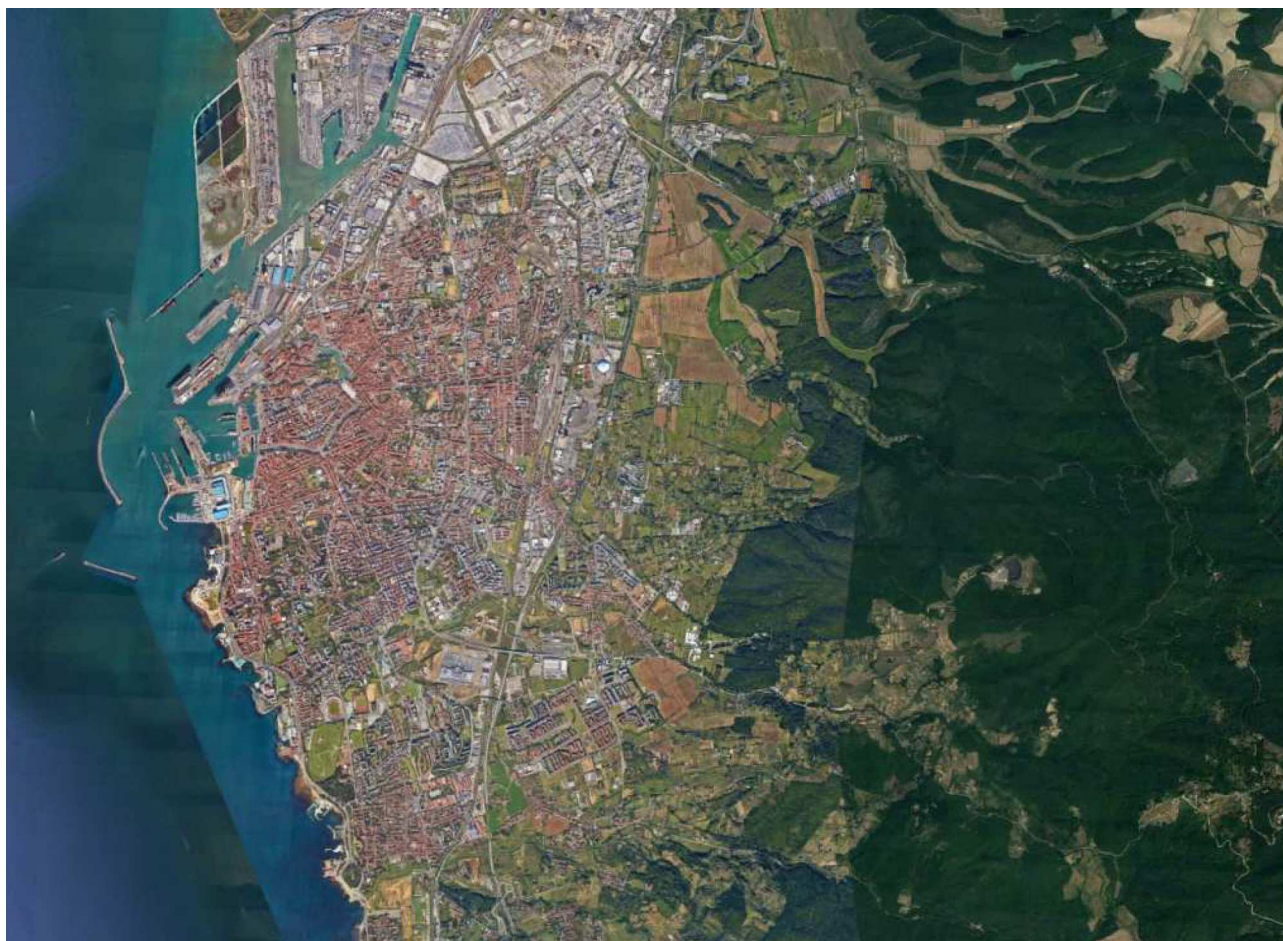




COMUNE DI LIVORNO

Ufficio Protezione Civile e Sicurezza dei Cittadini



**RELAZIONE GEOLOGICA DI SUPPORTO AL PIANO DI
RIQUALIFICAZIONE ORTI E NUOVI ORTI URBANI IN
ATTUAZIONE DELL'ART. 28 DEL R.U.**

Coordinatore gruppo di lavoro:
Dott. Geol. Alessio Tanda

Equipe di lavoro:
Dott. Michele Danzi
Dott.ssa Francesca Nieto

Dirigente Protezione Civile e
Sicurezza dei Cittadini
Dott. Geol. Leonardo Gonnelli

febbraio 2017

INDICE

1 Relazione geologica

Premessa

- 1.1 Sintesi dei contenuti della Variante
- 1.2 Inquadramento territoriale delle zone
- 1.3 Elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici e geologici
- 1.4 Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici e idrogeologici
- 1.5 Vulnerabilità idrogeologica;
- 1.6 Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico
- 1.7 Indagini di riferimento e parametri geotecnici
- 1.8 Smaltimento delle terre da scavo

2 Valutazione delle pericolosità

- 2.1 Pericolosità Geologica
- 2.2 Pericolosità Idraulica
- 2.3 Pericolosità Sismica locale

3 Valutazione delle condizioni di fattibilità Geologica, Idraulica e Sismica

4 Conclusioni

1 - RELAZIONE GEOLOGICA

Premessa

Il Regolamento Urbanistico vigente, approvato con Deliberazione del Consiglio comunale n. 19 del 25.1.1999, definisce all'art. 28 delle NTA, “Aree di riqualificazione orti e nuovi orti urbani”, una serie di regole introdotte con l'intento di uniformare la realizzazione degli annessi ad uso agricolo amatoriale ed il territorio di riferimento, secondo un disegno unitario. Fino ad oggi gli annessi sono stati realizzati indiscriminatamente senza precise regole tipologiche e distributive.

Il RU rimanda l'attuazione di tali regole alla redazione di un Piano di Riqualificazione o Piano di recupero di iniziativa pubblica esteso all'intera area.

Pertanto ad oggi è stata inibita qualsiasi trasformazione del territorio, compresa la costruzione di nuovi annessi agricoli.

Le nuove norme presenti sono state considerate, dai diretti interessati, troppo restrittive, in particolare per quanto riguarda:

- le dimensioni massime ammissibili dell'annesso (8 mq);
- la necessità di reperire servizi comuni centralizzati;
- l'impossibilità di allacciamento alla rete idrica e a quella elettrica, alla conformazione delle siepi di confine.

Dall'approvazione del RU sono state introdotte nuove norme che disciplinano la materia, inizialmente la LR 1/2005 e il regolamento attuativo sulle aree rurali, tuttora in vigore, e in seguito dall'ultima legge sull'assetto del territorio, la LR 65/2014.

Con la normativa Regionale vigente si ammette la possibilità di costruzioni temporanee in legno semplicemente appoggiate al suolo, l'impossibilità alla vendita separata dal fondo, mentre viene lasciato alla discrezionalità dell'Amministrazione comunale di stabilire le dimensioni delle costruzioni.

L'Amministrazione comunale ha pertanto predisposto un Piano di riqualificazione degli orti urbani, nonché una propedeutica variante al RU, che interessa essenzialmente le NTA.

1.1 – Sintesi dei contenuti della Variante

Il Piano di riqualificazione orti e nuovi orti urbani è in attuazione a quanto indicato all'art. 28 c. 3 delle NN.TT.A. R.U. vigente ed interessa in prevalenza le aree collocate nella parte cen-

tro-occidentale del territorio comunale che hanno nel complesso un'estensione di circa 350 ha. Le aree individuate all'art. 28 sono suddivise in due macro aree :

- *area riqualificazione orti, art. 28 c. 4 (lett. a1)* che ha un'estensione complessiva di circa 136 ha;
- *area riqualificazione nuovi orti urbani, art. 28 c. 5 (lett. a2)* che ha un'estensione complessiva di circa 215 ha.

Per meglio individuare le specifiche caratteristiche, le due macro-aree sono state successivamente suddivise in N. 14 aree così denominate:

- area riqualificazione orti che comprende **La Puzzolente, La Buca, Limoncino, San Michele, Burchietto, Le Gore, Lazzeretto, Remota, Il Puntone, Molino Nuovo, La Casina**;
- area riqualificazione nuovi orti urbani che comprende **La Padula, Uliveta, La Leccia**.

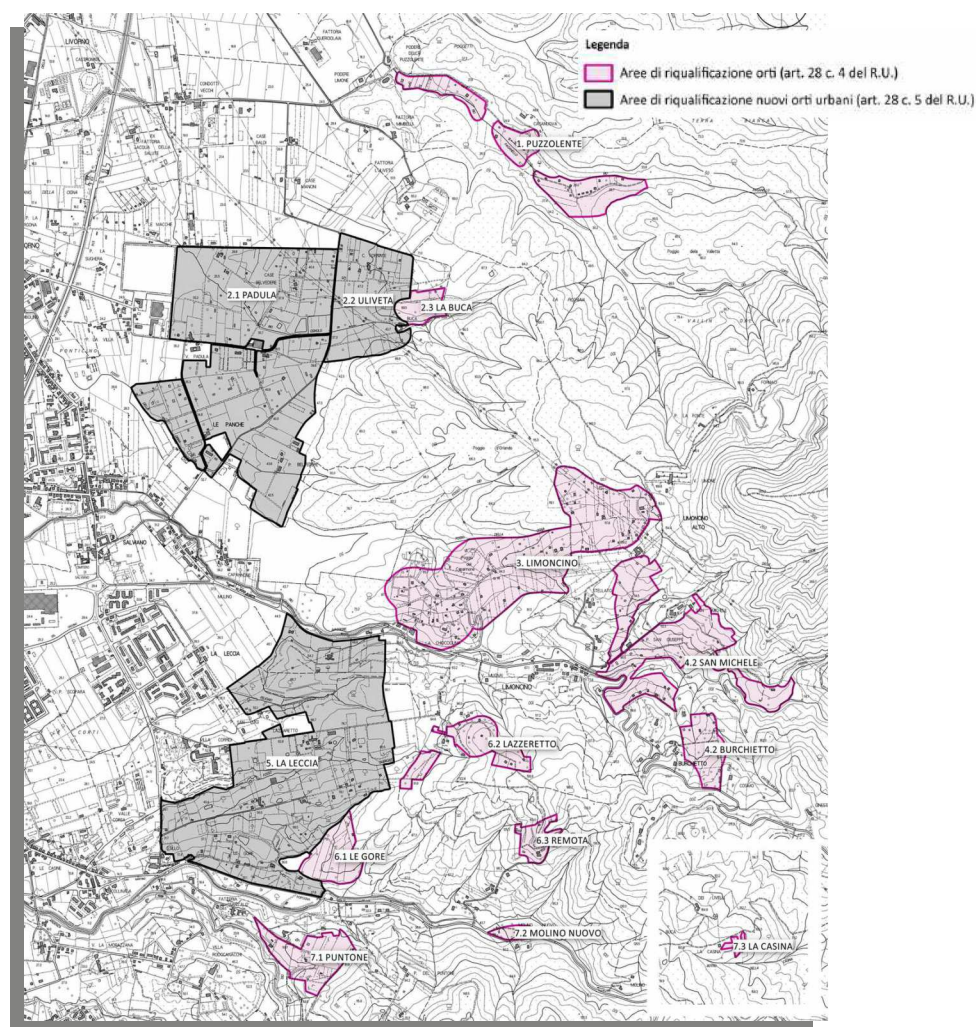


Immagine 1: Ubicazione delle 14 aree identificate.

La normativa verrà redatta a due differenti livelli:

1. La normativa del Regolamento Urbanistico

Norma a carattere generale che costituirà variante all'art. 28 del R.U. che inciderà sulle indicazioni in merito alla:

Modifica degli edifici esistenti: gruppo 3 e gruppo 5

Modifica delle aree: possibilità di realizzare gli annessi agricoli su tutto l'articolo 28 secondo le modalità stabilite da un piano di riqualificazione.

2. Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Riqualificazione

In cui si avranno indicazioni:

- a carattere generale;
- specifiche per le 7 zone oggetto di Piano di Riqualificazione.

1.2 – Inquadramento territoriale delle zone

La Puzzolente:

L'area di riqualificazione – orti della Puzzolente ha una estensione territoriale di circa 16 ettari, suddivisi tra tre distinti insediamenti che si sviluppano lungo il Rio Paganello e la strada vicinale di Vallelunga. Si riscontra un dislivello altimetrico di circa 20,00 m (da quota 29,00 m slm a circa 50,00 m slm). La parte più alta dell'insediamento, in corrispondenza della confluenza del Rio del Lupo nel Rio Paganello, è costituita da bosco ceduo mentre nella parte più bassa, lungo la Via Fonte della Puzzolente, è presente l'edificio storico dei Bagnetti della Puzzolente, una delle ultime costruzioni dell'Architetto Pasquale Poccianti.



Immagine 2: Identificazione dell'area denominata “La Puzzolente”.

La Padula - L' Uliveta - La Buca:

L'insediamento comprende le aree di riqualificazione – nuovi orti urbani di Padula e Via dell'Uliveta e l'area di riqualificazione – orti della Buca, per una estensione complessiva superiore a 121 ettari, che la classifica l'insediamento più consistente di annessi agricoli sul territorio del Comune di Livorno.

L'insediamento confina a nord con Via delle Macchie, ad ovest con il Carcere delle Sughere, con il nuovo insediamento residenziale di Salviano 2 (o Borgo di Magrignano), a sud con il Rio della Cigna e ad est con il bosco delle colline.

L'andamento topografico, ad esclusione dell'area La Buca, risulta pressoché pianeggiante con quote che degradano da circa 45,00 m slm fino a circa 30,00 m slm andando da est verso ovest.



***Immagine 3:** Identificazione delle aree denominate “La Padula, L'Uliveta, La Buca”.*

Limoncino:

L'area di riqualificazione – orti di Limoncino ha una superficie complessiva di poco superiore ai 52 ettari. Si estende lungo la Via del Limoncino per la quasi totalità della sua lunghezza coprendo un dislivello di circa 92 metri, da “La Chiocciolina”, punto di innesto con la Via della Valle Benedetta, a Villa Limone. Il Fosso della Cigna attraversa l'area nella parte più elevata e determina il confine a nord. Sempre nella parte più elevata, lungo la Via del Limoncino, è presente la Villa dell'Orologio, chiamata così per la presenza di un orologio sul frontone lato mare.

La villa è stata la dimora, fino a una quarantina di anni fa, di alcune famiglie di coltivatori diretti, che coltivavano i terreni circostanti il Podere San Paolo a Limone, quando ancora questi non erano stati oggetto di frazionamento.

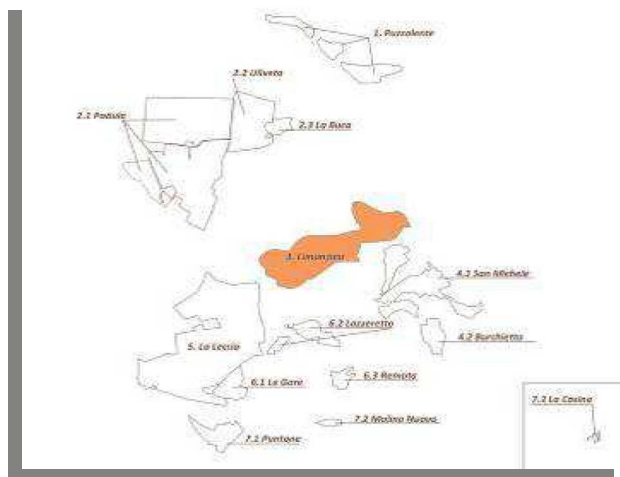


Immagine 4: Identificazione dell'area denominata “Limoncino”.

San Michele - Burchietto:

All'insediamento di riqualificazione – orti di San Michele si accede appena terminato l'abitato di Limoncino ed oltrepassato il Rio Maggiore, percorrendo Via delle Vallicelle nelle sue tre diramazioni principali. La strada di accesso più a sud, confinante con la proprietà di Villa Lanni, prende il nome di Via dei Falchi. All'insediamento di Burchietto si accede direttamente da Via della Valle Benedetta. La superficie complessiva è di poco superiore a 34 ettari e si sviluppa prevalentemente in collina, con un dislivello di circa 45 metri, ad occupare i terreni del vecchio Podere San Giuseppe e a colonizzare i terreni posti lungo il Fosso delle Vallicelle. Nella parte superiore, a nord, l'insediamento di San Michele si ricongiunge a quello di Limoncino per mezzo della Villa dell' Orologio.

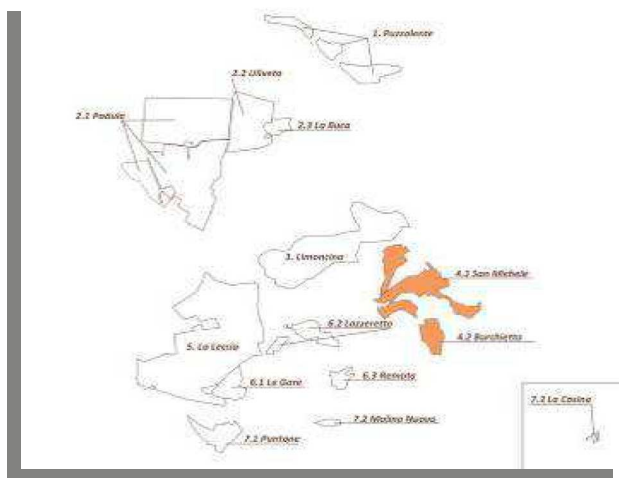


Immagine 5: Identificazione delle aree denominate “San Michele, Burchietto”.

La Leccia:

L'insediamento delle aree di riqualificazione – nuovi orti urbani della Leccia ha una superficie complessiva di circa 97 ettari, il secondo in termini di estensione.

Prende il nome dallo storico insediamento agricolo della fattoria della Leccia, da tempo in parte trasformato per ospitare fabbricati di edilizia economica e popolare.

Si estende dalla Via della Valle Benedetta, a nord, confinando con Villa Corridi, altro insediamento storico, fino a Via di Popogna a sud, comprendendo, quindi, Via del Vecchio Lazzeretto, Via delle Gore e Via dello Stillo.



Immagine 6: Identificazione dell'area denominata “La Leccia”.

