioni geologiche affioranti. Dai substrati pre-miocenici riferibili ai Domini Toscano e Ligure che affiorano alle pendici di Chianni e Orciatico, lungo i versanti orientali delle dorsali montuose dei Monti Castellina M.ma-Casciana T.me e Montecatini V.d.C., si passa ai depositi fluvio-lacustri miocenici di Garetto-I Gulfi ed ancora a lembi di formazioni “messiniane” nei pressi di Orciatico. Verso valle si entra in un contesto collinare dominato dalle formazioni plioceniche marine prevalentemente argillose e in misura minore sabbiose, che nel settore nord occidentale, identificabile con il territorio del Comune di Terricciola, presentano alle proprie sommità dei limitati spessori di depositi pleistocenici marini. I principali fondovalle (T. Sterza, T. Fosce e Fiume Era) vedono la presenza di depositi alluvionali, talora terrazzati, con granulometrie variabili in dipendenza del bacino di alimentazione.

Una litologia del tutto particolare è presente inoltre nella località di Orciatico, dove affiora un corpo magmatico subvulcanico (lamproite o selagite negli Autori più datati) che ha generato un metamorfismo di contatto sulle litologie argillose plioceniche entro le quali si è messo in posto.

Altra peculiarità del territorio in esame è rappresentata dalla presenza nel sottosuolo della propaggine settentrionale dell'anomalia geotermica di Larderello, di cui è possibile osservare manifestazioni superficiali nell'area di Orciatico. Gli studi sulla geotermia condotti nel corso degli anni hanno fornito utili informazioni stratigrafiche in particolare in merito allo spessore massimo dei depositi pliocenici che ad est di Lajatico (Pozzo Lajatico 1 della banca dati VIDEPI, http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/deposito/pozzi/profil/pdf/laatico_001.pdf, esterno all'area di studio) raggiungono spessori di circa 2 km.

Dal punto di vista geomorfologico il territorio dei Comuni in oggetto possiede quindi caratteristiche che spaziano dal sub-montano a sud e sud-ovest, per passare al collinare nei settori centrali e di nord - ovest, fino ad arrivare alle pianure alluvionali lungo i fondovalle principali, come l'Era, e lo Sterza.

Nelle zone sub-montane la morfologia è caratterizzata da rilievi con versanti ad elevata acclività e fenomeni gravitativi diffusi in funzione della natura geologica dei terreni. La zona collinare è costituita da una serie di alture con versanti da moderatamente acclivi ad acclivi con significative zone di crinale nell'area di Terricciola, interessata quest'ultima da numerosi fenomeni gravitativi. La zona di pianura alluvionale si sviluppa, entro valli generalmente ampie, in adiacenza ai corsi d'acqua principali.

Le carte geologiche-geomorfologiche allegate sono state mutate prevalentemente da quelle presenti negli strumenti urbanistici comunali e integrate ed aggiornate con dati CARG e con dati originali dove presenti (Terricciola in particolare). La nomenclatura delle formazioni è stata invece riferita integralmente a quella del CARG (in particolare al Foglio 285 – Volterra e al Foglio 284 Rosignano Marittimo).

Di seguito le descrizioni delle formazioni di interesse estratte dai principali studi geologici a supporto della pianificazione locale, distinte ai fini del presente studio in formazioni di substrato e terreni di copertura.

FORMAZIONI DI SUBSTRATO

FALDA TOSCANA

Diaspri (DSD)

Sono costituiti da radiolariti varicolori, prevalentemente rosse, in straterelli di pochi centimetri di spessore con intercalazioni di sottilissimi straterelli argillitici dello stesso colore. L'ambiente di sedimentazione è di mare profondo, in zone di quasi completa dissoluzione dei carbonati (2.000 – 2.500 metri di profondità). Nel territorio esaminato affiorano, sotto la scaglia, in due tratti lungo il talweg del Botro la Fine e, in finestra d'erosione, ancora sotto la scaglia, nella piccola cava abbandonata situata a mezza costa del versante che da località Vignamassi (sotto Rivalto) degrada verso La Fine, all'altezza della Casaccia. Lo spessore di questa Formazione varia da 50 a 100 metri. Età: Giurassico superiore.

Scaglia toscana - Formazione di Brolio (**BRL**)

È composta da argilliti prevalentemente rosse, in subordinate grigie, verdi o beige, finemente suddivise in scaglie aciculari con rare intercalazioni di calcilutiti silicee per lo più bianche o grigie e bancate di calcareniti gradate e stratificate (spessore: qualche centimetro) frequenti soprattutto nella parte alta della Formazione ed osservabili nei pressi di Rivalto e nella piccola cava ubicata nei pressi di Bellària.

L'ambiente di sedimentazione è di tipo pelagico, con apporti torbiditici calcarei prevalenti nella fase tardiva del suo sviluppo. Affiora estesamente sul fianco destro del Botro La Fine, tra Casa Ruscello e il ponte sulla S.P. di Montevaso e, al nucleo di una piega anticlinale, sotto al Macigno, in località Bellària–Sassi Bianchi. Nella succitata cava di Bellària sono possibili le migliori osservazioni. Lo spessore, maldefinibile per le numerose pieghe che la interessano, è stimabile in alcune decine di metri. Età: dal Cretaceo all'Eocene.

Macigno (**MAC**)

È il Flysch che chiude la serie toscana. Si tratta di torbiditi arenacee costituite da arenarie quarzoso-feldspatiche di colore dal marrone (roccia alterata) al grigio-verde (al taglio fresco) alternate ad argilliti e siltiti scure in strati sottili; talora la base dei banchi arenacei è costituita da arenaria grossolana o microconglomerato (granitello). La stratificazione è ben marcata per la presenza degli interstrati argillitici. Lo spessore dei banchi arenacei è dell'ordine di alcuni metri; di pochi centimetri gli strati argillitici. L'ambiente di sedimentazione è di conoide sottomarina. Affiora estesamente sui poggi di Rivalto e di Chianni, da loc. La Madonna al Poggio di Meléto, al versante orientale del Poggio di Gola e da Rivalto a Mercatale. Buone esposizioni si trovano al campo sportivo di Rivalto e al cimitero di Chianni. Lo spessore visibile nell'area esaminata è di 200-250 metri. Età: Oligocene superiore.

UNITA' LIGURI

Argille a palombini (**APA**)

Argilliti, argilliti marnose ed in subordinate marne argillose di colore grigio scuro, con intercalazioni di strati e banchi calcarei (calcilutiti silicee: i "Palombini") di colore grigio al taglio fresco, grigio chiaro e marrone in superficie. Questi ultimi hanno spessori che generalmente variano da pochi centimetri ad un metro. L'ambiente di sedimentazione è riferibile ad una piana abissale interessata da episodi torbiditici: all'interno degli strati calcarei-marnosi-silicei sono state riconosciute infatti strutture sedimentarie che testimoniano la natura torbiditica del deposito. Affiorano in particolare ad ovest di Orciatico. Esse danno generalmente origine ad una coltre pedogenetica prevalentemente argillosa, spessa alcuni metri, caratterizzata da scarse proprietà geotecniche. Gli affioramenti che presentano le caratteristiche litologiche originarie si possono invece osservare prevalentemente nelle incisioni di vari torrenti e botri o in coincidenza delle cerniere dei crinali. Lo spessore totale della formazione è mal definibile per l'elevata deformazione sia tettonica che morfologica: le argille a palombini furono interessate in passato (Calabrian) da una serie di frane ora non più attive che sconvolsero l'originario assetto stratigrafico-strutturale; si presume in ogni modo una potenza massima originaria di circa 200 metri. Età: Cretaceo inferiore

Formazione di Monte Morello (**MLL**)

Calcareniti e calcilutiti gradate passanti al tetto a calcari marnosi e marne biancastre, in strati da medi a molto spessi, fino a banchi. Localmente presenti areniti. Talora presenza di selce nera. Depositi torbiditici di piana bacinale. Eocene inferiore-medio.

Flysch di Monteverdi M.mo - Breccie dell'Olmaia (**MTVb**)

Affiorano al Poggio Castagnolo (Tav. 1A), a nord di Poggio alla Nebbia e – in più vasta estensione – lungo la S.P. del Monte Vaso – da Noverchia alla valle del Ghiaccione (Tav. 1). Esse sono costituite da argilliti scompaginate e caotiche inglobanti masse ofiolitiche, calcaree e arenacee (olistostromi?). Età: Cretaceo superiore.

Flysch di Monteverdi M.mo (**MTV**)

Affiora alla periferia di Chianni, da La Cella fin quasi a Noverchia, e, in grandissima estensione in tutto il settore boschivo submontano compreso tra l'allineamento Poggio alla Nebbia – Noverchia a nord e la linea Il Moscoso – Poggio Castagnolo – Fonte al pidocchio a sud. Flysch ad Helminthoidi costituito da sequenze torbiditiche (da cui il nome "flysch") formate da prevalenti strati o banchi calcareo-marnosi di colore grigio scuro al taglio fresco (molto più chiari in superficie, con tonalità giallastre e marroni), a strati argillitici e marnosi di colore quasi nero.

Talvolta le sequenze iniziano con strati decimetrici di arenaria a grana medio-fine. Dal punto di vista strutturale il Flysch è spesso in posizione rovesciata. Età: Cretaceo superiore – Paleocene.

TERRENI DI COPERTURA

SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL VERSANTE TIRRENICO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE

Formazioni mioceniche

Argille del Torrente Fosci – membro della Formazione del Torrente Sellate – lenti dei conglomerati di Monte Soldano (**SLEc**)

Si tratta di conglomerati poligenici con granulometria da fine a media, mal classati, gradati sia in modo normale che inverso; i clasti sono arrotondati ed embricati. Presenti intercalazioni di sabbie silteose–argillose di modesto spessore. L'ambiente di sedimentazione è lacustre, lagunare salmastro nella parte superiore. Affiorano estesamente dal Botro del Casato fino al Podere S. Giuseppe. Buone esposizioni sono visibili all'altezza del Podere I Gulfi, nella valle del Ghiaccione e lungo la S.P. Per Castellina Marittima, Spessore: qualche decina di metri. Età: Turoliano (Tortoniano superiore).

Calcare di Rosignano – Conglomerati di Villa Mirabella (**ROS4**)

Arenarie e sabbie violacee e grigio-verdi, passanti verso l'alto a calcareniti. Affiorano in loc. Podere La Querce, a sud ovest di Orciatto, in un'area che va dal Torrente Ragone fino alle falde di Poggio a Pillo. Spessore: alcune decine di metri. Età: Messiniano inferiore.

Formazione del Rio Sanguigna (**RSG**)

Conglomerati poligenici in matrice sabbiosa con intercalazioni di calcareniti grigie e rare lenti di gesso. Affiorano nell'alta valle del Torrente Foscecchia, fra Orciatto e il Botro Marmaie e, in sinistra del Torrente Ragone, in loc. La Querce. Spessore: alcune decine di metri. Età: Messiniano superiore.

Argille e gessi del Fiume Era Morta (**EMOg**)

Banchi di gesso lentiformi con intercalazioni di argilliti, passanti verso l'alto ad alternanze di argille, gessi microcristallini, gessareniti, salgemma, arenarie e conglomerati. Affiorano nei pressi del Podere La Querce, a sud ovest di Orciatto. Spessore: una ventina di metri. Età: Messiniano superiore.

Formazioni plio-pleistoceniche

Conglomerati di Uignano (**ULI**)

Conglomerati poligenici con matrice sabbiosa, massici, con ciottoli grossolani da subrotondi a subangolari di calcari silicei, ofioliti e diaspri. Caratteristico il colore rossastro della patina di alterazione che ricopre ciottoli e matrice. L'ambiente di sedimentazione è deltizio-lacustre. Affiorano per grandi estensioni, a contatto tettonico con le Formazioni alloctone, lungo il margine occidentale del bacino Neogenico delle valli del T. Càsina e del Torrente Sterza, da Ricandoli (a nord-est di Chianni), alla Casa Vecchia, Aiola, Il Ghiaccione, Garetto, Fattoria Murri, Montalone, fino a Strido. Affiorano inoltre da Orciatto al Podere Trieste e, in grande estensione, nella zona di Pian delle Vigne, Podere Galliano, Poggio Castellaro. Spessore: alcune decine di metri. Età: Messiniano superiore.

Calcareniti di Poggio Riparossa (**CRS**)

Limi, sabbie e ghiaie con intercalazioni di livelli calcarenitici. Affiorano al tetto dei Conglomerati di Uignano, in località Poggio Rosso, Grotte di Paterno, Poggio di Riparossa, I Gulfi. Età: Messiniano superiore.

Conglomerati di Gambassi Terme (**GAM**)

Conglomerati poligenici, a ciottoli eterometrici da subangolari ad arrotondati, di arenarie, calcari, ofioliti e radiolari. Nella matrice sabbiosa, localmente abbondante, si rinvengono Lamellibranchi, Gasteropodi e Balani; nei ciottoli calcarei sono presenti fori di organismi litofagi. L'ambiente di sedimentazione è marino-costiero. Affiorano in tre placche distinte, trasgressivi sulle formazioni alloctone, a sud di Chianni. Lo spessore raggiunge i 10-15 metri. Età: Pliocene inferiore.

Conglomerati di Collemontanino (Chianni Aucutt.) (**CHC**)

Conglomerati poligenici clasto-sostenuti, a ciottoli eterometrici da subarrotondati ad arrotondati, in prevalenza di calcari ed arenarie. Si trovano stratificati in grosse bancate ben classate, alternati a sabbie gialle parzialmente cementate e calcareniti ricche di Lamellibranchi e Gasteropodi. L'ambiente di sedimentazione è marino costiero. Affiorano, trasgressivi sulle Formazioni alloctone, a Chianni, in paese (è la roccia su cui è edificato il centro storico del paese, ad eccezione delle culminazioni della Chiesa parrocchiale e di Mercatale costituiti da macigno) ed in località Pescaia e Pozzale, a Rivalto in località Canapaia e sul versante nord-occidentale del Poggio di Meletro. Lo spessore massimo è intorno ai 20 metri. Età: Pliocene inferiore.



Fig. 9 – Affioramento dei Conglomerati di Collemontanino nel versante occidentale di Chianni nei pressi dell'entrata dell' "ipogeo della Fonte"

Calcareniti San Mariano (**CMA**)

E' costituita da alternanze di sabbie e limi argillosi con ciottoli e calcareniti in grossi banchi, ricche di resti di Lamellibranchi e Gasteropodi, talvolta di Balani. L'ambiente di sedimentazione è marino-costiero. Affiora nei pressi di Chianni (placca sottostante il paese, da Pratale a "La Villa") e lembo lentiforme tra i Poderi Lecceto e Riparossa. Lo spessore è intorno ai 15-20 metri. Età: Pliocene inferiore.

Sabbie di San Vivaldo (**SVV**)

Limi argillosi e sabbiosi di colore beige con intercalazioni di strati arenacei. L'ambiente di sedimentazione è marino, da neritico a batiale superiore. Affiorano in tre aree distinte. La prima forma una lunga striscia che va da La Pieve, sotto Rivalto, ai Poderi Poggio Denari, La Greppia, Casciano di sotto, Poggio al pucino, I Terzi, Cordicella, Le Pianacce e continua nella seconda area (interrotta dalla prima dalla profonda incisione del Botro dell'Ostone) che si estende nei dintorni del Podere Il Casato e prosegue in forma stretta ed allungata fin quasi alle Grotte di Paterno (Zona Poggio Rosso). La terza area si sviluppa a cavallo della Strada comunale di Riparossa, da sotto Casa Amodeo fino a tutto il rettilineo dell'altopiano di Riparossa. Lo spessore massimo è intorno ai 20-25 metri. Età: Pliocene inferiore.

Argille Azzurre (**FAA**)

Sono argille grigio azzurre e limi argillosi grigio nocciola. Nella parte alta sono presenti livelli lenticolari di calcisiltiti e calcareniti grigie. I macrofossili più diffusi sono i Molluschi, specialmente Gasteropodi: generi Turritella, Tellina, Dentalium, Cerithium, Natica, ecc.; essi sono particolarmente abbondanti nella parte alta della Formazione, nella fascia di transizione alle sabbie. Nel territorio esaminato le Argille azzurre costituiscono il termine più basso del ciclo sedimentario pliocenico, non affiorando mai i depositi arenitici basali. Affiorano per vastissima estensione tutt'intorno a Lajatico, fatta eccezione per il crinale Lajatico-Il Poggione, dove sono presenti le Argille sabbiose di S. Cipriano. Con il Sondaggio Lajatico 1 effettuato nel 1989 nei pressi di Serra

d'Arca è stato accertato che lo spessore della Formazione raggiunge circa i 2000 metri. L'ambiente di sedimentazione è marino, da neritico a batiale superiore. L'età è riconducibile al Pliocene inferiore medio.

Lamproite (δ)

Denominazione più recente della “selagite” degli Autori “classici”, che affiora a Orciatico e Montecatini Val di Cecina. **Si tratta** di una roccia magmatica semintrusiva di colore grigio scuro, caratteristica per la presenza diffusa di cristalli lamellari di mica bruna lucenti (da cui il nome selagite = pietra che luccica). Quando è alterata forma un sabbione più chiaro della roccia sana (zona della Pieve, *attuale Campo sportivo*). E' una varietà di trachite a sanidino e mica bruna con diopside, augite e olivina. Rappresenta un differenziato di tipo pneumatolitico derivante dai magmi acidi del tipo di quelli che hanno dato origine ai graniti di Campiglia e di Gavorrano e di quello del M. Capanne all'Isola d'Elba. Affiora nella zona compresa fra il Poggione e Ronciglioli (Matanello, Il Puntone, La Pieve). L'età è stata determinata in valore assoluto intorno ai 4,1 Milioni di anni che corrisponde all'incirca alla fine del Pliocene inferiore. Tale unità per quanto recente risulta assimilabile per caratteristiche fisiche e meccaniche alle formazioni di substrato.

Termantiti (TMN)

Argillite termometamorfica di colore grigio cenerino.

Rappresenta l'aureola termometamorfica al contatto con la Selagite (Lamproite, ndr) a spese delle Argille Azzurre. Affiora specialmente in loc. l'Annunziata (Il Poggione) a Orciatico. Il livello metamorfico raggiunto è di basso grado (corrubianite ad albite ed epidoto). Sono ovviamente successive alla deposizione dell'Argilla grigia e sono datate alla fine del Pliocene inferiore.

Formazione di Villamagna (VLM)

In campagna la formazione si presenta costituita da sabbie fini alternate con sabbie più grossolane, spesso cementate e da alcuni banchi a cemento calcareo tipici per il contenuto di un fossile, *Amphistegina*, molto diffuso sulle Colline Pisane. I livelli cementati sono ricchi in generale di *Ostreidi*, *Pectinidi* e *Balanidi*. Formano quasi interamente la collina su cui sorge l'abitato di Lajatico. Le sabbie hanno composizione silicea e granulometria fine: il colore è generalmente giallo arancio ed in affioramento è spesso evidente una stratificazione. Nella porzione inferiore della formazione gli strati hanno generalmente spessori decimetrici, mentre nella parte alta le sabbie si presentano in bancate di spessore metrico, talvolta interrotte da sottili livelletti argillosi. Alla base poggiano con contatto stratigrafico concordante sulle Argille azzurre, al tetto possono essere ricoperte, con contatto stratigrafico discordante, dai depositi sabbioso-argillosi del Pleistocene Inferiore (Sabbie ed Argille ad Arctica Islandica). L'associazione fra la specie *Amphistegina* con la *Globorotalia aemiliana* conduce all'attribuzione della formazione al Pliocene medio (Bossio et. alii, 1981). Ambiente: mare basso e spiaggia.



Fig. 10 – Affioramento della Formazione di Villamagna nella scarpata sottostante le scuole di Lajatico

Formazione di Villamagna – litofacies delle argille sabbiose di San Cipriano (**VLMa**)

Livelli di argille sabbiose o sabbie argillose nocciola o grigie, di spessore non superiore a 25 metri. I macrofossili che si rinvenivano localmente con frequenza, insieme alle caratteristiche sedimentarie, indicano un ambiente deposizionale marino di tipo neritico. Questa formazione è attribuita al Piacenziano (Pliocene Medio).

Formazioni pleistoceniche

Sabbie ed argille ad Arctica Islandica (**ART** – cfr. [Formazione di Morrona nel Foglio CARG 284 Rosignano M.mo](#))

Si tratta di una formazione costituita da sedimenti a granulometria molto variabile: argille con limo sabbiose o debolmente sabbiose, limi con argilla sabbiosi e limi con sabbia argillosi, di colore grigio, spesso ricche di faune fossili ad ospiti nordici. Presentano laminazioni piano-parallela, incrociata piana o flaser. Vi sono anche livelli arenaceo-calcarei ad andamento lenticolare. Ricca di macrofossili, Ostrea, Loph, Glycymeris, Pecten, caratteristica è la presenza di Cladochora caespitosa e di Arctica islandica (“ospite freddo” del Pleistocene). Sono presenti bioturbazione, ciottoli molli e resti vegetali. Significativo l'affioramento di Morrona. Spessori compresi tra 25 e 50 m. Ambiente marino ristretto. Questa formazione è attribuita al Santerniano (Pleistocene inferiore).



Fig. 11 – Affioramento di sabbie ed Argille ad Arctica con sovrastanti Sabbie di Nugola tra Morrona e Badia di Morrona (da Bianucci e Landini, 2005 in PTCP, Provincia di Pisa; 2006)

Argille e limi di Vigna Nuova di Peccioli (**VIP**)

Argille e limi torbosi ricchi di Molluschi di acque salmastre di debole profondità. La formazione si compone di strati millimetrici di argilla, limo e sabbia molto fine che a più livelli presentano addensamenti torbosi, fino a lamine carboniose. Lo spessore massimo di questa formazione coincide con quello della Sabbie ed argille ad Arctica islandica non sorpassando i 50 m. Ambiente salmastro di debole profondità. Considerando la medesima posizione stratigrafica di queste litologie con quella delle Sabbie ed Argilla ad Arctica Islandica se ne deduce la stessa età.

Sabbie di Nugola Vecchia (**NUG**)

Poggiano con contatto stratigrafico concordante sulle Sabbie ed Argilla ad Arctica e sono sormontate con contatto stratigrafico, talvolta erosivo, dai conglomerati della Formazione di Casa Poggio ai Lecci del Pleistocene medio. Sono costituite da sabbie medio - fini prevalenti in livelli di 40-80 cm massive o con laminazione incrociata piana a basso angolo, associate a sabbie da limose a debolmente limose, fossilifere, di colore da giallo

ocra a ocra-arancio, con intercalati strati di arenarie e di conglomerati spesso tenacemente cementati; i conglomerati possono essere costituiti da ciottoli minuti o da orizocenosi conchiliari. Ambiente marino da spiaggia a poco profondo. Età: Pleistocene inferiore (Emiliano).