Le Gore - Lazzereto - Remota:

L'insediamento di riqualificazione – orti si compone di tre distinte aree, della superficie complessiva di poco meno di 16 ettari, dislocate all'interno della fascia collinare.

La parte più ad est, quella delle Gore, è confinante all'area di riqualificazione – nuovi orti urbani della Leccia.

Trattandosi di aree collinari, il dislivello tra la parte più bassa e quella più alta si attesta su circa 130 metri.

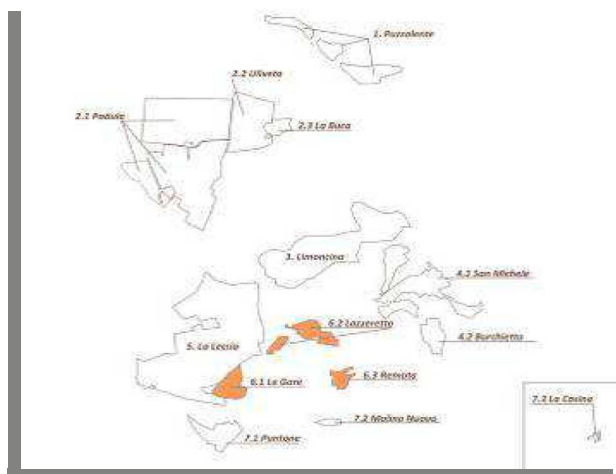


Immagine 7: Identificazione delle aree denominate “Le Gore, Lazzeretto, Remota”.

Il Puntone - Molino Nuovo - La Casina:

L'insediamento di riqualificazione – orti si compone di tre aree distinte, due di queste collocate da parti opposte di Via di Popogna (il Puntone e Molino Nuovo), mentre l'ultima (La Casina) è distante dalle altre due e si ubica oltre l'abitato del Castellaccio, sul proseguimento della Via di Quercianella oltre le Due Vie (o “Curva Nuvolari”) a sinistra, più precisamente in Via di Quarrata.



Immagine 8: Identificazione delle aree denominate “Il Puntone, Molino Nuovo, La Casina”.

1.3 – Elementi per la Valutazione degli aspetti geomorfologici e geologici

La piana di Livorno, dal mare fino all’orlo occidentale dei Monti e delle Colline Livornesi, è costituita da vari ordini di terrazzi ed è separata a nord della zona depressa di Ponte Ugione da una scarpata morfologica rilevabile tra S. Stefano ai Lupi e la Fattoria Suese - si veda Immagine di seguito riportata.

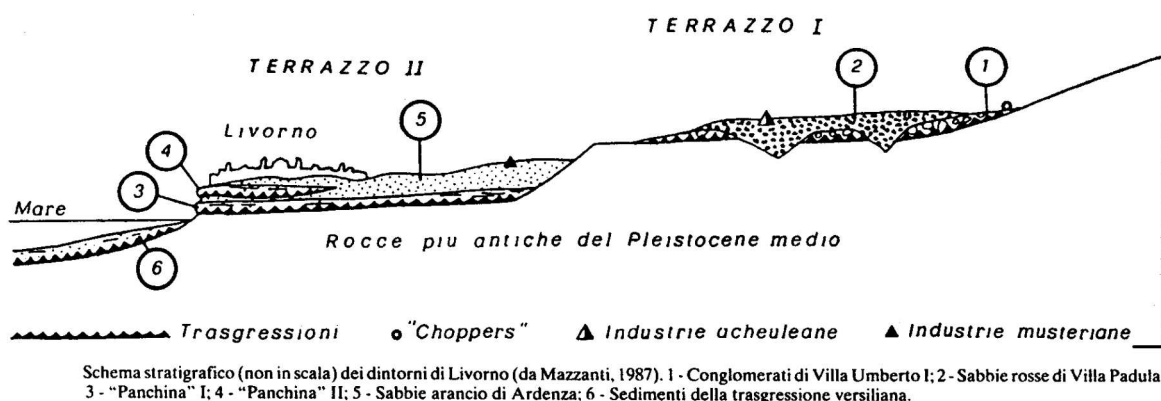


Immagine 8: Schema stratigrafico dei dintorni di Livorno

Qui sono evidenziati:

- La spianata del Terrazzo della Fattoria Pianacce, modellata durante l'interglaciale Mindel-Riss ad una quota sicuramente più bassa rispetto agli attuali 125 m. Si ipotizza quindi abbia subito un sollevamento epirogenetico;
- La spianata del Terrazzo di Livorno che è stata modellata nell'interglaciale Riss-Wurm ad una quota non molto differente rispetto a quella alla quale si trova attualmente;
- La trasgressione post-wurmiana (o "versiliana" secondo Blanc, 1937) che ha in parte demolito il terrazzo precedente raggiungendo il livello attuale del mare e depositando i suoi sedimenti al fondo di questo (depositi olocenici).

Studi geologici hanno individuato nella Piana n. 6 diverse unità stratigrafiche, tutte del Pleistocene (Quaternario), e riconoscibili nei terrazzi.

I sedimenti pleistocenici, almeno nelle aree poste al margine settentrionale di nostro interesse, hanno spessori modesti e poggiano su un substrato di terreni argillosi del Pliocene o del Pleistocene Inferiore. La Via Firenze, ubicata pochi chilometri più a nord, marca il limite dell'affioramento della formazione delle Sabbie d'Ardenza il cui spessore, disomogeneo, diviene più importante procedendo verso ovest.

La spianata fa parte del "Terrazzo di Livorno" e ne costituisce un tratto del limite settentrionale. Questo terrazzo è stato modellato alla base da una trasgressione marina che ha rappresentato un evento ben individuabile nel Livornese, poiché segna l'inizio del Pleistocene Superiore (circa 230.000 anni fa); sopra l'abrasione si hanno sedimenti marini con spessori esigui mentre risulta maggiore lo spessore dei successivi depositi

Le zone oggetto di studio, che da un punto di vista areale risultano nel complesso piuttosto ampie, si distribuiscono sia al margine delle pendici dei Monti e delle Colline Livornesi, quindi a quote piuttosto basse (20,0 – 30,0 m s.l.m.), sia sulle parti collinari retrostanti e quindi a quote che superano anche i 190.0 m s.l.m..

In merito alla tematica geologica, tali zone, interessando una superficie areale piuttosto ampia comprendono svariate unità stratigrafiche appartenenti ad epoche differenti che variano dal Cretaceo superiore fino all'Olocene; per questa situazione, strutturalmente alquanto variegata, qui di seguito trattiamo in modo separato le n. 7 zone oggetto del piano di riqualificazione.

La Puzzolente:

Considerando un più ampio perimetro rispetto all'area in esame, che comprende la propaggine più settentrionale dei Monti Livornesi la parte orientale della “Piana di Livorno” e le “Colline Livornesi”, affiorano le seguenti formazioni geologiche, indicate nell'ordine di sovrapposizione dal basso:

- Complesso Alloctono Ligure Inferiore;
- Complesso Alloctono Ligure Intermedio;
- Complesso Alloctono Ligure Superiore;
- Complesso Neoautoctono.

Il “*Complesso Alloctono Inferiore*” è qui rappresentato da tre formazioni; le due inferiori risalgono al Cretaceo sup. e sono la “Formazione delle Argilliti varicolori del Fortulla” con banchi di brecciole, di lititi, di calcari a grana fine e di arenarie (c5a) passante lateralmente e in alto alla “Formazione di Antignano” (c5b), costituita da argilliti, arenarie calcarifere, marne e siltiti con livelli di breccie e olistostromi. La formazione superiore è costituita dal “Flysch calcareo-marnoso di Poggio S. Quirico-M. Burrone-la Poggia” con livelli di breccie (pe2) di età Paleocenica sup. - Eocenica inf. - med.

Il “*Complesso Alloctono Intermedio*” è rappresentato da due formazioni entrambe datate al Cretaceo sup.: una basale, costituita da “Arenarie, siltiti, argilliti, argilliti con Phitonella e livelli di breccie” (c6), e una sommitale, rappresentata dal “Flysch calcareo marnoso di Monteverdi M.mo” (c7).

Il “*Complesso Alloctono Superiore*” è costituito alla base dalle “Ofioliti - serpentiniti (S) e gabbri (G)” - sormontate dalle “Argilliti e calcari silicei “Palombini” (c2) del Cretaceo inf.

I sedimenti del “*Complesso Neoautoctono*”, che giacciono in discordanza sopra le diverse formazioni dei Complessi Alloctoni Liguri, affiorano in corrispondenza delle “Colline Livornesi” (sedimenti neogenici e del Pleistocene med.) che circondano i lati Nord-Ovest,

Nord ed Est dei “Monti Livornesi” e in corrispondenza della “Piana di Livorno” (sedimenti del Pleistocene sup.).

I primi sedimenti della serie Neoautoctona che si sono depositati sono formati dalla successione stratigrafica del Miocene sup.; le formazioni che affiorano nella zona in esame risultano, a partire dalle più antiche, le seguenti:

- “Conglomerati rossi e verdi con sporadiche tasche di sabbia lignitifera” (**m**);
- “Calcari di Castelnuovo” (**m4**): membro della “Formazione del calcare di Rosignano”;
- “Marne e marne argillose” (**m5**): formazione che ingloba altri corpi sedimentari lenticolari di natura completamente diversa come le “Diatomiti” (**m6**) e i “Gessi e marne calcareo-sabbiose di Casa Pian di Torri” (**m7**);
- “Sabbie e conglomerati di Villa Poggio Piano” (**m8**).

Alla serie miocenica seguono i sedimenti del Pliocene inf. e medio con la formazione delle “Argille azzurre” (**p**) a cui si intercalano grossi banchi di “Sabbie gialle” (**p3**).

La successione d'età Quaternaria, la cui stratigrafia dipende dalle oscillazioni glacioeustatiche del livello del mare, è rappresentata da formazioni del Pleistocene medio giacenti, in netta discordanza, sopra le formazioni Neogeniche, e da formazioni del Pleistocene sup. e dell'Olocene.

I sedimenti del Pleistocene medio che poggiano sulla spianata di abrasione marina modellata nell'interglaciale Mindel-Riss, e corrispondente al “Terrazzo di Fattoria delle Pianacce”, sono costituiti dai “*Conglomerati di Villa Umberto I*” (**q6** - cerchi rossi) esprimenti un episodio trasgressivo, che passano verso Nord ai “*Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci*” (**q6**) di ambiente in prevalenza continentale. Al di sopra di questi sedimenti si trovano le “*Sabbie rosse, calcareniti sabbiose di Villa Padula*” (**q7**), di ambiente in prevalenza eolico e colluviale.

Le formazioni del Pleistocene sup. sono costituite dai “*Conglomerati di Santo Stefano*” (**q8**) che rappresentano, in questa zona, la formazione basale trasgressiva della successione stratigrafica del terrazzo, e dalle sovrastanti “*Sabbie di Ardenza*” (**q9**) di ambiente continentale con i coevi “*Conglomerati, calcareniti sabbiose e sabbie limose di Rio Maggiore*” (**q9**) di natura prevalentemente fluviale.

Fra i sedimenti Olocenici troviamo le alluvioni (**a**) molto diffuse al fondo delle valli in corrispondenza delle zone collinari, i detriti misti e gli accumuli di frana (**d**).

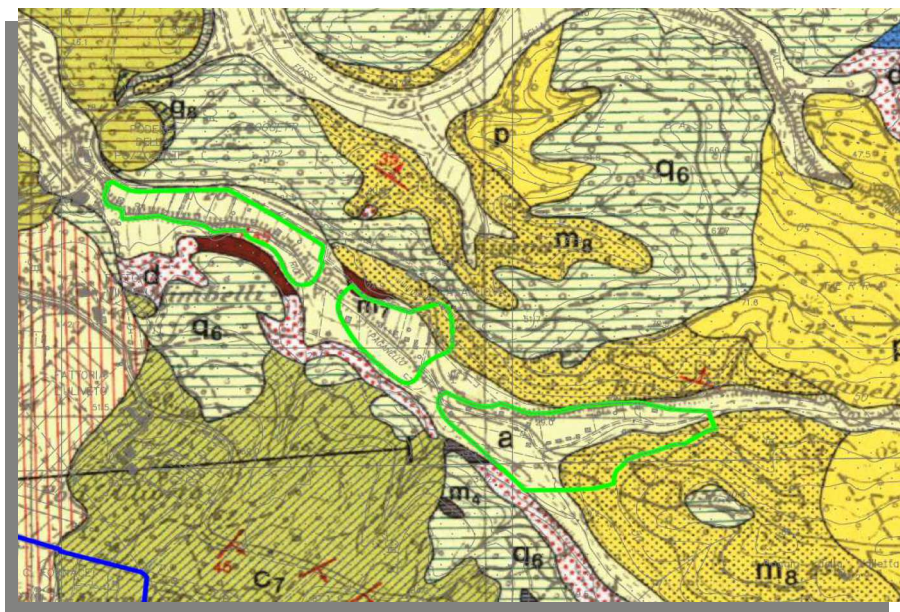


Immagine 9: Stralcio Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti (Lazzarotto, Mazzanti e Nencini – 1987)

Più in dettaglio, relativamente all'area di nostro stretto interesse, affiorano le seguenti formazioni geologiche, indicate nell'ordine di sovrapposizione dal basso:

- **m₇** - “Gessi” (Miocene sup.): si trovano in strati e lamine intercalati a strati e lamine prevalentemente marnosi, ma anche sabbiosi o argillosi, riuniti in banchi di una decina di metri di potenza.
- **m₈** - “Sabbie e conglomerati della Villa di Poggio Piano” (Miocene sup.): si tratta di un'alternanza di banchi prevalentemente sabbiosi con nubi e lenti di ciottoli e strati di marne argillose e di argille spesso suddivise in lamine; i ciottoli sono eterogenei, eterometrici, arrotondati o appiattiti, sempre più o meno immersi in una matrice sabbiosa di colore giallo-avana, grigia nei tagli freschi” (Bartoletti et al.; 1986).
- **q₆** - “Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci” (Pleistocene medio): questi sedimenti giacciono sopra la spianata di base del Terrazzo della Fattoria delle Pianacce. La formazione, il cui spessore massimo in questa zona raggiunge gli 8-10 m, a partire dal basso (Barsotti et al. 1974) è formata da: conglomerati ad andamento lenticolare costituiti da ciottoli con dimensioni medie di 5-10 cm legati da una scarsa matrice sabbiosa; sabbie fini e molto fini di colore arancio chiaro; limi argillosi con resti vegetali carboniosi; sabbia siltosa.
- **a** - “Alluvioni” (Olocene - attuale): esse affiorano lungo il fondo della valle del Torrente Paganello ed interessano gran parte delle aree oggetto di variante.
- **d** - “Detriti”: coltri eluviali e colluviali formate dallo smantellamento superficiale dei versanti.

La Padula - L' Uliveta - La Buca:

I terreni affioranti nelle area di riferimento sono riferibili alla formazione “*Sabbie rosse (talora con ciottoli), calcareniti sabbiose di villa Padula*” del Pleistocene medio (**q₇**), accumulate su un substrato a sua volta piuttosto pianeggiante riferibile a formazioni dell’Alloctono Ligure (**c₇**), rilevabile in affioramento nelle aree denominate L’Uliveta e La Buca.

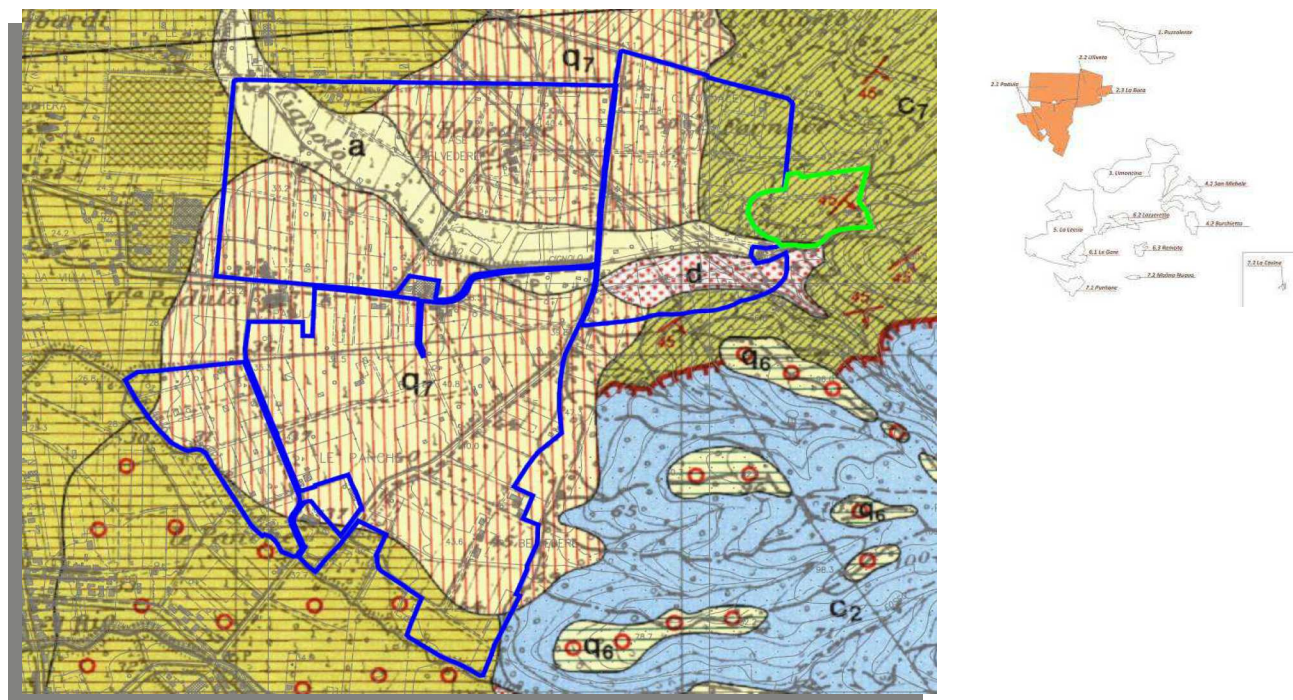


Immagine 10: Stralcio Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti (Lazzarotto, Mazzanti e Nencini – 1987)

La formazione (**q₇**) è in prevalenza costituita da sabbie arrossate di origine eolica ma anche derivate da episodi colluviali e raramente da apporti fluviali, generalmente priva di fossili e caratterizzata da spessori molto variabili in dipendenza della conformazione del substrato e delle dinamiche deposizionali.

La formazione flyscioide (**c₇**) è riferibile al Cretaceo superiore ed appartiene al Complesso Alloctono Intermedio. Si tratta di una formazione litoide costituita principalmente da strati di marne arenacee in cui sono intercalati orizzonti di spessore decimetrico di arenaria argillitica a cui seguono, in sequenza, banchi di calcare marnoso, un banco con ciottoli di varia dimensione immersi in una matrice argillitica. La deposizione di questa formazione è avvenuta in ambiente pelagico in facies torbidity.

La porzione occidentale dell’area denominata “La Padula” si inserisce nell’area di passaggio tra l’unità fisiografica una volta denominata “Terrazzo di Salviano” o “Terrazzo di Villa

Padula” e quella delle “Sabbie di Ardenza” (**q9**), una superficie generata da variazioni eustatiche del livello marino, almeno secondo la bibliografia (Lazzarotto *et al.*, 1990).

Inoltre la presenza del Rio Cignolo, che scorre nella porzione nord delle aree in oggetto, comporta l’affioramento di sedimenti alluvionali “**a**” di età relativamente giovane (Olocene) accumulatisi nell’incisione del corso d’acqua, in contatto laterale con la formazione delle “Sabbie di Ardenza” del Pleistocene superiore (**q9**) al passaggio con le “Sabbie rosse calcareniti sabbiose di villa Padula” del Pleistocene medio (**q7**), entrambe accumulatisi a loro volta, in discordanza stratigrafica, su un substrato piuttosto pianeggiante riferibile a formazioni dell’Alloctono Ligure (**c7**).

Limoncino:

L’area in esame è caratterizzata dall’affioramento di formazioni appartenenti al Complesso Alloctono Superiore ovvero le “Argilliti e calcari silicei a Palombini” del Cretaceo inferiore (**c2**) a contatto con il Complesso Neoautoctono nei membri **m3** - **m4** (Conglomerati di Villa Mirabella e Calcari di Castelnuovo) della “Formazione del calcare di Rosignano” e **m5** (Marne e marne argillose) relative al Miocene superiore.

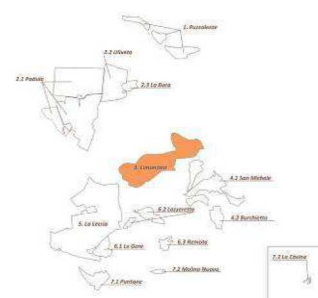
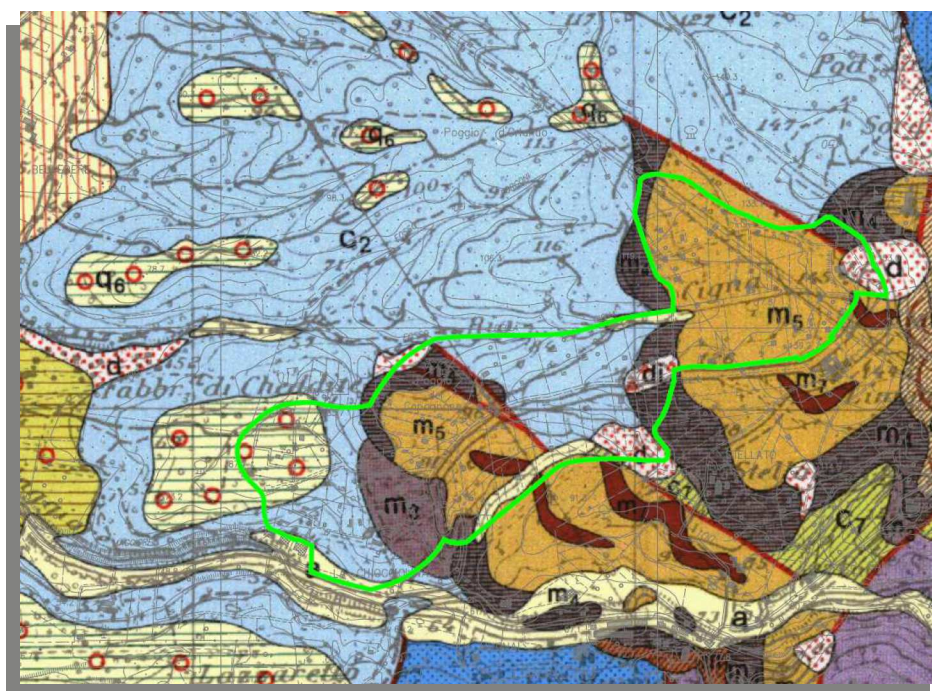


Immagine 11: Stralcio Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti (Lazzarotto, Mazzanti e Nencini – 1987)

Il membro (**m3**) presenta ciottoli ben arrotondati con dimensioni varianti da 30-40 cm fino a molto più minute. La matrice è sabbiosa e marnosa, il cemento di tipo calcareo e talora molto

abbondante. Il conglomerato appartiene probabilmente ad un ambiente di sedimentazione di delta sommerso.

Le Marne e marne argillose (m_5) sono in prevalenza omogenee e rappresentate da tipi litologici marnosi e marnoso-argillosi che presentano frequenti intercalazioni con litologia molto variabile (talora sabbiose o finemente conglomeratiche, siltose, gessose, ecc.).

San Michele - Burchietto:

Anche queste aree, così come precedentemente descritto per “Il Limoncino”, sono caratterizzate dall’affioramento di formazioni appartenenti sia al “*Complesso Neoautoctono*” che a quello “*Alloctono*”.

Tali aree risultano caratterizzate dalla presenza di strutture tettoniche, quali faglie e sovrascorrimenti, verificatisi durante la genesi delle *Colline Livornesi* e che hanno determinato il riassetto delle formazioni affioranti. Più precisamente, le faglie di cui sopra mettono in contatto il “*Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo*” (c_7 , Cretaceo sup.) con le “*Marne e marne argillose*” (m_5 , Miocene sup.) e con le “*Arenarie, siltiti, argilliti con Phitonella – c_6* ” (Cretaceo superiore),

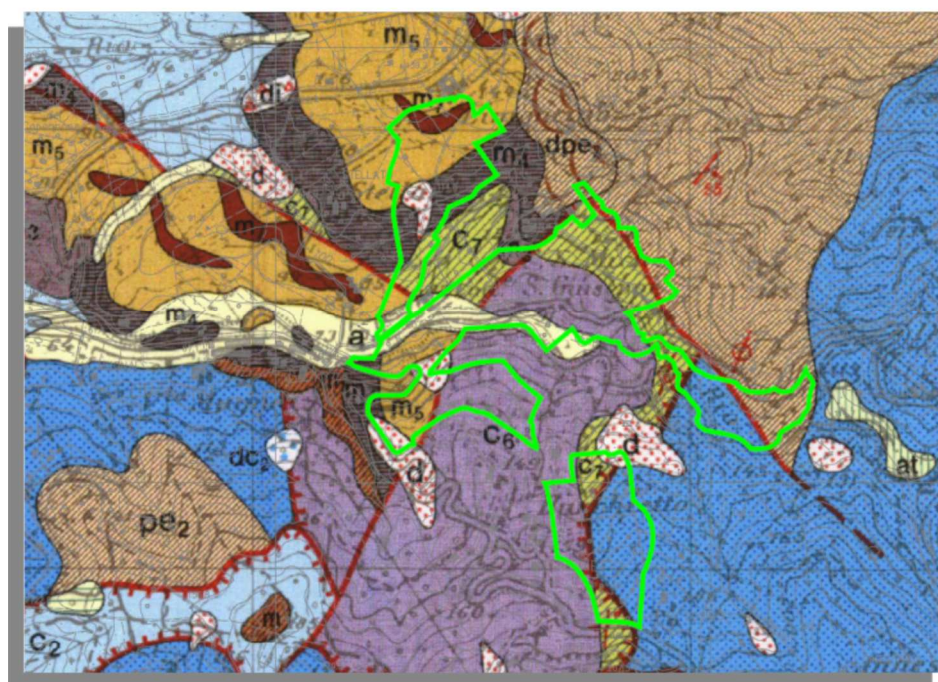


Immagine 12: Stralcio Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti (Lazzarotto, Mazzanti e Nencini – 1987)

La formazione del “*Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo*” è costituita principalmente da strati di marne arenacee in cui sono intercalati orizzonti di spessore

decimetrico di arenaria argillitica, a cui seguono, in sequenza, banchi di calcare marnoso immersi in una matrice argillitica.

Nella porzione sudorientale delle aree in oggetto il “*Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo*” (**c₇**), sempre per mezzo di strutture tettoniche, risulta a contatto con il Complesso Alloctono inferiore e più precisamente con il “*Flysch calcareo marnoso di Poggio S. Quirico con livelli di brecce – pe₂*” (Paleocene superiore – Eocene medio) e le “*Argilliti, arenarie calcarifere, marne e siltiti (Formazione di Antignano) con livelli di brecce e olistostromi – c_{5b}*” (Cretaceo superiore).

Il “*Flysch calcareo marnoso di Poggio S. Quirico con livelli di brecce – pe₂*” risulta costituito essenzialmente da livelli calcareo-marnosi, marnosi con base arenacea, argillitici ed arenacei. L’ambiente di deposizione di questa formazione è quello di piana in facies torbidity ed il suo spessore totale risulta di alcune centinaia di metri.

Le “*Argilliti, arenarie calcarifere, marne e siltiti con livelli di brecce e olistostromi – c_{5b}*” sono caratterizzate dall’alternanza di strati decimetrici di siltiti e argilliti mangesifere grigio scuro-marrone o di areniti e calcareniti o siltiti calcaree e di argilliti.

La Leccia:

In riferimento alla vasta area di “**La Leccia**”, la principale formazione affiorante risulta quella dei “*Conglomerati di Villa Umberto I*” (**q₆**) riconducibile al “Terrazzo della Fattoria delle Pianacce” del Pleistocene medio, deposta in discordanza stratigrafica sul substrato che, nella porzione nord, è contraddistinto dalle “Argilliti e calcari silicei a Palombini” del Cretaceo inferiore (**c₂**) mentre nella porzione sud dalla “Formazione di Antignano” (**c_{5b}**) – Cretaceo, ambedue in affioramento nelle incisioni vallive dei corsi d’acqua. Più specificatamente le ultime due formazioni risultano tra loro in contatto tettonico.

I “*Conglomerati di Villa Umberto I*” (**q₆**) risultano in prevalenza costituiti da conglomerati con ciottoli eterometrici rivestiti spesso di croste carbonatiche o arenacee con composizione eterogenea (Alloctono Ligure, Flysch di Calafuria etc.) e generalmente privi di fossili.

Le *Argille a Palombini* del Cretaceo Inferiore (**c₂**), nonostante il nome formazionale di “argille”, sono costituite principalmente da strati e banchi di calcari silicei grigio-ferro (“*Palombini*”) e da alternanze di strati e banchi di argilliti laminatiche grigio-marrone o nere e, in misura minore, da strati e banchi di calcari marnosi grigio scuri a patine chiare e strati di calcari arenacei e talora arenarie calcareo-quarzose.

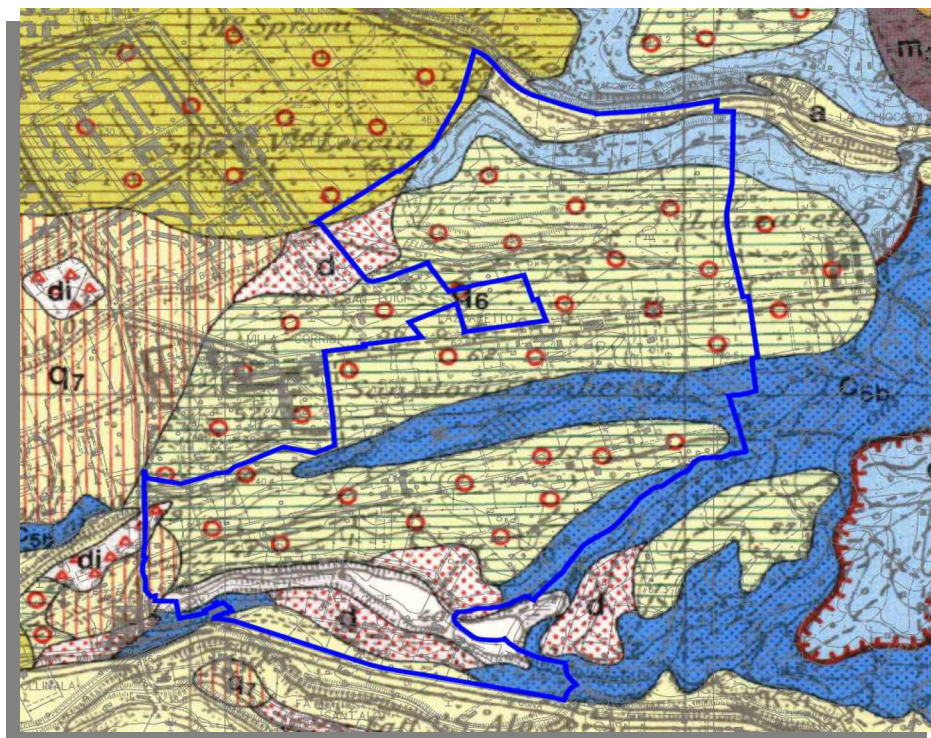


Immagine 13: Stralcio Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti (Lazzarotto, Mazzanti e Nencini – 1987)

Le Gore - Lazzereto - Remota

In riferimento alle aree denominate “Le Gore” e “Lazzeretto” (limitatamente all’area ad ovest) risultano essenzialmente caratterizzate dalla presenza della “Formazione di Antignano” (c_{5b}) – Cretaceo. Limitatamente alle Gore, una buona parte della superficie risulta interessata dalla presenza di una coltre detritica, più o meno superficiale, a copertura della su indicata formazione.

Per quanto concerne invece le restanti aree del “Lazzeretto” e “Remota”, la “Formazione di Antignano” (c_{5b}) è a contatto, anche a mezzo di superfici tettoniche, con il “*Flysch calcareo marnoso di Poggio S. Quirico con livelli di brecce* – pe_2 ” (Paleocene superiore – Eocene medio). La formazione flyscioide risulta costituita essenzialmente da livelli calcareo-marnosi, marnosi con base arenacea, argillitici ed arenacei. L’ambiente di deposizione di questa formazione è quello di piana in facies torbidity ed il suo spessore totale risulta di alcune centinaia di metri.

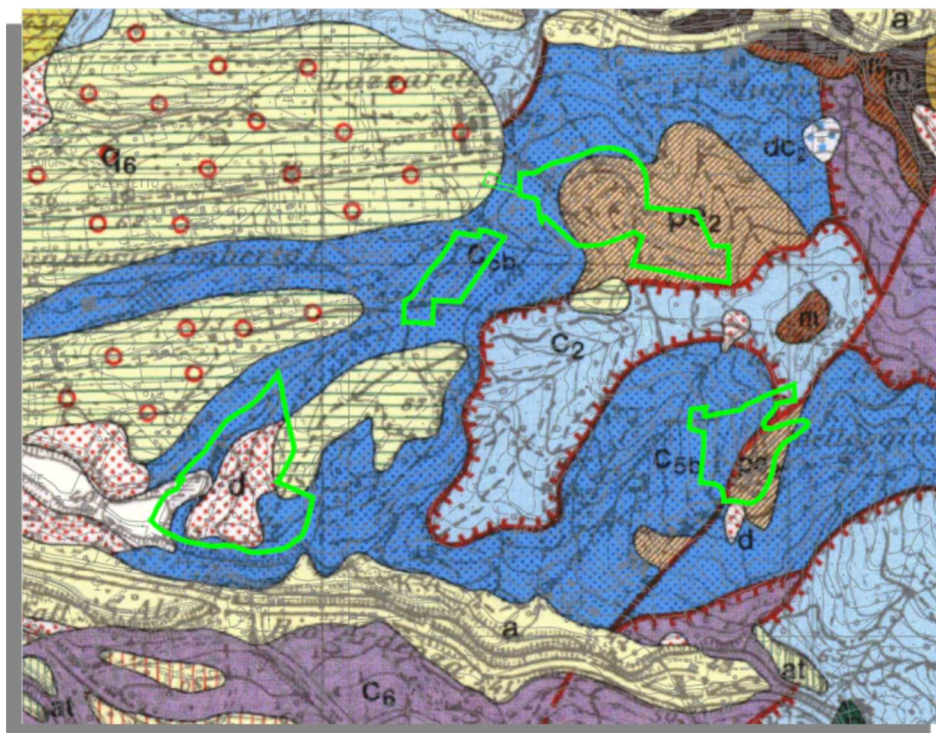


Immagine 14: Stralcio Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti (Lazzarotto, Mazzanti e Nencini – 1987)

Il Puntone - Molino Nuovo - La Casina

L'area denominata “**Molino Nuovo**” è caratterizzata dall'affioramento di formazioni contraddistinte da un'alternanza di strati a grana fine, come argilliti e marne, con bancate calcaree di rilevante spessore. I movimenti di sovrapposizione geo-geodetica che hanno portato alla formazione delle aree in oggetto, hanno determinato la giustapposizione di formazioni e successioni di età differente, attraverso contatti tettonici e sovrascorrimenti, generando zone di taglio contraddistinte dalla presenza di ammassi detritici derivanti dal disfacimento delle litologie presenti.

Nella porzione inferiore del versante, in corrispondenza della sponda destra del Rio Popogna, affiorano i sedimenti alluvionali “**a**” di età relativamente giovane (Olocene). Secondo i più recenti studi paleogeografici l'origine di tali depositi sembra essere dovuta alla risalita del livello di base dei corsi d'acqua in relazione alla trasgressione Versiliana. Si tratta generalmente di sedimenti relativamente fini (limi sabbiosi a tratti argillosi) nei quali sono intercalati, a varie profondità e talvolta concentrati in livelli, ciottoli, ghiaia e blocchi di varia natura derivanti da fenomeni di disaggregazione legati alla dinamica fluviale.

La coltre detritica alluvionale, affiorante alla base dei versanti, nasconde, in parte, l'affioramento delle “**Arenarie, siltiti, argilliti con *Phitonella* – c₆**” (Cretaceo superiore), formazione piuttosto monotona costituita in prevalenza da strati sottili di argilliti e siltiti

grigie a cui si intercalano orizzonti decimetrici di arenarie fini alternate a sequenze arenaria fine-marna o silt. A causa della cattiva esposizione e delle intense strutture tettoniche che interessano tale formazione, lo spessore complessivo è difficilmente valutabile, ma si aggira intorno alle centinaia di metri.