Sabbie di Nugola Vecchia-litofacies argillosa (**NUGa**)

Nella zona di Terricciola è stato identificato, in corrispondenza del Colle della Croce, un membro sovrastante le sabbie di Nugola Vecchia costituito da argille e limi limosi dove le indagini presenti evidenziano orizzonti dotati di basse caratteristiche geotecniche, aventi una resistenza alla punta $R_p < 30 \text{ Kg/cm}^2$ e una V_s di 150/240 m/s., a differenza delle sottostanti sabbie addensate dotate di un $R_p > 100 \text{ kg/cm}^2$ e una $V_s > 450 \text{ m/s}$. Questa porzione di terreni risultano influenzabili, nelle loro caratteristiche, dalle situazioni atmosferiche esterne dove i continui e importanti mutamenti di contenuto d'acqua innescano dinamiche che provocano movimenti non omogenei delle sovrastrutture, con gradienti differenziali incompatibili con le caratteristiche delle murature che, automaticamente, si lesionano. Per tale ragione si è ritenuto opportuno evidenziarne la presenza con la sigla NUGa.

Depositi continentali recenti ed attuali

Depositi alluvionali terrazzati (**bn**)

Depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi di origine fluviale che formano lembi di terrazzi sulle alture in sinistra specialmente del Fiume Era. Posti a quote superiori di 30-40 metri a quelle dei fondovalle attuali, in quanto residui di una rete idrografica simile all'attuale ma situata a quota superiore, sono la testimonianza del ringiovanimento della rete idrografica conseguente ad una fase di sollevamento delle terre avvenuta in epoca quaternaria. In carta sono evidenziate le litologie prevalenti.

Età: Olocene.

Depositi alluvionali attuali (**b**)

Costituiscono il riempimento delle principali incisioni vallive. Sono costituite da ghiaie e sabbie alternate a strati limosi. Esse sono costituite in superficie da sedimenti di natura limo sabbiosa di colore marrone, dello spessore medio di circa 1-2 metri, sovrastanti talora un notevole spessore di sabbie grossolane e/o ghiaie immerse in matrice sabbiosa o argillosa. I depositi alluvionali principali si identificano con quelli delle valli del Fiume Era, del Torrente Sterza e del Torrente Càscina. Le alluvioni mostrano una stratificazione piuttosto complessa, inclinata o lenticolare. Il loro spessore è inferiore ai 10 metri. In carta sono evidenziate le litologie prevalenti. L'età è riferita all'Olocene.

Per quello che concerne le forme morfologiche, per i fini di cui al presente studio, sono state evidenziati gli ipogei, le scarpate, i detriti di versante e le aree in frana, mutuando cautelativamente queste ultime dalle cartografie di pericolosità del PAI.

Per gli aspetti idrogeologici, nel rimandare direttamente agli studi geologici degli strumenti urbanistici comunali citati in bibliografia, si riportano gli aspetti salienti per i fini di cui al presente studio quali la liquefazione dei sedimenti in caso di sisma.

L'attenzione è quindi focalizzata ai dati inerenti la presenza di falde freatiche nei settori pianeggianti interessati dalla presenza di centri abitati significativi.

Nel territorio del Comune di Chianni falde freatiche apprezzabili - anche se di modesta portata e talvolta stagionali - sono presenti nei fondo-valle dei corsi d'acqua principali, in particolare del Torrente Cascina (a valle della confluenza Botro di Casciano-Cascinella); qui le misure dei livelli statici nei pozzi forniscono misure comprese tra - 1 e 5 m dal p.c.

Nel territorio del Comune di Lajatico le aree di fondovalle potenzialmente interessate da falde freatiche sono presso Villaggio San Giovanni e in loc. La Sterza (est), qui gli scarsi e pertanto poco rappresentativi dati a disposizione indicano profondità della falda, nella prima località circa a - 2 m dal p.c. mentre nella seconda località a profondità comprese tra -1 e -6 m dal p.c.

All'interno del territorio del Comune di Terricciola, nel settore centro-nord del sistema Era-Sterza, le isofreatiche ricalcano, nel loro insieme, le sinuosità dei meandri del fiume Era. Si rileva inoltre come, soprattutto dove i terrazzi fluviali sono più ampi, il gradiente della falda è assai prossimo alla pendenza

del piano di campagna; il tetto della falda è localizzabile a profondità variabile da un minimo di -3 metri (loc. Fonte delle Donne), ad un massimo di -10 metri dal p.d.c. nel settore più a nord (loc. Piano della Sovita). Le profondità maggiori (-9/-10 m), si registrano comunque in corrispondenza della fascia pedecollinare. Fa eccezione la zona prospiciente al Botro dell'Imbrogiana dove, la profondità della falda freatica, risulta minore (-6 metri) a motivo dell'alimentazione da parte del botro stesso.

Nel settore meridionale del sistema Era-Sterza in conseguenza della passata attività estrattiva, in alcuni tratti la falda freatica è stata intercettata (vedi invasi artificiali), in altri modificata essendo l'originaria roccia serbatoio (ghiaie) stata sostituita con terreni a permeabilità assai più bassa (limi). Alcuni dei laghi più prossimi al fiume Era, con riferimento in particolare ai due laghi posti in località "**Piano della Sterza**", considerando il fatto che il livello dell'acqua in essi misurato ha praticamente lo stesso valore del livello dell'acqua misurato nel tratto di fiume adiacente, sembrano essere in collegamento diretto con il sub-alveo del fiume.

4. Dati geotecnici e geofisici da indagini realizzate e/o pregresse

Le indagini di tipo geologico, geotecnico e geofisico esistenti per i Comune di Chianni, Lajatico e Terricciola sono state estratte dai seguenti archivi:

- “data base” geologico “on line” della Regione Toscana
- dati desunti dal quadro conoscitivo di Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico Comunale (dove presente) e relative Varianti;
- dati forniti da professionisti operanti sul territorio.

Lo scrivente R.T.P. “CLS” ha provveduto ad integrare i dati esistenti con le seguenti indagini:

- n° 50 misure di microtremore a stazione singola HVSR.
- n° 8 Indagini sismiche MASW-ESAC (effettuate dalla ditta Trigeo s.n.c. con sede a Soci - AR).
- n° 3 Profili sismici a rifrazione onde p e s (effettuate dalla ditta Trigeo s.n.c. con sede a Soci - AR).

L'insieme dei dati raccolti, ha permesso di disporre di un totale di **461** dati, riassunti nella tabella seguente e riportati con simbologia grafica prevista dagli IMCS nelle Carta delle indagini di ciascun Comune, e catalogati ed archiviati mediante software *QGIS 2.18.16 e Arc Map* secondo le specifiche definite nel documento “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” (giugno 2012) redatto dalla Commissione Tecnica per la microzonazione sismica.

Descrizione prove	Quantità CHIANNI	Quantità LAJATICO	Quantità TERRICCIOLA	Quantità TOTALI
Sondaggio a c.c. (S)	7	14	29	50
Sondaggio con prelievo campione (SC)	-	1	-	1
Prova penetrometrica in foro (SPT)	-	2	24	26
Sondaggio a distruzione di nucleo (SD)	-	1	2	3
Prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT)	10	24	136	170
Prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DS)	15	6	17	38
Prove penetrometriche dinamiche leggere	-	-	35	35
Pozzo per acqua (PA)	1	1	-	2
Trincea o pozzetto esplorativo (I)	7	5	-	12
Tomografia elettrica (ERT)		2	-	2
Down Hole		1	1	2
Profilo sismico a rifrazione onde P e Sh (SR)	3	5	8	16
Prospezione sismica MASW	5	4	12	21
Prospezione sismica ESAC	2	3	3	8
Microtremore a stazione singola HVSR	24	18	33	75
Totali indagini per Comune	74	87	300	461

Tab. 1 Banca dati delle indagini geologiche e geofisiche utilizzate per la redazione dello studio di microzonazione sismica di livello 1

In questa sede appare opportuno proporre una tabella di sintesi relativa alle misure HVSr realizzate, distinte per Comune. Nella tabella sono indicate, oltre alla categoria di classificazione (Albarelli et alii, 2010), il picco di frequenza (f_0) e l'ampiezza del picco (A_0). Al picco è attribuita la medesima colorazione che si può osservare nella carta delle frequenze naturali dei terreni.

COMUNE DI CHIANNI		Class. Albarelli	f_0	A_0
CHI_HVSR_1	Chianni, Campo sportivo	A-1	7,39	5,37
CHI_HVSR_2	La Pieve	A-1	2,01	2,94
CHI_HVSR_3	Rivalto, Cimitero	A-2	15,56	2,79
CHI_HVSR_4	La Fornace (falegnameria, Casa al Ponte)	B-2	4,12	2,24

COMUNE DI LAJATICO		Class. Albarelli	f_0	A_0
LAJ_HVSR_1	Lajatico (Teatro del Silenzio)	A-2	5,59	2,09
LAJ_HVSR_2	Lajatico (borgo)	B-2	1,67	1,40
LAJ_HVSR_3	Lajatico (scuole)	B-2	4,23	1,68
LAJ_HVSR_4	Lajatico (via Togliatti)	B-2	24,77	2,05
LAJ_HVSR_5	Lajatico (Campo sportivo, Le Saporite)	B-2	7,39	2,67
LAJ_HVSR_6	Orciatice (Cimitero)	B-2	8,11	2,76
LAJ_HVSR_7	Orciatice (Borgo)	A-1	14,18	3,66
LAJ_HVSR_8	Orciatice (L'Annunziata)	A-2	5,59	4,25
LAJ_HVSR_9	Orciatice (Sant'Antonio)	B-2	6,73	1,62
LAJ_HVSR_10	Orciatice (area feste)	B-2	17,07	2,50
LAJ_HVSR_11	V. San Giovanni (valle, via Giacomelli)	B-2	2,21	1,63
LAJ_HVSR_12	V. San Giovanni (monte, via II giugno)	B-2	17,07	1,97
LAJ_HVSR_13	La Sterza (P. Casabella)	B-2	9,97	1,64
LAJ_HVSR_14	La Sterza (via del Mulino)	A-2	4,64	2,63
LAJ_HVSR_15	La Sterza (Materna ZeroSei)	B-2	4,23	2,83
LAJ_HVSR_16	La Sterza (Lo Spigolo)	B-2	4,23	2,16
LAJ_HVSR_17	La Sterza (via di Semena, sud ovest)	B-2	4,23	2,65
LAJ_HVSR_18	Orciatice (scuole, via Corsini)	B-2	3,85	2,65

COMUNE DI TERRICCIOLA		Class. Albarelli	f_0	A_0
TER_HVSR_1	Selvatelle (via Costa, ST1)	A-1	9,77	2,25
TER_HVSR_2	Stibbiolo (nord)	A-1	0,31	2,75
TER_HVSR_3	Stibbiolo (sud)	A-1	0,31	2,52
TER_HVSR_4	Soianella	A-1	0,31	3,27
TER_HVSR_5	Soiana (via Chiesa Vecchia)	A-1	0,31	3,54
TER_HVSR_6	Chientina (San Marco)	A-1	0,29	3,03
TER_HVSR_7	Soiana (via degli olivi)	A-1	0,31	2,73
TER_HVSR_8	La Sterza (Pasquino)	B-2	3,20	1,19
TER_HVSR_9	La Sterza (nord-Bellariva)	B-2	20,57	2,09
TER_HVSR_10	La Rosa (sud, via Mascagni)	B-2	1,67	1,40
TER_HVSR_11	La Rosa (ovest)	B-2	10,72	1,60
TER_HVSR_12	La Rosa (Casa Salute, via Verdi)	B-2	1,15	1,44
TER_HVSR_13	La Rosa (Magazzini Mangini, SP41)	B-2	3,51	1,60
TER_HVSR_14	Selvatelle (Pian di Succieto, DUOLogistics-EGO)	B-2	4,64	1,63

TER_HVSR_15	Selvatelle (via I maggio)	A-2	9,77	1,88
TER_HVSR_16	Selvatelle (Campo sportivo)	A-2	4,23	2,38
TER_HVSR_17	Selvatelle (via Piano della Sovita)	B-2	22,57	2,62
TER_HVSR_18	Selvatelle (via San Martino alta)	B-2	14,18	2,20
TER_HVSR_19	Selvatelle (Chiesa San Martino)	B-2	15,56	1,67
TER_HVSR_20a	Morrone (nord, via Galilei)	A-2	0,38	2,52
TER_HVSR_20b	Morrone (nord, via Galilei)	A-2	4,23	2,53
TER_HVSR_21a	Morrone (via Magginga)	A-2	0,38	2,28
TER_HVSR_21b	Morrone (via Magginga)	A-2	4,23	2,44
TER_HVSR_22a	Morrone (via Baldi)	A-1	0,38	3,12
TER_HVSR_22b	Morrone (via Baldi)	A-2	3,51	2,64
TER_HVSR_23	Morrone (via del Chianti)	A-1	0,38	2,55
TER_HVSR_24	Terricciola (via Berlinguer)	B-2	0,34	1,81
TER_HVSR_25	Terricciola (via del monte)	B-2	0,38	2,33
TER_HVSR_26	Terricciola (Milite Ignoto, Piazza Matteotti)	A-2	6,14	2,04
TER_HVSR_27	Terricciola (parcheggio via Pozzuolo)	A-2	18,74	2,38
TER_HVSR_28	Terricciola (via dei Poggiarelli)	A-2	5,59	2,07

Si precisa che i valori del picco di frequenza indicati su sfondo nero sono i valori utilizzati per l'elaborazione del dato e figurano in carta con valore 0 (assenza di picco).