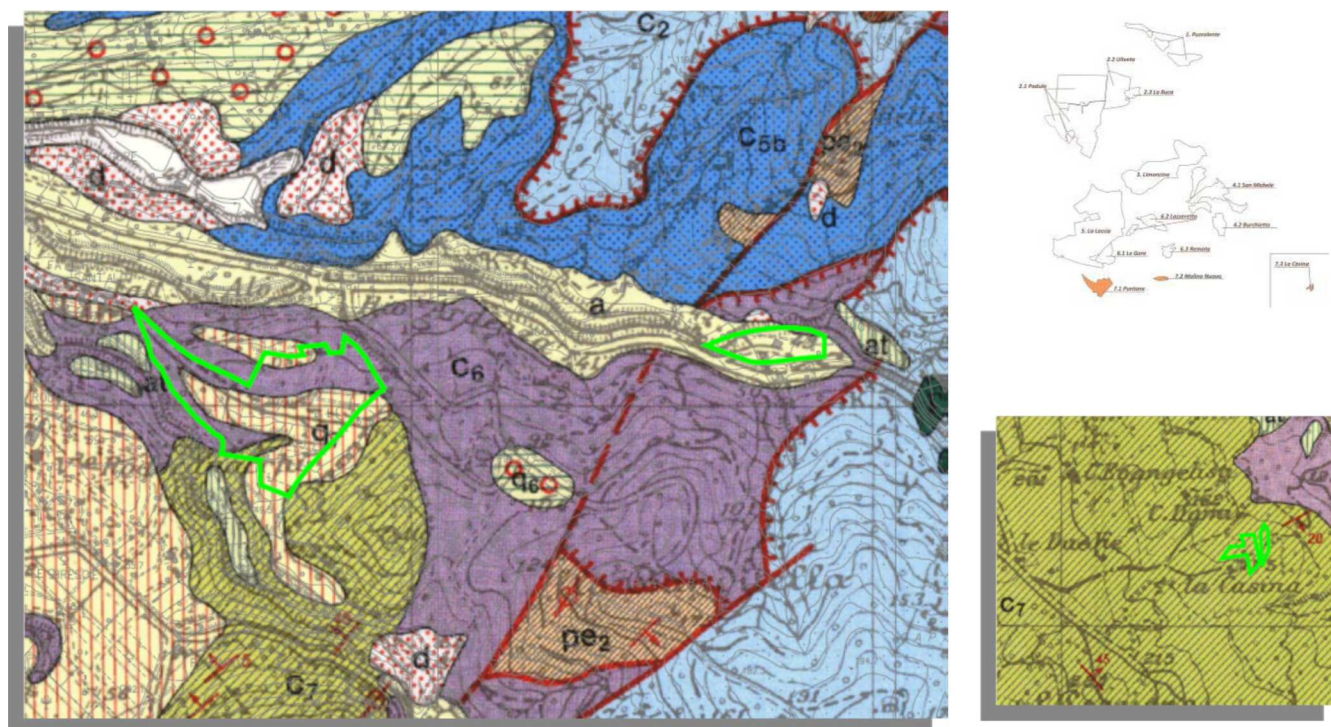


Immagine 15: Stralcio Carta Geologica dei Comuni di Livorno e Collesalveti (Lazzarotto, Mazzanti e Nencini – 1987)

La formazione delle “Arenarie, siltiti, argilliti con *Phitonella* – **c₆**” risulta in contatto tettonico, mediante superfici di sovrascorrimento, con le “Argilliti, arenarie calcareifere, marne e siltiti (Formazione di Antignano) con livelli di breccie e olistostromi – **c_{5b}**” (Cretaceo superiore); questa formazione è caratterizzata dall’alternanza di strati decimetrici di siltiti e argilliti mangesifere grigio scuro-marrone o di areniti e calcareniti o siltiti calcaree e di argilliti. Si intercalano talvolta masse di breccie ad elementi spigolosi calcareo-marnosi e calcarenitici in matrice siltitico-argillitica.

Relativamente all’area “**Il Puntone**”, sulle “Arenarie, siltiti, argilliti con *Phitonella* – **c₆**” poggia direttamente la formazione **q₇** - Sabbie rosse con ciottoli e calcareniti sabbiose di Villa Padula, notevolmente variabile in spessore e caratterizzata da sabbie arrossate, prive di fossili, di deposizione prevalentemente eolica associata a episodi colluviali e talvolta a apporti fluviali.

Per quanto concerne invece la più distante area denominata “**La Casina**”, ci riferiamo alla formazione flyscioide dei *Calcari-marnosi di Monteverdi M.mo (c7)*; l'età formazionale è riferibile al Cretaceo superiore ed appartiene al Complesso Alloctono Intermedio.

1.4 – Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici e idrogeologici

Per quanto riguarda l'organizzazione delle acque superficiali le zone oggetto di variante interessano i bacini idrografici dei maggiori corsi d'acqua presenti nel territorio Comunale e qui di seguito elencati:

- bacino idrografico Torrente Ugione (32.74 Km²);
- bacino idrografico Fosso della Cigna (11.70 Km²) e Rio Cignolo (3.90 Km²);
- bacino idrografico Rio Maggiore (8.80 Km²);
- bacino idrografico Botro Felciaio;
- bacino idrografico Rio Ardenza (18.2 Km²);
- bacino idrografico torrente Chioma (22.1 Km²).



Immagine 16: Bacino idrografico - schema tipo.

L'inquadramento idrogeologico ha lo scopo di individuare le potenzialità di immagazzinamento e di trasmissione dell'acqua da parte delle formazioni litostratigrafiche del sottosuolo che quindi vengono raggruppate in classi di permeabilità in funzione della litologia, del tipo dei vuoti e della loro interconnessione; tali classi sono essenzialmente:

- permeabile per porosità;
- permeabile per fratturazione;
- impermeabile;
- localmente permeabile per porosità;
- localmente permeabile per fratturazione.

Qui di seguito passiamo ad una descrizione puntuale delle varie aree in studio:

La Puzzolente:

Dal punto di vista idrologico le aree in questione sono ubicate, per la quasi loro totalità, lungo il Rio Paganello, piccolo corso d'acqua a carattere torrentizio immissario del Rio dell'Acqua Puzzolente che, a sua volta, è affluente di sinistra del Torrente Ugione.

Per quanto concerne l'aspetto idrogeologico ritroviamo certamente un sistema costituito da formazioni permeabili o localmente permeabili per porosità, appartenenti al Complesso Neoautoctono, tra cui distinguiamo q9, q6 ed m8. Il pacco di sedimenti, permeabili primariamente per porosità, è rappresentato dalle alluvioni Oloceniche disposte lungo il Rio Paganello.

La Padula - L' Uliveta - La Buca:

Dal punto di vista idrologico, l'area in oggetto è caratterizzata, essenzialmente, dallo scorrimento del Rio Cignolo e del Fosso della Cigna.

Il primo interessa la parte nord della "Padula" e la porzione centrale dell' "Uliveta" mentre il secondo borda il confine ovest della "Padula".

Relativamente all'aspetto idrogeologico, nella zona è presente una falda idrica non confinata, o parzialmente confinata (di tipo freatico), che ha sede nei livelli maggiormente permeabili del pacco di sedimenti superficiali (acquifero) ed è limitata inferiormente da un complesso certamente più impermeabile. Il pacco di sedimenti, permeabili sia per porosità che per fratturazione, è costituito nella sua stratigrafia più rappresentativa, per i primi 4/5 m di profondità dalle alluvioni oloceniche (a); al di sotto di questo si rinvencono terreni più antichi pleistocenici fino ai 5/6 m e quindi al substrato pre-pleistocenico.

Più in generale riteniamo che il sistema di scorrimento sotterraneo sia da considerarsi in rapporto di ricarica principalmente con i corsi d'acqua che si dipanano dalle colline situate ad est della zona in studio. Considerata la notevole vicinanza delle aree di ricarica e la limitata estensione del bacino idrografico, la potenzialità del corpo idrico risulta piuttosto limitata ed il sistema di flusso semplice e locale.

Limoncino

L'area in studio è situata in destra idrografica del Fosso della Cigna che costituisce l'elemento idrologico principale di un più vasto areale.

La rete drenante di fossi e fossette camperecci presenti nell'area è caratterizzata da un deflusso orientato in senso nord – sud. Circa 250 metri più a nord dell'area in studio scorre

anche il Fosso dei Forconi, con andamento più o meno parallelo al Fosso della Cigna nel quale vi si immette poco più a valle.

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni affioranti nell'area costituiscono un complesso che per le sue caratteristiche litologiche è, nell'insieme, praticamente impermeabile. Le intercalazioni sabbiose e arenacee, talvolta presenti all'interno della Formazione di Antignano (m_5), possono presentare caratteristiche di permeabilità e di porosità abbastanza buone, ma il loro scarso areale di affioramento fa sì che esse non rappresentino un acquifero importante.

Inoltre la presenza di lineamenti tettonici può aver variato la struttura originaria dei terreni presenti nell'area e creato un reticolo di fratture che certamente permettere la circolazione e talvolta l'accumulo di acqua nelle formazioni mioceniche.

In definitiva, dal punto di vista della permeabilità, si hanno tre diverse tipologie di terreni:

- Impermeabili: Formazione delle Marne e marne argillose (m_5);
- Permeabili per porosità: intercalazioni sabbiose e arenacee delle Formazione (m_5) e coperture detritiche (d);
- Permeabili per fratturazione: questa classe raggruppa i terreni riferibili al complesso Alloctono Superiore.

San Michele - Burchietto

Dal punto di vista idrologico, l'area in studio ricade all'interno del bacino idrografico del Rio Maggiore, elemento idrologico principale della zona, nel tratto in cui si immettono due dei suoi affluenti, il Fosso delle Troie, tributario di destra ed il Fosso del Castellaruccio, tributario di sinistra.

Dal punto di vista idrogeologico, nell'area di studio, si ritrovano essenzialmente:

- terreni impermeabili: Formazione delle Marne e marne argillose (m_5);
- terreni permeabili per porosità: intercalazioni sabbiose e arenacee delle Formazione Marne e marne argillose (m_5) e dalla Formazione di Antignano (c_5b), coperture detritiche (d) e alluvioni recenti (a);
- terreni permeabili per fratturazione: questa classe interessa le formazioni (m_7 , c_7 , pe_2 , c_5b).

Pertanto la presenza di acqua nel sottosuolo è legata sostanzialmente alla permeabilità secondaria per fratturazione, quindi localizzata nella formazione miocenica delle "Marne e marne argillose" (m_5) e cretacea "Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo" (c_7), mentre nelle alluvioni terrazzate del Rio Maggiore si rinviene una permeabilità primaria (per porosità).

La Leccia

L'area in studio, dal punto di vista idrologico è confinata a nord dal Rio Maggiore e a sud dal Rio Ardenza, due tra i più importanti corsi d'acqua che caratterizzano il territorio comunale sia relativamente alle portate che all'estensione dei bacini idrografici di competenza.

Nella porzione centrale dell'area denominata "La Leccia" scorrono altri due corsi d'acqua minori, il Fosso del Querciaio, corso d'acqua a carattere torrentizio che, poco più a valle, si immette nel Rio Ardenza e il Botro Felciaio che dopo aver attraversato i quartieri della Leccia, Scopaia, Rosa e Ardenza, sfocia sulla costa nel tratto tra lo stabilimento balneare Bagni Fiume ed il Porticciolo di Ardenza.

Per quanto concerne l'aspetto idrogeologico, nella zona è presente una falda idrica parzialmente confinata che ha sede nei livelli permeabili del pacco di sedimenti superficiali (acquifero) appartenenti ai "Conglomerati di Villa Umberto I" (q6) ed è limitata inferiormente da un complesso impermeabile che corrisponde al substrato argillitico, contraddistinto dalla "Formazione di Antignano" (C5b) nella porzione sud dell'area di indagine e dalle "Argille a Palombini" (C2) nella porzione nord.

In prossimità del contatto tra le formazioni su indicate, in caso di eventi meteorici rilevanti o a seguito di periodi piovosi prolungati, si manifestano fenomeni di risorgenza delle acque di falda responsabili della saturazione della componente detritica superficiale dei terreni e quindi dando origine a possibili fenomeni di soliflusso nelle aree contraddistinte da una acclività più marcata.

Le Gore - Lazzereto - Remota

Le aree in studio, dal punto di vista idrologico ricadono all'interno del bacino idrografico del Rio Ardenza nel tratto in cui tale corso d'acqua risulta denominato Rio Popogna. Più precisamente le aree denominate "Lazzereto" sono lambite dal Botro del Querciaio, nei pressi della zona di origine immediatamente a nord di Via Remota.

Per quanto concerne l'aspetto idrogeologico, nelle aree in oggetto è presente una circolazione idrica sotterranea localizzata alla base dello strato di terreno di alterazione, al contatto con la formazione in posto, o all'interno degli accumuli di materiale detritico. Lo strato di alterazione ha una permeabilità complessiva medio-bassa a causa dell'abbondante matrice limo-argillosa; soltanto nelle lenti d'accumulo del detrito, derivante dall'alterazione delle bancate calcaree, si avrà una permeabilità maggiore. Per quanto riguarda il substrato litoide, questo possiede una permeabilità secondaria per fratturazione localizzata. Pertanto non si può parlare di un vero e proprio acquifero organizzato, quanto piuttosto di zone a maggiore o

minore ritenzione idrica dell'acqua di infiltrazione meteorica che alimentano “linee” di scorrimento preferenziale determinate dalle intense fratturazioni nella formazione dovute alla tettonica

Il Puntone - Molino Nuovo - La Casina

Dal punto di vista idrologico, le aree denominate “Il Puntone” e “Molino Nuovo” sono comprese nel bacino idrografico del Rio Ardenza e più precisamente in sinistra idrografica del Rio Popogna.

Mentre l'area “Molino Nuovo” risulta in stretto contatto con il Rio Popogna, l'area “Il Puntone” è bordata ad ovest dal Fosso del Molino, un suo affluente di sinistra idraulica.

L'area denominata “La Casina”, posta a circa 4,0 Km di distanza in direzione sud-sudest, si inserisce invece su terreni appartenenti al bacino idrografico del Torrente Chioma, in cui, ad una distanza di circa 400,0 m in direzione nord-est, si ritrova il Botro Quarata, affluente di destra idraulica.

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni (c6) e (c7) affioranti nelle zone in oggetto sono da considerarsi impermeabile con una permeabilità localizzata nelle parti calcaree o calcareo-marnose maggiormente soggette a fratturazione e fessurazione che possono ritrovarsi essenzialmente nelle bancate tettonizzate che caratterizzano la formazione.

Per quanto riguarda invece i terreni relativi alla formazione (q7) affiorante nell'area “Il Puntone” e le recenti alluvioni “a” disposte lungo il Popogna – “Molino Nuovo”, permeabili per porosità, si ipotizza un livello di scorrimento preferenziale delle acque di infiltrazione al contatto con i terreni sottostanti, originariamente affioranti.

1.5 – Vulnerabilità idrogeologica

Approvvigionamenti idrici:

L'approvvigionamento idrico può avvenire sostanzialmente secondo due distinte modalità:

- prelievo da falda acquifera mediante l'utilizzo di pozzi;
- prelievo da corpi idrici “attingimenti” ai sensi del R.D. 1775 del 1933 sul quale attualmente ha specifica competenza la Regione.

La variante non regola la possibilità o meno di realizzare nuovi pozzi ad uso domestico, anche considerato che la normativa vigente non ne limita la realizzazione, ed è quindi possibile che ogni particella possa dotarsi già oggi di un pozzo ad uso domestico. Considerato che, in funzione dell'assetto morfologico e della geologia dei luoghi, la disponibilità idrica dei

vari settori di territorio interessati dalla variante non è particolarmente abbondante, specialmente nel periodo tardo primaverile-estivo, il potenziale aumento del numero di pozzi, con influenze significative in ragione dei vari emungimenti, porterà ad un depauperamento della risorsa.

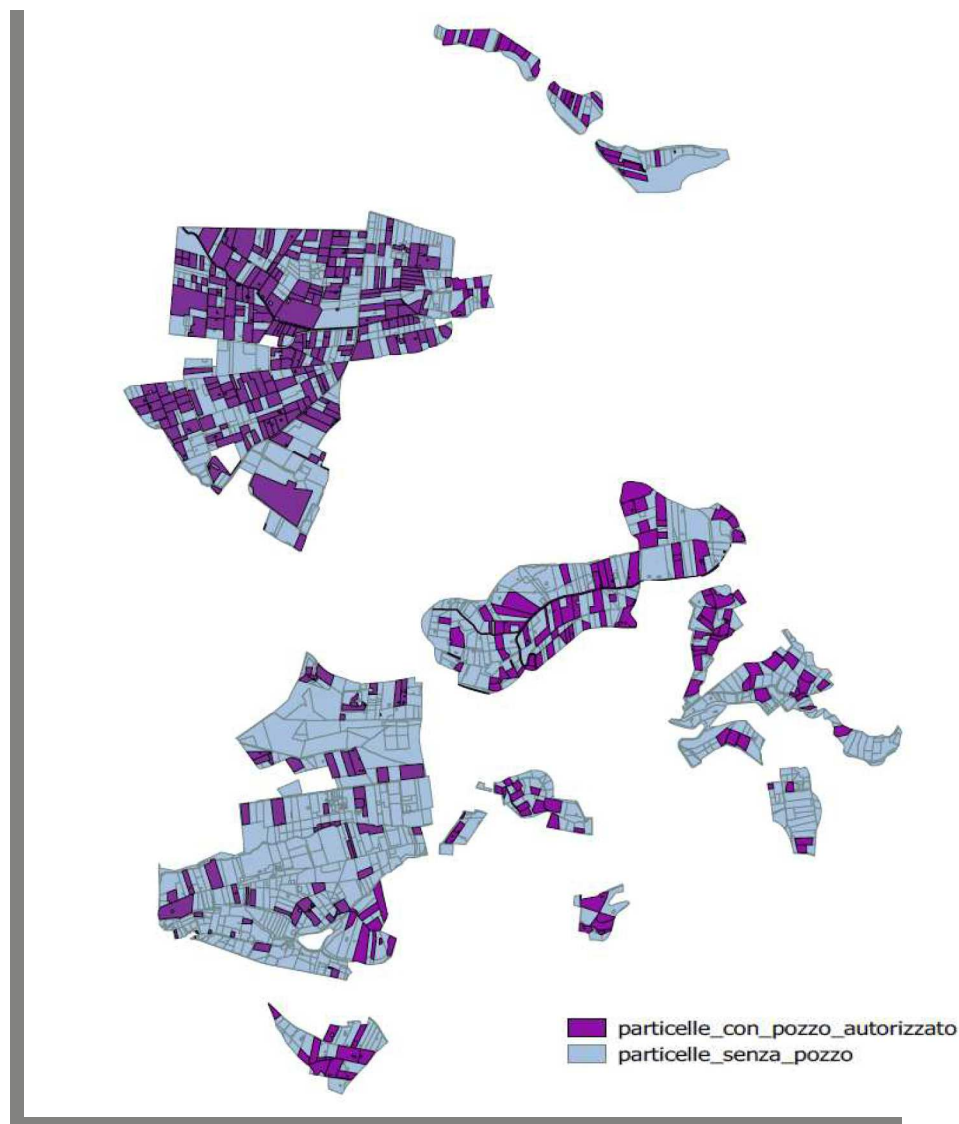


Immagine 17: Indicazione delle particelle oggetto di variante che risultano provviste/sprovviste di pozzi.

Allo stato attuale sono censiti dalla Provincia di Livorno-Regione Toscana, nelle varie aree oggetto della variante circa 441 pozzi di cui 164 nelle particelle ricomprese nelle aree “riqualificazione orti” e 277 nelle particelle ricomprese nelle aree “riqualificazione nuovi orti” - si vedano *immagini 17,18,19,20 e 21*. In ragione delle caratteristiche geologiche dei luoghi e dei relativi coefficienti di permeabilità, già allo stato attuale si assiste ad una diminuzione dei battenti di falda nei periodi più secchi con molti pozzi che denotano crisi in ragione degli scarsi afflussi dovuti alle precipitazioni dirette o a scarsi indici di infiltrazione sotterranea.

Le particelle interessate dalla variante e che ad oggi risultano ancora sprovviste di pozzi sono 2134, di cui 911 particelle appartenenti alle aree “riqualificazione orti” e 1223 particelle delle aree “riqualificazione nuovi orti”.

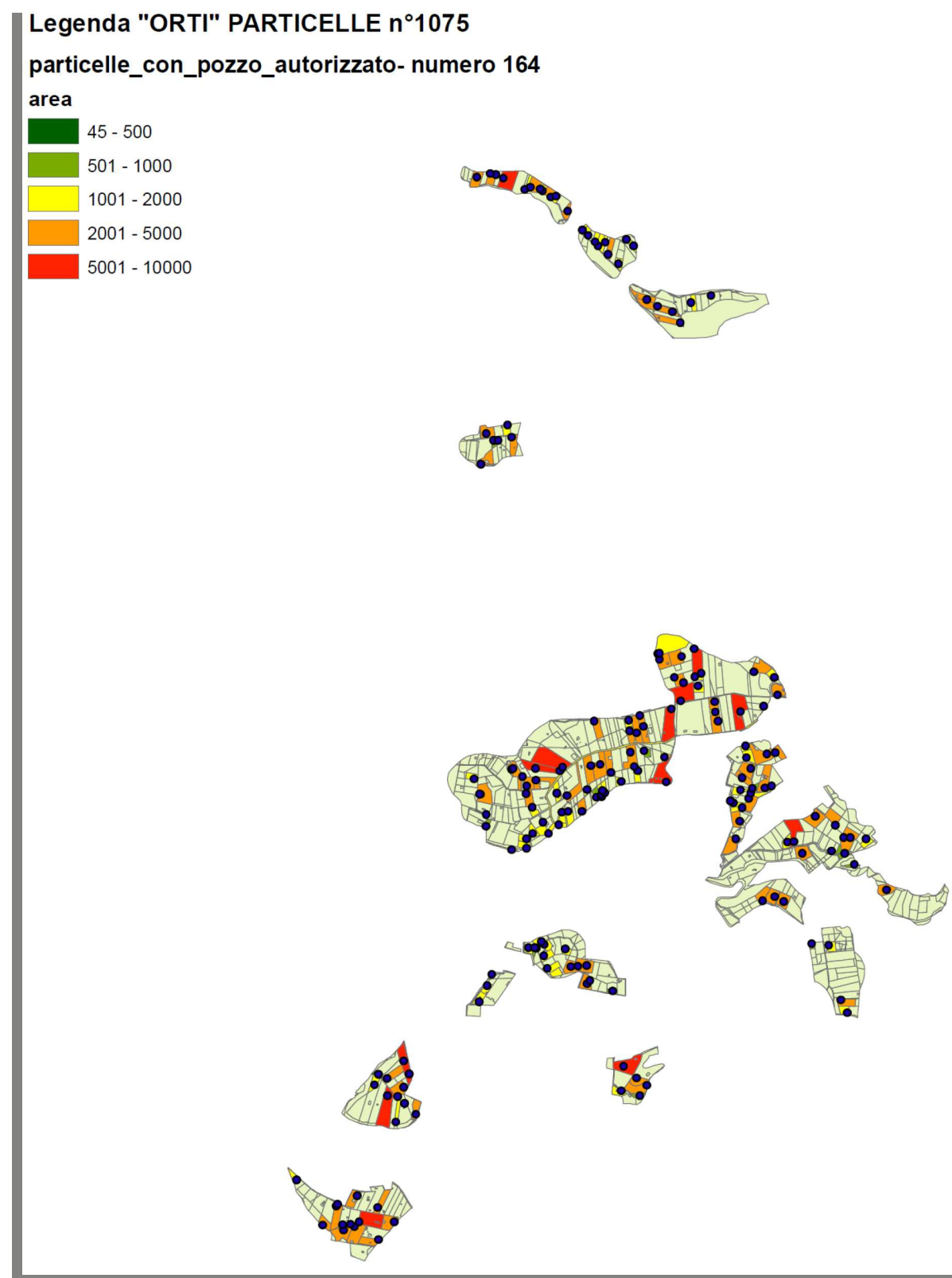


Immagine 18: Indicazione dei pozzi censiti nelle particelle appartenenti alle aree “riqualificazione orti”.

Legenda "ORTI" PARTICELLE n°1075

Legenda

particelle_senza_pozzo- numero 911

area

■	0 - 500
■	501 - 1000
■	1001 - 2000
■	2001 - 4981
■	4982 - 10000



Immagine 19: Indicazione delle particelle sprovviste di pozzi, appartenenti alle aree “riqualificazione orti”.

Legenda "NUOVI ORTI" PARTICELLE n° 1500

area_orti_nuovi_particelle_con_pozzo numero 277

area

- 0 - 500
- 501 - 1000
- 1001 - 2000
- 2001 - 5000
- 5001 - 10000

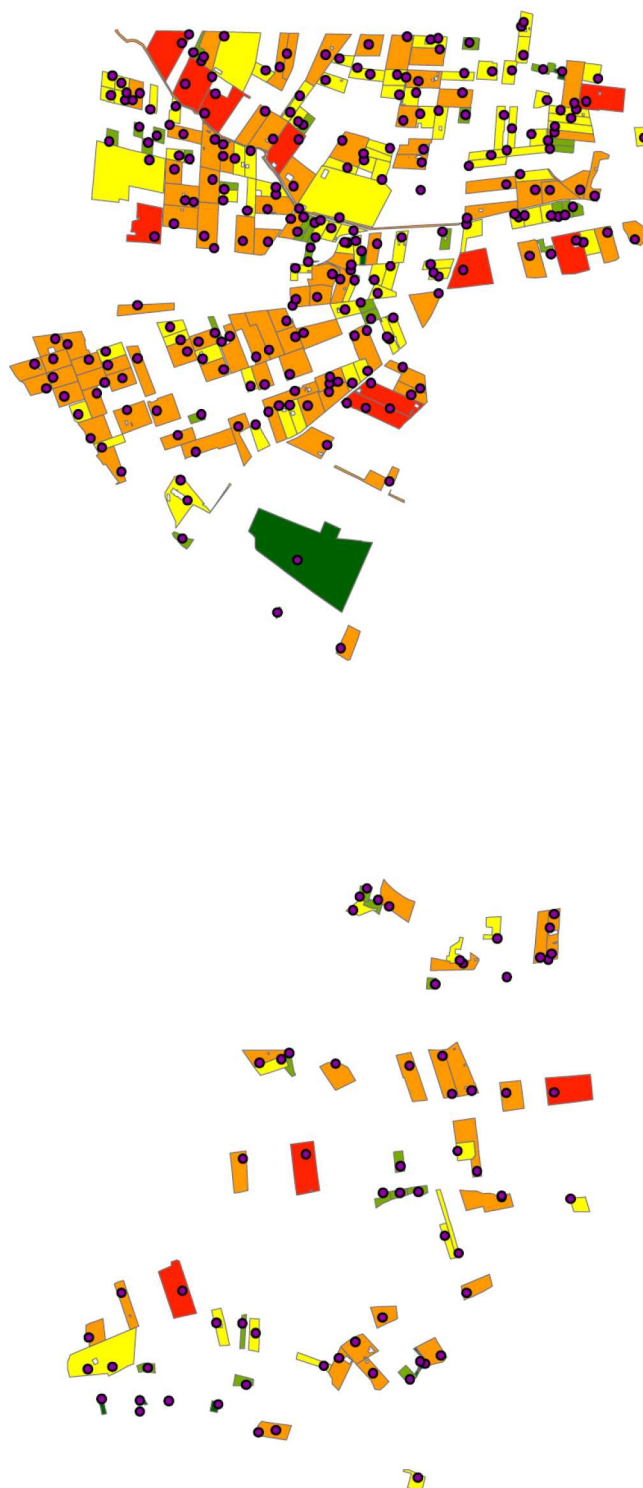


Immagine 20: Indicazione delle particelle provviste di pozzi, appartenenti alle aree "riqualificazione Nuovi Orti".

Legenda "NUOVI ORTI" PARTICELLE n° 1500

Legend

area_orti_nuovi_particelle_senza_pozzo numero 1223

area

- 0 - 500
- 501 - 1000
- 1001 - 2000
- 2001 - 5000
- 5001 - 10000



Immagine 21: Indicazione delle particelle sprovviste di pozzi, appartenenti alle aree "riqualificazione Nuovi Orti".

Pertanto, alla luce dei dati su indicati, risulterebbe opportuno contenere la realizzazione di nuovi pozzi optando per una gestione consortile anche in riferimento di quelli esistenti.

Valutando l'eterogeneità dei luoghi e delle unità geologiche interessate caratterizzate quindi da varie classi di permeabilità, considerando inoltre la difficoltà nel reperimento dei dati specifici dei pozzi censiti e dei mezzi di emungimento utilizzati, unitamente alla complicazione generata dalla presenza di pozzi non censiti, appare evidente che affrontare, in questa fase di lavoro, un bilancio idrogeologico complessivo delle aree oggetto di studio risulta certamente non significativo anche alla luce di quanto previsto dalla normativa vigente che non limita la possibilità di realizzare pozzi ad uso domestico.

Scarichi in ambiente:

La variante prevede la possibilità di realizzare servizi igienici che potranno risultare diffusi su un territorio collinare che in molti casi risulta in pericolosità geologica elevata e molto elevata. Si fa rilevare che le aree interessate dalla variante risultano sprovviste di linee di fognature sia nere ed in molti contesti anche bianche, per cui gli scarichi prevedibili degli impianti igienici dovranno recapitare in ambiente. La depurazione dei liquami di tipologia domestica attraverso modelli di impianti di depurazione (tipo ad ossidazione totale) configurati per pochi abitanti equivalenti e con un funzionamento saltuario, non forniscono le sufficienti garanzie di depurazione. Gli scarichi degli impianti di depurazione ad ossidazione totale dovranno pertanto essere immesse in acque superficiale con deflussi superiori al MDV (Minimo Deflusso Vitale) e nel caso in specie, soprattutto in stagione secca non si riscontrano situazioni favorevoli. Vi è poi da considerare che un'immissione di acqua depurata in corpi idrici sostanzialmente naturali creerà indubbiamente un aggravio di impatto.

Occorre inoltre evidenziare che i terreni (suolo e sottosuolo) non hanno una capacità di smaltimento infinita, quindi è piuttosto difficile poter pensare a impianti di smaltimento acque per sub-irrigazione basati su garanzie di efficienza. La presenza di uno scarico isolato può generare un impatto locale piuttosto limitato, ma se si sommano queste situazioni e magari si fanno insistere su un terreno o un corpo idrico è possibile raggiungere livelli di inquinamento in poco tempo.

1.6 - Vincolo idrogeologico

Le aree interessate dal Piano di Riqualificazione risultano, alcune in parte altre per intero, sottoposte a Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/1923) – si veda immagine 22.

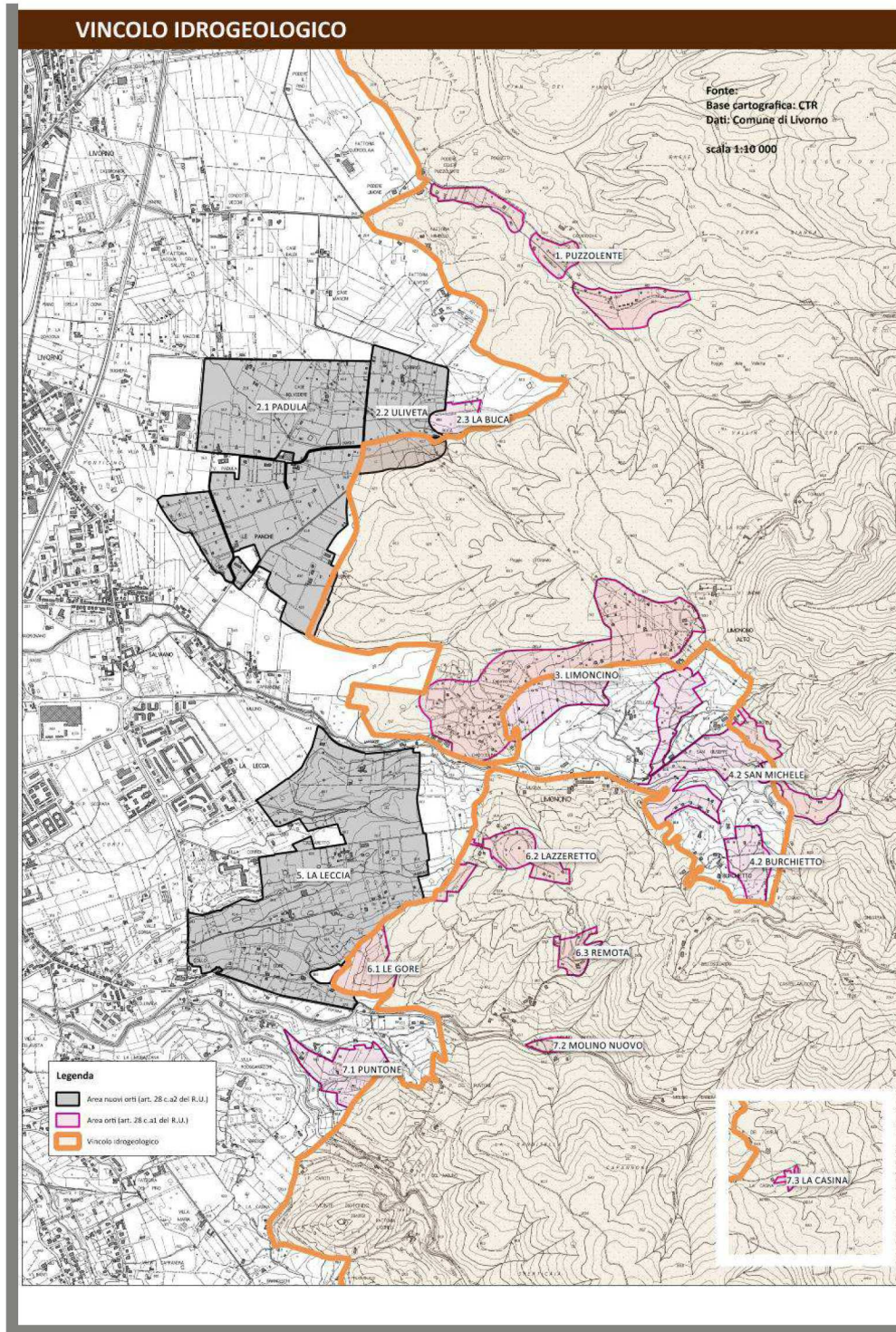


Immagine 22: Estratto Tavola "Vincolo Idrogeologico"

Gli interventi previsti nell'ambito della Variante in oggetto, oltre a quanto indicato dal sopra citato Decreto, dovranno tener conto delle ulteriori fonti normative vigenti (DPGR 48/R/2003, LR n. 39 del 2000, Regolamento di Vincolo Geologico del Comune di Livorno).

1.6 – Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico

In riferimento alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 878 del 2012 “*Aggiornamento della classificazione sismica Regionale in attuazione dell’O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 – Revoca della DGRT 431/2006*” il Comune di Livorno è stato inserito in Zona sismica 3.