4.1 Individuazione della Classe di Qualità

La procedura semiquantitativa per stabilire la classe di qualità dello studio eseguito, secondo le indicazioni dell'appendice 1 delle Specifiche tecniche regionali (DGRT 261/2011), si basa su n. 6 parametri (carta geologico-tecnica, sondaggi a distruzione, sondaggi a carotaggio continuo, indagini geofisiche, prove geognostiche, misure delle frequenze di sito) ai quali viene assegnato un peso; ogni parametro prevede 3 indicatori ai quali viene dato un punteggio che deve essere moltiplicato per il peso corrispondente. La somma dei valori dei parametri permette così di stilare una classifica di qualità:

- Classe A, valori superiori a 75%; indicazioni: nessuna, carta di livello 1 di ottima qualità;
- Classe B, valori intervallo (50%-74%); indicazioni: migliorare almeno uno dei parametri
- Classe C, valori intervallo (25%-49%); indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità;
- Classe D, valori inferiori a 25%; indicazioni: la carta di livello 1 è di scarsa qualità e non risponde ai requisiti minimi richiesti dagli ICMS e dalle suddette specifiche.

La valutazione eseguita si avvale di un foglio di calcolo messo a disposizione dal Servizio Sismico Regionale ed è stata eseguita su celle di lato 250 m applicate sui centri abitati d'indagine.

I risultati assegnano allo Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del Comune di Chianni la **CLASSE B** (53,3%), per il Comune di Lajatico la **CLASSE B** (55,5%), per il Comune di Terricciola la **CLASSE B** (62,5%).


FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE																																																																																																																										
a	Parametro	4	Cartografia allegata strumento urbanistico, scala 1:10.000 e 1:2.000, recente, n.1 sondaggi a distruzione, n.7 sondaggi a c.c., n.10 indagini geofisiche																																																																																																																							
Inserire il valore <u>gole</u> nelle celle colorate in viola																																																																																																																										
b	Carta Geologica tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto																																																																																																																						
	Punteggi indicatori		1	0,66																																																																																																																						
	Pesi indicatori		0,33	0,33																																																																																																																						
c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate																																																																																																																						
	Punteggi indicatori		0,33	0,33																																																																																																																						
	Pesi indicatori		0,33	0,33																																																																																																																						
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate																																																																																																																						
	Punteggi indicatori		0,66	0,33																																																																																																																						
	Pesi indicatori		0,33	0,33																																																																																																																						
e	Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate																																																																																																																						
	Punteggi indicatori		0,66	0,33																																																																																																																						
	Pesi indicatori		0,33	0,33																																																																																																																						
f	Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate																																																																																																																						
	Punteggi indicatori		1	0,33																																																																																																																						
	Pesi indicatori		0,33	0,33																																																																																																																						
g	Misure Frequenze	0,75	Numero misure	% celle occupate																																																																																																																						
	Punteggi indicatori		1	0,66																																																																																																																						
	Pesi indicatori		0,33	0,33																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASSE</th> <th>VALORI</th> <th>INDICAZIONI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>≥ 75%</td> <td>Carta di livello 1 di ottima qualità</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>50%-74%</td> <td>Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>25%-49%</td> <td>Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>≤ 25%</td> <td>Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da IGM508 e Linee Guida Regione Toscana</td> </tr> </tbody> </table>					CLASSE	VALORI	INDICAZIONI	A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità	B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri	C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità	D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da IGM508 e Linee Guida Regione Toscana																																																																																																							
CLASSE	VALORI	INDICAZIONI																																																																																																																								
A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità																																																																																																																								
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri																																																																																																																								
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità																																																																																																																								
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da IGM508 e Linee Guida Regione Toscana																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametri (pesi parametri)</th> <th>Peso indicatore</th> <th>Indicatore</th> <th>Valutazione indicatore (punteggi)</th> <th>Media (R. 86)</th> <th>Alfa (1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Carta geologica tecnica (1)</td> <td>0,33</td> <td>Area documentata</td> <td>Me dato</td> <td>< 2000</td> <td>> 2000</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Progetto</td> <td>Me dato</td> <td>Allegato piano urbanistico</td> <td>Ad hoc</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Scala rilevamento</td> <td>Me dato</td> <td>50.000/20.000</td> <td>25.000/10.000</td> <td>50.000/20.000</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Sondaggi a distruzione (0,5)</td> <td>0,33</td> <td>Numero di sondaggi a distruzione</td> <td>Me dato</td> <td>1-5</td> <td>5-10</td> <td>>10</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione</td> <td>Me dato</td> <td>1-50%</td> <td>50-60%</td> <td>>60%</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Numero sondaggi che arrivano al substrato roccioso</td> <td>Me dato</td> <td>1-5</td> <td>5-10</td> <td>>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Sondaggi a carotaggio continuo (1)</td> <td>0,33</td> <td>Numero di sondaggi a carotaggio continuo</td> <td>Me dato</td> <td>1-5</td> <td>5-10</td> <td>>10</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio continuo</td> <td>Me dato</td> <td>1-50%</td> <td>50-60%</td> <td>>60%</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Numero sondaggi che arrivano al substrato roccioso</td> <td>Me dato</td> <td>1-5</td> <td>5-10</td> <td>>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Indagini geofisiche (0,5)</td> <td>0,33</td> <td>Numero di misure</td> <td>Me dato</td> <td>1-5</td> <td>5-10</td> <td>>10</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Percentuale di celle occupate da indagini geofisiche</td> <td>Me dato</td> <td>1-50%</td> <td>50-60%</td> <td>>60%</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Percentuale indagini che arrivano al substrato roccioso</td> <td>Me dato</td> <td>1-50%</td> <td>50-60%</td> <td>>60%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Prove geotecniche in sito (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)</td> <td>0,33</td> <td>Numero di prove</td> <td>Me dato</td> <td>1-5</td> <td>5-10</td> <td>>10</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Percentuale di celle occupate da prove geotecniche in sito</td> <td>Me dato</td> <td>1-50%</td> <td>50-60%</td> <td>>60%</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Percentuale prove che arrivano al substrato roccioso</td> <td>Me dato</td> <td>1-50%</td> <td>50-60%</td> <td>>60%</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Misure delle frequenze del sito (0,75)</td> <td>0,33</td> <td>Numero di misure</td> <td>Me dato</td> <td>1-5</td> <td>5-10</td> <td>>10</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Percentuale di celle occupate da misure delle frequenze del sito</td> <td>Me dato</td> <td>1-50%</td> <td>50-60%</td> <td>>60%</td> </tr> <tr> <td>0,33</td> <td>Classe di affidabilità misure sismiche in sito</td> <td>Me dato</td> <td>Classe A < 50%</td> <td>Classe B 50-60%</td> <td>Classe C > 60%</td> </tr> </tbody> </table>					Parametri (pesi parametri)	Peso indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggi)	Media (R. 86)	Alfa (1)	Carta geologica tecnica (1)	0,33	Area documentata	Me dato	< 2000	> 2000	0,33	Progetto	Me dato	Allegato piano urbanistico	Ad hoc	0,33	Scala rilevamento	Me dato	50.000/20.000	25.000/10.000	50.000/20.000	Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	Me dato	1-5	5-10	>10	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	Me dato	1-50%	50-60%	>60%	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-5	5-10	>10	Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio continuo	Me dato	1-5	5-10	>10	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio continuo	Me dato	1-50%	50-60%	>60%	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-5	5-10	>10	Indagini geofisiche (0,5)	0,33	Numero di misure	Me dato	1-5	5-10	>10	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini geofisiche	Me dato	1-50%	50-60%	>60%	0,33	Percentuale indagini che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-50%	50-60%	>60%	Prove geotecniche in sito (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Numero di prove	Me dato	1-5	5-10	>10	0,33	Percentuale di celle occupate da prove geotecniche in sito	Me dato	1-50%	50-60%	>60%	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-50%	50-60%	>60%	Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	Me dato	1-5	5-10	>10	0,33	Percentuale di celle occupate da misure delle frequenze del sito	Me dato	1-50%	50-60%	>60%	0,33	Classe di affidabilità misure sismiche in sito	Me dato	Classe A < 50%	Classe B 50-60%	Classe C > 60%
Parametri (pesi parametri)	Peso indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggi)	Media (R. 86)	Alfa (1)																																																																																																																					
Carta geologica tecnica (1)	0,33	Area documentata	Me dato	< 2000	> 2000																																																																																																																					
	0,33	Progetto	Me dato	Allegato piano urbanistico	Ad hoc																																																																																																																					
	0,33	Scala rilevamento	Me dato	50.000/20.000	25.000/10.000	50.000/20.000																																																																																																																				
Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	Me dato	1-5	5-10	>10																																																																																																																				
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	Me dato	1-50%	50-60%	>60%																																																																																																																				
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-5	5-10	>10																																																																																																																				
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio continuo	Me dato	1-5	5-10	>10																																																																																																																				
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio continuo	Me dato	1-50%	50-60%	>60%																																																																																																																				
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-5	5-10	>10																																																																																																																				
Indagini geofisiche (0,5)	0,33	Numero di misure	Me dato	1-5	5-10	>10																																																																																																																				
	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini geofisiche	Me dato	1-50%	50-60%	>60%																																																																																																																				
	0,33	Percentuale indagini che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-50%	50-60%	>60%																																																																																																																				
Prove geotecniche in sito (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Numero di prove	Me dato	1-5	5-10	>10																																																																																																																				
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove geotecniche in sito	Me dato	1-50%	50-60%	>60%																																																																																																																				
	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato roccioso	Me dato	1-50%	50-60%	>60%																																																																																																																				
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	Me dato	1-5	5-10	>10																																																																																																																				
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure delle frequenze del sito	Me dato	1-50%	50-60%	>60%																																																																																																																				
	0,33	Classe di affidabilità misure sismiche in sito	Me dato	Classe A < 50%	Classe B 50-60%	Classe C > 60%																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametro</th> <th>Peso</th> <th>Punteggio</th> <th>Peso x Punteggio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>625</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>0,88</td> <td>21,9</td> <td>19,272</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>0,11</td> <td>2,7</td> <td>0,297</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>0,33</td> <td>8,2</td> <td>2,706</td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>0,22</td> <td>5,4</td> <td>1,188</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>0,11</td> <td>2,7</td> <td>0,297</td> </tr> <tr> <td>g</td> <td>0,49</td> <td>12,3</td> <td>6,027</td> </tr> <tr> <td>Tot</td> <td>53,3</td> <td>53,3</td> <td>100,000</td> </tr> </tbody> </table>					Parametro	Peso	Punteggio	Peso x Punteggio	a	25	25	625	b	0,88	21,9	19,272	c	0,11	2,7	0,297	d	0,33	8,2	2,706	e	0,22	5,4	1,188	f	0,11	2,7	0,297	g	0,49	12,3	6,027	Tot	53,3	53,3	100,000																																																																																		
Parametro	Peso	Punteggio	Peso x Punteggio																																																																																																																							
a	25	25	625																																																																																																																							
b	0,88	21,9	19,272																																																																																																																							
c	0,11	2,7	0,297																																																																																																																							
d	0,33	8,2	2,706																																																																																																																							
e	0,22	5,4	1,188																																																																																																																							
f	0,11	2,7	0,297																																																																																																																							
g	0,49	12,3	6,027																																																																																																																							
Tot	53,3	53,3	100,000																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASSE</th> <th>VALORI</th> <th>INDICAZIONI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>≥ 75%</td> <td>Carta di livello 1 di ottima qualità</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>50%-74%</td> <td>Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>25%-49%</td> <td>Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>≤ 25%</td> <td>Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da IGM508 e Linee Guida Regione Toscana</td> </tr> </tbody> </table>					CLASSE	VALORI	INDICAZIONI	A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità	B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri	C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità	D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da IGM508 e Linee Guida Regione Toscana																																																																																																							
CLASSE	VALORI	INDICAZIONI																																																																																																																								
A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità																																																																																																																								
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri																																																																																																																								
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità																																																																																																																								
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da IGM508 e Linee Guida Regione Toscana																																																																																																																								
<div>  </div>																																																																																																																										