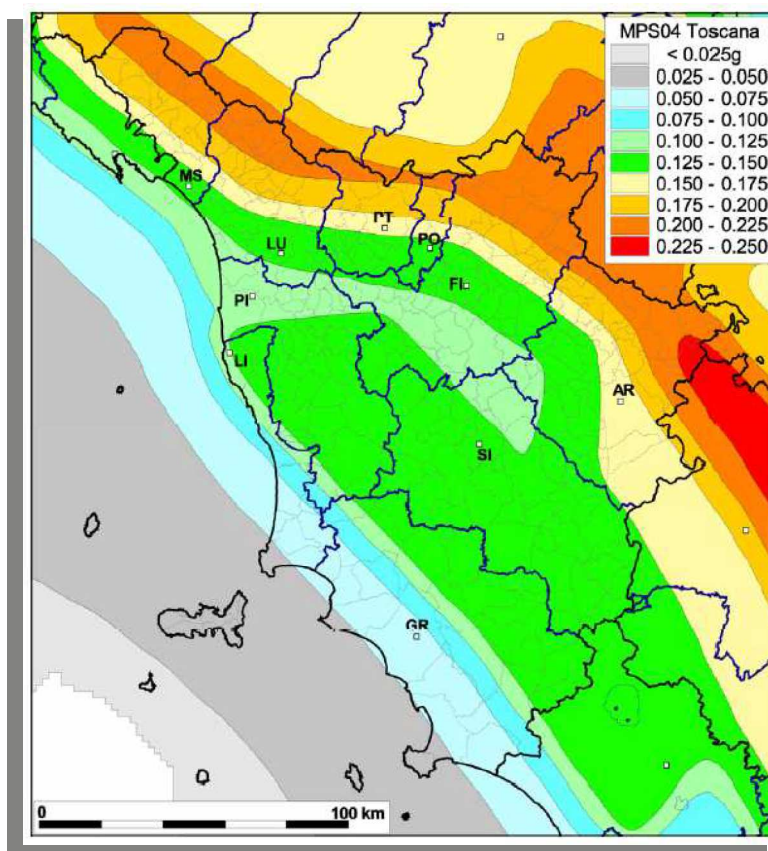


Immagine 23: Mappa della Pericolosità sismica (MPS) della Toscana. I valori di accelerazione sono riferiti ad un $T_r=475$ anni (INGV 2004).

Lo strumento urbanistico attualmente in vigore nel Comune di Livorno è stato realizzato sulla base della D.C.R.T. n. 94/85 e della ex D.C.R.T. n. 12/00 che normavano la classificazione del territorio rispettivamente per gli aspetti geomorfologici/geotecnici ed idraulici trattando marginalmente quelli sismici.

Il nuovo DPGR n. 53/R/2011 apporta nuove specifiche in materia di indagini geologiche fornendo maggiore spessore agli aspetti sismici con l’inserimento della pericolosità sismica locale e le ZMPSL.

Per la definizione dell'azione sismica, il D.M. 14/01/08 prevede un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. L'identificazione della categoria di sottosuolo di riferimento viene effettuata in base alla velocità di propagazione delle onde di taglio (onde S) nel terreno per i primi 30 m di profondità ($V_{s,30}$).

Le categorie di sottosuolo, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono di seguito riportate:

Classe A:

Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/sec comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 m;

Classe B:

Rocce tenere o depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/sec ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ e $c_u > 250$ kPa;

Classe C:

Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza con spessori variabili da diverse decine di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/sec ($15 < N_{spt} < 50$ e $70 < c_u < 250$ kPa);

Classe D:

Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure da coesivi a mediamente consistenti, caratterizzati da valori $V_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa);

Classe E:

Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di v_{s30} simili a quelli di tipo C o D e spessore fra 5 e 20 m giacenti su substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/sec;

Classe S1:

Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto d'acqua caratterizzati da $V_{s30} < 100$ m/sec e $10 < c_u < 20$ kPa;

Classe S2:

Depositi di terreno soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabili nei tipi precedenti.

Per quanto concerne la caratterizzazione sismica dei terreni riferibili alle zone in studio, come visibile nella sottostante immagine 24, le indagini sismiche ubicate nelle vicinanze delle aree

oggetto di variante risultano unicamente quelle riferibili al progetto DOCUP, svolto dalla Regione Toscana nel 2006 e quelle direttamente eseguite dal Comune di Livorno sempre nel 2006 – immagine 24.

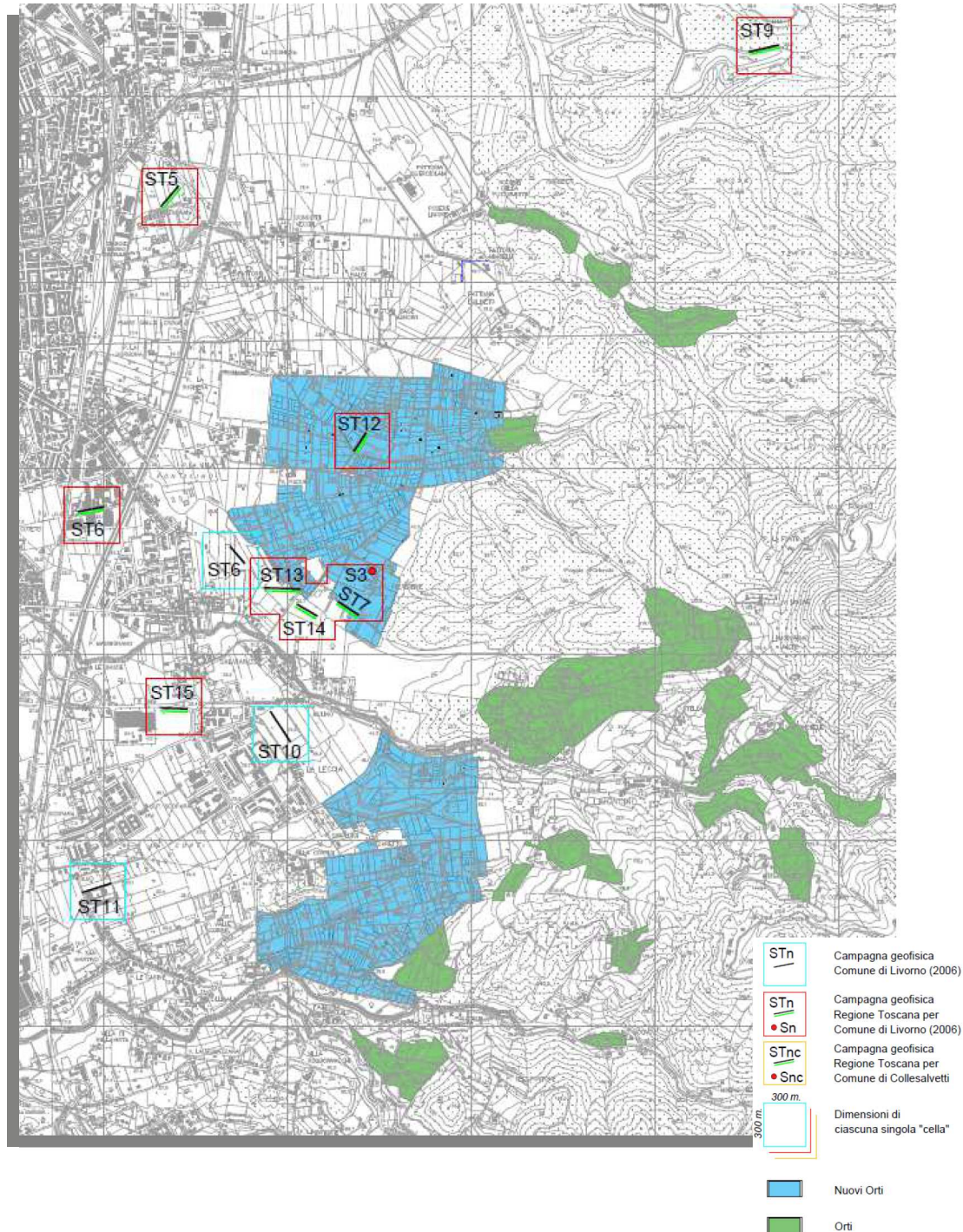


Immagine 24: Ubicazione delle indagini sismiche di riferimento.

Considerando l'eterogeneità dei depositi presenti sulle aree pianeggianti e la variabilità delle formazioni geologiche affioranti che caratterizzano la porzione collinare, le indagini sopra indicate risultano insufficienti ai fini dell'attribuzione della classe sismica dei terreni.

Valutando inoltre l'estensione areale delle zone in oggetto, risulta francamente difficile ipotizzare delle risposte simiche omogenee rappresentative di tutte le aree.

Considerando tuttavia che ad oggi ci troviamo in uno stato di forte avanzamento per il Piano Strutturale di Livorno, per la definizione della classe sismica dei terreni indicata dal DM 14.01.2008, ovvero mediante il calcolo delle Vs30, si dovrà attendere tale revisione, ormai in imminente fase di adozione, o comunque rimandare direttamente a specifici approfondimenti tecnici di dettaglio che verranno affrontati al momento della richiesta del titolo abilitativo presso l'Ufficio Edilizia Privata del Comune di Livorno.

1.7 – Indagini di riferimento e parametri geotecnici

In riferimento alle aree interessate dalla Variante, come visibile dalla cartografia di Piano Strutturale qui di seguito riportata in stralcio – immagine 25, si evidenzia la mancanza del numero di indagini geologiche necessarie alla caratterizzazione da un punto di vista geotecnico.

Premesso che tali aree, per la loro estensione e distribuzione morfologica, risultano caratterizzate sia dall'affioramento di molte Unità geologiche che dalla presenza di contatti stratigrafici spesso di tipo tettonico, per una loro parametrizzazione di dettaglio si rimanda ai dati geotecnici, specifici delle singole Unità, riportati nella Relazione geologica di supporto al P.S. del Comune di Livorno e alla tavola tecnica dedicata.

Pertanto, in riferimento alla tipologia delle opere eseguibili con la Variante, si rimanda direttamente agli specifici approfondimenti tecnici di dettaglio che verranno affrontati al momento della richiesta del titolo abilitativo presso l'Ufficio Edilizia Privata del Comune di Livorno.

1.7 – Terre e rocce da scavo

L'area oggetto di variante è molto ampia per cui i terreni interessati sono molto variegati e disomogenei.

Da diversi anni l'Amministrazione Comunale sta conducendo un lavoro di prevenzione importante sulle pratiche edilizie, urbanistiche e del patrimonio ricadenti su aree che hanno una storia di potenziale contaminazione. Tale azione si sviluppa richiedendo uno specifico “Piano di accertamento della qualità ambientale” eseguito da tecnico abilitato e supportato da una ricerca storica del sito e talvolta da analisi sui terreni e sulle acque.

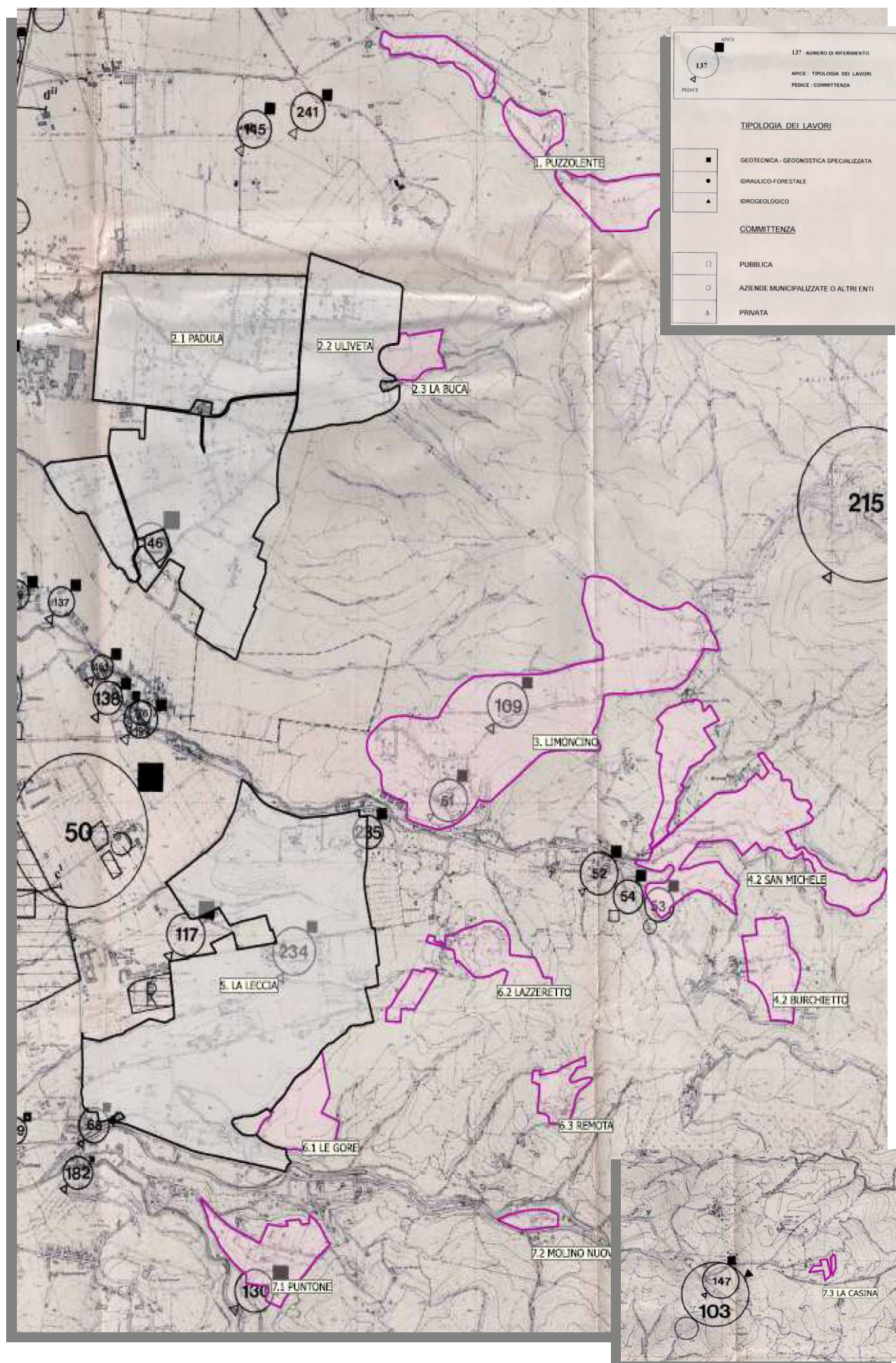


Immagine 25: Stralcio carta dei Dati di Base di supporto al Piano Strutturale con indicate le aree di Variante.

Visto che il territorio in oggetto di variante è molto esteso, potrebbe capitare che su alcune porzioni di territorio sia necessario verificare un potenziale inquinamento dei terreni, individuarne le eventuali fonti, confermare e integrare dati relativi a geologia idrogeologia pedologia idrologia, e definire accuratamente le caratteristiche dell'inquinamento del suolo, del sottosuolo, dei materiali di riporto, delle acque superficiali e sotterranee.

La sorgente contaminante è l'area da cui si origina una contaminazione. La contaminazione può essere relitta e/o quiescente ovvero derivata da attività storiche non più presenti nell'area, oppure attiva derivata cioè da attività presenti nell'area. Il bersaglio è un'area, un edificio sensibile (o più aree o più edifici) che possono essere interessati dalla contaminazione diffusa dalla sorgente.

Non dobbiamo inoltre trascurare la presenza naturale di elementi chimici nella geologia dei nostri affioramenti naturali i cui valori di fondo risultano superiori alla soglia di accettabilità stabilite dalla legge.

Elementi come Arsenico, Manganese e Nichel sono presenti nella piana di Livorno come relitti di parti litoidi del nostro entroterra. All'interno delle Colline Livornesi troviamo ampie aree su cui affiorano rocce ofiolitiche che già al loro stato naturale sono ricche di elementi come cromo, cadmio, etc.

Come noto i terreni di scavo possono essere gestiti come segue:

- smaltiti in discarica come rifiuto;
- riutilizzati in situ;
- utilizzati in altri siti come sottoprodotto.

Nel caso di smaltimento dei terreni come rifiuto occorre conservare le ricevute del corretto conferimento.

Nel caso di riutilizzo del terreno scavato occorre che il tecnico competente dichiari lo stato naturale degli stessi ai sensi dell'art. 185 c. 3 e ne preveda il totale riutilizzo. In alternativa occorre che sia predisposta apposita Indagine Ambientale in cui si attesti il rispetto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (C.S.C.) stabilite dalla normativa.

Nel caso di superamento dei livelli di contaminazione delle matrici ambientali è necessaria altresì l'apertura di una procedura di bonifica con la Caratterizzazione del sito e la successiva elaborazione di un'Analisi di Rischio sito specifica.

Secondo quanto disposto dal D.Lgs.152/2006 e s.m.i Allegato 5, Titolo V, parte IV, Tab. 1, le terre e le rocce da scavo si suddividono, in riferimento alla destinazione urbanistica, in:

Colonna A - Siti con destinazione d'uso a verde pubblico, privato e residenziale;

Colonna B - Siti con destinazione d'uso commerciale e industriale.

Nel caso di utilizzo del terreno di scavo come sottoprodotto occorre presentare al competente Dipartimento Prov.le ARPAT la “Dichiarazione per riutilizzo di terre e rocce da scavo” ai sensi del D.L. 69/2013 art. 41 bis c.1

Nel recente lavoro “Le procedure di bonifica dei siti contaminati nel Comune di Livorno” (settembre 2016) è stata predisposta una specifica cartografia – si vedano **Tavola NORD** e **Tavola SUD** – in cui sono riportate le aree sottoposte, a vario titolo, a procedura di bonifica o ad Indagine Ambientale – si veda immagine 26.

Le aree oggetto di variante non risultano interessate da procedure in corso anche se sono state eseguite indagini in aree prossimali.