Fig. 12a – Tabella per il calcolo della qualità della carta di microzonazioni di Chianni

5. Modello di sottosuolo, interpretazioni e incertezze

L'elaborazione dei parametri geotecnici derivati dai dati di base ha permesso di individuare le seguenti unità geotecniche distinte in due macroraggruppamenti: terreni di copertura e substrato geologico rigido.

Terreni di copertura

Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse (CH): sono state associate a questa categoria le argille limose di scarsa consistenza di un membro (NUGa) delle sabbie di Nugola Vecchia.

Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose (CL) sono state associate a questa categoria: la Termantite presente a Orciatice, le Argille Azzurre plioceniche, il membro delle argille sabbiose di San Cipriano della Formazione di Villamagna, la Formazione delle Argille ad Arctica Islandica, la formazione delle Argille e Limi di Vigna Nuova di Peccioli.

Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità (ML): sono state associate a questa categoria le granulometrie intermedie recenti riferibili ai depositi alluvionali limoso argillosi di fondovalle (b) nel territorio di Chianni (La Fornace-La Càscina) e le litologie limose e argillose dei depositi alluvionali terrazzati nel territorio di Terricciola (bnla).

Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla (SC): sono state associate a questa categoria le litologie miste della Formazione di San Mariano del Pliocene inferiore.

Sabbie limose, miscela di sabbie e limo (SM): sono state associate a questa categoria le sabbie massicce della formazione di Serrazzano (cfr. Sabbie di San Vivaldo) del Pliocene inferiore e il membro delle sabbie di San Giusto della Formazione di Villamagna, le Sabbie di Nugola Vecchia, le sabbie e i limi dei depositi alluvionali attuali e terrazzati dell'area di Terricciola.

Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limi (GM): sono stati associati a questa categoria i depositi alluvionali attuali e terrazzati a prevalenza ghiaioso sabbioso nel territorio di Lajatico e di Terricciola

Substrato geologico rigido

Granulare cementato (GR) sono stati riferiti a questa categoria i Conglomerati di Collemontanino (cfr. Conglomerati di Chianni nel CARG), i Conglomerati di Gambassi Terme, i Conglomerati di Ugnano, i Conglomerati della Formazione del T. Sellate (cfr. Conglomerati di Monte Soldano nel CARG)

Granulare cementato stratificato (GRS) sono stati riferiti a questa categoria le litologie conglomeratiche e arenitiche della Formazione del Rio Sanguigna.

Alternanza di litotipi stratificati (ALS): sono state associate a questa categoria la Formazione di Monteverdi M.mo, la Scaglia Toscana, i Diaspri, le Argille a palombini, la Formazione di Monte Morello, le Argille e gessi del F. Era Morta.

Alternanza di litotipi (AL): sono state associate a questa categoria le litologie del membro dei Conglomerati di Villa Mirabella del Calcare di Rosignano, le Calcareni di Poggio Riparossa.

Lapideo stratificato (LPS): sono state associate a questa categoria, le arenarie del Macigno affioranti a Rivalto.

Sono stati inoltre individuati degli spessori di **Substrato fratturato/alterato** di cui non è possibile indicare con certezza lo spessore significativo a causa dell'assenza o del basso numero di indagini dirette presenti:

Lapideo fratturato/alterato (SFLP): è stata associata a questa categoria la Lamproite di Montecatini presente a Orciatico

Alternanza di litotipi stratificati fratturato/alterato (SFALS): sono state associate a questa categoria le litologie delle Argille a palombini affioranti a Orciatico, un settore della Formazione di Monteverdi M.mo affiorante a Chianni, la Scaglia Toscana affiorante a Chianni, i Diaspri affioranti a Chianni-La Pieve.

Alternanza di litotipi fratturato/alterato (SFAL): sono state associate a questa categoria le litologie affioranti del membro dei Conglomerati di Villa Mirabella del Calcare di Rosignano presenti in un esiguo affioramento ad Orciatico, le Calcareniti di Poggio Riparossa affioranti nella zona di Garetto-I Gulfi nel Comune di Chianni

Lapideo stratificato fratturato/alterato (SFLPS): sono state associate a questa categoria le arenarie del Macigno affioranti a Chianni,

Granulare cementato fratturato/alterato (SFGR): sono stati riferiti a questa categoria i Conglomerati della Formazione del T. Sellate (cfr. Conglomerati di Monte Soldano nel CARG) affioranti in un settore della zona Garetto-I Gulfi nel Comune di Chianni.

Coesivo sovraconsolidato fratturato/alterato (SFCO): sono stati riferiti a questa categoria le litologie costituite da breccie in matrice argillosa delle Breccie dell'Olmaia, membro della Formazione di Monteverdi M.mo.

Le rimanenti coperture sono rappresentate da corpi detritici riferibili ad elementi gravitativi declinati secondo i vari stati di tipologia e di attività.

Tenuto conto della carta geologico-geomorfologica e delle indagini pregresse e di nuova realizzazione, sulla base della carta geologico-geotecnica come precedentemente definita, sono state realizzate sezioni geologico-tecniche (in allegato), in numero di una o più di una per ogni centro abitato indagato, secondo direzioni significative ai fini della ricostruzione del modello di sottosuolo. La scala delle sezioni ed eventuali esagerazioni verticali della stessa sono state modulate a seconda dei casi a beneficio di una più chiara comprensione grafica.

Le sezioni realizzate sono di fatto, limitatamente alle aree di studio, una rappresentazione sintetica del modello di sottosuolo adottato per il presente studio. Il modello sostanzialmente non si discosta troppo da quello che emerge dagli studi pregressi, con incertezze che, anche sulla base delle stime della qualità di cui al precedente paragrafo, sono legate al basso numero di indagini presenti e in particolare di sondaggi a c.c.

6. Metodologia di elaborazione, illustrazione delle Carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) e risultati.

Sulla base delle sezioni realizzate sono state individuate ed estese le microzone omogenee in prospettiva sismica. Nelle carte delle MOPS oltre alle misure di rumore realizzate per il presente studio sono state inserite anche quelle realizzate nel 2017 per la Microzonazione relativa alla Variante al RU del Comune di Chianni.

Per una immediata comprensione delle microzone, nelle relative colonnine, oltre all'indicazione della categoria geotecnica e degli spessori, si fornisce la corrispondenza con la formazione/formazioni geologiche di riferimento.

Si ritiene che tale rappresentazione sia particolarmente esaustiva e non necessiti di ridondanti descrizioni.

Necessarie precisazioni devono essere fatte per le zone 17 e 18 che sono state costruite con l'obiettivo di avere la maggiore applicazione possibile. Si è tenuto conto con maggior peso della litologia affiorante negli spessori superficiali e significativi ai fini di un sisma e con peso minore, in funzione anche all'incertezza del dato, delle litologie sottostanti riferibili ad un generico pliocene sabbioso con lenti di argille sabbiose, nella consapevolezza che localmente queste ultime litologie possono essere anche prevalenti. Tale ragionamento è stato suffragato dai dati relativi alle misure HVSR.

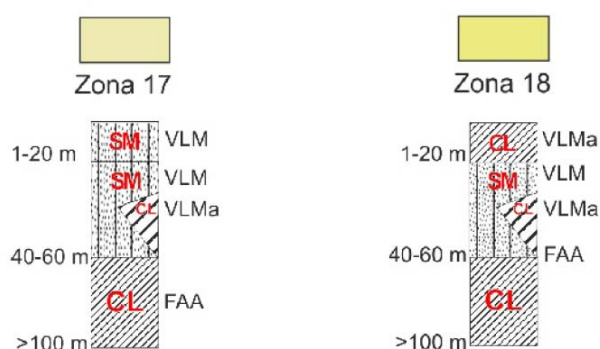


Fig. 13

Altre zone che meritano una menzione sono quelle che danno conto in particolare delle incertezze sulla conoscenza del substrato profondo, cioè le zone 9 e 10, relative all'area di Chianni, nelle quali all'interno della medesima colonna sono stati inserite dubitativamente più tipologie di substrato diverso.

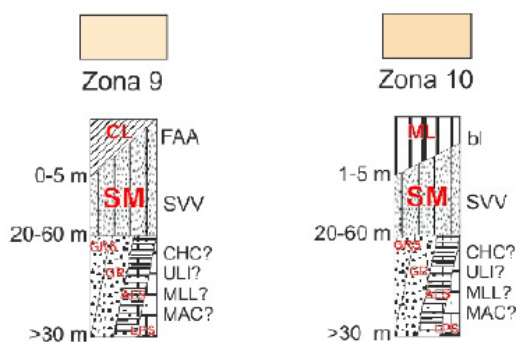


Fig. 14

Per la zona 23 (individuata nell'area di Orciatico) i dubbi sulla natura del substrato derivano dalla complessità stessa dell'area, nella quale la principale e determinante incertezza, anche ai fini dell'amplificazione sismica, risulta quella relativa all'estensione ad ovest del corpo magmatico intrusivo.

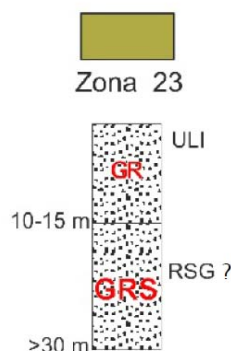


Fig. 15

La cartografia delle MOPS risulta in definitiva un elaborato di sintesi delle conoscenze, nel quale viene di fatto rappresentato il modello geologico-geotecnico tridimensionale dell'area suddividendo le varie microzone in tre grandi gruppi:

- Zone stabili
- Zone stabili suscettibili di amplificazione
- Zone instabili

Sull'intero territorio indagato sono state individuate due zone stabili (1041 a Chianni, 1011 a Rivalto), entrambe nel Comune di Chianni, dove il substrato affiorante sia esso lapideo stratificato (LPS, cfr. Macigno) o alternanza di litotipi, stratificato (ALS, cfr. Flysch di Monteverdi) presenta un limitato spessore di alterazione. Tale dato è stato fornito da indagini dirette e sostenuto dai risultati delle misure HVSR. Diversamente la presenza di coltri di alterazione con spessori maggiormente significativi (zone 14 e 15) ha dato luogo a misure HVSR con picco di frequenza e quindi inserite nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

Il resto del territorio indagato dei Comuni di Chianni, Lajatico e Terricciola ricade in aree stabili suscettibili di amplificazioni locali modulate secondo le varie zone (3-46) illustrate in cartografia.

Si precisa che rispetto alla Microzonazione di Chianni del 2017 il presente studio, data la necessaria riorganizzazione delle zone ad una scala più ampia e una metodologia più standardizzata, ha comportato delle variazioni che sono solo formali (numero di zona) e non sostanziali.

Il quadro generale delle misure di rumore, riportate nelle carte delle MOPS, ha fornito picchi di frequenza chiari della classe di qualità più alta (classe A1) nelle seguenti località (distinte per Comune).

Comune di Chianni: Chianni La Pescaia (misura del 2017), Chianni Sassi Bianchi (misura del 2017), Campo sportivo a nord est di Chianni, La Pieve.

Comune di Lajatico: Borgo di Orciatice. Su tale sito permangono, come anticipato, delle incertezze sulla natura del substrato rigido sottostante una copertura costituita da conglomerati affioranti.

Comune di Terricciola: via Costa a sud di Selvabelle. Nelle località di Soianella, Soiana, Chiéntina, Stibbiolo, Morrona via Baldi e via del Chianti, il picco è stato registrato a frequenze comprese tra a 0,29 e 0,38 Hz, quindi probabilmente oltre i limiti di interesse ingegneristico. Si è scelto comunque di rappresentare tale dato, che peraltro non trova riscontro in interpretazioni stratigrafiche note, in considerazione della distribuzione netta e persistente in un areale circoscritto, che corre appunto lungo il crinale che unisce le località sopramenzionate, e per il quale può rappresentare una caratteristica sismica peculiare.

Nella località di Morrona si è presentato anche il fenomeno di un doppio picco di frequenza (uno a bassa ed uno ad alta frequenza) e per lo stesso motivo di cui sopra se ne è confermata la rappresentazione.

Nella cartografia delle M.O.P.S. sono individuate le "Zone di attenzione per instabilità ", nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio a cui si devono sommare fenomeni di amplificazione come effetto della situazione litostratigrafica; in queste sono annoverate tutte le aree di instabilità di versante suddivise tra frane attive, frane quiescenti e frane inattive. Tra le frane attive, di particolare rilevanza quelle diffuse intorno agli abitati di Morrona in particolare e di Terricciola, e una piccola frana attiva all'interno del centro abitato di Chianni. Tra le frane quiescenti si ricordano quelle presenti ai limiti dell'abitato di Lajatico e quella a monte dell'abitato di La Pieve (Chianni).

La carta riporta anche le principali forme morfologiche di rilevanza per i possibili effetti di amplificazione sismica: sono presenti alcune creste morfologiche, orli di terrazzo e di scarpata ed ipogei puntuali e diffusi.

Per quello che concerne le faglie presenti nell'area, nessuna di queste evidenzia i requisiti di faglia attiva (che mostra evidenze di almeno una attivazione negli ultimi 40.000 anni, parte alta del Pleistocene superiore-Olocene) e capace (che raggiunge la superficie topografica, producendo una frattura/dislocazione del terreno) così come indicati nelle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC) del Dipartimento di Protezione Civile (2016).

L'indicazione presentata nella microzonazione di Chianni del 2017 relativamente al buffer di attenzione delle faglie non risulta conforme alle definizioni più rigorose di tali linee guida e pertanto non è riportata.

Per quanto riguarda l'identificazione e la definizione della suscettibilità di liquefazione negli studi per la Carta delle MOPS (livello 1) sono state seguite le indicazioni contenute nelle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) del Dipartimento di Protezione Civile (2018).

Nel sottosuolo si sviluppano fenomeni di liquefazione in presenza delle seguenti 3 condizioni (secondo le indicazioni di AGI, 2005 e NTC, 2018):

- C1. nella successione litologica sono presenti orizzonti di terreni non coesivi saturi (limi sabbiosi, sabbie, sabbie limose, sabbie ghiaiose, sabbie argillose e ghiaie sabbiose) ad una profondità inferiore a 20 m dal p.c.
- C2. la falda acquifera deve essere ad una profondità media stagionale inferiore a 15 m dal p.c.;
- C3. gli eventi sismici attesi al sito devono essere caratterizzati da valori magnitudo $M_w \geq 5$ ($I_{rif} \geq VII$) e da un'accelerazione in superficie di riferimento $a_{max} \geq 0,1$ g ($IMCS \geq VII$).

La condizione C3 non ricorre per il Comune di Lajatico secondo le mappe (http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Allegati_MetAlbarello.zip) di cui alla "Metodologia originale per il calcolo della Magnitudo" proposta in appendice alle Linee Guida.

Per Chianni, limitatamente al ristretto settore di pianura alluvionale della Cascina è stata acquisita una verifica a liquefazione realizzata dal dott. geol. S. Stefani (v. Appendice 1) che ha permesso di escludere la ricorrenza del fenomeno.

Per il fondovalle dell'Era, presente nel Comune di Terricciola, in un contesto di prevalenti litologie limose e ghiaiose, è stata in ogni caso acquisita una verifica a liquefazione realizzata a La Rosa, estratta da un lavoro del dott. geol. M. Montagnani (v. Appendice 2) presente nella Banca Dati, che ha escluso la suscettibilità alla liquefazione e che si è ritenuto significativa per l'intera area.

Posto inoltre che per l'intera area in esame non sono note segnalazioni di liquefazione in eventi sismici storici, le valutazioni condotte hanno permesso di escludere il fenomeno della liquefazione dei terreni in caso di sisma.

7. Elaborati cartografici

Per ognuno dei tre Comuni interessati lo Studio di Microzonazione Sismica di livello 1 è costituito da:

- Carta geologico-geomorfologica
- Carta delle indagini

- Carta della distribuzione delle frequenze naturali dei terreni (e Relazioni sulle nuove indagini)
- Carta geologico-geotecnica
- Sezioni geologico-geotecniche
- Carta delle MOPS

La scala di rappresentazione è pari a 1:5.000, con basi topografiche riferibili alla CTR 1:2000 e, dove non disponibile, alla CTR 1:5000.

8. Commenti finali e criticità

La banca dati delle indagini geognostiche sviluppata nell'ambito del presente studio presenta un livello di copertura territoriale, unitamente alla qualità ed alla varietà tipologica, tale da consentire l'elaborazione di studi di approfondimento sismico di livello superiore al 1° con integrazioni conoscitive relativamente limitate per Terricciola, probabilmente più consistenti per Chianni e Lajatico con particolare riferimento alla frazione di Orciatico.



Considerato che le principali condizioni di pericolosità sismica individuate risultano connesse ai seguenti fattori:



- presenza di spessori di alterazione eluviale e/o coperture detritiche sovrastanti il *bedrock* sismico con contrasti di impedenza significativi;
- presenza di fenomeni franosi potenzialmente riattivabili in seguito ad eventi sismici rilevanti.



Si ritiene quindi utile indirizzare gli studi di microzonazione sismica di livello superiore verso l'adeguato approfondimento delle seguenti tematiche:

- analisi semi-quantitativa dei fenomeni di amplificazione sismica locale attesi nelle aree con significativo spessore di eluvio e/o coperture detritiche sovrastanti il *bedrock* con elevati contrasti di impedenza; (sulla base delle indicazioni riportate negli "ICMS");
- analisi volte a fornire una stima "quantitativa" degli effetti di un terremoto in una determinata area potenzialmente instabile (sulla base delle indicazioni riportate negli "ICMS").

Castellina Marittima, 21 novembre 2018


 dott. geol. Francesco Calderini


 dott. geol. Giancarlo Lari


 dott. geol. Simone Stefani

Bibliografia (in ordine cronologico)

- PILLA L. (1846) – *Poche parole sul tremuoto che ha desolato i paesi della costa toscana il dì 14 agosto 1846* – Ed. Vannucchi, Pisa.
- SAVI P. (1846) – *Relazione dei fenomeni presentati dai terremoti di Toscana dell'agosto 1846* – Tipografia Nistri, Pisa.
- CALAMAI L. (1846) – *Osservazioni sugli effetti prodotti dal terremoto dato in Toscana nell'agosto 1846* – Stamperia sulle Logge del grano – Firenze.
- BARATTI M. (1901) – *I terremoti d'Italia* – Edizioni Fratelli Bocca – Torino.
- STEFANINI G. (1934) – *Il complesso eruttivo di Orciatico in Provincia di Pisa* – *Atti della Società Toscana di Scienze naturali* – Memorie vol XLIV – Pisa.
- RODOLICO F. (1934) – *Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana: 2 – Le rocce di Orciatico e di Montecatini Val di Cecina*. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat.*, 44, 177-202.
- TREVISAN L. (1949) – *Studio tettonico della regione di Bagni di Casciana*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 68; (con annessa *Carta Geologica* scala 1:12.500).
- MAZZANTI R. (1961) – *Geologia della zona di Montaione, fra le valli dell'Era e dell'Elsa* - *Boll. Soc. Geol. It.*, 80; (con annessa *Carta Geologica* scala 1:25.000).
- GIANNINI E. (1962) – *Geologia del bacino della Fine (Province di Pisa e Livorno)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 81 (2). Pisa; (con annessa *Carta Geologica* scala 1:25.000).
- SQUARCI P. & TAFFI L. (1963) – *Geologia della zona di Chianni-Lajatico-Orciatico* - *Boll. Soc. Geol. It.*, 82(2); (con annessa *Carta Geologica* scala 1:25.000).
- BARBERI F. – INNOCENTI F. (1967) – *Le rocce selagitiche di Orciatico e di Montecatini Val di Cecina* – *Atti della Società toscana di Scienze naturali, Memorie, Serie A, vol. 74 (1)*, 139-178.
- DALLAN NARDI L., RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L. & TREVISAN L. (1969) – *Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000, Foglio 112 Volterra* – Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- GENTILI G. & LARI G. (1977) – *Geologia dei Monti di Chianni, Castellina Marittima e Santa Luce (Provincia di Pisa)*. *Tesi di laurea inedita, Università di Pisa*.
- BOSSIO et alii (1981) – *Nuove osservazioni sulla stratigrafia delle formazioni plioceniche e pleistoceniche di Casciana Terme*. IX Convegno S.P.I. Firenze–Pisa 3-8/9/1981: 91-120.
- LEONI L. – POLIZZANO C. – SARTORI F. – SENSI L. (1984) – *Effetti del riscaldamento naturale sulle Formazioni argillose. Studi sugli effetti termometamorfici dell'intrusione di Orciatico* – Rapporto ENEA.
- MAZZANTI R. & NENCINI C. (1986) – *Geologia della Val d'Era* – *Quaderni del Museo di storia naturale di Livorno* – vol. 7.
- MARRONI M., MAZZANTI R. E NENCINI C. (1990) – *Geologia e morfologia delle Colline Pisane* – *Quaderni del Museo di storia naturale di Livorno* – vol. 11, suppl. n. 1.
- D'AMATO AVANZI G., PUCCINELLI A. & TRIVELLINI M. (1991) – *La franosità nei sedimenti neogenici e quaternari: i casi di...Morrone...*In Mazzanti R. "La gestione delle aree collinari argillose e sabbiose" Edizioni delle Autonomie Roma 128-151.
- CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., FANTOZZI P.L., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MECCHERI M. (1994) – *Tertiary extensional tectonics in Tuscany (Northern Apennines, Italy)*, *Tectonophysics*, CCXXXVIII, 295-315.