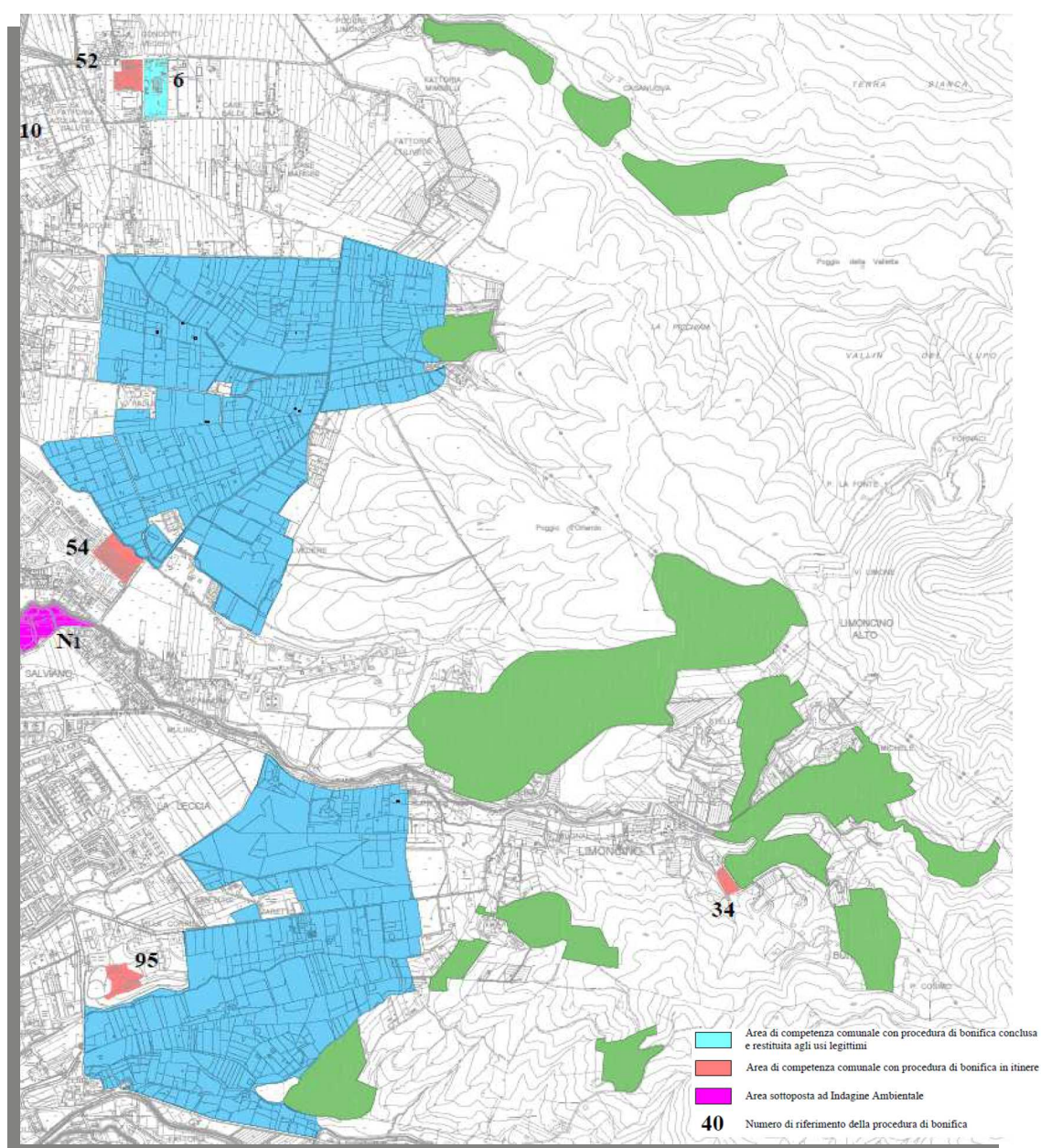


Immagine 26: stralcio carta delle “Aree sottoposte a procedura di bonifica” - in verde e in azzurro sono indicate le aree di riqualificazione Orti e Nuovi Orti.

2 - Valutazione della Pericolosità

2.1 - Pericolosità geologica

Considerate le grandi dimensioni delle aree oggetto di variante, queste, in riferimento alla cartografia tematica di supporto al P.S. del Comune di Livorno (risalente al 1996), risultano inserite nelle seguenti classi di pericolosità geomorfologica – si veda immagine 27 riportata a pagina seguente:

- in *classe 2 – pericolosità bassa* (basso grado dell'accadimento dell'evento franoso/dissesto/cedimento);
- in *classe 3a – pericolosità medio-bassa* (probabilità dell'accadimento dell'evento franoso/dissesto/cedimento medio bassa);
- in *classe 3b – pericolosità media* (probabilità dell'accadimento dell'evento franoso/dissesto/cedimento media);
- in *classe 3c – pericolosità medio-elevata* (probabilità dell'accadimento dell'evento franoso/dissesto/cedimento medio elevata);
- in *classe 4 – pericolosità elevata* (erosione marcata in atto, dissesto attivo).

Ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I. – 2004), ancora oggi valido unicamente per la pericolosità geomorfologica, è identificata un'area in dissesto, piuttosto estesa (limitrofa a Via Remota), contraddistinta da una Pericolosità geomorfologica elevata (PFE) e molto elevata (PFME) – si veda immagine 28.

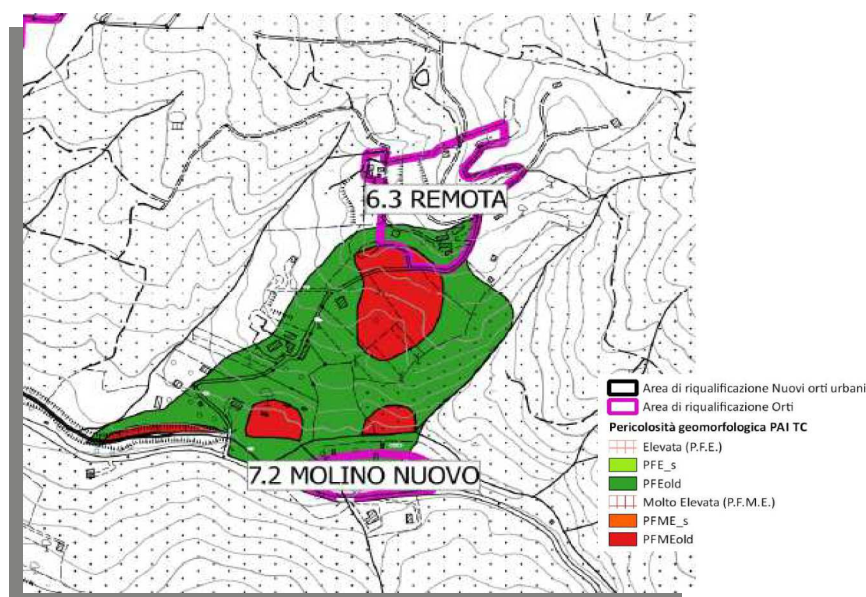


Immagine 28: Sovrapposto aree Orti e Nuovi Orti con la Pericolosità geomorfologica indicata dal PAI .

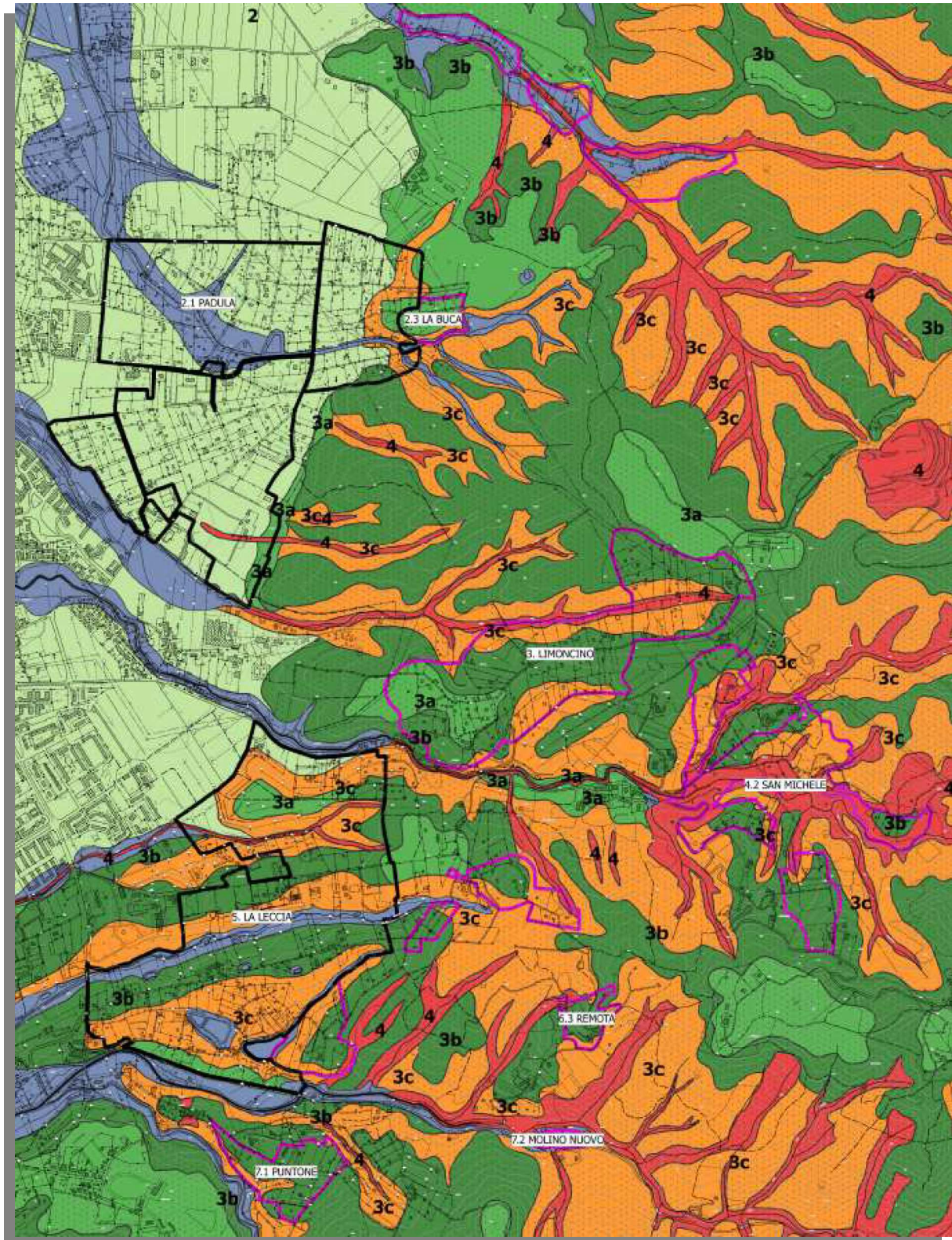


Immagine 27: Pericolosità geomorfologica da P.S. Ed indicazione delle aree oggetto di Variante.

Nell'immagine 29 viene riportato, in stralcio, un sovrapposto delle aree Orti e Nuovi Orti, con la pericolosità geomorfologiche indicata dal Piano Strutturale e dal PAI .

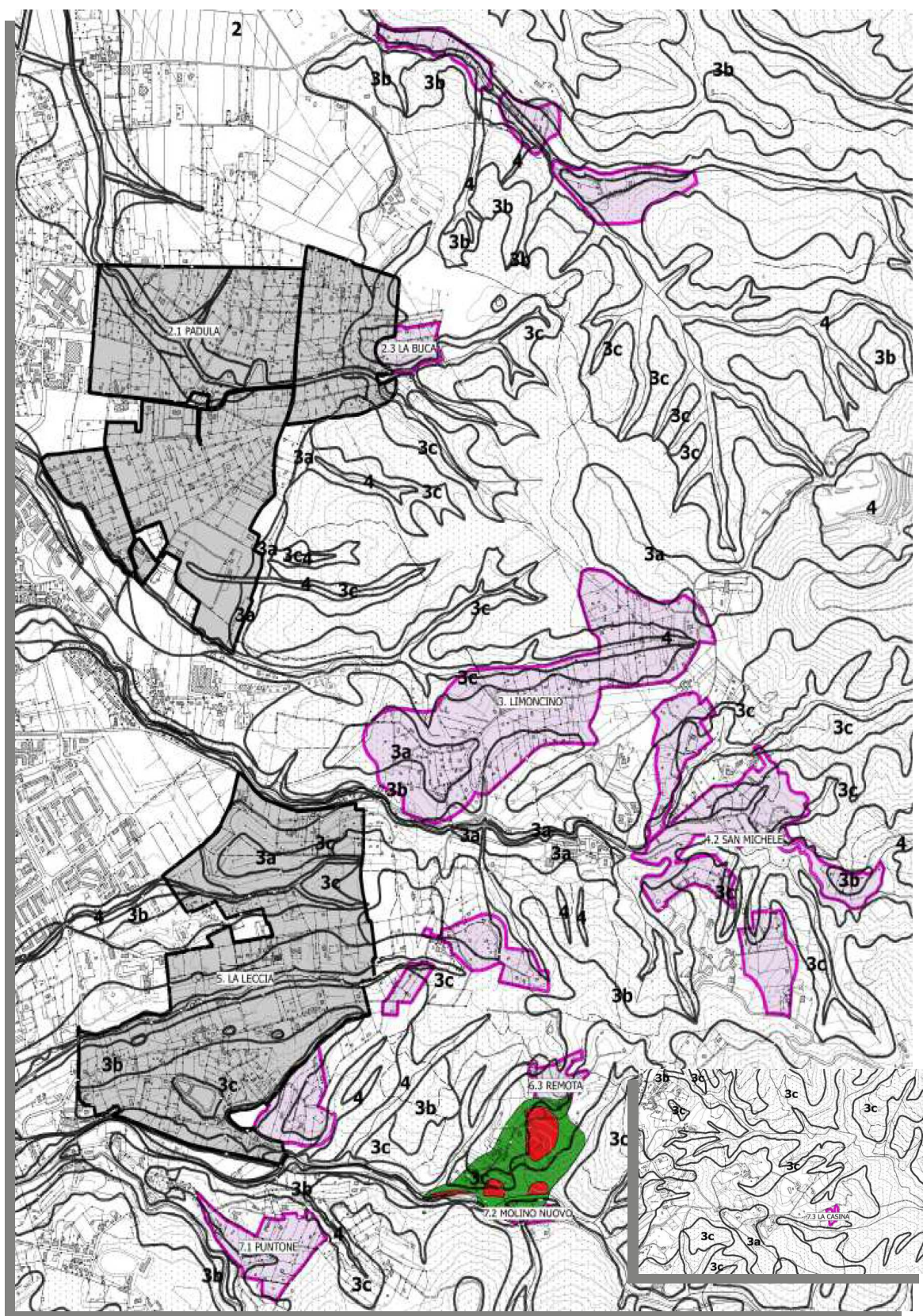


Immagine 29: Sovrapposto aree Orti e Nuovi Orti con la Pericolosità geomorfologica di Piano Strutturale e quella indicata dal PAI.

Tali classi di pericolosità geomorfologiche indicate dal Piano Strutturale e dal PAI, ai sensi del DPGRT 53/R 2011 vengono equiparate alle seguenti classi di pericolosità geologica:

- la *classe 2 geomorfologica* ➡ ad una **pericolosità geologica “G.2” Media**;
- la *classe 3a la 3b e la PFE* ➡ ad una **pericolosità geologica “G.3” Elevata**;
- la *classe 3c la 4 e la PFME* ➡ ad una **pericolosità geol. “G.4” Molto Elevata**;

Considerato il contesto geologico - tecnico delle aree e le pericolosità indicate dalle sopra citate cartografie di riferimento, per la realizzazione degli interventi previsti dalla variante si specifica quanto segue:

Nelle aree a pericolosità geomorfologica maggiore od uguale alla **Classe 3a** occorre che sia presentata una Relazione geologica, redatta ai sensi della normativa vigente in materia, con particolare riferimento alla stabilità dei versanti, nelle condizioni *pre e post operam*, così come dovranno essere affrontate le questioni relative alla corretta gestione delle acque meteoriche all'interno dell'intero lotto di intervento in modo da non arrecare alcuna criticità ai terreni disposti a valle dei medesimi. Le aree oggetto di intervento non dovranno subire modifiche morfologiche significative e pertanto non potranno essere eseguiti sbancamenti superiori a 20-30 cm da p.c. Per sbancamenti di ordine superiore si richiede l'effettuazione di specifiche analisi di stabilità, *pre e post operam* eseguite sulla base di specifiche indagini geotecniche eseguite in situ, che saranno valutate dagli uffici competenti.

2.2 - Pericolosità idraulica

Secondo quanto indicato nella cartografia tecnica di supporto al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), relativamente al Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 in attuazione alla Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni ed ai sensi del D.Lgs. 49/2010, molte delle aree oggetto di Variante non sono soggette a particolari vincoli in quanto ricadono sia al di fuori degli ambiti di pericolosità oppure in **(P1) – pericolosità bassa** (ovvero relativa ad *alluvioni rare di estrema intensità* con tempi di ritorno $T > 200$ anni e < 500 anni– si veda Immagine 30).

Alcune aree rientrano però in pericolosità **(P2) – media** e **(P3) – elevata** ovvero:

- pericolosità da alluvione media **(P2)**, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione elevata **(P3)**, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni.

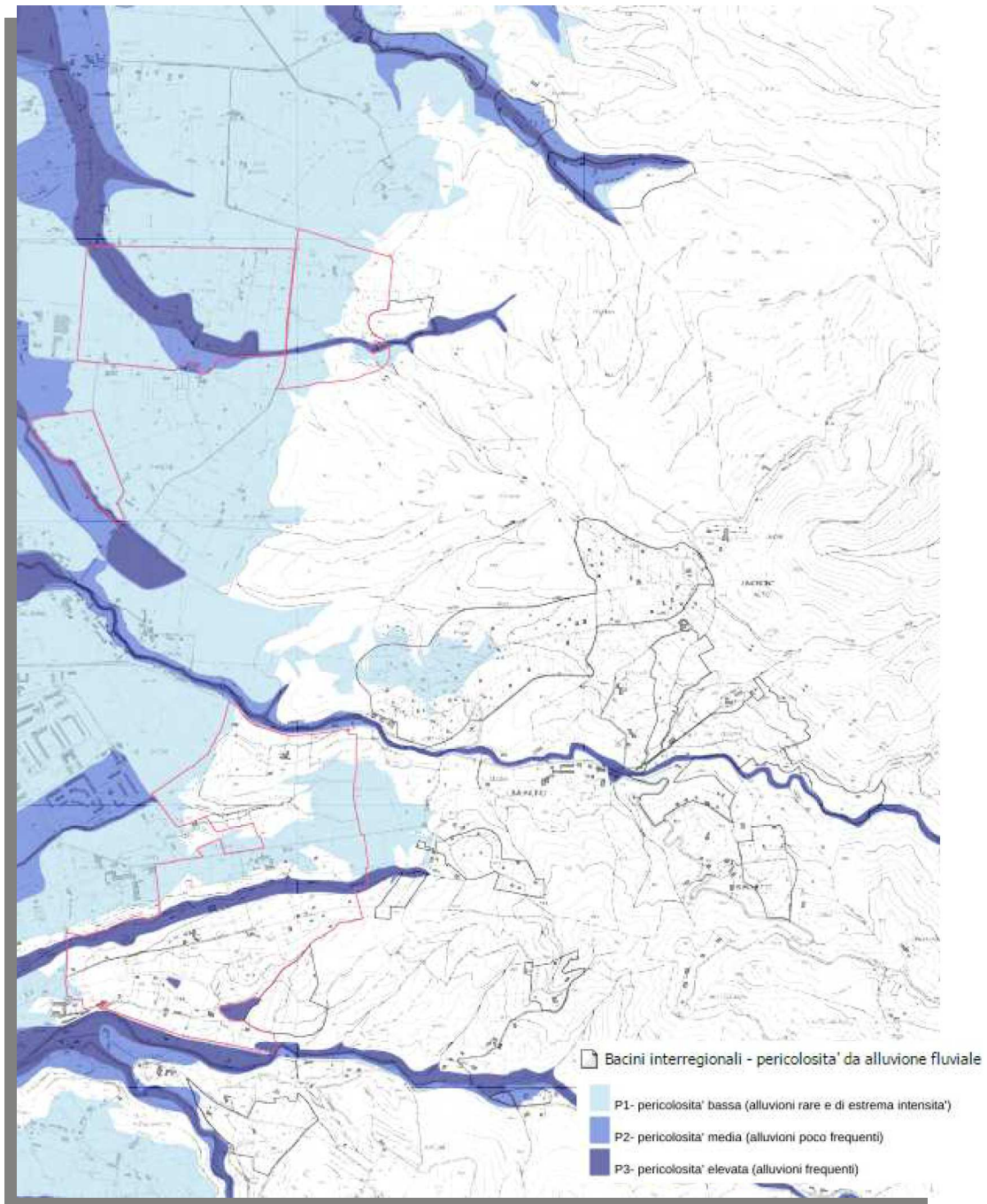


Immagine 30: Sovrapposto aree Orti e Nuovi Orti con la Pericolosità idraulica individuata dal PGRA 2016.