- SARTI G. – TESTA G. (1994) – *Studio geologico-stratigrafico della successione Tortoniana superiore – Pliocenica del margine occidentale del bacino di Volterra (Pisa)*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., vol. XLIX – pagg. 189-228.
- TESTA G. (1995) – *Upper Miocene extensional tectonics and syn-rift sedimentation in the western sector of the Volterra Basin (Tuscany, Italy) – Studi geologici Camerti, vol. speciale 1995/1 – Università di Camerino, Dipartimento di Scienze della Terra*.
- TRIVELLINI M. (1999) – *Note illustrative della Carta Geologica della Provincia di Pisa - Sezioni C.T.R. Lajatico (285090) – Chianni (284120) ecc.*
- TESTA G. – LUGLI S. (2000) – *Gypsum-anhydrite transformations in Messinian evaporites of central Tuscany (Italy) – Sedimentary Geology n. 130 (pagg. 249-268).*
- TURRINI G. (2000) – *Note illustrative della Carta Geologica della Provincia di Pisa Sezione C.T.R. Orciatice (285130), Monte Vitalba (284160), ecc.*
- TRIVELLINI M. e TURRINI G. (1999-2000) – *Carta geologica della Provincia di Pisa - scala 1:10.000 – Sezioni C.T.R.: Lajatico (285090) - Orciatice (285130) – Chianni (284120) – Peccioli (285050) – Fognano (285140) – Monte Vitalba (285130).*
- BRUNI L., DELLA VISTA O. (2000) – *Indagine geologica di supporto al Piano Regolatore Generale di Terricciola e frazioni – Piano Strutturale*.
- CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., DISPERATI L., FANTOZZI P.L., KLIGFIELD R., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MECCHERI M. (2001) – *Inner Northern Apennines, in “Anatomy of an Orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins”, a cura di G.B. Vai e I.P. Martini, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 197-214.*
- CALDERINI F. (2002) – *Rilevamento geologico ed analisi strutturale delle Unità Liguri nella zona di Miemo, Montecatini Val di Cecina e Orciatice (provincia di Pisa) Tesi di laurea inedita, Università di Pisa.*
- AA. VV. (2002) – *Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000, Foglio 285 Volterra – Servizio Geologico d'Italia, Roma.*
- LARI G. (2004) – *Studio geologico-tecnico di supporto al piano strutturale del Comune di Lajatico e ss.mm.ii.*
- LARI G. (2004) – *Studio geologico-tecnico di supporto al piano strutturale del Comune di Chianni e ss.mm.ii.*
- GÓMEZ-IZQUIERDO, B., CARAVANTES, G., DINI, A., & ROCCHI, S. (2008). *The laccolithic intrusion of Orciatice (Tuscany)*. Geophys. Res. Abstr (p. 10).
- AA. VV. (2016) – *Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000, Foglio 284 Rosignano Marittimo – Servizio Geologico d'Italia, Roma.*
- CALDERINI F. (2017) - *Microzonazione Sismica di livello 1 realizzata nell'ambito dello studio geologico (Dott. Geol. G. Lari) a supporto della Variante al RU di Chianni approvata con DCC n° 23 del 25-05-2018.*

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE loc. La Càscina (Comune di Chianni)

Dati generali

Numero di strati = 3
 Profondità della falda = 1 m
 Magnitudo del sisma = 5,91
 Accelerazione massima al suolo = 0,17

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1		0	2.1	18.5	19.5					204
2		2.1	7.3	19.5	20.5					312
3		7.3	15	20	21					547

EC8 (Vs) (1998)

Input dati

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo di suolo
1			<= 10	B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti
2			<= 10	B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti
3			<= 10	B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 2,32

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica a totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Velocità normalizzata Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1c (m/s)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1	1,20	22,40	20,44	303,40	220,00	0,99	0,26	0,06	4,17	NL	0,43
2	1,40	26,30	22,38	296,60	220,00	0,99	0,25	0,07	3,69	NL	0,63
3	1,60	30,20	24,32	290,51	220,00	0,99	0,24	0,07	3,33	NL	0,86
4	1,80	34,10	26,25	284,99	220,00	0,99	0,23	0,07	3,04	NL	1,14
5	2,00	38,00	28,19	279,96	220,00	0,98	0,22	0,08	2,80	NL	1,46
6	2,20	42,00	30,23	420,76	220,00	0,98	0,52	0,08	6,58	NL	0,10
7	2,40	46,10	32,37	413,63	220,00	0,98	0,50	0,08	6,20	NL	0,13
8	2,60	50,20	34,51	407,07	220,00	0,98	0,49	0,08	5,87	NL	0,15
9	2,80	54,30	36,65	401,00	220,00	0,98	0,47	0,08	5,59	NL	0,17
10	3,00	58,40	38,79	395,35	220,00	0,98	0,46	0,09	5,34	NL	0,20
11	3,20	62,50	40,93	390,08	220,00	0,98	0,45	0,09	5,12	NL	0,23
12	3,40	66,60	43,06	385,15	220,00	0,97	0,44	0,09	4,92	NL	0,26

13	3,60	70,70	45,20	380,51	220,00	0,97	0,42	0,09	4,75	NL	0,29
14	3,80	74,80	47,34	376,14	220,00	0,97	0,41	0,09	4,59	NL	0,32
15	4,00	78,90	49,48	372,00	220,00	0,97	0,41	0,09	4,44	NL	0,35
16	4,20	83,00	51,62	368,09	220,00	0,97	0,40	0,09	4,31	NL	0,39
17	4,40	87,10	53,76	364,37	220,00	0,97	0,39	0,09	4,19	NL	0,42
18	4,60	91,20	55,90	360,84	220,00	0,96	0,38	0,09	4,07	NL	0,46
19	4,80	95,30	58,03	357,46	220,00	0,96	0,37	0,09	3,97	NL	0,50
20	5,00	99,40	60,17	354,24	220,00	0,96	0,37	0,09	3,87	NL	0,54
21	5,20	103,50	62,31	351,17	220,00	0,96	0,36	0,09	3,78	NL	0,58
22	5,40	107,60	64,45	348,22	220,00	0,96	0,35	0,10	3,69	NL	0,63
23	5,60	111,70	66,59	345,38	220,00	0,96	0,35	0,10	3,61	NL	0,67
24	5,80	115,80	68,73	342,67	220,00	0,96	0,34	0,10	3,54	NL	0,71
25	6,00	119,90	70,87	340,05	220,00	0,95	0,34	0,10	3,47	NL	0,76
26	6,20	124,00	73,01	337,53	220,00	0,95	0,33	0,10	3,40	NL	0,81
27	6,40	128,10	75,14	335,11	220,00	0,95	0,32	0,10	3,33	NL	0,86
28	6,60	132,20	77,28	332,76	220,00	0,95	0,32	0,10	3,27	NL	0,91
29	6,80	136,30	79,42	330,50	220,00	0,95	0,32	0,10	3,21	NL	0,96
30	7,00	140,40	81,56	328,31	220,00	0,95	0,31	0,10	3,16	NL	1,01
31	7,20	144,50	83,70	326,19	220,00	0,94	0,31	0,10	3,11	NL	1,06
32	7,40	148,65	85,89	568,20	220,00	0,94	0,96	0,10	9,72	NL	0,03
33	7,60	152,85	88,13	564,56	220,00	0,94	0,95	0,10	9,57	NL	0,03
34	7,80	157,05	90,36	561,03	220,00	0,94	0,94	0,10	9,43	NL	0,03
35	8,00	161,25	92,60	557,61	220,00	0,94	0,93	0,10	9,30	NL	0,04
36	8,20	165,45	94,84	554,29	220,00	0,94	0,91	0,10	9,17	NL	0,04
37	8,40	169,65	97,08	551,07	220,00	0,94	0,90	0,10	9,05	NL	0,04
38	8,60	173,85	99,32	547,93	220,00	0,93	0,89	0,10	8,93	NL	0,04
39	8,80	178,05	101,56	544,89	220,00	0,93	0,88	0,10	8,82	NL	0,04
40	9,00	182,25	103,80	541,93	220,00	0,93	0,87	0,10	8,71	NL	0,04
41	9,20	186,45	106,04	539,04	220,00	1,15	0,86	0,10	8,60	NL	0,05
42	9,40	190,65	108,27	536,24	220,00	1,15	0,86	0,10	8,50	NL	0,05
43	9,60	194,85	110,51	533,50	220,00	1,15	0,85	0,10	8,40	NL	0,05
44	9,80	199,05	112,75	530,83	220,00	1,15	0,84	0,10	8,30	NL	0,05
45	10,00	203,25	114,99	528,23	220,00	1,15	0,83	0,10	8,21	NL	0,05
46	10,20	207,45	117,23	525,69	220,00	1,15	0,82	0,10	8,12	NL	0,05
47	10,40	211,65	119,47	523,21	220,00	1,15	0,81	0,10	8,04	NL	0,06
48	10,60	215,85	121,71	520,79	220,00	1,15	0,81	0,10	7,95	NL	0,06
49	10,80	220,05	123,94	518,42	220,00	1,15	0,80	0,10	7,87	NL	0,06
50	11,00	224,25	126,18	516,10	220,00	1,14	0,79	0,10	7,79	NL	0,06
51	11,20	228,45	128,42	513,84	220,00	1,14	0,78	0,10	7,72	NL	0,06
52	11,40	232,65	130,66	511,62	220,00	1,14	0,78	0,10	7,64	NL	0,07
53	11,60	236,85	132,90	509,46	220,00	1,14	0,77	0,10	7,57	NL	0,07
54	11,80	241,05	135,14	507,33	220,00	1,14	0,76	0,10	7,50	NL	0,07
55	12,00	245,25	137,38	505,25	220,00	1,14	0,76	0,10	7,43	NL	0,07
56	12,20	249,45	139,62	503,22	220,00	1,14	0,75	0,10	7,36	NL	0,07
57	12,40	253,65	141,85	501,22	220,00	1,14	0,75	0,10	7,30	NL	0,08
58	12,60	257,85	144,09	499,26	220,00	1,14	0,74	0,10	7,24	NL	0,08
59	12,80	262,05	146,33	497,34	220,00	1,14	0,73	0,10	7,17	NL	0,08
60	13,00	266,25	148,57	495,46	220,00	1,14	0,73	0,10	7,11	NL	0,08
61	13,20	270,45	150,81	493,61	220,00	1,14	0,72	0,10	7,06	NL	0,08
62	13,40	274,65	153,05	491,79	220,00	1,14	0,72	0,10	7,00	NL	0,09
63	13,60	278,85	155,29	490,01	220,00	1,14	0,71	0,10	6,94	NL	0,09
64	13,80	283,05	157,52	488,26	220,00	1,14	0,71	0,10	6,89	NL	0,09
65	14,00	287,25	159,76	486,54	220,00	1,14	0,70	0,10	6,83	NL	0,09
66	14,20	291,45	162,00	484,85	220,00	1,14	0,70	0,10	6,78	NL	0,10
67	14,40	295,65	164,24	483,19	220,00	1,14	0,69	0,10	6,73	NL	0,10
68	14,60	299,85	166,48	481,56	220,00	1,14	0,69	0,10	6,68	NL	0,10
69	14,80	304,05	168,72	479,95	220,00	1,13	0,68	0,10	6,63	NL	0,10
70	15,00	308,25	170,96	478,37	220,00	1,13	0,68	0,10	6,58	NL	0,10

I terreni non sono soggetti a fenomeni di liquefazione

Costruzione di fabbricato ad uso commerciale per la vendita al dettaglio di prodotti alimentari e non - media struttura di vendita.

Relazione Geologica

Verifica a liquefazione:
dati e diagrammi

Marzo 2017

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)

FORMULE:

$$CRR = 0.883 \cdot \left[\frac{(q_{tip})_{N}}{1000} \right]^{0.5} + 0.005$$

Per $0 < (q_{tip})_{N} < 50$

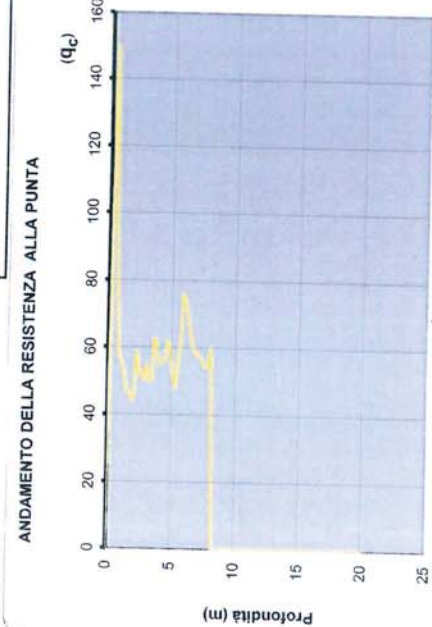
$$CRR = 9.3 \cdot \left[\frac{(q_{tip})_{N}}{1000} \right]^2 + 0.008$$

Per $50 < (q_{tip})_{N} < 160$

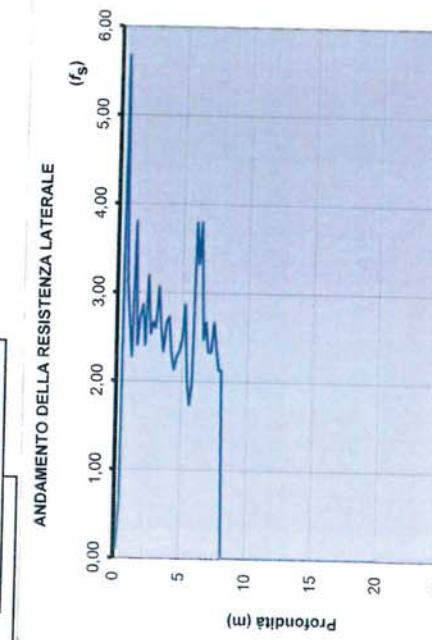
$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{av}} = 0.65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma'_{av}}{\sigma'_{vm}} \cdot \frac{1}{MSF}$$

$$M = 6.14$$

ANDAMENTO DELLA RESISTENZA ALLA PUNTA



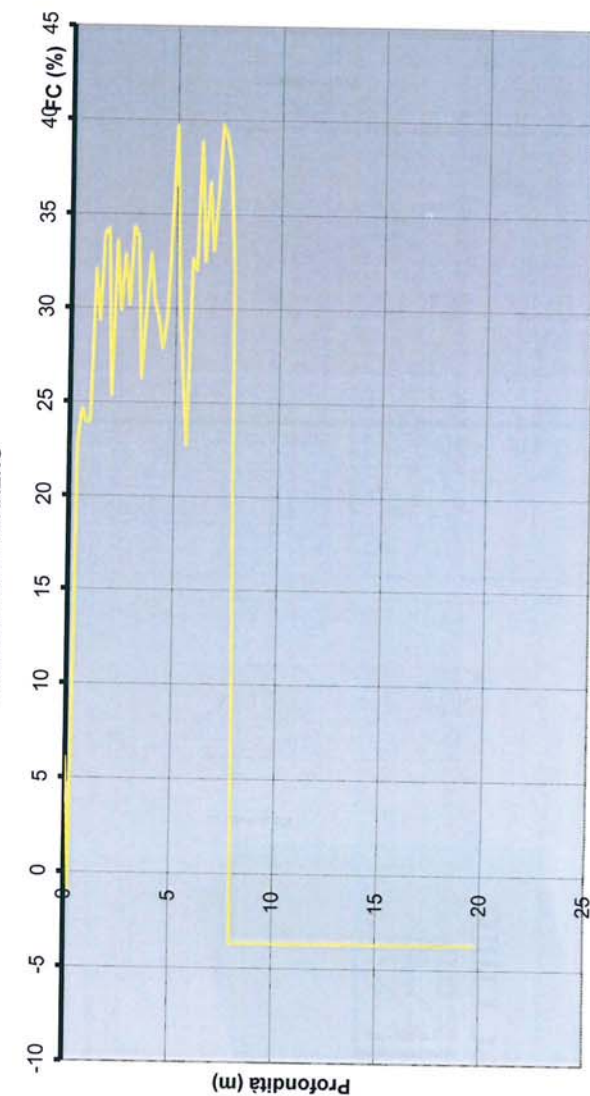
ANDAMENTO DELLA RESISTENZA LATERALE



Resistenza alla punta (qc)

Resistenza laterale (fs)

ANDAMENTO DEL CONTENUTO DI FINE FC (%)
PRESENTE NEL TERRENO



Percentuale di FC presente

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)

Committente: FelCan Srl

Riferimento:

Lotto 1 - Via Ribaldina

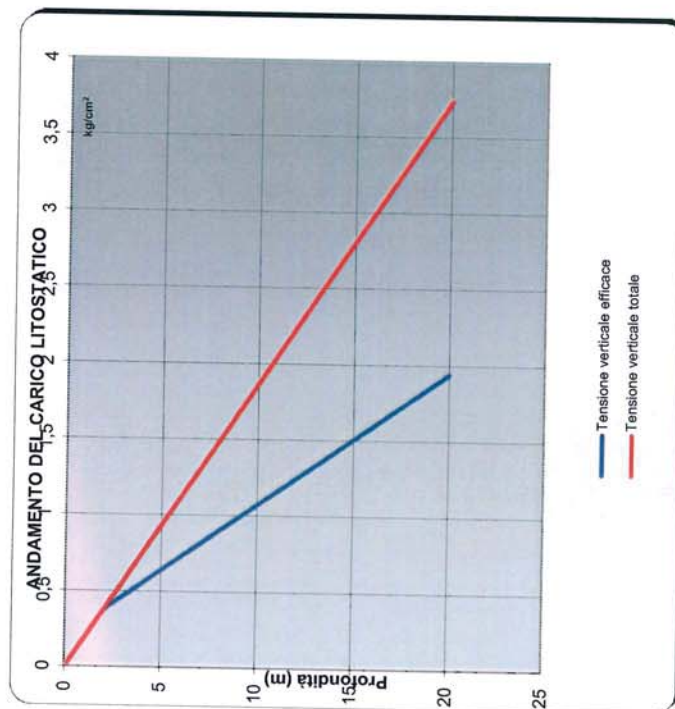
Località:

San Miniato Basso

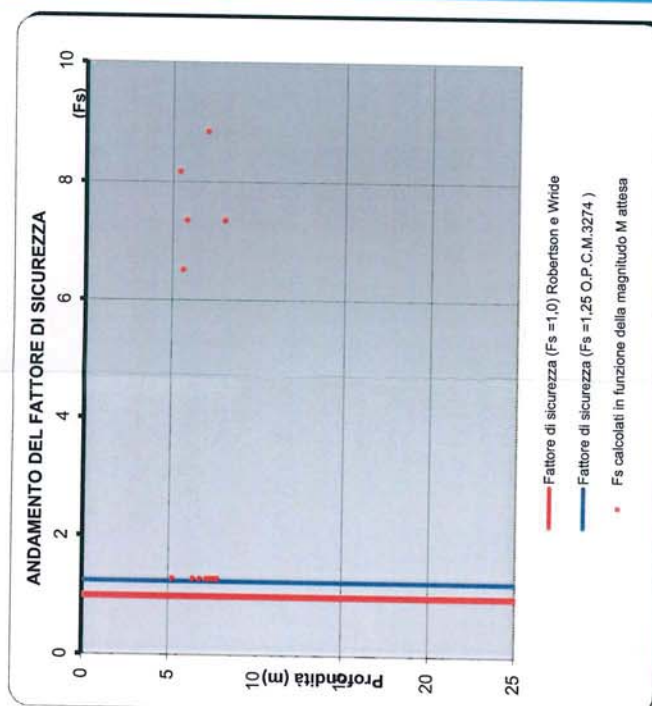
Oggetto:

Lotto 1 - Edificio Miramiliare

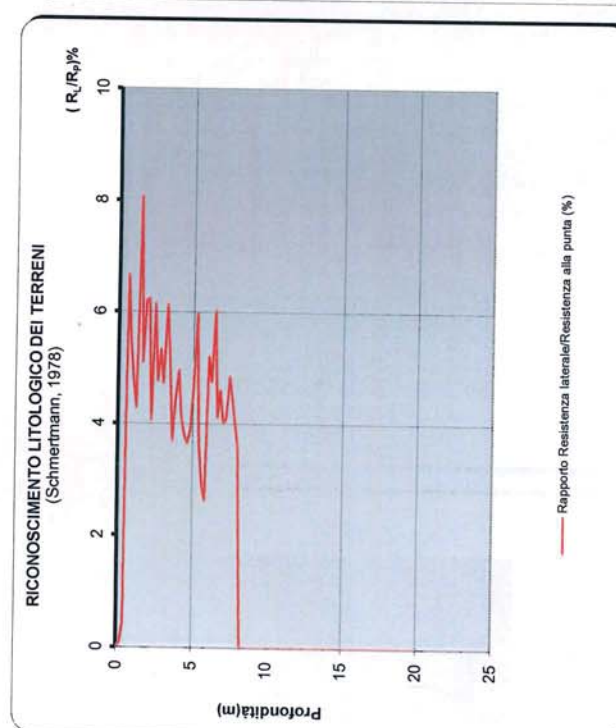
Coordinate sito di intervento:
latitudine: 43,691301
longitudine: 10,85459
(coordinate riferite al
fuso ED50)



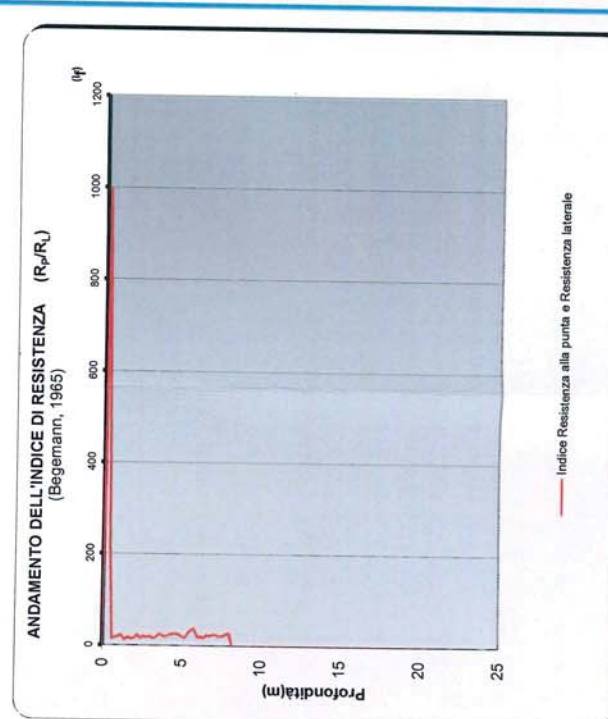
Tensione verticale efficace
Tensione verticale totale



Fattore di sicurezza (Fs = 1.0) Robertson e Wride
Fattore di sicurezza (Fs = 1.25 O.P.C.M. 3274)
Fs calcolati in funzione della magnitudo M attesa



Rapporto Resistenza laterale/Resistenza alla punta (%)



Indice Resistenza alla punta e Resistenza laterale