In riferimento a quanto previsto dal DPGRT 53/R 2011 riteniamo di equiparare le classi di pericolosità idraulica indicate dal PGRA a quelle qui di seguito indicate:

- la classe P1 ➡ ad una **pericolosità Idraulica “I.2” Media;**
- la classe P2 ➡ ad una **pericolosità Idraulica “I.3” Elevata;**
- la classe P3 ➡ ad una **pericolosità Idraulica “I.4” Molto Elevata;**

In considerazione degli interventi previsti o comunque potenzialmente eseguibili nelle aree oggetto di Variante, si specifica quanto segue:

- Nelle aree classificate a pericolosità idraulica **I4 – Molto Elevata** (Pericolosità **P3 – Elevata** nelle carte del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione P.G.R.A. 2016; ex P.I.M.E. del Piano di Assetto Idrogeologico) sono consentiti gli interventi indicati al paragrafo 3.2.2.1 dell'Allegato A del D.P.G.R.T. 53/2011 e all'Art. 2 della L.R. 21/2012;
- Nelle aree classificate a pericolosità idraulica **I3 – Elevata** (Pericolosità **P2 – Media** nelle carte del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione P.G.R.A. 2016; ex P.I.E. del Piano di Assetto Idrogeologico) sono consentiti gli interventi indicati al paragrafo 3.2.2.2 dell'Allegato A del D.P.G.R.T. 53/2011 a condizione che sia presentato un elaborato tecnico indicante le misure di autosicurezza idraulica ed il relativo progetto, basato su $T_r = 200$ anni (nel caso in cui siano presenti studi idraulici validati dall'Ente competente).
- Ai sensi dell'art. 1 c. 1 della L.R. 21/2012 non sono consentite nuove edificazioni, la realizzazione di manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua;
- Ai sensi dell'art. 96 c. f del R.D. 523 del 1904 sono lavori ed atti vietati in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline, a distanza minore di quattro metri per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi.

Le distanze sopra indicate, si riferiscono ai corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, approvato con DCRT n. 9 del 2015 e con DCRT n. 101 del 2016, il cui sviluppo è visionabile sul portale geoscopio della Regione Toscana.

2.3 - Pericolosità sismica locale

In riferimento all'areale interessato dalla Variante e all'eterogeneità dei terreni in oggetto, per quanto concerne la *pericolosità sismica locale*, si attribuisce alle aree in studio una **pericolosità sismica “S.3” Elevata** – che ai sensi del D.P.G.R.T. 53/2011 è rappresentativa di:

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

3 – Valutazione delle condizioni di fattibilità Geologica, Idraulica e Sismica

L'assenza di “segni” geomorfici, legati a problematiche di dissesto diretto, delle aree pedecollinari della Padula e Uliveta unitamente alla presenza di elementi litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto, fa propendere per l'attribuzione, a tali aree, di una **Fattibilità geologica F.2 “con normali vincoli”**.

Per le aree prettamente collinari, in cui si rilevano invece morfologie assai più accidentate e contraddistinte da “forme” ben più complesse in cui i movimenti di versante e i fenomeni erosivi risultano certamente molto frequenti, attribuiamo la **Fattibilità geologica F.3 “condizionata”** e la **Fattibilità geologica F.4 “limitata”** – si veda immagine 31.

Il *condizionamento* si riferisce a previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di

pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

La *limitazione* invece si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno definiti sulla base di studi necessari alla predisposizione della relativa progettazione.

Per quanto concerne l'aspetto *idraulico*, secondo quanto indicato dal PGRA/2016, unicamente per le aree oggetto di Variante che ricadono in Pericolosità Idraulica Elevata e Molto Elevata (ex P.A.I.) ovvero P2 e P3 (P.G.R.A. 2016), si attribuisce la Classe di **Fattibilità idraulica F.I.4. "limitata"** - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno definiti sulla base di studi necessari alla predisposizione della relativa progettazione (si veda immagine 32).

Considerato quanto su indicato si specifica che in tali aree non risulta possibile eseguire nuovi interventi edilizi ad esclusione delle opere di approvvigionamento idrico.

Per le altre aree ricadenti in Pericolosità Idraulica P1 si attribuisce la **Fattibilità idraulica F.2 "con normali vincoli"**. Per tutte le altre aree fuori dalla pericolosità indicata dal PGRA, attribuiamo la **Fattibilità idraulica F.1 "senza particolari limitazioni"** (si veda immagine 32).

In relazione alla tematica *sismica*, considerando che l'intera zona è stata posta in *pericolosità sismica locale S.3 "Elevata"* si ritiene di prevedere una classe di **Fattibilità sismica F.S.3 "condizionata"** – (si veda immagine 33).

Esclusivamente per l'area denominata "Remota", dove, nella sua porzione meridionale, risulta presente un dissesto attivo così come indicato nella cartografia PAI (PFME – pericolosità geomorfologica molto elevata), indichiamo la classe di **Fattibilità sismica F.S.4 "limitata"** (si veda immagine 33).

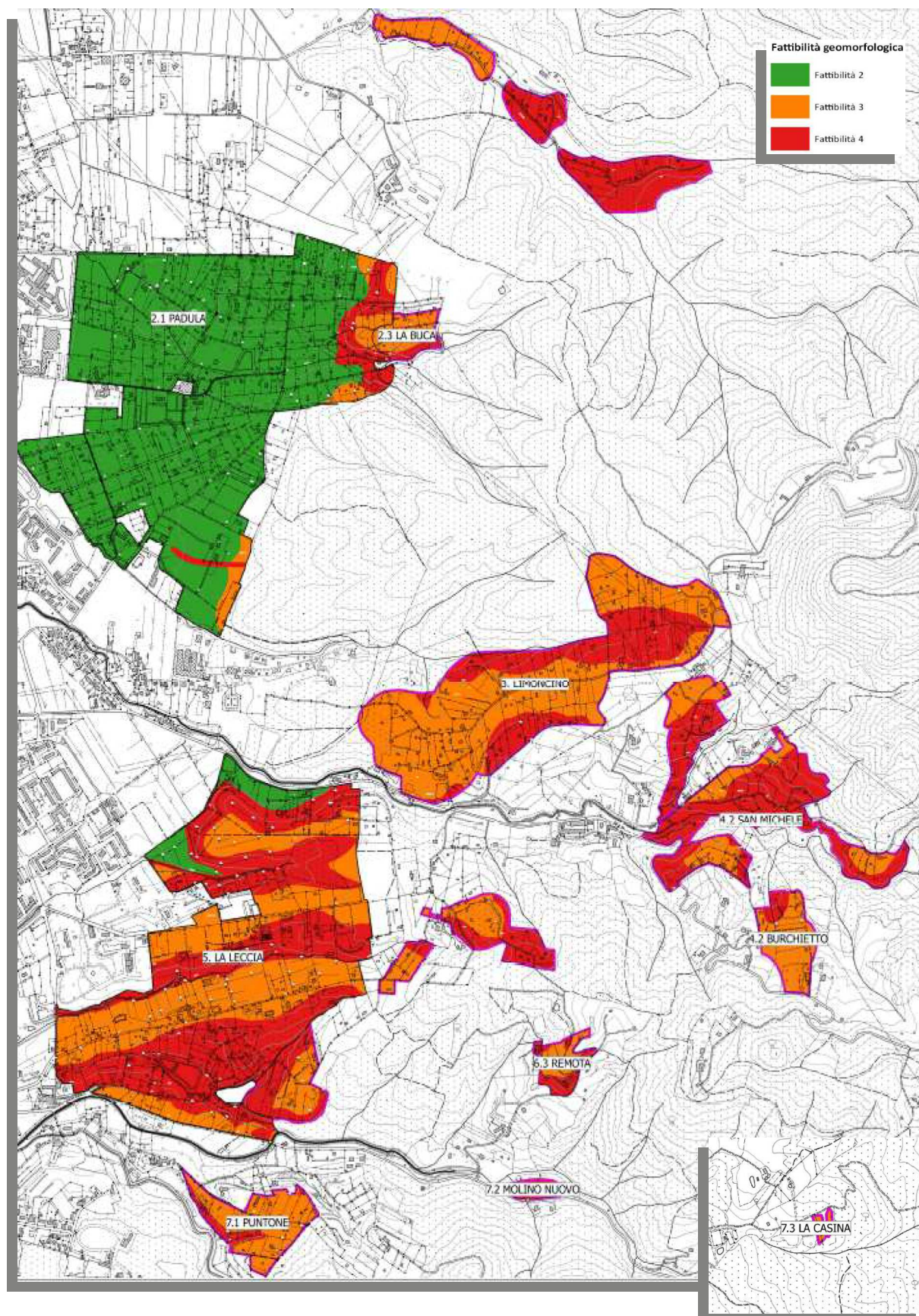


Immagine 31: Carta di fattibilità geologica.

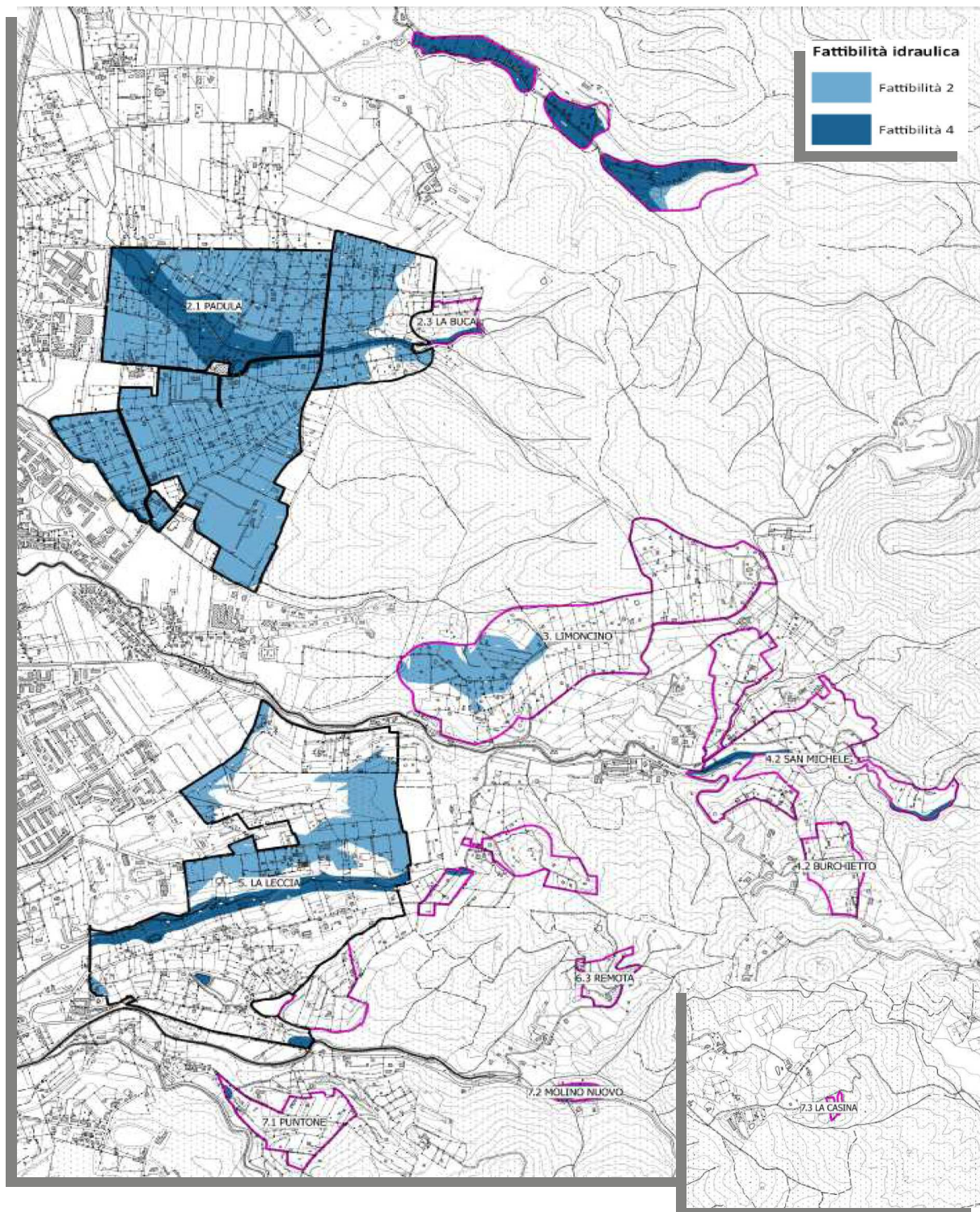


Immagine 32: Carta di fattibilità idraulica.

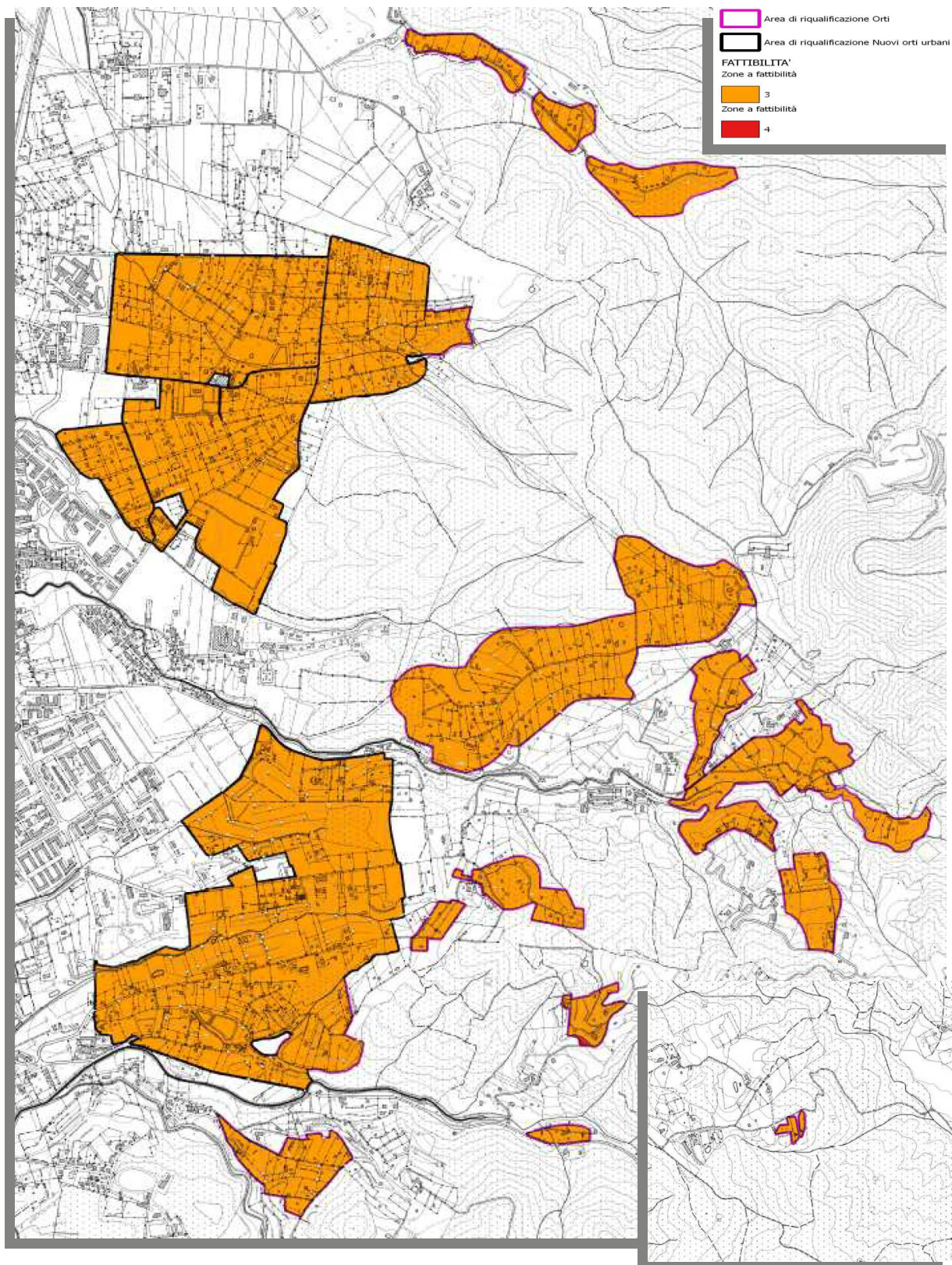


Immagine 33: Carta di fattibilità sismica.

4 – Conclusioni

Per quanto finora esposto in merito agli aspetti geomorfologici, geologici, idrogeologici, idraulici e sismici che caratterizzano le aree oggetto della variante ed in riferimento ai contesti di pericolosità riscontrati, gli interventi previsti risultano fattibili con i condizionamenti e le limitazioni indicate nel precedente paragrafo.